MERCADOS ENERGÉTICOS CONSULTORES

# ESTUDIOS SISTEMAS MEDIANOS – SISTEMA AYSÉN

## INFORME TÉCNICO

**Preparada para:**

grupo saesa

Enero, 2014

M 1432

# ESTUDIOS SISTEMAS MEDIANOS – SISTEMA AYSÉN
# INFORME TÉCNICO

## HISTÓRICO DE REVISIONES

| VERSIÓN | PREPARÓ | REVISÓ | APROBÓ | FECHA | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | NP/FM | FM | AC | 07/02/2014 | |
| | | | | | |

## CONTENIDO


**1. INTRODUCCIÓN ..... 10**

1.1. Objetivos Generales ..... 10
1.2. Alcance y metodología general ..... 10
1.3. Descripción del sistema ..... 11

**2. CONTROL DE FRECUENCIA Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS ..... 13**

2.1. Objetivo ..... 13
2.2. Metodología ..... 13
2.3. Determinación del margen de reserva óptimo ..... 14
*2.3.1. Costo de operación del sistema ..... 14*
*2.3.2. Fallas consideradas ..... 16*
*2.3.3. Costo de la Energía No Suministrada ..... 16*
*2.3.4. Cálculo del costo total de operación ..... 17*
2.4. Determinación del margen de reserva teniendo en cuenta despacho en CT Tehuelche ..... 18
*2.4.2. Cálculo del costo total de operación ..... 19*
2.5. Control de frecuencia ..... 20
2.6. Conclusiones ..... 24

**3. RESTRICCIONES DE TRANSMISIÓN ..... 25**

3.1. Objetivo ..... 25
3.2. Metodología ..... 25
3.3. Restricciones de transmisión por capacidad térmica ..... 25
3.4. Restricciones de transmisión por Caída de tensión ..... 26
3.5. Restricciones de transmisión por contingencia estática ..... 27
3.6. Restricciones de transmisión por Estabilidad Transitoria ..... 28
*3.6.1. Líneas Lago Atravesado-Tehuelche ..... 28*
*3.6.2. Líneas Tehuelche-Divisadero ..... 29*
*3.6.3. Línea Divisadero-Altos baguales ..... 30*
*3.6.4. Línea Aysén-Baguales ..... 32*
3.7. Resultados finales, resumen valores máximos de transmisión ..... 34

**4. ESQUEMA DE DESCONEXIÓN DE CARGA ..... 36**

4.1. Objetivo ..... 36
4.2. Metodología ..... 36

4.3. Fallas consideradas ..... 36
4.4. Escenarios considerados ..... 37
4.5. Seteos de EDAC modeladas ..... 38
4.6. Verificación del EDAC actual ..... 38
*4.6.1. Caso máximo húmedo ..... 38*
*4.6.2. Caso mínimo húmedo ..... 39*
*4.6.3. Caso máximo seco ..... 39*
*4.6.4. Caso mínimo seco ..... 40*
4.7. Análisis Dinámico de eventos puntuales ..... 40
*4.7.1. Lago Atravesado y Parque Eólico Altos Baguales ..... 40*
*4.7.2. Línea Baguales Aysén ..... 42*
*4.7.3. Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV ..... 45*
4.8. Conclusiones ..... 47

**5. ESTUDIO DE CONTINUIDAD ..... 48**

5.1. Objetivo ..... 48
5.2. Metodología ..... 48
5.3. Fallas consideradas ..... 49
5.4. Tasas de falla y tiempos de reparación ..... 49
5.5. Despachos para cada bloque ..... 50
5.6. Desarrollo y resultados del estudio de continuidad ..... 50
5.7. Conclusiones ..... 55

**6. VERIFICACIÓN DE LA COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES ..... 56**

6.1. Objetivo ..... 56
6.2. Metodología ..... 58
6.3. Verificación del funcionamiento del modelo ..... 58
6.4. Verificación de la selectividad de las protecciones ..... 59
*6.4.1. Redes radiales con carga exclusivamente ..... 59*
6.4.1.1 Subsistema 1 ..... 59
6.4.1.2 Subsistema 2 ..... 63
6.4.1.3 Subsistema 3 ..... 67
*6.4.2. Zonas de la red con aportes desde varios puntos ..... 71*
6.5. Verificación dinámica de tiempos críticos de apertura ..... 71
*6.5.1. Líneas Lago Atravesado – Tehuelche ..... 71*
*6.5.2 Líneas Tehuelche – Divisadero ..... 74*
6.6. Conclusiones ..... 76

**7. CONTROL DE TENSIÓN Y REQUERIMIENTOS DE POTENCIA REACTIVA ..... 77**

7.1. Objetivo ..... 77
7.2. Metodología ..... 77
7.3. Escenarios de estudio ..... 77
7.4. Fallas consideradas ..... 78
7.5. Resultados del control de tensión y requerimiento de potencia reactiva ..... 78
*7.5.1. Identificación barra más débil ..... 78*
*7.5.2. Determinación margen de tensión para barra más débil- Curvas Q-V ..... 79*
*7.5.3. Requerimiento de potencia reactiva para contingencias evaluadas ..... 80*
7.6. Conclusiones ..... 82

**8. PLAN DE RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ..... 83**

8.1. Objetivo ..... 83
8.2. Descripción del Sistema Mediano de Aysén ..... 83
8.3. Generalidades del PRS ..... 84
*8.3.1. Definiciones ..... 84*
*8.3.2. Funciones Asignadas Durante el PRS ..... 84*
*8.3.3. Consideraciones de Partida ..... 85*

*8.3.4. Comunicaciones* ..... *85*
*8.3.5. Inicialización del PRS* ..... *85*
*8.3.6. Generalidades de la Restauración de la Red* ..... *86*
8.4. Procedimiento del PRS ..... 86

**9. ANEXOS ..... 89**

9.1. ANEXO I: RESULTADOS COMPLETOS REGULACIÓN DE TENSIÓN ..... 89
*9.1.1 Identificación barra más débil* ..... *89*
*9.1.2. Determinación margen de tensión para barra más débil- Curvas Q-V* ..... *92*
*9.1.3. Requerimiento de potencia reactiva para contingencia más CRÍTICA* ..... *94*
9.2. ANEXO II: RESULTADOS COMPLETOS VERIFICACIÓN DE PROTECCIONES ..... 99
*9.2.1. Escenario considerando proyecto Divisadero* ..... *99*
9.2.1.1 Seteos de los relés ..... 99
9.2.1.2. Graficas de coordinación ..... 107
9.2.1.3. Comparación entre curvas actuales y originales ..... 113
9.2.1.4. Resultados de la coordinación de protecciones (con seccionadores 89EBA y 89EBG cerrados) 125
9.2.1.5. Resultados de la coordinación de protecciones (con seccionadores 89EBA abierto y 89EBG cerrado) ..... 163
*9.2.2. Escenario sin considerar proyecto Divisadero* ..... *203*
9.2.2.1. Seteos de los relés ..... 203
9.2.2.2. Resultados de la coordinación de protecciones ..... 210
*9.2.3. Escenario considerando seteos originales* ..... *228*
9.2.3.1. Resultados de la coordinación de protecciones ..... 232
*9.2.2. conclusiones* ..... *237*

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de los estudios realizados. ..... 11
Figura 2. Diagrama unilineal simplificado del sistema Aysén. ..... 12
Figura 3. Costos de operación y ENS en función de la reserva operativa. Despacho económico ..... 18
Figura 4. Costos de operación y ENS en función de la reserva operativa. Despacho C/ CT Tehuelche ..... 20
Figura 5. Disparo unidad 2 CH Lago Atravesado. Ángulo relativo y potencia activa de generadores. ..... 21
Figura 6. Disparo unidad 2 CH Lago Atravesado. Frecuencia y tensiones. ..... 21
Figura 7. Falla Unidad 2 CH Lago Atravesado. Ángulo relativo y potencia activa de generadores. ..... 22
Figura 8. Falla Unidad 2 CH Lago Atravesado. Frecuencia y tensiones. ..... 22
Figura 9. Falla Alimentador Chacabuco. Ángulo relativo y potencia activa de generadores. ..... 23
Figura 10. Falla Alimentador Chacabuco. Frecuencia y tensiones. ..... 23
Figura 11. Falla y salida de servicio línea Lago Atravesado-Tehuelche. Potencias y ángulos ..... 28
Figura 12. Condición N. Polos del sistema ..... 29
Figura 13. Línea Lago Atravesado-Tehuelche fuera de servicio. Polos del sistema. ..... 29
Figura 14. Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Angulo CH Monreal ..... 30
Figura 15. Falla y F/S Línea Divisadero-Altos Baguales. Caso Base. Frecuencia Islas ..... 31
Figura 16. Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Caso Base. Potencia y ángulos ..... 31
Figura 17. Falla y F/S Línea Divisadero-Altos Baguales. Caso Límite. Frecuencia Islas ..... 32
Figura 18. Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Caso Límite. Potencia y ángulos ..... 32
Figura 19. Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso base. Frecuencia Islas ..... 33
Figura 20. Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Base. Potencia y ángulos ..... 33
Figura 21. Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Límite. Frecuencia Islas ..... 34
Figura 22. Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Límite. Potencia y ángulos ..... 34
Figura 23. Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Frecuencia y tensión. Max Hum ..... 41
Figura 24. Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Potencia y ángulos. Max Hum. ..... 41
Figura 25. Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Frecuencia y tensión. Min Hum. ..... 42
Figura 26. Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Potencia y ángulos. Min Hum. ..... 42
Figura 27. Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Frecuencia y tensión. Max Hum. ..... 43
Figura 28. Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Potencia y ángulos. Max Hum. ..... 43

Figura 29. Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Frecuencia y tensión. Min Hum. ....44
Figura 30. Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Potencia y ángulos. Min Hum. ....44
Figura 31. Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Frecuencia y tensión. Max Hum. ....45
Figura 32. Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Potencia y ángulos. Max Hum. ....46
Figura 33. Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Frecuencia y tensión. Min Hum. ....46
Figura 34. Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Potencia y ángulos. Min Hum. ....47
Figura 35. Subsistemas para análisis por inspección de curvas. ....59
Figura 36. Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 1 ....61
Figura 37. Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 1 ....61
Figura 38. Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 1 ....62
Figura 39. Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 2 ....64
Figura 40. Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 2 ....64
Figura 41. Curvas de unidades de línea. Seteos modificados. Subsistema 2 ....66
Figura 42. Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 2 ....66
Figura 43. Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 3 ....68
Figura 44. Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 3 ....68
Figura 45. Curvas de unidades de línea. Seteos modificados. Subsistema 3 ....70
Figura 46. Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 3 ....70
Figura 47. Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Potencia Activa. ....71
Figura 48. Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Ángulo relativo entre barras. ....72
Figura 49. Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Ángulos relativos de generadores. ....72
Figura 50. Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Potencia activa. ....73
Figura 51. Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Frecuencia - Tensión. ....73
Figura 52. Falla trifásica línea Tehuelche - Divisadero. Ángulo relativo CH Monreal. ....75
Figura 53. Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Ángulos relativos. ....75
Figura 54. Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Potencia activa. ....75
Figura 55. Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Frecuencia – Tensión. ....76
Figura 56. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2014 ....78
Figura 57. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Min 2014 ....79
Figura 58. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2014 ....79
Figura 59. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Min 2014 ....80
Figura 60. Nueva Topología ET Tehuelche ....88
Figura 61. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Min 2014 ....89
Figura 62. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2014 ....90
Figura 63. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2015 ....90
Figura 64. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2016 ....91
Figura 65. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2017 ....91
Figura 66. Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2017 seco ....92
Figura 67. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Min 2014 ....92
Figura 68. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2014 ....93
Figura 69. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2015 ....93
Figura 70. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2016 ....93
Figura 71. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2017 ....94
Figura 72. Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2017 seco ....94
Figura 73. Curvas hacia Tehuelche desde Aysen. Fase ....107
Figura 74. Curvas hacia Tehuelche desde Aysen. Residual ....107
Figura 75. Curvas hacia Aysen desde Tehuelche. Fase ....108
Figura 76. Curvas hacia Aysen desde Tehuelche. Residual ....108
Figura 77. Curvas desde Monreal a Tehuelche. Fase ....109
Figura 78. Curvas desde Monreal a Tehuelche. Residual ....109
Figura 79. Curvas desde Tehuelche a Monreal. Fase ....110
Figura 80. Curvas desde Tehuelche a Monreal. Residual ....110
Figura 81. Curvas 52E3 ATRÁS y RE2 ....111
Figura 82. Curvas 52E3 ATRÁS y R2 ....111
Figura 83. Curvas 52E3 ATRÁS y RE1 ....112
Figura 84. Curvas RS HACIA CENTRAL Y 52EL1/52EG1 HACIA CENTRAL ....112
Figura 85. Curvas RS HACIA SISTEMA Y 52EL1/52EG1 HACIA SISTEMA ....113
Figura 86. 52E3 Y 52E3 ANTIGUO ....113
Figura 87. 52E3 ATRAS Y 52E3 ATRÁS ANTIGUO ....114
Figura 88. 52E5 Y 52E5 ANTIGUO ....114

Figura 89. 52E5 ATRAS Y 52E5 ATRÁS ANTIGUO ..... 115
Figura 90. R5 SIST Y R5 SIST ANTIGUO ..... 115
Figura 91. R5 CENTRAL Y R5 CENTRAL ANTIGUO ..... 116
Figura 92. 52EG1 CENTRAL Y 52EG1 CENTRAL ANTIGUO ..... 116
Figura 93. 52EG1 SIST Y 52EG1 SIST ANTIGUO ..... 117
Figura 94. 52EL1 CENTRAL Y 52EL1 CENTRAL ANTIGUO ..... 117
Figura 95. 52EL1 SIST Y 52EL1 SIST ANTIGUO ..... 118
Figura 96. 52EL1-1/52EL2-1 Y 52EL1-1/52EL2-1 ANTIGUO ..... 118
Figura 97. 52EL1-2/52EL2-2 Y 52EL1-2/52EL2-2 ANTIGUO ..... 119
Figura 98. 52F2 Y 52F2 ANTIGUO ..... 119
Figura 99. 52F2 ATRÁS Y 52F2 ATRAS ANTIGUO ..... 120
Figura 100. 52F2 AY-COH Y 52F2 AY-COH ANTIGUO ..... 120
Figura 101. 52F2 COH-AY Y 52F2 COH-AY ANTIGUO ..... 121
Figura 102. 52FG1 ALIM-CH Y 52FG1 ALIM-CH ANTIGUO ..... 121
Figura 103. 52FG1 CH-ALIM Y 52FG1 CH-ALIM ANTIGUO ..... 122
Figura 104. R8 Y R8 ANTIGUO ..... 122
Figura 105. RE4 Y RE4 ANTIGUO ..... 123
Figura 106. RE7 Y RE7 ANTIGUO ..... 123
Figura 107. RE7 ATRAS Y RE7 ATRÁS ANTIGUO ..... 124
Figura 108. RF5 Y RF5 ANTIGUO ..... 124
Figura 109. Unifilar SM Aysen seccionadores 89EBA y 89EBG cerrados ..... 125
Figura 110. Unifilar SM Aysen seccionador 89EBA abierto y 89EBG cerrado ..... 163
Figura 111. Unifilar SM Aysen sin considerar Divisadero ..... 209

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costo variable de operación considerado para los generadores. ..... 14
Tabla 2. Despachos de unidades generadoras para los casos analizados. ..... 15
Tabla 3. Fallas consideradas para la determinación de la ENS. ..... 16
Tabla 4. Tasa de falla anual por tipo de elemento ..... 17
Tabla 5. Costos de operación y ENS en función de la reserva. ..... 18
Tabla 6. Despachos de unidades generadoras para los casos analizados. C/ CT Tehuelche ..... 19
Tabla 7. Costos de operación y ENS en función de la reserva. C/ CT Tehuelche ..... 19
Tabla 8. Características de conductores del sistema de transmisión ..... 26
Tabla 9. Características de transformadores del sistema de transmisión ..... 26
Tabla 10. Restricciones por Caída de Tensión en el sistema de transmisión ..... 27
Tabla 11. Resumen de límites máximos para líneas del sistema de transmisión ..... 35
Tabla 12. Fallas consideradas para análisis de EDAC ..... 36
Tabla 13. Despachos para escenarios de EDAC ..... 37
Tabla 14. Seteos actuales de EDAC ..... 38
Tabla 15. Estados post-contingencia. Caso Máximo Húmedo ..... 38
Tabla 16. Estados post-contingencia. Caso Mínimo Húmedo ..... 39
Tabla 17. Estados post-contingencia. Caso Máximo Seco ..... 39
Tabla 18. Estados post-contingencia. Caso Mínimo Seco ..... 40
Tabla 19. Fallas consideradas para Estudio de Continuidad ..... 49
Tabla 20. Tasas de falla y tiempos de reparación ..... 49
Tabla 21. Despachos según bloque anual de operación ..... 50
Tabla 22. ENS para cada bloque ..... 53
Tabla 23. Índices FMIK y TTIK sistémicos anuales ..... 53
Tabla 24. PNS / P instalada para cada bloque (FMIK) ..... 54
Tabla 25. TTIK para cada bloque ..... 54
Tabla 26. Relés subsistema 1. Datos originales ..... 60
Tabla 27. Relés subsistema 1. Datos modificados ..... 62
Tabla 28. Relés subsistema 2. Datos originales ..... 63
Tabla 29. Relés subsistema 2. Datos modificados ..... 65
Tabla 30. Relés subsistema 3. Datos originales ..... 67
Tabla 31. Relés subsistema 3. Datos modificados ..... 69
Tabla 33. Fallas consideradas para estudio de control de tensión ..... 78
Tabla 34. Aporte de reactiva de unidades. Max 2014 ..... 80

Tabla 35. Aporte de reactiva de unidades. Min 2014 ....81
Tabla 36. Proceso de RPS....87
Tabla 37. Requerimiento de reactiva. Min 2014....94
Tabla 38. Requerimiento de reactiva. Max 2014....95
Tabla 39. Requerimiento de reactiva. Max 2015....95
Tabla 40. Requerimiento de reactiva. Max 2016....96
Tabla 41. Requerimiento de reactiva. Max 2017....97
Tabla 42. Requerimiento de reactiva. Max 2017 seco....97
Tabla 43. Seteos Relés Sistema Aysén....100
Tabla 44. Fallas a considerar para caso con 89EBA y 89EBG cerrados ....125
Tabla 45. Actuación de relés de protección - Falla 01. 89EBA y 89EBG cerrados....126
Tabla 46. Actuación de relés de protección - Falla 02. 89EBA y 89EBG cerrados....127
Tabla 47. Actuación de relés de protección - Falla 03. 89EBA y 89EBG cerrados....127
Tabla 48. Actuación de relés de protección - Falla 04. 89EBA y 89EBG cerrados....128
Tabla 49. Actuación de relés de protección - Falla 05. 89EBA y 89EBG cerrados....128
Tabla 50. Actuación de relés de protección - Falla 06. 89EBA y 89EBG cerrados....129
Tabla 51. Actuación de relés de protección - Falla 07. 89EBA y 89EBG cerrados....130
Tabla 52. Actuación de relés de protección - Falla 08. 89EBA y 89EBG cerrados....131
Tabla 53. Actuación de relés de protección - Falla 09. 89EBA y 89EBG cerrados....132
Tabla 54. Actuación de relés de protección - Falla 10. 89EBA y 89EBG cerrados....133
Tabla 55. Actuación de relés de protección - Falla 11. 89EBA y 89EBG cerrados....135
Tabla 56. Actuación de relés de protección - Falla 12. 89EBA y 89EBG cerrados....136
Tabla 57. Actuación de relés de protección - Falla 13. 89EBA y 89EBG cerrados....137
Tabla 58. Actuación de relés de protección - Falla 14. 89EBA y 89EBG cerrados....138
Tabla 59. Actuación de relés de protección - Falla 15. 89EBA y 89EBG cerrados....139
Tabla 60. Actuación de relés de protección - Falla 16. 89EBA y 89EBG cerrados....140
Tabla 61. Actuación de relés de protección - Falla 17. 89EBA y 89EBG cerrados....141
Tabla 62. Actuación de relés de protección - Falla 18. 89EBA y 89EBG cerrados....142
Tabla 63. Actuación de relés de protección - Falla 19. 89EBA y 89EBG cerrados....143
Tabla 64. Corrientes de falla - Falla 01. 89EBA y 89EBG cerrados....144
Tabla 65. Corrientes de falla - Falla 02. 89EBA y 89EBG cerrados....145
Tabla 66. Corrientes de falla - Falla 03. 89EBA y 89EBG cerrados....146
Tabla 67. Corrientes de falla - Falla 04. 89EBA y 89EBG cerrados....147
Tabla 68. Corrientes de falla - Falla 05. 89EBA y 89EBG cerrados....148
Tabla 69. Corrientes de falla - Falla 06. 89EBA y 89EBG cerrados....149
Tabla 70. Corrientes de falla - Falla 07. 89EBA y 89EBG cerrados....150
Tabla 71. Corrientes de falla - Falla 08. 89EBA y 89EBG cerrados....151
Tabla 72. Corrientes de falla - Falla 09. 89EBA y 89EBG cerrados....152
Tabla 73. Corrientes de falla - Falla 10. 89EBA y 89EBG cerrados....153
Tabla 74. Corrientes de falla - Falla 11. 89EBA y 89EBG cerrados....154
Tabla 75. Corrientes de falla - Falla 12. 89EBA y 89EBG cerrados....155
Tabla 76. Corrientes de falla - Falla 13. 89EBA y 89EBG cerrados....156
Tabla 77. Corrientes de falla - Falla 14. 89EBA y 89EBG cerrados....157
Tabla 78. Corrientes de falla - Falla 15. 89EBA y 89EBG cerrados....158
Tabla 79. Corrientes de falla - Falla 16. 89EBA y 89EBG cerrados....159
Tabla 80. Corrientes de falla - Falla 17. 89EBA y 89EBG cerrados....160
Tabla 81. Corrientes de falla - Falla 18. 89EBA y 89EBG cerrados....161
Tabla 82. Corrientes de falla - Falla 19. 89EBA y 89EBG cerrados....162
Tabla 83. Fallas a considerar para caso con 89EBA abierto y 89EBG cerrado ....163
Tabla 84. Actuación de relés de protección - Falla 01. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....164
Tabla 85. Actuación de relés de protección - Falla 02. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....165
Tabla 86. Actuación de relés de protección - Falla 03. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....165
Tabla 87. Actuación de relés de protección - Falla 04. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....166
Tabla 88. Actuación de relés de protección - Falla 05. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....166
Tabla 89. Actuación de relés de protección - Falla 06. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....167
Tabla 90. Actuación de relés de protección - Falla 07. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....168
Tabla 91. Actuación de relés de protección - Falla 08. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....169
Tabla 92. Actuación de relés de protección - Falla 09. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....170
Tabla 93. Actuación de relés de protección - Falla 10. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....171
Tabla 94. Actuación de relés de protección - Falla 11. 89EBA abierto y 89EBG cerrado....172

Tabla 95. Actuación de relés de protección - Falla 12. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....173
Tabla 96. Actuación de relés de protección - Falla 13. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....174
Tabla 97. Actuación de relés de protección - Falla 14. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....175
Tabla 98. Actuación de relés de protección - Falla 15. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....176
Tabla 99. Actuación de relés de protección - Falla 16. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....177
Tabla 100. Actuación de relés de protección - Falla 17. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....178
Tabla 101. Actuación de relés de protección - Falla 18. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....179
Tabla 102. Actuación de relés de protección - Falla 19. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....180
Tabla 103. Actuación de relés de protección - Falla 20. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....181
Tabla 104. Corrientes de Falla - Falla 01. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....183
Tabla 105. Corrientes de Falla - Falla 02. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....184
Tabla 106. Corrientes de Falla - Falla 03. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....185
Tabla 107. Corrientes de Falla - Falla 04. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....186
Tabla 108. Corrientes de Falla - Falla 05. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....187
Tabla 109. Corrientes de Falla - Falla 06. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....188
Tabla 110. Corrientes de Falla - Falla 07. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....189
Tabla 111. Corrientes de Falla - Falla 08. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....190
Tabla 112. Corrientes de Falla - Falla 09. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....191
Tabla 113. Corrientes de Falla - Falla 10. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....192
Tabla 114. Corrientes de Falla - Falla 11. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....193
Tabla 115. Corrientes de Falla - Falla 12. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....194
Tabla 116. Corrientes de Falla - Falla 13. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....195
Tabla 117. Corrientes de Falla - Falla 14. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....196
Tabla 118. Corrientes de Falla - Falla 15. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....197
Tabla 119. Corrientes de Falla - Falla 16. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....198
Tabla 120. Corrientes de Falla - Falla 17. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....199
Tabla 121. Corrientes de Falla - Falla 18. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....200
Tabla 122. Corrientes de Falla - Falla 19. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....201
Tabla 123. Corrientes de Falla - Falla 20. 89EBA abierto y 89EBG cerrado.....202
Tabla 124. Seteos de los relés para caso sin Divisadero. .....203
Tabla 125. Fallas a considerar para caso sin Divisadero .....210
Tabla 126. Actuación de relés de protección - Falla 01 sin DIV.....210
Tabla 127. Actuación de relés de protección - Falla 02 sin DIV.....211
Tabla 128. Actuación de relés de protección - Falla 03 sin DIV.....212
Tabla 129. Actuación de relés de protección - Falla 04 sin DIV.....212
Tabla 130. Actuación de relés de protección - Falla 05 sin DIV.....213
Tabla 131. Actuación de relés de protección - Falla 06 sin DIV.....214
Tabla 132. Actuación de relés de protección - Falla 07 sin DIV.....215
Tabla 133. Actuación de relés de protección - Falla 08 sin DIV.....216
Tabla 134. Actuación de relés de protección - Falla 09 sin DIV.....217
Tabla 135. Actuación de relés de protección - Falla 10 sin DIV.....218
Tabla 136. Actuación de relés de protección - Falla 11 sin DIV.....219
Tabla 137. Actuación de relés de protección - Falla 12 sin DIV.....220
Tabla 138. Actuación de relés de protección - Falla 13 sin DIV.....221
Tabla 139. Actuación de relés de protección - Falla 14 sin DIV.....222
Tabla 140. Actuación de relés de protección - Falla 15 sin DIV.....223
Tabla 141. Actuación de relés de protección - Falla 16 sin DIV.....224
Tabla 142. Actuación de relés de protección - Falla 17 sin DIV.....225
Tabla 143. Actuación de relés de protección - Falla 18 sin DIV.....226
Tabla 144. Corrientes de falla - Falla 10 sin DIV.....227
Tabla 145. Seteos originales Relés Sistema Aysén .....228
Tabla 146. Actuación de relés de protección - Falla 01.Seteos originales .....232
Tabla 147. Actuación de relés de protección - Falla 02. Seteos originales .....232
Tabla 148. Actuación de relés de protección - Falla 03. Seteos originales .....232
Tabla 149. Actuación de relés de protección - Falla 04. Seteos originales .....232
Tabla 150. Actuación de relés de protección - Falla 05. Seteos originales .....233
Tabla 151. Actuación de relés de protección - Falla 06. Seteos originales .....233
Tabla 152. Actuación de relés de protección - Falla 07. Seteos originales .....233
Tabla 153. Actuación de relés de protección - Falla 08. Seteos originales .....234
Tabla 154. Actuación de relés de protección - Falla 09. Seteos originales .....234

Tabla 155. Actuación de relés de protección - Falla 10. Seteos originales .....234
Tabla 156. Actuación de relés de protección - Falla 11. Seteos originales .....235
Tabla 157. Actuación de relés de protección - Falla 12. Seteos originales .....235
Tabla 158. Actuación de relés de protección - Falla 13. Seteos originales .....235
Tabla 159. Actuación de relés de protección - Falla 14. Seteos originales .....236
Tabla 160. Actuación de relés de protección - Falla 15. Seteos originales .....236
Tabla 161. Actuación de relés de protección - Falla 16. Seteos originales .....236
Tabla 162. Actuación de relés de protección - Falla 17. Seteos originales .....236

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Objetivos Generales

El presente estudio tiene como objeto dar cumplimiento con lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para Sistemas Medianos (en adelante la NT), mediante la realización de los estudios técnicos requeridos para todos los Sistemas Medianos del Grupo SAESA.

## 1.2. Alcance y metodología general

Los estudios desarrollados permitieron el análisis de las condiciones de aplicación de las exigencias que establece la Norma Técnica en su Título 6-2:

a) Estudio de Continuidad: Debe determinar los índices de continuidad FMIK y TTIK del SM, para un horizonte de operación de 12 meses.

b) Restricciones en Instalaciones de Transmisión: Se identificará las potencias máximas que se pueden transmitir por las líneas de transmisión que la Empresa identifique como críticas para garantizar frente a la ocurrencia de las contingencias indicadas que se establecen en el Artículo 5-36 de la presente NT.

d) Control de Tensión y Requerimientos de Potencia Reactiva: se deberá efectuar una verificación del cumplimiento de los estándares de SyCS establecidos en el Capítulo Nº 5, además de determinar el perfil óptimo de tensiones y los requerimientos de potencia reactiva para las Instalaciones Transmisión, con resolución semestral para un horizonte de operación de 48 meses

e) Control de Frecuencia y Determinación de Reservas: tiene por objeto efectuar una verificación del cumplimiento de los estándares SyCS establecidos en el Capítulo Nº 5. En particular debe determinarse un porcentaje de reserva óptimo que se utilizará para efectuar la asignación de la reserva entre las unidades generadoras participantes del CPF y del CSF.

f) EDAC: Deberá determinar el nivel óptimo y localización de desconexión de carga. El objetivo es evitar colapso por frecuencia y tensión con la activación de esquemas de desconexión para estados de operación distinto del Estado Normal.

g) Estudio de PRS: El objetivo del PRS es que con posterioridad a un Apagón Total o Apagón Parcial, sea posible establecer los mecanismos que permitan de una manera segura y organizada, restablecer el suministro eléctrico en todas las Islas Eléctricas afectadas en el menor tiempo posible, considerando las Cargas Críticas.




**Figura 1.** Estructura de los estudios realizados**.**

## 1.3. Descripción del sistema

El sistema Aysén consta de 8 centrales las cuales abastecen la demanda de la zona en su totalidad. El parque de generación se divide en centrales hidráulicas, térmicas y eólicas.

Para interconectar el sistema existen 3 líneas de transmisión llamadas Línea Aysén – Coyhaique (una parte en 33 kV y otra en 23 kV), Línea Tehuelche – Coyhaique en 23 kV y por último existe la línea Lago Atravesado – Tehuelche, dicha línea energizada en 23 kV y en doble circuito. La línea Tehuelche-Coyhaique migrara a una línea de doble circuito, denominada Tehuelche-Divisadero, a partir de la puesta en servicio en el año 2014 de la nueva estación Divisadero.

El sistema Aysén consta de una potencia total instalada de generación de aproximadamente 42.6 MW, que se divide en 20,1 MW de generación hidroeléctrica, 20,6 MW de generación térmica, y 1,95 MW de generación eólica.

Las centrales hidráulicas son Central Puerto Aysén (6,6 MW, 4 unidades), Central Lago Atravesado (10,5 MW, 2 unidades) y la Central Monreal (3 MW, 1 unidad), lo que corresponde al 44,1% del parque de generación total. Las 4 centrales térmicas se denominan Central Térmica Aysén (1,2 MW, 1 unidad), ubicada en Puerto Aysén, Central Térmica Chacabuco (9,3 MW, 6 unidades), ubicada a 7 km de Chacabuco, Central Térmica Tehuelche (10,1 MW, 6 unidades) ubicada en Coyhaique y una Central de Emergencia en Mañihuales (0,825 MW, 1 unidad). El porcentaje de generación térmica en la zona es de 48,3%. Aprovechando los recursos naturales, existe una central eólica denominada Central Alto Baguales, (1,95 MW, 3 unidades), generación correspondiente al 4,6 % de la capacidad total.

El sistema Aysén consta de tres líneas que interconectan el sistema; la primera de ellas, denominada Aysén – Coyhaique, es una línea que interconecta Central Aysén con Coyhaique, dicha línea está alimentada en 33 kV hasta S/E Alto Baguales y energizada en 23 kV hasta Coyhaique. Esta línea tiene una capacidad de transferencia de aproximadamente 4 MVA. La segunda línea corresponde a la que interconecta la Central Tehuelche con Coyhaique, cuya interconexión con Aysén se realiza a través del interruptor 52E3, alimentada en 23 kV. Por último existe la línea Lago Atravesado – Tehuelche, energizada en 23 kV y en doble circuito, que entrega la potencia proveniente desde la central Lago Atravesado a la barra de 23 kV en Central Tehuelche.

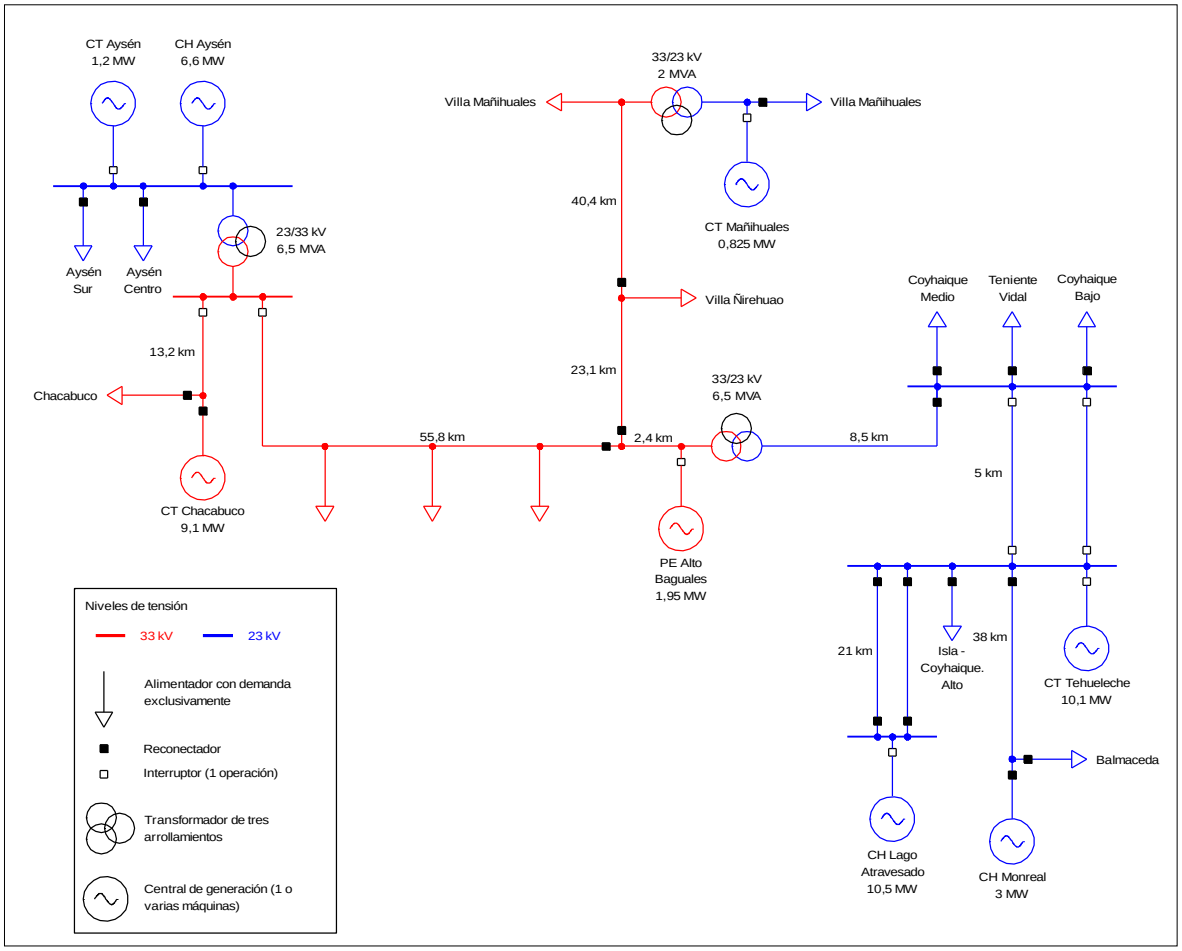



**Figura 2.** Diagrama unilineal simplificado del sistema Aysén**.**

# 2. CONTROL DE FRECUENCIA Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS

## 2.1. Objetivo

El objetivo de este estudio fue el de verificar el cumplimiento de los estándares de SyCS establecidos en el Capítulo Nº5 de la NT, y en particular el de determinar el porcentaje de reserva óptimo para efectuar la asignación de la reserva entre las unidades generadoras participantes del Control Primario de Frecuencia (CPF) y del Control Secundario de Frecuencia (CSF).

Esta evaluación se realizó, de acuerdo a lo establecido por la NT, mediante una optimización clásica en la que se determinó el nivel de reserva para el que se produce el Costo Total mínimo resultante de la suma de:

- El costo de operación del sistema para cada nivel de reserva considerado.
- El costo de falla de corta duración asociado a la ENS determinado según el nivel de reserva.

El análisis se complementó con la verificación del desempeño dinámico del sistema ante las contingencias más críticas, realizadas sobre escenarios extremos de demanda (máxima y mínima), y considerando en el estado pre-falla el porcentaje de reserva óptimo determinado.

## 2.2. Metodología

Para determinar el valor de reserva óptimo a mantener durante la operación normal del sistema, se calcularon el sobrecosto de generación producto del aumento en la reserva rotante y el costo de la energía no suministrada (ENS) para las fallas en el sistema que produzcan posibles pérdidas de generación de manera tal que esta ENS sea dependiente del nivel de reserva primaria.

Debido a que el sobrecosto de generación es típicamente una función creciente con el valor de reserva y la ENS una función decreciente, el costo total en función de la reserva presentará un valor mínimo (óptimo). Por otro lado, la normativa vigente exige un mínimo de 10% de reserva regulante (sobre la máxima potencia de las unidades despachadas). En este contexto, es posible realizar un análisis simplificado asumiendo condiciones conservadoras; si el resultado del análisis indica un valor de reserva óptima inferior al 10%, se adoptará finalmente el valor indicado en la norma, en caso contrario se deberá realizar un análisis más detallado para definir el valor de reserva. Las condiciones conservadoras deben ser tales que sobreestimen la ENS y subestimen los costos de generación para lograr el mayor valor posible de reserva óptima en los cálculos.

Las simplificaciones adoptadas y sus efectos son:

- **Solo escenarios de demanda máxima:** son los más exigentes para el sistema, por lo que la ENS será mayor. Se consideró al sistema operando las 8760 horas del año a máxima potencia.
- **Despacho económico:** se despachó la generación del sistema siguiendo el orden de mérito en base al costo variable de la energía, minimizándose así el costo de operación.
- **Fallas con pérdida de generación:** se analizaron sólo aquellas fallas que produjeron pérdida de generación o formación de islas con déficit generación. Quedaron descartadas fallas en alimentadores exclusivos de demanda, ya que esa ENS no es dependiente del margen de reserva y por lo tanto no modifica el valor óptimo de la misma.
- **Máquinas sin capacidad de reserva:** se asumió que las turbinas eólicas de Altos Baguales y las hidráulicas de Aysén y Monreal no regulan potencia, sino sólo las térmicas y las unidades de Lago Atravesado.

- **Estación Divisadero:** Se tiene en cuenta el proyecto de la estación Divisadero
- **Resolución estática:** partiendo del escenario base se analizó el monto de potencia activa se pierde para cada falla, y en el caso de formarse islas, qué pérdida de potencia percibió el subsistema deficitario en generación. No se tuvo en cuenta la sensibilidad de la carga con la frecuencia.
- **Tiempos de arranque de 15 min:** se asumió que posteriormente a una contingencia se demora un tiempo promedio de 15 minutos en arrancar un nuevo generador (térmico) para restituir la demanda cortada/no alimentada.

## 2.3. Determinación del margen de reserva óptimo

### 2.3.1. Costo de operación del sistema

En base a las simplificaciones adoptadas se crearon escenarios de operación del sistema con distintos valores de margen de reserva. El costo de operación del sistema para cada caso *i* se calculó según:

$$C_i = T \sum_k CV_k D_{ik}$$

Dónde:

$C_i$ : Costo de operación del sistema para el caso $i$ [USD].

$T$ : Tiempo de operación del sistema (8.760 h).

$CV_k$ : Costo variable de operación del generador *k* [USD/MWh].

$D_{ik}$ : Despacho del generador *k* en el caso *i* [MW].

En la Tabla 1 se detallan las potencias máximas y los costos de operación variable suministrados por SAESA para las distintas unidades generadoras del sistema Aysén.

**Tabla 1.** Costo variable de operación considerado para los generadores.

| Central | Unidad *k* | Tipo | Potencia máxima [MW] | Costo Variable $CV_k$ [USD/MWh] |
|---|---|---|---|---|
| Lago Atravesado | H1 | Hidro | 5,25 | 1,0 |
| | H2 | Hidro | 5,25 | 1,0 |
| Aysén | H118 | Hidro | 2,7 | 1,4 |
| | H116 | Hidro | 3 | 1,7 |
| | H117 | Hidro | 0,9 | 2,8 |
| Monreal | H1 | Hidro | 3 | 2,8 |
| Altos Baguales | E1 | Eólica | 0,66 | 6,9 |
| | E2 | Eólica | 0,66 | 6,9 |
| | E3 | Eólica | 0,66 | 6,9 |
| Chacabuco | U611 | Diesel | 2,5 | 223,98 |
| | CAT113 | Diesel | 1,4 | 226,99 |
| | CAT112 | Diesel | 1,2 | 228,47 |
| | CAT545 | Diesel | 1,4 | 230,03 |
| | CAT543 | Diesel | 1,4 | 230,13 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CAT546 | Diesel | 1,4 | 231,52 |
| Aysén | CAT114 | Diesel | 1,2 | 237,43 |
| Tehuelche | U101 | Diesel | 1,915 | 240,84 |
| | CAT103 | Diesel | 2,35 | 240,95 |
| | U102 | Diesel | 1,915 | 241,68 |
| | CAT105 | Diesel | 1,825 | 247,08 |
| | CAT544 | Diesel | 1,4 | 256,64 |
| | CAT104 | Diesel | 0,708 | 290,60 |

Los despachos de cada unidad generadora para cada caso estudiado se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Despachos de unidades generadoras para los casos analizados.

| **Central** | **Unidad *k*** | **Despacho $D_{jk}$ [MW] según caso *i*** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | ****** |
| Lago Atravesado | H1 | 5,25 | 5,25 | 5,15 | 5,15 | 5,10 | 4,85 | 4,43 | 4,70 |
| | H2 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 4,70 |
| Aysén | H118 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,60 |
| | H116 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 2,80 | 2,30 | 2,10 | 1,50 |
| | H117 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,45 |
| Monreal | H1 | 3,00 | 3,00 | 2,20 | 1,85 | 1,45 | 1,45 | 1,45 | 2,50 |
| Altos Baguales | E1 | 0,66 | - | - | - | - | - | - | |
| | E2 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | E3 | - | - | - | - | - | - | - | |
| Chacabuco | U611 | 2,5 | 2,15 | 2,07 | 2,00 | 1,96 | 1,96 | 1,96 | 1,94 |
| | CAT113 | - | 1,05 | 0,97 | 0,90 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,84 |
| | CAT112 | - | - | 0,77 | 0,70 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,64 |
| | CAT545 | - | - | - | 0,90 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,84 |
| | CAT543 | - | - | - | - | 0,86 | 0,86 | 0,86 | |
| | CAT546 | - | - | - | - | - | 0,70 | 0,70 | |
| Aysén | CAT114 | - | - | - | - | - | - | 0,60 | |
| Tehuelche | U101 | - | - | - | - | - | - | - | 1,36 |
| | CAT103 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | U102 | - | - | - | - | - | - | - | 1,36 |
| | CAT105 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | CAT544 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | CAT104 | - | - | - | - | - | - | - | |
| Regulación disponible $R_i$ [MW] | | 0,02 | 0,70 | 1,40 | 2,10 | 2,95 | 3,80 | 4,82 | 4.46 |
| Margen de Reserva $R_i$ (%) | | 0,086 | 2,92 | 5,56 | 7,89 | 10,54 | 12,98 | 15,75 | 14,68 |

De acuerdo a lo estipulado en la NT, el margen de reserva porcentual se calculó respecto a la suma de las potencias máximas de las unidades despachadas.

**La columna sombreada de la derecha de la tabla 2 corresponde a un escenario donde la reserva está repartida equitativamente entre las máquinas y a su vez entre la áreas de Aysen y Cohyaique, dando lugar a una trasmisión casi nula entre la línea Aysen-Baguales.**

#### 2.3.2. FALLAS CONSIDERADAS

Para la determinación de la energía no suministrada se consideraron fallas simples (1 elemento) que provocaron la pérdida de generación en el sistema o formaron islas con déficit de generación. En la Tabla 3 se listan las contingencias analizadas.

**Tabla 3.** Fallas consideradas para la determinación de la ENS.

| Falla *j* | Elemento | Observaciones / Efecto |
|---|---|---|
| 1 | Generador CT Tehuelche | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 2 | Generador Lago Atravesado | Pérdida de un generador de la central, o su transformador asociado. |
| 3 | Generador CT Chacabuco | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 4 | PE Altos Baguales | Pérdida de toda la generación en el parque eólico, por falta o exceso de viento, perturbación externa, etc. |
| 5 | Generador CH Aysén | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 6 | CH Monreal | Pérdida del generador de la central, o su transformador asociado. |
| 7 | Autotrafo CT Chacabuco | Pérdida de las unidades conectadas a la barra de 23 kV de la central. |
| 8 | Alimentador Chacabuco | Pérdida completa de la central Chacabuco. |
| 9 | Trafo 23/33 kV CT Aysén | Pérdida completa de la central Aysén. |
| 10 | Línea 33 kV Aysén – Baguales | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 11 | Interconexión Baguales – Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 12 | Línea 23 kV Tehuelche - Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 13 | Alimentador Balmaceda | Pérdida completa de la CH Monreal |
| 14 | Línea 23 kV Lago Atravesado - Tehuelche | Disminución de generación el Lago Atravesado por sobrecarga de la línea restante. |

#### 2.3.3. COSTO DE LA ENERGÍA NO SUMINISTRADA

Adoptando un costo de falla $CF = 14.408,42$ USD/MWh, el costo de la ENS se calculó integrando la potencia perdida por la contingencia menos la reserva en las máquinas restantes:

$$CENS_i = CF \sum_j \left[ P_{ij} - \left( R_i - PR_{ij} \right) \right] t_{ij} FA_{ij}$$

Dónde:

$CENS_i$: Costo de la energía no suministrada para en el caso $i$ [MWh].

$P_{ij}$ : Potencia perdida durante la contingencia $j$ en el caso $i$ [MW].

$R_i$ : Reserva para el caso $i$ [MW].

$PR_{ij}$ : Pérdida de reserva debido a la contingencia $j$ en el caso $i$ [MW].

$t_{ij}$ : Tiempo de recuperación del sistema para la contingencia $j$ en el caso $i$ [MW].

$FA_{ij}$ : Fallas anuales para la contingencia $j$ en el caso $i$.

En todos los casos la potencia perdida $P_{ij}$ y reserva remanente $\left(R_i - PR_{ij}\right)$ se obtuvo de la condición de operación prefalla. El tiempo de recuperación del sistema $t_{ij}$ representa el tiempo que se demoraría en arrancar y llevar un o varios generadores a máxima potencia para suplir la pérdida ocurrida debido a la contingencia; se asumió un tiempo de puesta en marcha de 15 minutos por máquina, y la cantidad de máquinas a despachar dependiente de la potencia requerida.

Para determinar la cantidad de ocurrencias anuales $FA_j$ para cada falla se tomaron como referencia las tasas de falla para cada tipo de elemento (Tabla 4) y posteriormente se sumaron estas tasas en función de la cantidad de elementos que contribuyen a cada contingencia.

**Tabla 4.** Tasa de falla anual por tipo de elemento.

| Elemento | Tasa de falla [fallas/año] | Fuente |
|---|---|---|
| Generador Diesel | 7,4 | Promedio de tasas de falla de unidades Diesel descritas en el sitio WEB del CDEC-SIC |
| Generador Hidroeléctrico | 1,1 | Promedio de tasas de falla de unidades Hidro descritas en el sitio WEB del CDEC-SIC |
| Generador eólico | 1,1 | Se considera la misma tasa de falla que para las hidros |
| Transformador | 1,0 | Tasas de falla para transformadores establecida a criterio del consultor. Se considera exagerada la descrita en la NT |
| Línea 23 / 33 kV | 2,0 | Tasas de falla para líneas descritas en la NT para SSMM |

Para aclarar este concepto, se detallan dos casos de interés:

- **Falla 3:** la cantidad de fallas anuales será la suma de la tasa de fallas correspondiente a una unidad generadora tipo diésel, más la tasa de falla de un transformador, multiplicado por la cantidad de unidades en servicio en cada caso. Por ejemplo, para 6 unidades en servicio en la CT Chacabuco se obtuvo: (7,4 fallas/año + 1 falla/año) · 6 unidades = 50,4 fallas/año.
- **Falla 11:** la vinculación entre la barra de 33 kV de la SE Altos Baguales y Coyhaique 23 kV es a través de un tramo de línea de 2,4 km en 33 kV, un autotransformador 33/23 kV y un tramo de línea de 6,5 km en 23 kV. La tasa de fallas total para estos elementos en serie resultó: 2 fallas/año + 1 falla/año + 2 fallas/año = 5 fallas/año.

#### 2.3.4. CÁLCULO DEL COSTO TOTAL DE OPERACIÓN

El costo total de operación del sistema en función del margen de reserva (caso *i*) se calculó como el sobrecosto de operación debido al incremento de la reserva (respecto al caso sin reserva, caso 1) más el costo de la energía no suministrada:

$$COT_i = C_i - C_1 + CENS_i$$

**Tabla 5.** Costos de operación y ENS en función de la reserva.

| Caso *i* | Margen de reserva (%) | Costo operación $C_i$ [USD] | Sobrecosto por reserva $C_i - C_1$ [USD] | $CENS_i$ [USD] | Costo Total $COT_i$ [USD] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 5.210.307 | 0 | 944.146 | 944.146 |
| 2 | 2,92 | 6.571.721 | 1.361.413 | 667.825 | 2.029.239 |
| 3 | 5,56 | 7.752.451 | 2.542.143 | 503.238 | 3.045.381 |
| 4 | 7,89 | 9.162.145 | 3.951.837 | 323.592 | 4.275.430 |
| 5 | 10,54 | 10.565.523 | 5.355.215 | 158.213 | 5.513.428 |
| 6 | 12,98 | 11.976.444 | 6.766.136 | 71.140 | 6.837.276 |
| 7 | 15,75 | 13.217.718 | 8.007.410 | 28.066 | 8.035.477 |

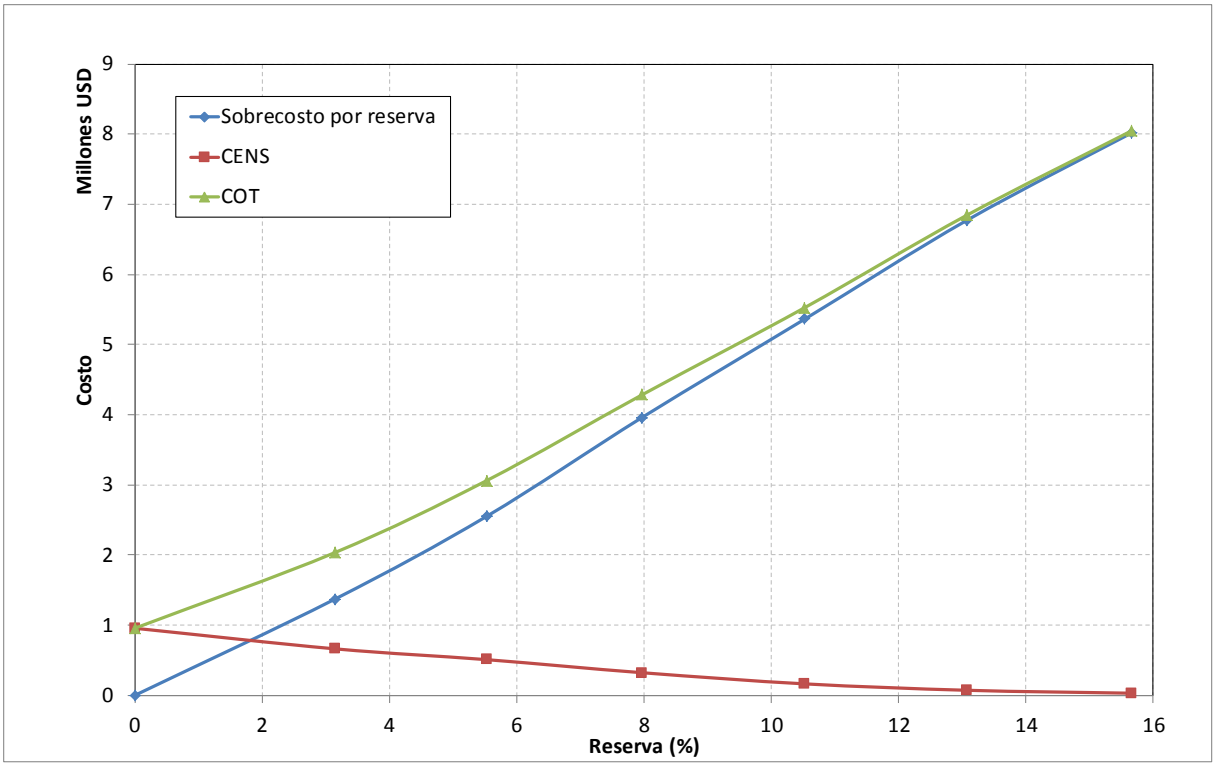



**Figura 3.** Costos de operación y ENS en función de la reserva operativa. Despacho económico

## 2.4. Determinación del margen de reserva teniendo en cuenta despacho en CT Tehuelche.

En el punto anterior se determinó la reserva óptima teniendo en cuenta el orden de mérito económico de las centrales participantes en el SM Aysen. En el presenta apartado se muestra el costo de reserva teniendo en cuenta que se despacha la central térmica Tehuelche, con el objeto de disminuir la trasmisión de potencia por las líneas de interconexión, tal como fue solicitado por SAESA.

Los despachos de cada unidad generadora para cada caso estudiado se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** Despachos de unidades generadoras para los casos analizados. C/ CT Tehuelche

| Central | Unidad *k* | Despacho $D_{jk}$ [MW] según caso *i* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| Lago Atravesado | H1 | 5,23 | 5,25 | 5,15 | 5,15 | 5 | 4,85 | 4,43 |
| | H2 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| Aysén | H118 | 2,7 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| | H116 | 3 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 2,80 | 2,30 | 2,10 |
| | H117 | 0,9 | 0,90 | 0,90 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Monreal | H1 | 2,8 | 1.9 | 1.3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Altos Baguales | E1 | 0,66 | - | - | - | - | - | - |
| | E2 | - | - | - | - | - | - | - |
| | E3 | - | - | - | - | - | - | - |
| Chacabuco | U611 | 2 | 2 | 2 | 2,00 | 1,96 | 1,96 | 1,96 |
| | CAT113 | - | - | 0,97 | - | 0,86 | - | 0,7 |
| | CAT112 | - | - | - | - | - | - | - |
| | CAT545 | - | - | - | - | - | - | - |
| | CAT543 | - | - | - | - | - | - | - |
| | CAT546 | - | - | - | - | - | - | - |
| Aysén | CAT114 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tehuelche | U101 | 1.91 | 1.91 | 1.91 | 1.91 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | CAT103 | - | 1.5 | 1.2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | U102 | - | - | - | 1 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| | CAT105 | - | - | - | - | - | 0,91 | 0,91 |
| | CAT544 | - | - | - | - | - | - | - |
| | CAT104 | - | - | - | - | - | - | - |
| Regulación disponible $R_i$ [MW] | | 0,025 | 0,85 | 1.69 | 2,37 | 3.46 | 3,98 | 5.1 |
| Margen de Reserva $R_i$ (%) | | 0,101 | 3.24 | 6.08 | 8.38 | 11.66 | 13.24 | 16.2 |

#### 2.4.2. CÁLCULO DEL COSTO TOTAL DE OPERACIÓN

El costo total de operación del sistema en función del margen de reserva (caso *i*) se calculó como el sobrecosto de operación debido al incremento de la reserva (respecto al caso sin reserva, caso 1) más el costo de la energía no suministrada:

$$COT_i = C_i - C_1 + CENS_i$$

**Tabla 7.** Costos de operación y ENS en función de la reserva. C/ CT Tehuelche

| Caso *i* | Margen de reserva (%) | Costo operación $C_i$ [USD] | Sobrecosto por reserva $C_i - C_1$ [USD] | $CENS_i$ [USD] | Costo Total $COT_i$ [USD] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 8.254.008,38 | 0,00 | 968.685,54 | 968.685,54 |
| 2 | 3,24 | 11.358.298,34 | 3.104.289,96 | 651.688,43 | 3.755.978,39 |
| 3 | 6,08 | 12.630.314,64 | 4.376.306,26 | 458.396,33 | 4.834.702,59 |
| 4 | 8,38 | 12.402.008,54 | 4.148.000,16 | 299.150,66 | 4.447.150,82 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 11,66 | 13.271.857,27 | 5.017.848,89 | 123.496,53 | 5.141.345,42 |
| 6 | 13,24 | 13.522.668,34 | 5.268.659,95 | 57.310,04 | 5.325.970,00 |
| 7 | 16,20 | 14.907.913,42 | 6.653.905,03 | 13.907,61 | 6.667.812,64 |

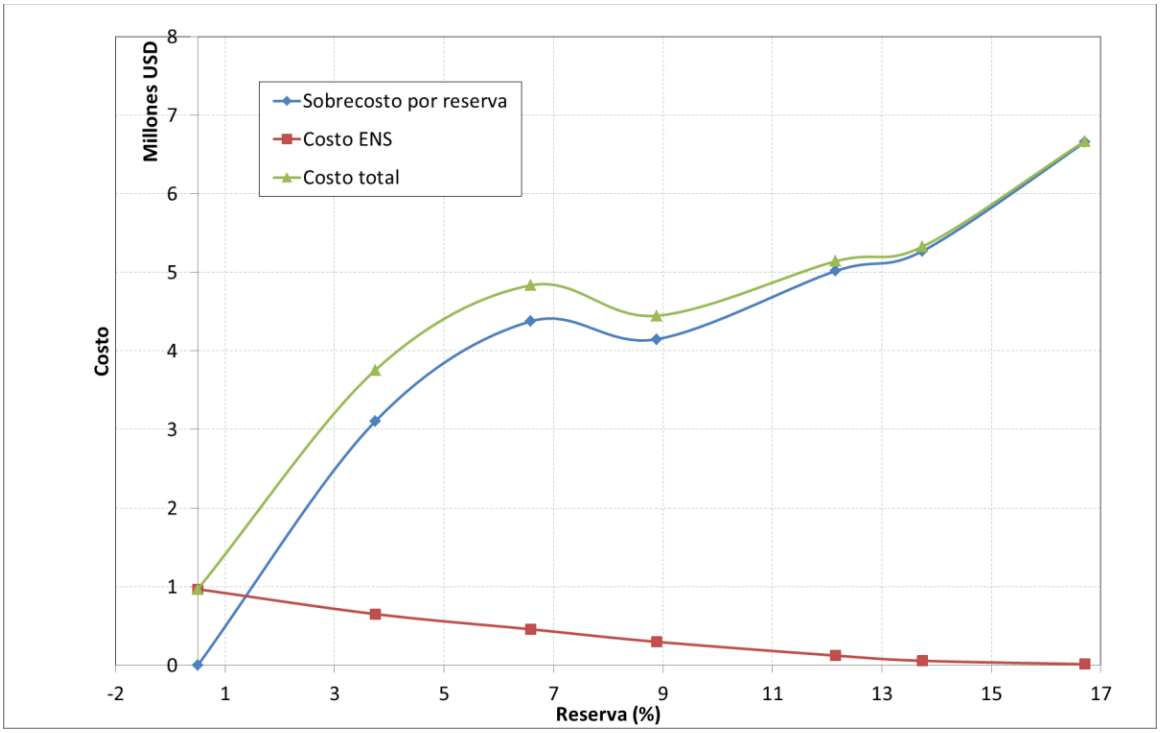



**Figura 4.** Costos de operación y ENS en función de la reserva operativa. Despacho C/ CT Tehuelche

## 2.5. Control de frecuencia

Partiendo del escenario base (10% de margen de reserva operativa) se simularon las fallas de mayor exigencia para el sistema, tanto para la condición de pérdida de generación (subfrecuencia) como para pérdida de carga (sobrefrecuencia), para evaluar el desempeño del control de frecuencia y los ajustes de la EDAC.

El análisis realizado indicó que la mayor pérdida de generación para el sistema es la desconexión de una de las unidades de la CH Lago Atravesado, estando esta despachada a máxima potencia. Se simuló entonces la pérdida de la unidad H2 de la central, tanto por apertura intempestiva del interruptor como por falla en su transformador.

En el primer caso el sistema sufrió un desbalance de 5,25 MW, lo cual representó aproximadamente un 25% en máxima demanda. En la Figura 5 y Figura 6 se observa la evolución de las variables de interés para la desconexión (sin falla) de la unidad 2 de Lago Atravesado. La pérdida de generación provocó la actuación del esquema de desconexión de carga por subfrecuencia en el alimentador Aysén Sur (R-19) con 0,329 MW. Las oscilaciones electromecánicas resultaron debidamente amortiguadas y el sistema permaneció operativo dentro de los límites establecidos como aceptables, con una frecuencia de establecimiento de 49,205 Hz.

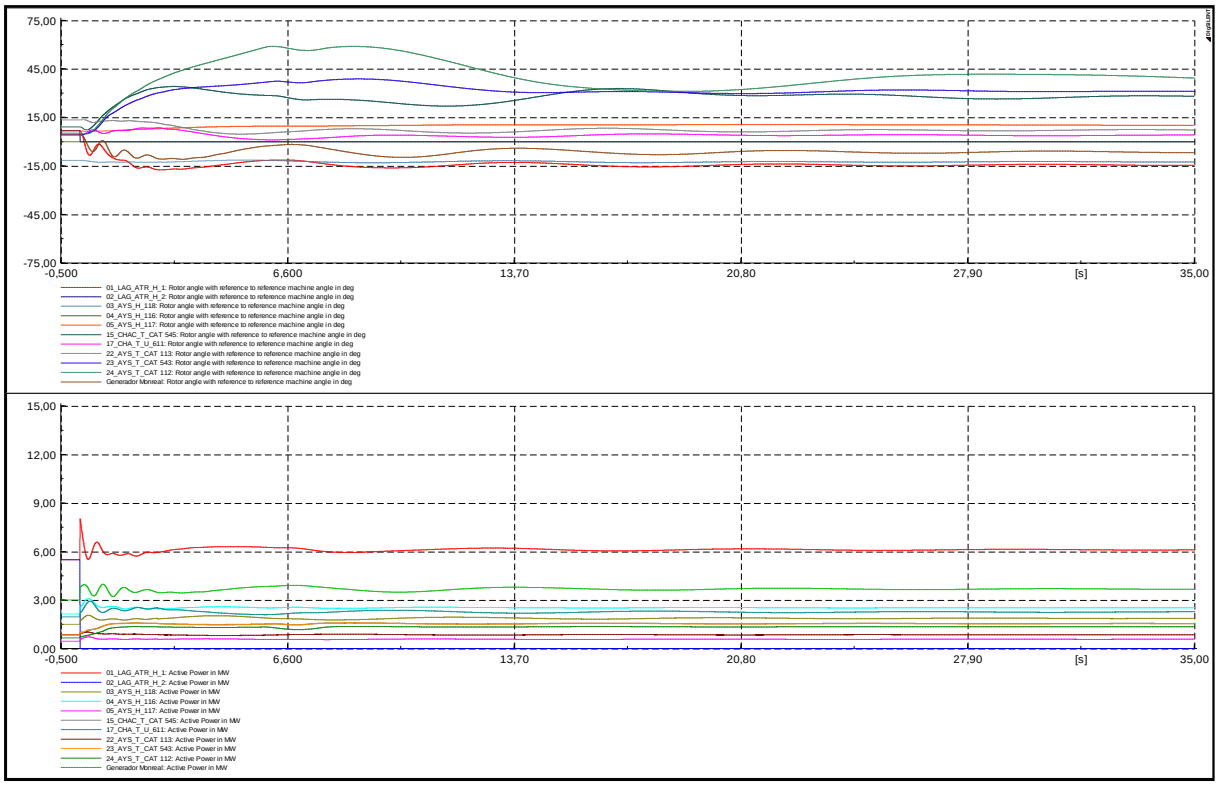



**Figura 5.** Disparo unidad 2 CH Lago Atravesado. Ángulo relativo y potencia activa de generadores.

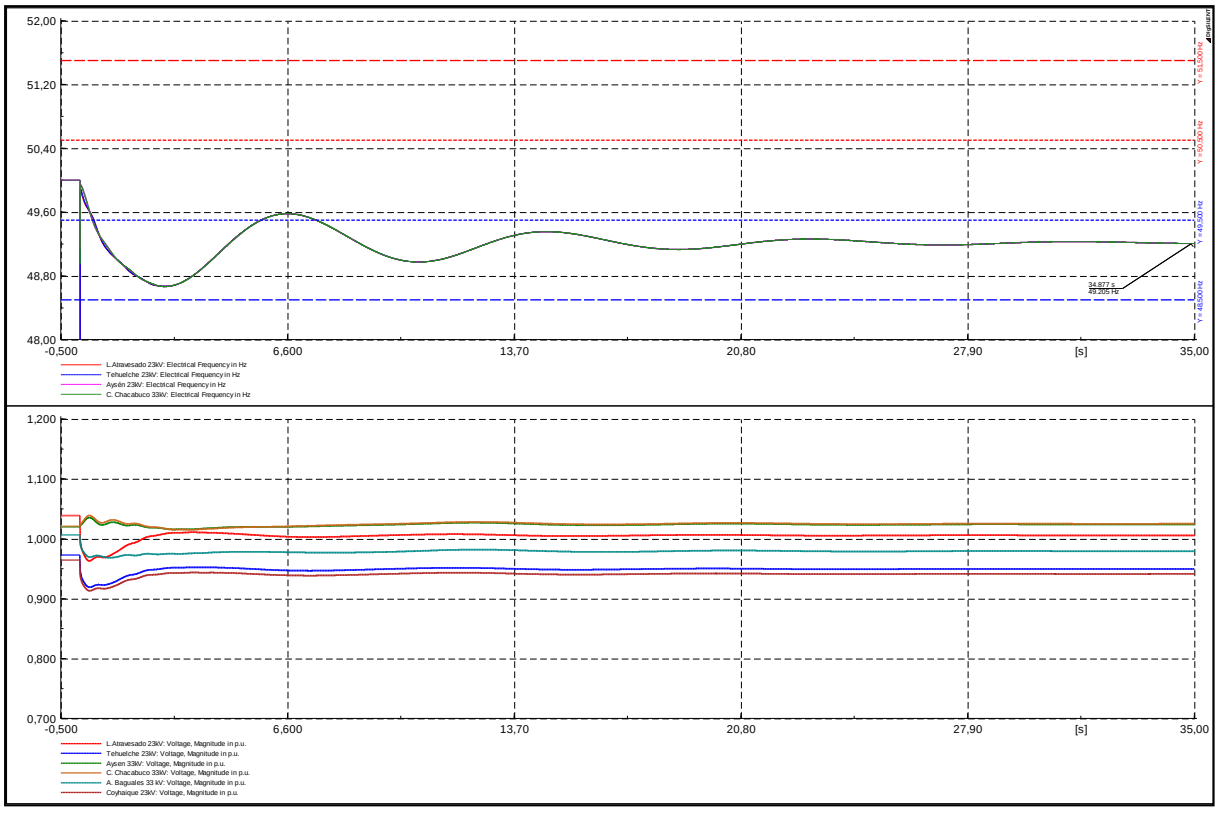



**Figura 6.** Disparo unidad 2 CH Lago Atravesado. Frecuencia y tensiones.

En la Figura 7 y figura 8 se observa la evolución de las variables de interés para la desconexión (con falla) de la unidad 2 de Lago Atravesado. La pérdida de generación provocó la actuación del esquema de desconexión de carga por subfrecuencia en los alimentadores Aysén Sur (R-19), Isla Alto (R-17) y Aysén Centro (RE-8) totalizando 2,2 MW. Las oscilaciones electromecánicas resultaron debidamente amortiguadas y el sistema

permaneció operativo dentro de los límites establecidos como aceptables, con una frecuencia de establecimiento de 49,659 Hz.

Se aprecia que en los casos simulados la desconexión de carga resultó menor a lo considerado en el análisis de ENS, validándose de esta manera la simplificación adoptada.

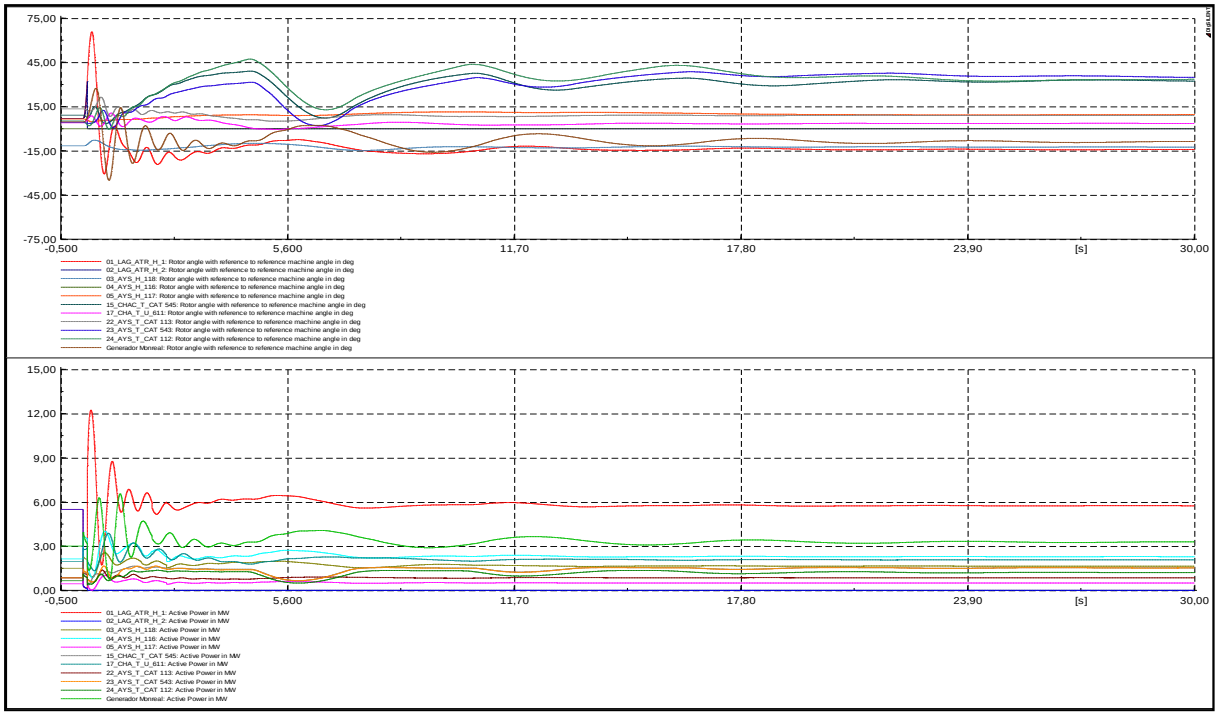



**Figura 7.** Falla Unidad 2 CH Lago Atravesado. Ángulo relativo y potencia activa de generadores.

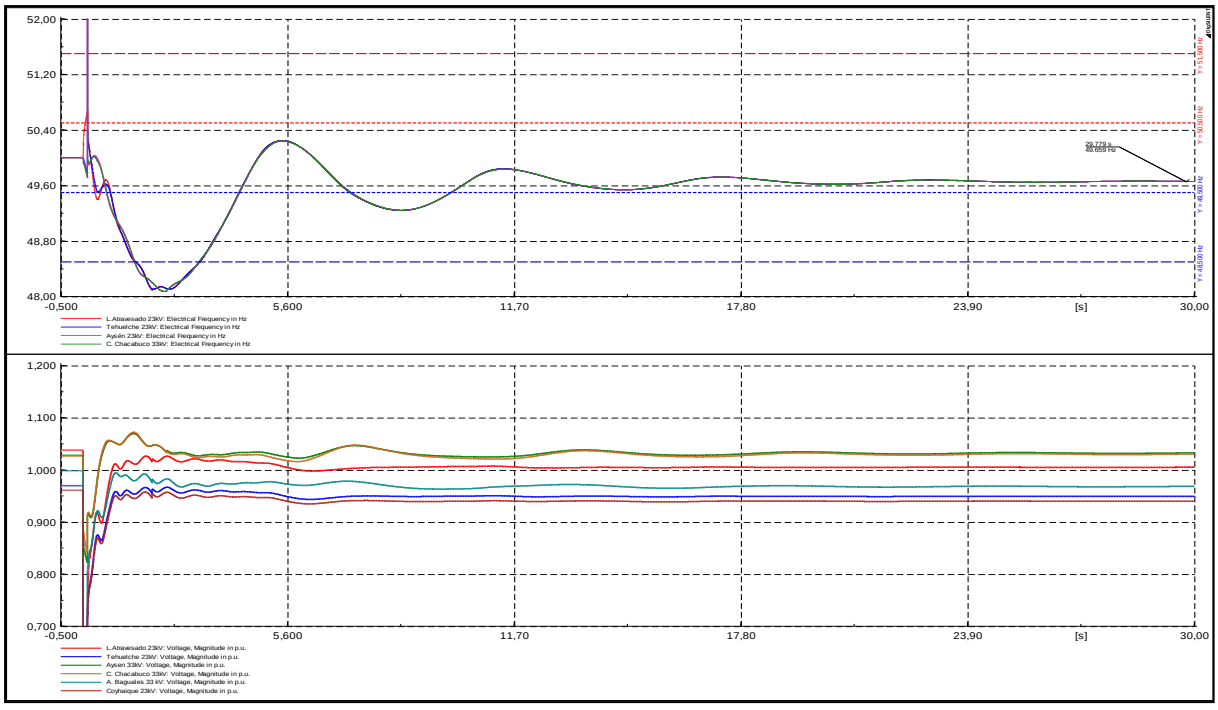



Figura 8. Falla Unidad 2 CH Lago Atravesado. Frecuencia y tensiones.

Por otro lado, la contingencia que presentó el mayor desprendimiento de carga del sistema resultó la apertura del reconectador R-21 correspondiente al alimentador Chacabuco, totalizando una pérdida de 5,05 MW, aproximadamente un 23% de la demanda total.

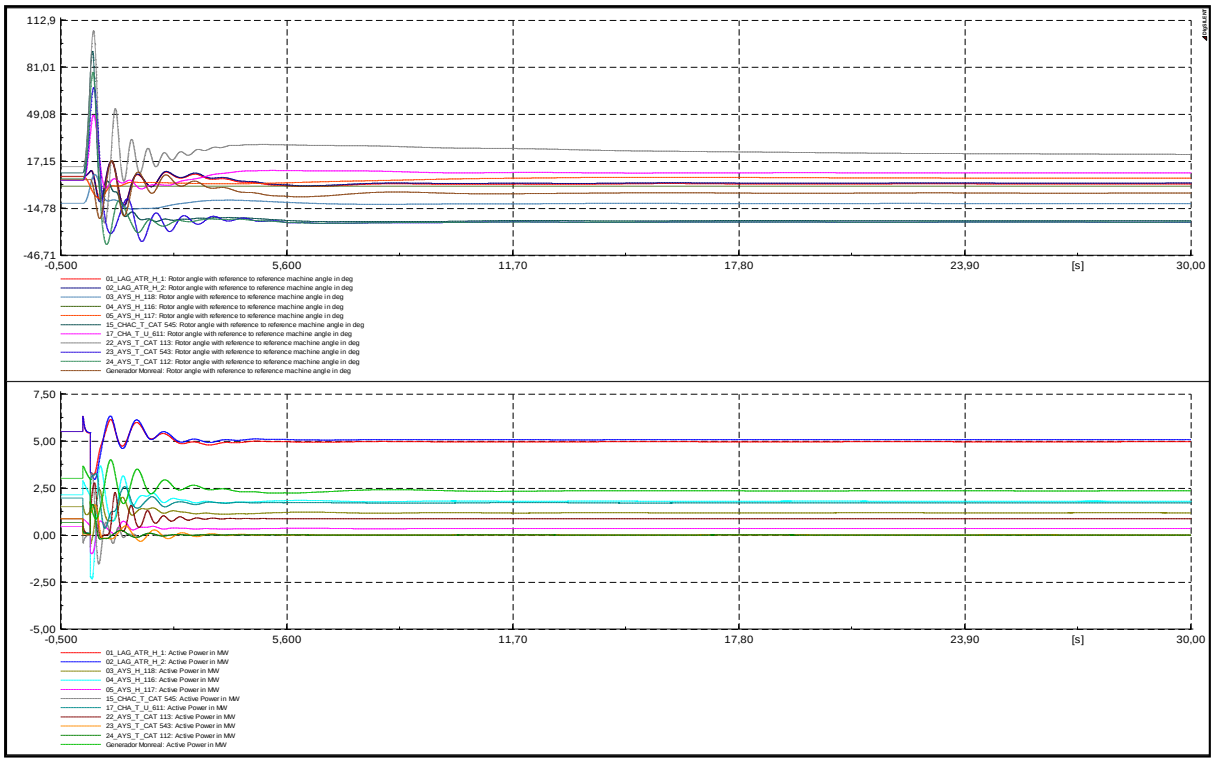



**Figura 9.** Falla Alimentador Chacabuco. Ángulo relativo y potencia activa de generadores.

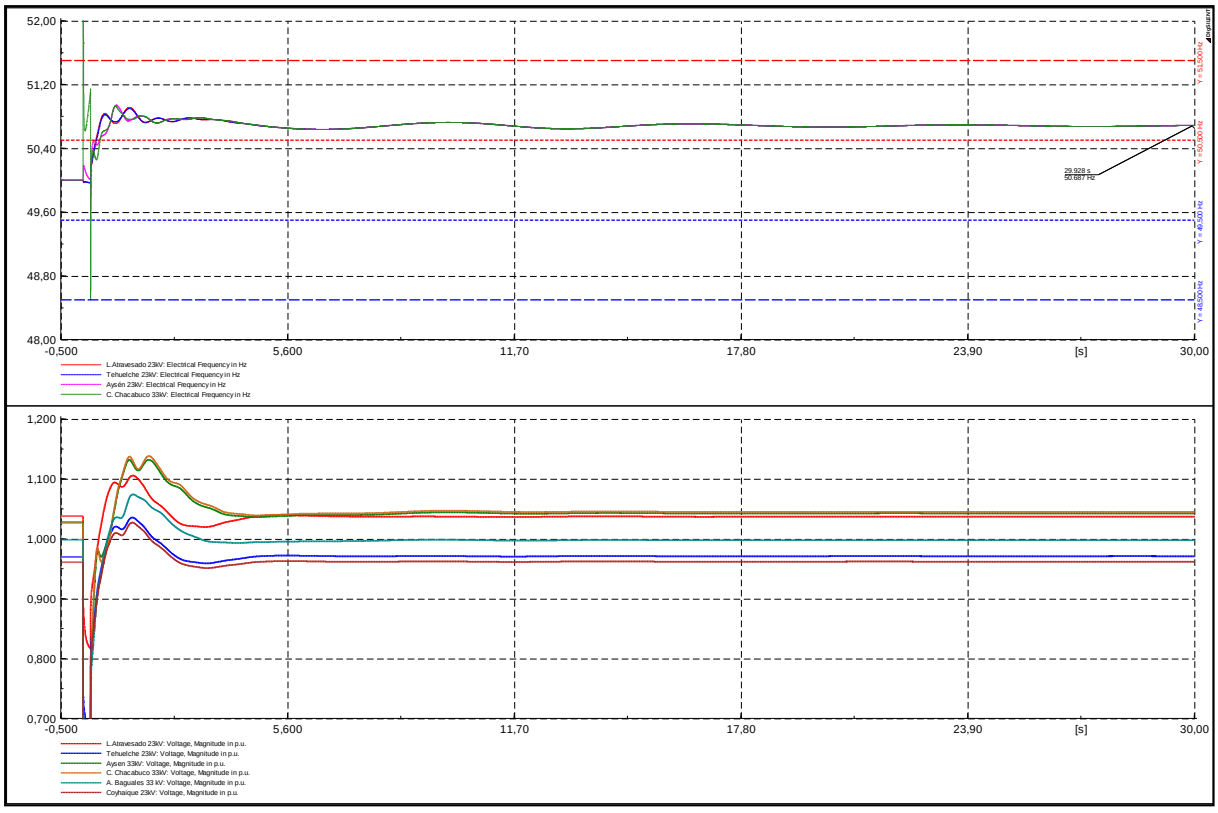



**Figura 10.** Falla Alimentador Chacabuco. Frecuencia y tensiones.

La pérdida de demanda ocasionó una sobrefrecuencia de 50,687 Hz una vez estabilizado el sistema.

## 2.6. Conclusiones

- **Reserva mínima adoptada de 10%.** De acuerdo a los análisis realizados, la función de costo de operación total del sistema (operación + ENS) en función del porcentaje de reserva en giro resultó monótonamente creciente, por lo que la reserva óptima obtenida fue de 0%. Sin embargo, dado que la normativa vigente exige un mínimo de 10% de reserva, se adoptó este último valor como consigna para la construcción de los escenarios.

- **El sistema resiste adecuadamente la mayor pérdida de generación.** La simulación dinámica de la falla trifásica y pérdida de la unidad H2 de la central Lago Atravesado en condición de máxima demanda y con 10% de margen de reserva mostró resultados aceptables para la evolución de las distintas variables electromecánicas del sistema, estabilizándose mediante la correcta actuación de la EDAC.

- **El sistema resiste adecuadamente la mayor pérdida de carga.** La simulación dinámica de la falla trifásica y pérdida del alimentador Chacabuco (R-21) en condición de máxima demanda y con 10% de margen de reserva mostró resultados aceptables para la evolución de las distintas variables electromecánicas del sistema.

# 3. RESTRICCIONES DE TRANSMISIÓN

## 3.1. Objetivo

Mediante este estudio se establecieron las potencias máximas que se pueden transmitir por las líneas de transmisión críticas para garantizar un desempeño del sistema acorde a lo estipulado en la NT por los Artículos 5-29 (Estado Normal), 5-30 (Estado de Alerta) y 5-36 (Alerta con Contingencias de severidad creciente), frente a los estados indicados en dichos Artículos.

Según describe la NT en el artículo 6-3, este estudio "identificará las potencias máximas que se pueden transmitir por las líneas de transmisión que la Empresa identifique como críticas para garantizar frente a la ocurrencia de las contingencias indicadas que se establecen en el Artículo 5-36 de la presente NT".

Adicionalmente, la NT establece en sus artículos 5-36 y 5-37 que "La Empresa determinará la Capacidad de Transmisión en Régimen Permanente de cada Elemento Serie del SM a partir del Límite Térmico o máxima corriente admisible, según corresponda, el Límite por Regulación de Tensión y el Límite por Contingencias." y "La Empresa deberá desarrollar análisis, que formarán parte del Estudio de Restricciones de las Instalaciones de Transmisión señalado en el Título 6-2, para determinar la Capacidad de Transmisión en Régimen Permanente de líneas de transmisión, transformación y otros elementos serie, considerando las características de ellos y otros factores limitantes."

## 3.2. Metodología

Estas evaluaciones se realizaron mediante la ejecución de estudios de flujos de carga, acompañados de algunas verificaciones mediante simulación dinámica, dado que, según lo establecido por el Artículo 5-39 de la NT, luego de ocurrida una Contingencia Simple, el SM deberá presentar una amortiguación positiva de todas las oscilaciones electromecánicas. Esto conlleva la necesidad de verificar el comportamiento amortiguado de las magnitudes significativas durante el estado transitorio posterior al despeje de la falla.

Los límites a determinar se estratifican según:

- **Límites por capacidad térmica de las instalaciones de transporte y transformación.** Son datos del problema, resultando importante la discusión de los niveles de sobrecarga temporaria que resultan admisibles a criterio de SAESA.
- **Límites por Caída de Tensión.** Estos están determinados por las prescripciones de los correspondientes Artículos de la NT.
- **Límites por Contingencia.** De acuerdo con la NT, estos límites quedarán definidos por la máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie condicionado por el estado de operación del SM luego de ocurrida una Contingencia Simple, de modo de evitar el riesgo de salida en cascada de otros componentes por sobrecargas o por condiciones de pérdida de estabilidad de frecuencia, ángulo y/o tensión.
- **Límites por Estabilidad Transitoria y Dinámica (amortiguamiento).** Resulta factible que algún límite quede fijado por problemas de pérdida de sincronismo dentro del sistema, o por problemas de amortiguamiento inadecuado.

## 3.3. Restricciones de transmisión por capacidad térmica

En su Art. 1-4.35) la NT define el concepto de "Límite Térmico" como la "Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie, determinada por el límite o carga admisible definido para régimen permanente".

Son datos obtenidos a partir de la información provista por SAESA. Se presentan los datos para las líneas de transmisión en la tabla 8 y para los transformadores en la tabla 9. Las capacidades térmicas para las líneas son determinadas para una temperatura de conductor de 50 °C y una temperatura ambiente de 15 °C

**Tabla 8.** Características de conductores del sistema de transmisión

| Nombre | Tensión [kV] | Tipo | Longitud [km] | Límite Térmico [A] |
|---|---|---|---|---|
| Alimentador Alto | 23 | Cu #3 AWG | 5 | 170 |
| Arranque Mañihuales | 33 | Cu #6 AWG | 41,4 | 106 |
| Arranque Ñirehuao | 33 | Cu #6 AWG | 27,7 | 106 |
| Atravesado-Tehuelche 1 | 23 | Cu #2/0 AWG | 21 | 308 |
| Atravesado-Tehuelche 2 | 23 | Cu #2/0 AWG | 21 | 308 |
| Aysén-Baguales | 33 | Cu #1 AWG | 55,9 | 230 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 1) | 33 | Cu #2/0 AWG | 5 | 308 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 2) | 33 | Cu #2/0 AWG | 4 | 308 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 3) | 33 | Cu #2/0 AWG | 4,2 | 308 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 4) | 33 | Cu #4 AWG | 2,1 | 170 |
| Baguales-Arr.Mañiguales | 33 | Cu #6 AWG | 23,1 | 106 |
| Baguales-Alto Baguales | 33 | Cu #1 AWG | 2,4 | 230 |
| Divisadero-Altos Baguales | 23 | Cu #1 AWG | 8,5 | 230 |
| Tehuelche-Divisadero 1 | 23 | Cu #3/0 AWG | 5,3 | 357 |
| Tehuelche-Divisadero 2 | 23 | Cu #3/0 AWG | 5,3 | 357 |

**Tabla 9.** Características de transformadores del sistema de transmisión

| Nombre | Snominal [MVA] | Tensión [kV] | Tipo | Inom Baja [A] | Inom Alta [A] |
|---|---|---|---|---|---|
| Autotrafo Alto Baguales | 6,5 | 23/33 | OA | 163,2 | 113,7 |
| Autotrafo Aysén | 6,5 | 23/33 | OA | 163,2 | 113,7 |
| Autotrafo Mañiahuales | 2 | 23/33 | OA | 50,2 | 35 |
| Autotrafo Farellones | 3 | 23/33 | OA | 75,3 | 52,5 |

## 3.4. Restricciones de transmisión por Caída de tensión

En relación a este punto la NT en su artículo 1-4.37) define al límite por regulación de tensión como la “Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie debido a descensos de tensión fuera de los rangos permitidos, ya sea en las barras extremas del elemento o en otras barras del sistema eléctrico, como consecuencia de la transmisión de potencia por el Elemento Serie.”

En relación a dicho apartado se determina la corriente que se traduce en la máxima caída de tensión tolerada por la NT. Dicho valor corresponde a un rango de tensión entre 0.94 [pu] y 1.06 [pu] para operación normal. En la tabla 8 se detallan los resultados obtenidos.

**Tabla 10.** Restricciones por Caída de Tensión en el sistema de transmisión

| Nombre | Tensión [kV] | Tipo | Longitud [km] | Z1 [Ω] | Imáx por Caída de Tensión [A] |
|---|---|---|---|---|---|
| Alimentador Alto | 23 | Cu #3 AWG | 5 | 3,9 | 701 |
| Arranque Mañihuales | 33 | Cu #6 AWG | 41,4 | 58,9 | 67 |
| Arranque Ñirehuao | 33 | Cu #6 AWG | 27,7 | 39,4 | 100 |
| Atravesado-Tehuelche 1 | 23 | Cu #2/0 AWG | 21 | 9,7 | 283 |
| Atravesado-Tehuelche 2 | 23 | Cu #2/0 AWG | 21 | 9,7 | 283 |
| Aysén-Baguales | 33 | Cu #1 AWG | 55,9 | 32,3 | 123 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 1) | 33 | Cu #2/0 AWG | 5 | 2,3 | 1707 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 2) | 33 | Cu #2/0 AWG | 4 | 1,9 | 2134 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 3) | 33 | Cu #4 AWG | 2,1 | 2 | 2050 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 4) | 33 | Cu #4 AWG | 2,1 | 2 | 1992 |
| Baguales-Arr.Mañiguales | 33 | Cu #6 AWG | 23,1 | 32,9 | 120 |
| Baguales-Alto Baguales | 33 | Cu #1 AWG | 2,4 | 1,4 | 2847 |
| Divisadero-Altos Baguales | 23 | Cu #1 AWG | 8,5 | 4,9 | 562 |
| Tehuelche-Divisadero 1 | 23 | Cu #3/0 AWG | 5,3 | 2,2 | 1260 |
| Tehuelche-Divisadero 2 | 23 | Cu #3/0 AWG | 5,3 | 2,2 | 1260 |

## 3.5. Restricciones de transmisión por contingencia estática

La NT en su artículo 1-4.36) define al Límite por Contingencia como la “máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie condicionado por el estado de operación del SM luego de ocurrida una Contingencia Simple, con el objeto de evitar la salida en cascada de otros componentes, debido a sobrecargas temporales fuera de los estándares permitidos, o a la proximidad de condiciones de pérdida de estabilidad de frecuencia, ángulo y/o tensión.”

En este caso, se realizó el estudio estático de restricciones por contingencia, analizándose solo los casos en donde se tiene un doble circuito y la falla de una línea de transmisión se traduce en una sobrecarga fuera de lo permitido de la restante en servicio.

Para el sistema de transmisión de Aysén las líneas de doble circuito son las correspondientes a la interconexión Lago Atravesado-Tehuelche y Tehuelche-Coyhaique (esta última doble terna se modela como parte de la nueva estación Divisaderos).

Para el caso de la conexión Lago Atravesado-Tehuelche la máxima potencia transmitida en pre-contingencia, de manera que en estado de post contingencia no se produzca una sobrecarga de la línea en servicio, sería de 3,21 MW por cada línea (6,42 W para el circuito doble), lo que corresponde a una corriente máxima de 85 A en 23 kV. Si se compara dicho valor con los límites térmicos y por caída de tensión se aprecia que la potencia transmitida máxima estaría limitada por la restricción por contingencia. No obstante, teniendo en cuenta la curva de calentamiento del conductor en servicio, puede efectuarse una reducción de la potencia despachada de la central Lago Atravesado (compensada con el redespacho de otras máquinas) de manera que el sistema continúe funcionando correctamente.

Para la línea Tehuelche-Coyhaique el limite por contingencia estático seria de 6.9 MW -182A en 23 kV- (13,2 MW para el doble circuito), pero, al igual que en el caso anterior, no se tiene en cuenta dicho límite pues podría efectuarse un redespacho adecuado del sistema tal que rápidamente se alcance una carga adecuada de la línea en servicio.

## 3.6. Restricciones de transmisión por Estabilidad Transitoria

A partir de este análisis se pretende hallar la máxima potencia de pre-contingencia que puede circular por las líneas de transmisión de manera que la falla y posterior salida de servicio de cada una de estas líneas no se traduzca en una pérdida de estabilidad transitoria del sistema o en funcionamiento fuera de los límites permitidos por la NT.

En la mayoría de las contingencias analizadas el sistema queda desmembrado en dos islas. En dichos casos se evaluara la condición límite de operación de cada una de estas islas.

### 3.6.1. LÍNEAS LAGO ATRAVESADO-TEHUELCHE

Analizando dinámicamente la pérdida de una de estas líneas se aprecia que el sistema permanece transitoriamente estable, incluso con las dos unidades de Lago Atravesado despachadas a su máxima potencia, por lo tanto esta interconexión no presenta un límite dinámico en condiciones normales de operación (con tiempos de apertura de falla menores a los limites). Esta condición se observa gráficamente en la figura 10, en la cual se aprecia que los ángulos rotóricos y la potencia activa de las maquinas en servicio se estabilizan en el estado estacionario luego del transitorio de falla inicial.

Por otro lado, con el objeto de completar el análisis desde un punto de vista adicional, en las figuras 11 y 12 se muestra un diagrama de polos y ceros del sistema en condición N y con una de las líneas Lago Atravesado-Tehuelche fuera de servicio respectivamente. Dichas graficas se obtienen a partir de un análisis de estabilidad de pequeña señal, el cual calcula los autovalores del sistema completo. Este estudio corrobora que en ambos casos el sistema es estable, pues los polos del sistema muestran parte real negativa (se ubican en el semiplano izquierdo). De todos modos, lógicamente, en la condición N-1 el amortiguamiento del sistema disminuye, pues el modo (autovalor) con menor damping disminuye de 0,0901 en la condición base a 0,081 con la línea fuera de servicio.

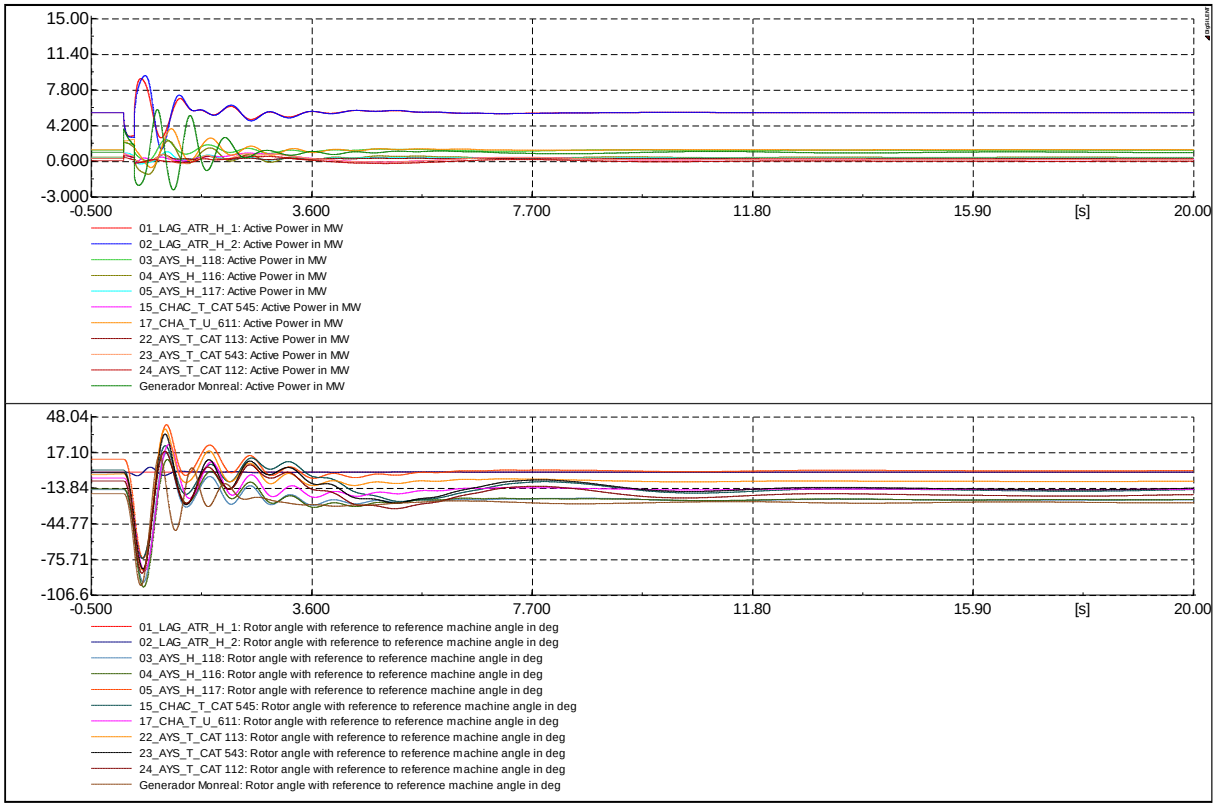



**Figura 11.** Falla y salida de servicio línea Lago Atravesado-Tehuelche. Potencias y ángulos

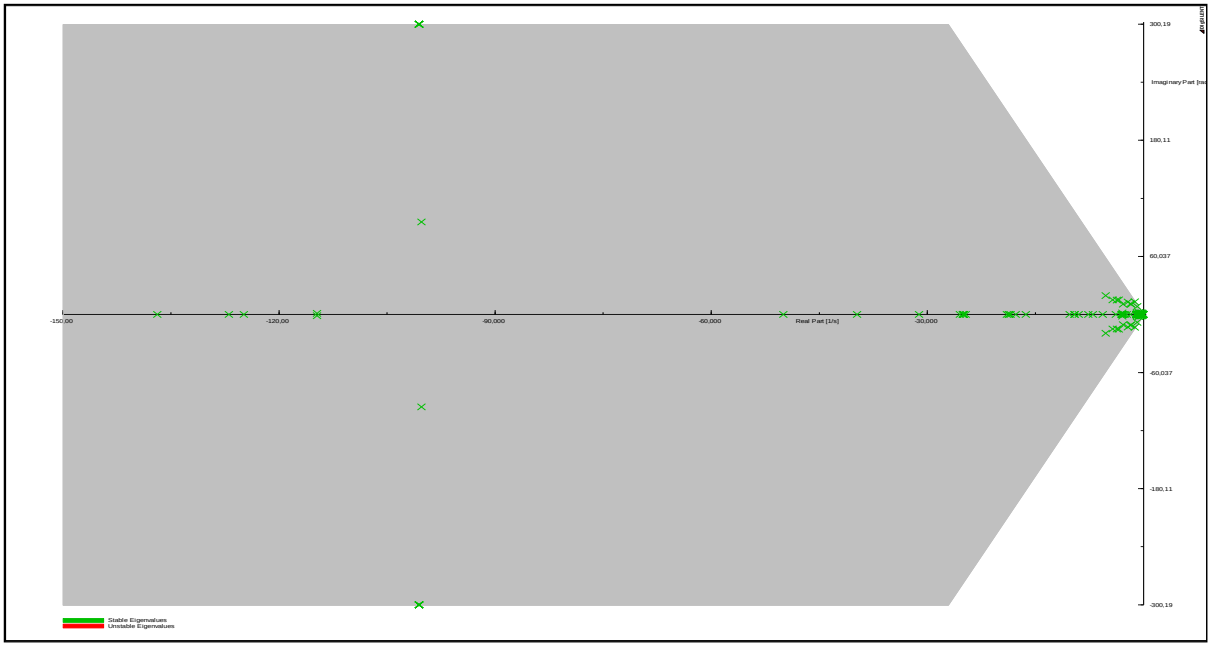



**Figura 12.** Condición N. Polos del sistema

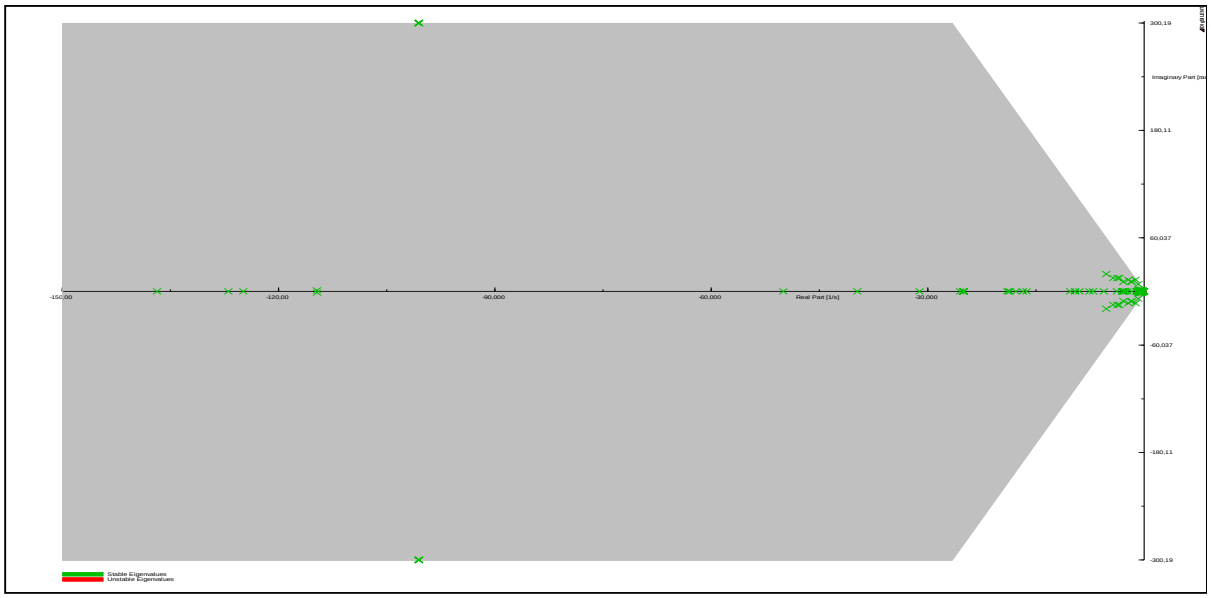



**Figura 13.** Línea Lago Atravesado-Tehuelche fuera de servicio. Polos del sistema

### 3.6.2. LÍNEAS TEHUELCHE-DIVISADERO

En este caso se evaluó el desempeño dinámico del sistema ante la falla y posterior salida de servicio de una de las líneas Tehuelche-Divisadero. En este caso se aumentó hasta su potencia nominal a la central Monreal, junto con un aumento forzado de la Central Tehuelche. En este escenario se llega a un límite de 6,8 MW por cada línea (13,6 MW en total), incluso sobrecargando el transformador Ogana en dicha condición. En la figura siguiente se muestra la condición previa a la inestabilidad del generador Monreal. Esto supone una corriente limite por cada rama de 179 A.

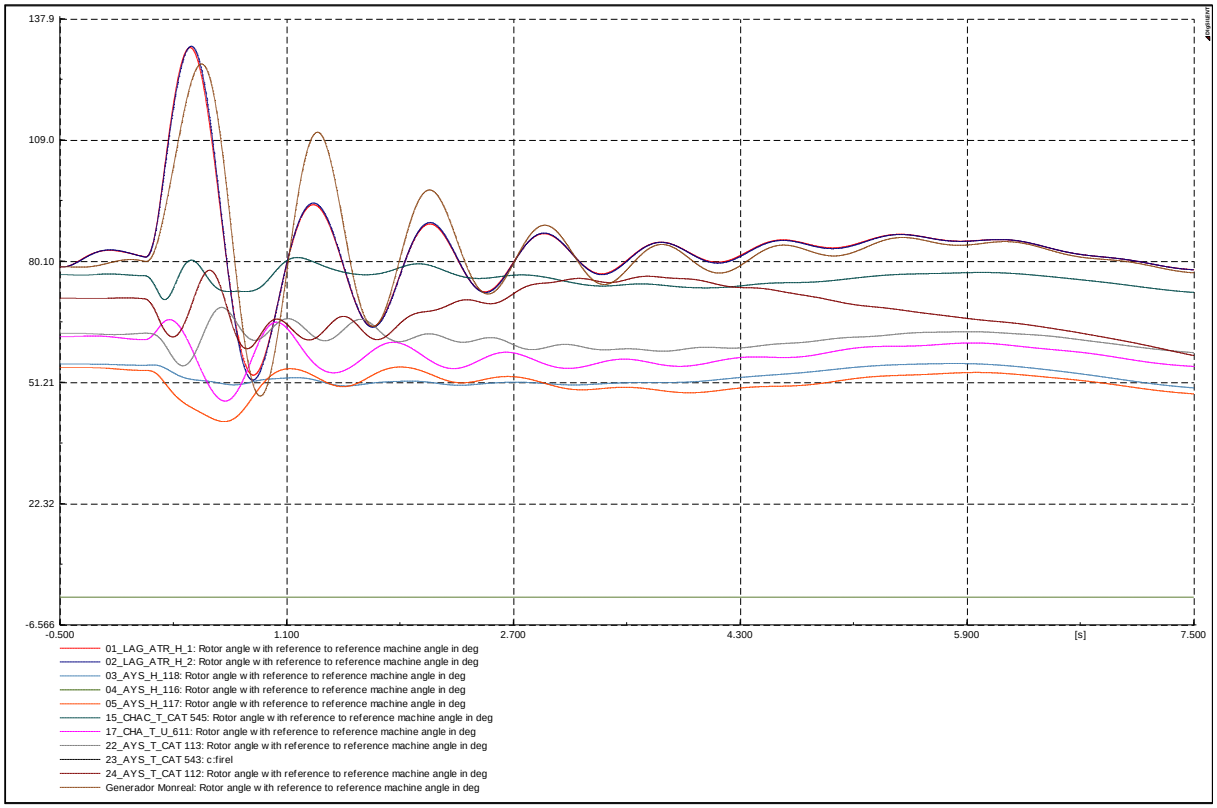



**Figura 14.** Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Angulo CH Monreal

### 3.6.3. LÍNEA DIVISADERO-ALTOS BAGUALES

La falla y salida de servicio de esta línea provoca la separación del sistema en dos islas. En este caso, se evaluó si las islas resultantes operaban de forma estable y dentro de los límites permitidos por la norma para condición de post contingencia (de todos modos no existe una normativa específica para la operación en isla).

En la figura 15 se muestra la frecuencia de las islas resultantes para una condición de despacho económico con 10% de reserva. La isla con excedente de generación, correspondiente al área de Tehuelche y Lago Atravesado se establece con una frecuencia de 51,3 Hz, mientras que la isla establecida a partir de la barra de Altos Baguales, muestra una frecuencia estabilizada de 49,7 Hz. Estos valores de frecuencia se encuentran dentro de los límites permitidos para condición post contingencia, establecidos entre 48,5 y 51,5 Hz.

De igual modo se observa que los ángulos rotóricos y la potencia activa de las maquinas en servicio presentan una evolución estable, según se aprecia en la figura 15.

No obstante, a medida que se incrementó la potencia transmitida se llegó a un estado dinámico limite (para una potencia de 5 MW, -135 A-) en el cual la frecuencia del área de Tehuelche comenzó a mostrar una oscilación sostenida y creciente, como se aprecia en la figura 16. Dicha variación inestable de la frecuencia fue producto de una oscilación de la potencia y el ángulo de la mayoría de las maquinas en servicio, tal como se observa en la figura 17.

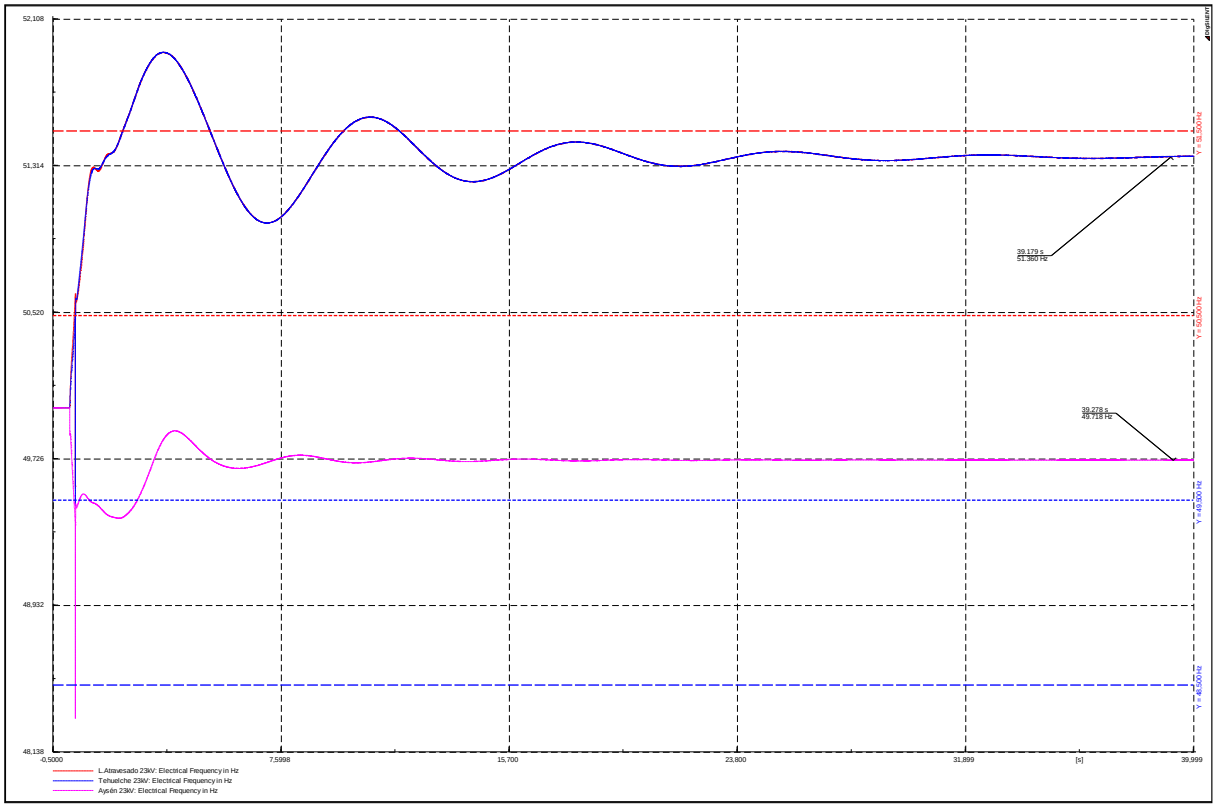



**Figura 15.** Falla y F/S Línea Divisadero-Altos Baguales. Caso Base. Frecuencia Islas

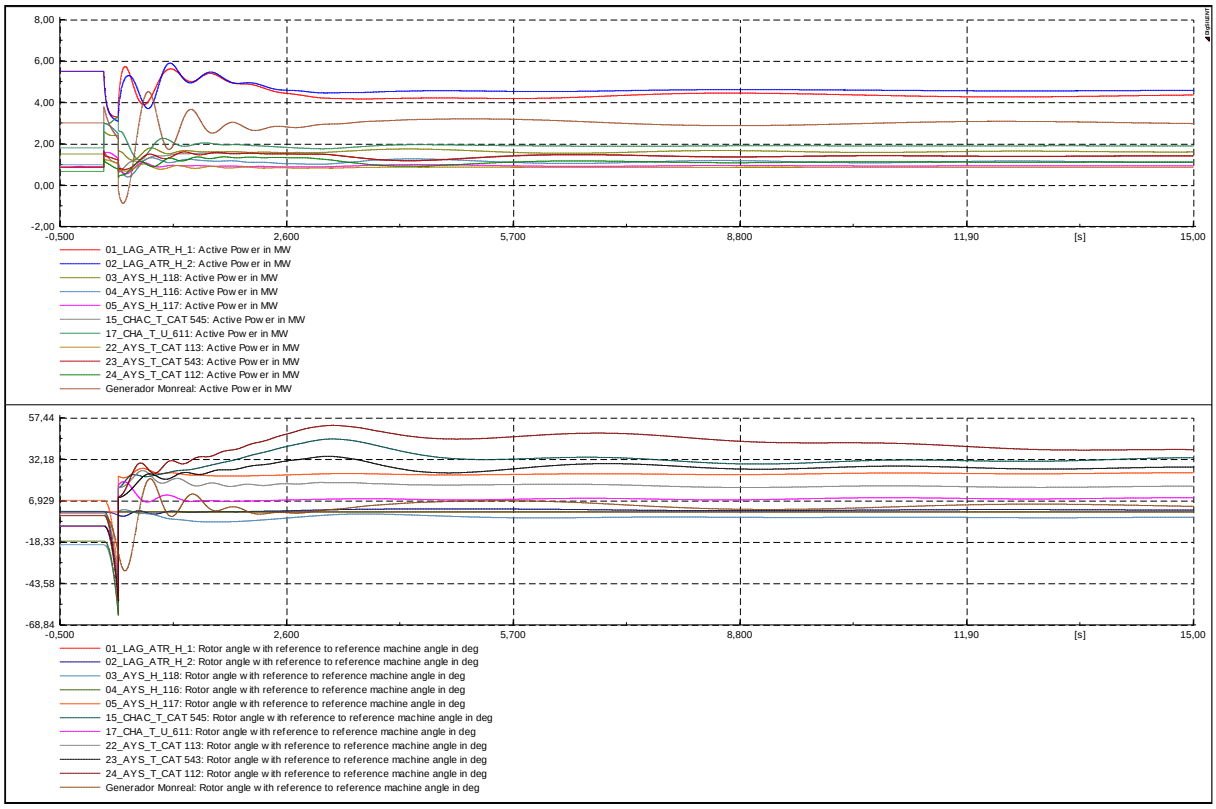



**Figura 16.** Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Caso Base. Potencia y ángulos

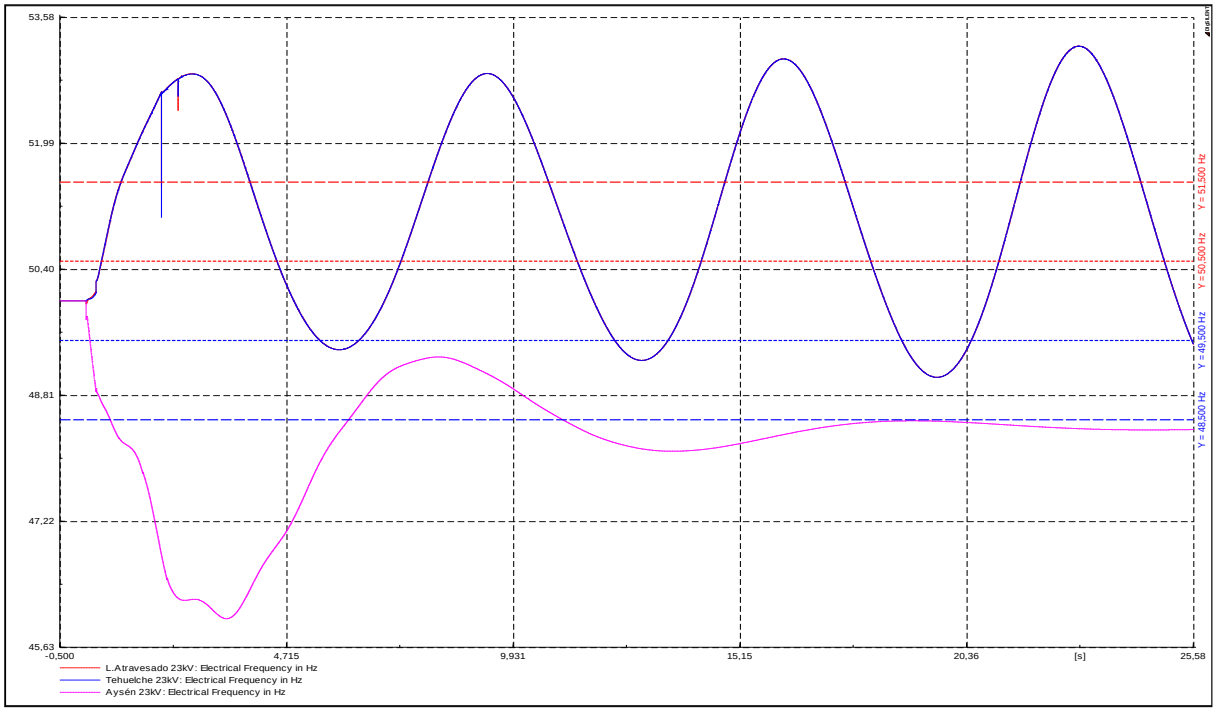



**Figura 17.** Falla y F/S Línea Divisadero-Altos Baguales. Caso Límite. Frecuencia Islas

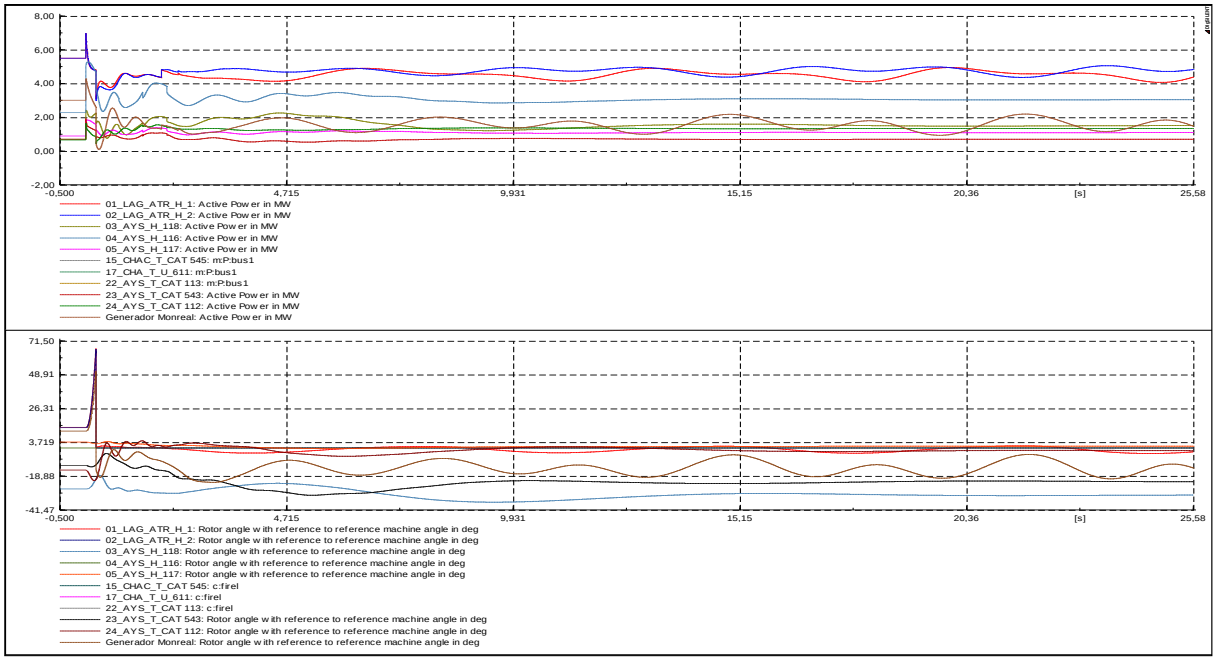



**Figura 18.** Falla y F/S Línea Tehuelche-Divisadero. Caso Límite. Potencia y ángulos

### 3.6.4. LÍNEA AYSÉN-BAGUALES

Al igual que en la contingencia anterior, la falla de esta línea se traduce en la separación del sistema en dos islas. Para un escenario de despacho económico con 10% de reserva se tiene una operación estable y dentro de norma de las islas resultantes tal como se observa en las figuras 18 y 19. Al llegar a un escenario límite de transmisión de pre-contingencia de 5,5 MW -148 A-, el estado operativo post contingencia presenta una evolución inestable, como se muestra en la figura 20 y 21.

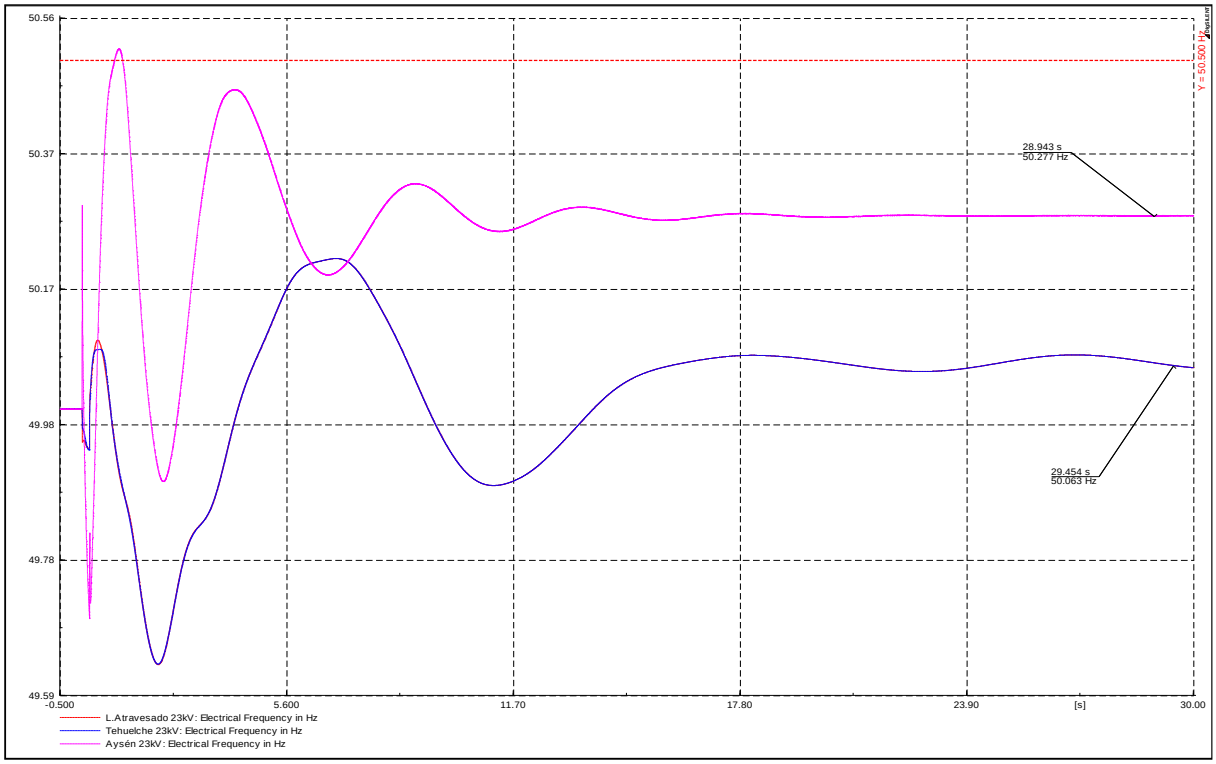



**Figura 19.** Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso base. Frecuencia Islas

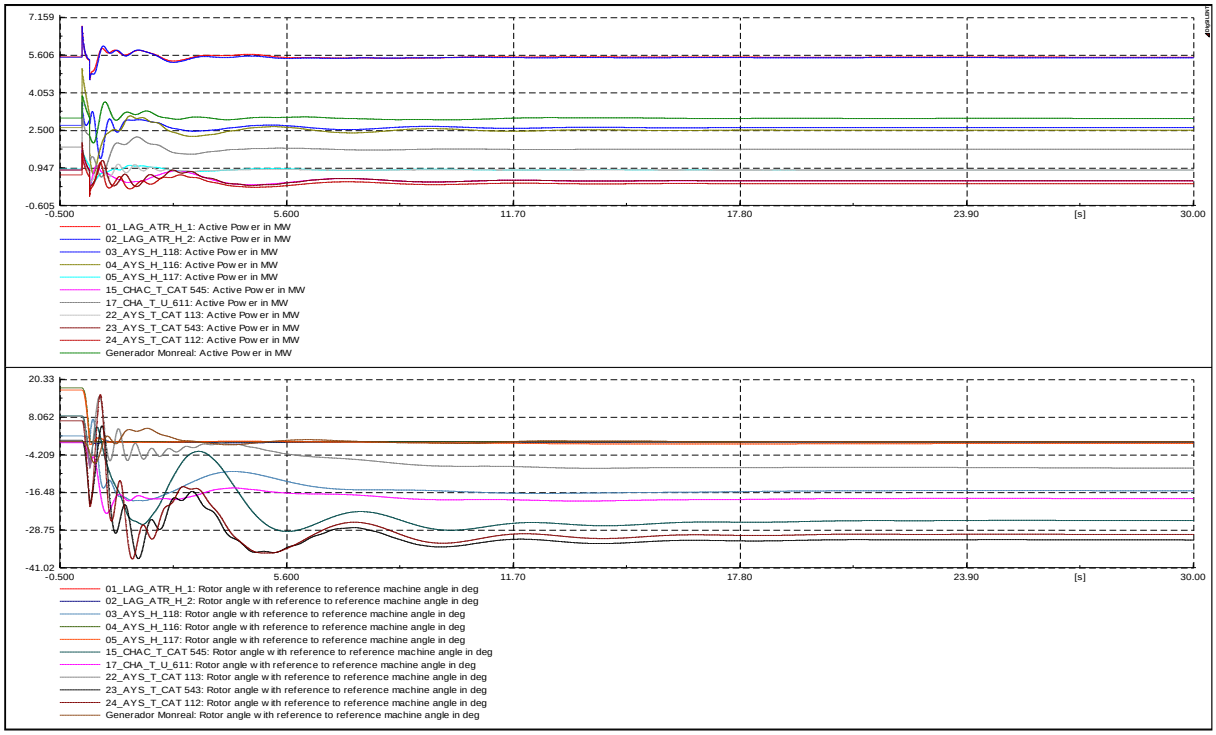



**Figura 20.** Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Base. Potencia y ángulos

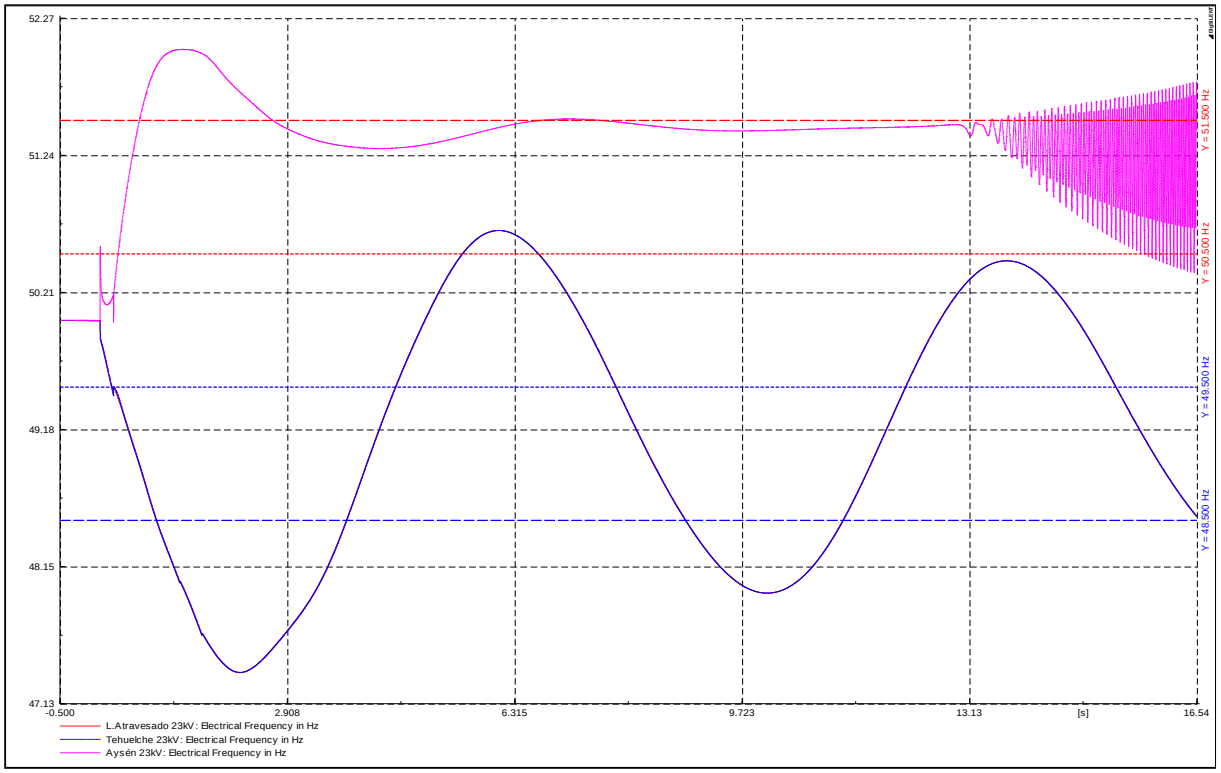



**Figura 21.** Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Límite. Frecuencia Islas

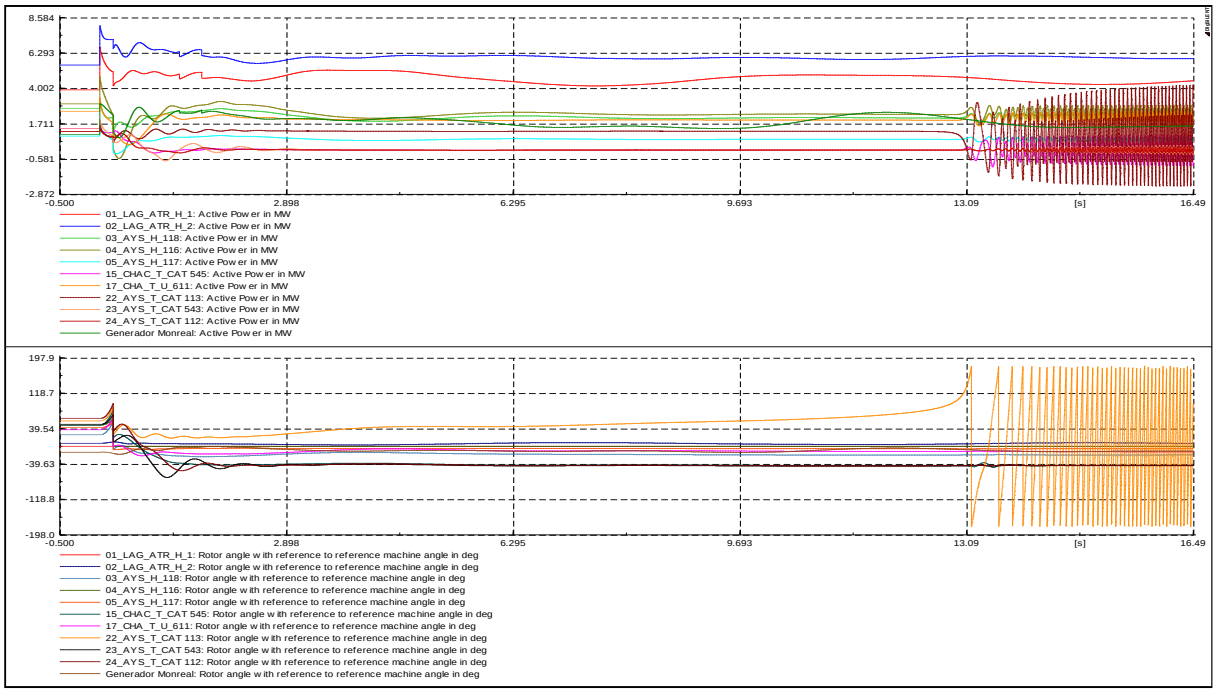



**Figura 22.** Falla y F/S Línea Aysén- Baguales. Caso Límite. Potencia y ángulos

## 3.7. Resultados finales, resumen valores máximos de transmisión

En la tabla 9 se resumen los valores límites de transmisión para las líneas del sistema Aysén, tomando para el caso de los transformadores el limite térmico mostrado en la tabla 7.

Como se observa en la tabla 9 no se realizaron simulaciones dinámicas para el caso de los alimentadores radiales, pues el análisis de dicha naturaleza se centró en las principales

líneas de transmisión del sistema. Para el caso de los transformadores se consideran los límites mostrados en la tabla 7.

**Tabla 11.** Resumen de límites máximos para líneas del sistema de transmisión

| Nombre | Límite Térmico [A] | Imáx por caída de tensión [A] | I máx contingencia estática [A] | I máx por est. transitoria [A] |
|---|---|---|---|---|
| Alimentador Alto | **170** | 701 | N/A | N/A |
| Arranque Mañihuales | 106 | **67** | N/A | N/A |
| Arranque Ñirehuao | 106 | **100** | N/A | N/A |
| Atravesado-Tehuelche 1 | 308 | **283** | N/A | - |
| Atravesado-Tehuelche 2 | 308 | **283** | N/A | - |
| Aysén-Baguales | 230 | **123** | N/A | 148 |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 1) | **308** | 1707 | N/A | N/A |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 2) | **308** | 2134 | N/A | N/A |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 3) | **308** | 2050 | N/A | N/A |
| Aysén-Pto.Chacabuco (tramo 4) | **170** | 1992 | N/A | N/A |
| Baguales-Arr.Mañiguales | **106** | 120 | N/A | N/A |
| Baguales-Alto Baguales | **230** | 2847 | N/A | N/A |
| Divisadero-Altos Baguales | 230 | 562 | N/A | **135** |
| Tehuelche-Divisadero 1 | 357 | 1260 | N/A | **179** |
| Tehuelche-Divisadero 2 | 357 | 1260 | N/A | **179** |

# 4. ESQUEMA DE DESCONEXIÓN DE CARGA

## 4.1. Objetivo

Dado que el sistema mediano Aysén ya cuenta con esquemas EDAC implementados, se realizó la verificación de la suficiencia y adecuación de los umbrales, temporizaciones y porcentajes asociados a cada escalón de cortes, comprobando que cada una de las contingencias fueron resueltas de conformidad con las bandas de frecuencia y tensión definidas en la NT para cada estado operativo.

En relación a este estudio la NT establece que la Empresa debe realizar un estudio denominado "EDAC" (Esquema de Desprendimiento Automático de Carga). Según describe la NT, dicho estudio "deberá determinar el nivel óptimo y localización de desconexión de carga. El objetivo es evitar el colapso por frecuencia y tensión con la activación de esquemas de desconexión para estados de operación distintos del Estado Normal."

Asimismo, con respecto a este estudio el Artículo 3-6 establece que "Toda unidad generadora deberá continuar operando sus unidades bajo la acción de su Controlador de Velocidad para variaciones de la frecuencia que estén dentro de los límites de operación, en sobre y subfrecuencia, que a continuación se indican:"

a) Indefinidamente, para frecuencias entre 48,5 [Hz] y 51,5 [Hz].
b) Al menos 60 segundos entre 48,0 [Hz] y bajo 48,5 [Hz].
c) Al menos 60 segundos sobre 51,5 [Hz] y hasta 52,0 [Hz].
d) Al menos 5 segundos entre 47,5 [Hz] y bajo 48,0 [Hz].
e) Al menos 5 segundos sobre 52,0 [Hz] y hasta 53,0 [Hz].

Para valores fuera de los rangos establecidos, las protecciones propias de las unidades podrán desconectarlas del SM para prevenir daños al equipamiento.

## 4.2. Metodología

Se analizaron fallas simples en generación, líneas de transmisión y alimentadores radiales manteniendo en servicio las EDAC modeladas y verificando que la actuación de las mismas se tradujo en un estado operativo de post-contingencia dentro de los límites establecidos por la NT. Se estudiaron 4 escenarios operativos, despacho para un periodo húmedo con demanda máxima y mínima, y despacho para un periodo seco con demanda máxima y mínima.

## 4.3. Fallas consideradas

**Tabla 12.** Fallas consideradas para análisis de EDAC

| Falla *j* | Elemento | Observaciones / Efecto |
|---|---|---|
| 1 | Generador Lago Atravesado | Pérdida de un generador de la central, o su transformador asociado. |
| 2 | Generador Lago Atravesado + PE Altos Baguales | Se considera esta falla debido a que el PE no tiene característica LVRT (Low Voltage Ride Through) |
| 3 | Generador CT Chacabuco | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 4 | Generador CH Aysén | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 5 | CH Monreal | Pérdida del generador de la central, o su transformador asociado. |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | Alimentador Balmaceda | Desconexión del alimentador radial aguas abajo del reconectador R-BB |
| 7 | Alimentador Chacabuco | Desconexión del alimentador radial aguas abajo del reconectador R-21. |
| 8 | Línea 23 kV Lago Atravesado - Tehuelche | Disminución de generación en Lago Atravesado por sobrecarga de la línea restante. |
| 9 | Línea 23 kV Tehuelche - Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 10 | Línea 33 kV Aysén – Baguales | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 11 | Interconexión Baguales – Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |

## 4.4. Escenarios considerados

En la tabla 11 se presentan los despachos para los escenarios húmedos (demanda máxima y mínima) y secos (demanda máxima y mínima).

**Tabla 13.** Despachos para escenarios de EDAC

| Central | Unidad k | Despacho Djk [MW] según caso i | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Hum max | Hum min | Seco max | Seco min |
| Lago Atravesado | H1 | 5,25 | 1,6 | 2.6 | 1.33 |
| | H2 | 5,25 | 2 | 2.4 | 1.6 |
| Aysén | H118 | 1,7 | 1 | - | - |
| | H116 | 1 | 2 | 0,5 | 0.5 |
| | H117 | 0,9 | 0,9 | - | - |
| Monreal | H1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Altos Baguales | E1 | 0,66 | - | - | - |
| | E2 | 0,66 | - | - | - |
| | E3 | 0,66 | - | - | - |
| Chacabuco | U611 | 1,75 | 1,8 | 2 | 1 |
| | CAT113 | 0,86 | 0,5 | 1 | - |
| | CAT112 | 0,66 | | - | - |
| | CAT545 | 0,86 | | 1 | - |
| | CAT543 | 0,86 | | 1 | 1 |
| | CAT546 | - | - | 0.7 | - |
| Aysén | CAT114 | - | - | - | - |
| Tehuelche | U101 | - | - | 1.8 | - |
| | CAT103 | - | - | 2 | 1.6 |
| | U102 | - | - | 1.8 | - |
| | CAT105 | - | - | 1.6 | - |
| | CAT544 | - | - | 1 | - |
| | CAT104 | - | - | - | - |
| Regulación disponible $R_i$ [MW] | | 2,92 | 9,5 | 8,6 | 10.3 |
| Margen de Reserva $R_i$ (%) | | 9,8 | 38 | 27.1 | 47.2 |

## 4.5. Seteos de EDAC modeladas

**Tabla 14.** Seteos actuales de EDAC

| Nombre Alimentador | Código Rec. | Nombre Reconectador | Secuencia Apertura | Frecuencia [Hz] | Tiempo [seg] |
|---|---|---|---|---|---|
| AYSEN SUR | R-19 | PANGAL | 1º | 48,5 | 0,2 |
| AYSEN CENTRO | RE-8 | AYSEN CENTRO | 2º | 48,1 | 0,2 |
| AYSEN SUR | R-15 | AVDA. MUNICIPAL | 3º | 47,0 | 0,2 |
| ISLA ALTO | R-17 | G. ADARME | 1º | 48,3 | 0,2 |
| ISLA ALTO | R-13 | A. SIMPSON | 2º | 47,9 | 0,2 |
| ISLA ALTO | R-12 | LOS COIGUES | 3º | 47,3 | 0,2 |
| ISLA ALTO | RE-4 | ISLA ALTO | 4º | 47,0 | 0,3 |

Las EDAC que tienen un umbral de activación por debajo de los 47,5 Hz llevan a los generadores a operar en una condición en la cual deberían estar fuera de servicio según lo establecido por el artículo 3-6 de la NT (descrito previamente). No obstante, el tiempo en el cual operarían en esta condición es muy reducido y además, según lo mostrado en las tablas subsiguientes no se llega a alcanzar valores de frecuencias por debajo de los 47.5Hz para ninguna contingencia.

## 4.6. Verificación del EDAC actual

En las siguientes tablas se resumen los estados de post-contingencia del sistema ante cada una de las fallas, indicándose el desempeño de las EDAC en cada condición.

### 4.6.1. CASO MÁXIMO HÚMEDO

**Tabla 15.** Estados post-contingencia. Caso Máximo Húmedo

| | | Frec min [Hz] | | Frec final [Hz] | | Tensión [pu] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Falla** | **ISLA** | **A** | **B** | **Lado A** | **Lado B** | **Lado A** | **Lado B** | **Relé** | **Pot Desc [MW]** |
| 02_LAG_ATR | NO | 48.2 | | 49,672 | | 1,030 | 1,008 | EDAC BF AYSÉN SUR R-19 (1) | 0.329 |
| | | | | | | | | EDAC BF ISLA ALTOR17 (1) | 0.833 |
| 02_LAG_ATR + central eólica | NO | 47.5 | | 49,695 | | 1,032 | 1,01 | EDAC BF AYSÉN SUR R-19 (1) | 0.329 |
| | | | | | | | | EDAC BF ISLA ALTO R17 (1) | 0.833 |
| | | | | | | | | EDAC BF AYSÉN CENTRO RE-8 (2) | 0.99 |
| | | | | | | | | EDAC BF ISLA ALTO R13 (2) | 0.93 |
| 17_CHA_T_U_611 | NO | 49.4 | | 49,827 | | 1,023 | 1,039 | SIN EVENTOS | |
| 03_AYS_H_118 | NO | 49.5 | | 49,821 | | 1,022 | 1,039 | SIN EVENTOS | |
| Generador Monreal | NO | 49.7 | | 49,863 | | 1,023 | 1,032 | SIN EVENTOS | |
| Alim. Balmaceda | NO | 49.6 | | 50,032 | | 1,023 | 1,040 | SIN EVENTOS | |
| Alim. Chacabuco | NO | 49.8 | | 50,609 | | 1,029 | 1,037 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-LA | NO | 49.5 | | 50,044 | | 1,020 | 1,044 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-COY | NO | 49.4 | | 50,019 | | 1,021 | 1,040 | SIN EVENTOS | |
| LT Baguales-Aysén | SI | 49.4 | 50 | 50,07 | 50,37 | 1,027 | 1,037 | SIN EVENTOS | |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | SI | 49.5 | 50 | 49,82 | 50,5 | 1,021 | 1,039 | SIN EVENTOS | |

### 4.6.2. CASO MÍNIMO HÚMEDO

**Tabla 16.** Estados post-contingencia. Caso Mínimo Húmedo

| | | Frec min [Hz] | | Frec final [Hz] | | Tensión [pu] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Falla** | **ISLA** | **A** | **B** | **Lado A** | **Lado B** | **Lado A** | **Lado B** | **Relé** | **Pot Desc [MW]** |
| 02_LAG_ATR | NO | 48.8 | | 49,5 | | 1,024 | 0,97 | SIN EVENTOS | |
| 02_LAG_ATR + central eólica | NO | 48.8 | | 49,404 | | 1,021 | 0,97 | SIN EVENTOS | |
| 17_CHA_T_U_611 | NO | 49 | | 49,593 | | 1,017 | 0,993 | SIN EVENTOS | |
| 03_AYS_H_118 | NO | 49.5 | | 49,73 | | 1,017 | 0,992 | SIN EVENTOS | |
| Generador Monreal | NO | 49.5 | | 49,938 | | 1,021 | 0,982 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Balmaceda | NO | 49.3 | | 50,106 | | 1,022 | 0,99 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Chacabuco | NO | 49.3 | | 50,286 | | 1,027 | 0,988 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-LA | NO | 49.5 | | 50,070 | | 1,025 | 0,093 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-COY | NO | 49.5 | | 50,060 | | 1,023 | 0,99 | SIN EVENTOS | |
| LT Baguales-Aysén | SI | 49.7 | 48.15 | **51,9** | 49.46 | 49,13 | 1,017 | EDAC BF ISLA ALTO R17 (1) | 0.362 |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | SI | 50 | 48.2 | **51,746** | 49,21 | 1,023 | 0,993 | EDAC BF ISLA ALTO R17 (1) | 0.362 |

### 4.6.3. CASO MÁXIMO SECO

**Tabla 17.** Estados post-contingencia. Caso Máximo Seco

| | | Frec min [Hz] | | Frec final [Hz] | | Tensión [pu] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Falla** | **ISLA** | **A** | **B** | **Lado A** | **Lado B** | **Lado A** | **Lado B** | **Relé** | **Pot Desc [MW]** |
| 02_LAG_ATR | NO | 49.3 | | 49,867 | | 1,022 | 1,033 | SIN EVENTOS | |
| 02_LAG_ATR + central eólica | NO | 48.8 | | 49,66 | | 1,023 | 1,031 | SIN EVENTOS | |
| 17_CHA_T_U_611 | NO | 49.5 | | 49,853 | | 1,011 | 1,045 | SIN EVENTOS | |
| 03_AYS_H_118 | NO | 49.8 | | 49,99 | | 1,014 | 1,045 | SIN EVENTOS | |
| Generador Monreal | NO | 49.5 | | 49,947 | | 1,02 | 1,044 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Balmaceda | NO | 48.9 | | 50,021 | | 1,019 | 1,046 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Chacabuco | NO | 49.6 | | 50,294 | | 1,034 | 1,043 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-LA | NO | 49.5 | | 50,002 | | 1,019 | 1,052 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-COY | NO | 48 | | 50,127 | | 1,029 | 1,046 | SIN EVENTOS | |
| LT Baguales-Aysén | SI | 48.8 | 49.8 | 49,69 | 50,27 | 1,025 | 1,045 | SIN EVENTOS | |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | SI | 48.2 | 49.7 | 48,92 | 50,28 | 1,019 | 1,047 | EDAC BF AYSÉN SUR R-19 (1) | 0.329 |

#### 4.6.4. CASO MÍNIMO SECO

**Tabla 18.** Estados post-contingencia. Caso Mínimo Seco

| | | Frec min [Hz] | | Frec Final [Hz] | | Tensión [pu] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Falla** | **ISLA** | **A** | **B** | **Lado A** | **Lado B** | **Lado A** | **Lado B** | **Relé** | **Pot Desc [MW]** |
| 02_LAG_ATR | NO | 49.4 | | 49,795 | | 1,012 | 0,993 | SIN EVENTOS | |
| 02_LAG_ATR + central eólica | NO | 48.8 | | 49,382 | | 1,012 | 0,994 | SIN EVENTOS | |
| 17_CHA_T_U_611 | NO | 49.8 | | 49,87 | | 0,993 | 0,99 | SIN EVENTOS | |
| 03_AYS_H_118 | NO | 49.9 | | 50 | | 1,015 | 1,01 | SIN EVENTOS | |
| Generador Monreal | NO | 49.5 | | 49,863 | | 1,01 | 0,996 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Balmaceda | NO | 48.9 | | 50,038 | | 1,011 | 1,01 | SIN EVENTOS | |
| Alimentador Chacabuco | NO | 49.5 | | 50,171 | | 1,019 | 1 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-LA | NO | 49.5 | | 49,99 | | 1,01 | 1,001 | SIN EVENTOS | |
| LT TEH-COY | NO | 49.4 | | 50,174 | | 1,01 | 1,001 | SIN EVENTOS | |
| LT Baguales-Aysén | SI | 48.8 | 49.6 | 49,93 | 50,18 | 1,02 | 0,99 | SIN EVENTOS | |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | SI | 48.9 | 49.5 | 50,12 | 49,91 | 1,015 | 0,988 | SIN EVENTOS | |

## 4.7. Análisis Dinámico de eventos puntuales

En el presente apartado se muestran gráficamente algunos de los eventos evaluados en el estudio de suficiencia de la EDAC, con el fin de detallar determinadas situaciones específicas de cada escenario.

#### 4.7.1. LAGO ATRAVESADO Y PARQUE EÓLICO ALTOS BAGUALES

En las figuras 22 y 24 se muestra la respuesta de la frecuencia y la tensión del sistema ante la falla y posterior salida de servicio de una de las unidades de Lago Atravesado seguido de la desconexión del PE Altos Baguales para los escenarios húmedos de demanda máxima y mínima respectivamente. Tal como se detalla en las tablas previas y se muestra gráficamente en las figuras mencionadas, para el caso de demanda máxima la frecuencia cae por debajo de la banda de activación de la EDAC Aysén Sur R-19, Isla Alto R17, Aysén Centro RE-8 (2) e Isla Alto R13 (2) mientras que en el caso de demanda mínima la frecuencia presenta una oscilación mucho menor y no se produce activación alguna.

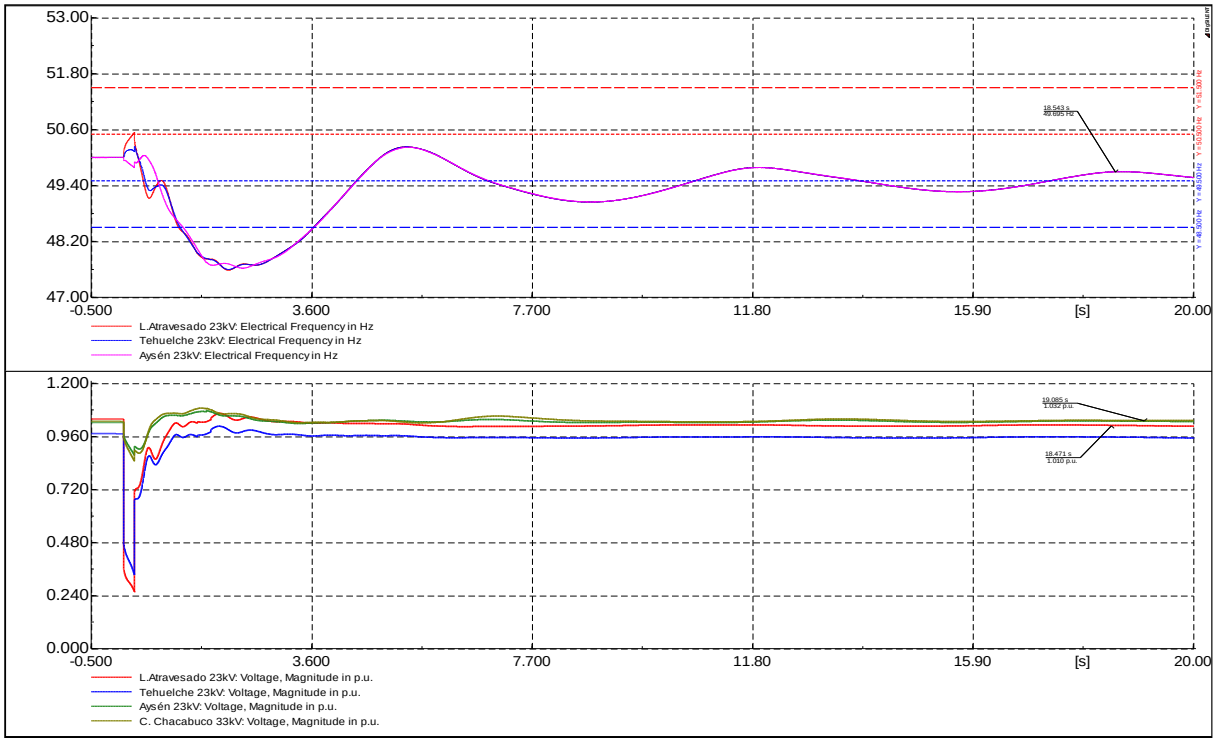



**Figura 23.** Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Frecuencia y tensión. Max Hum

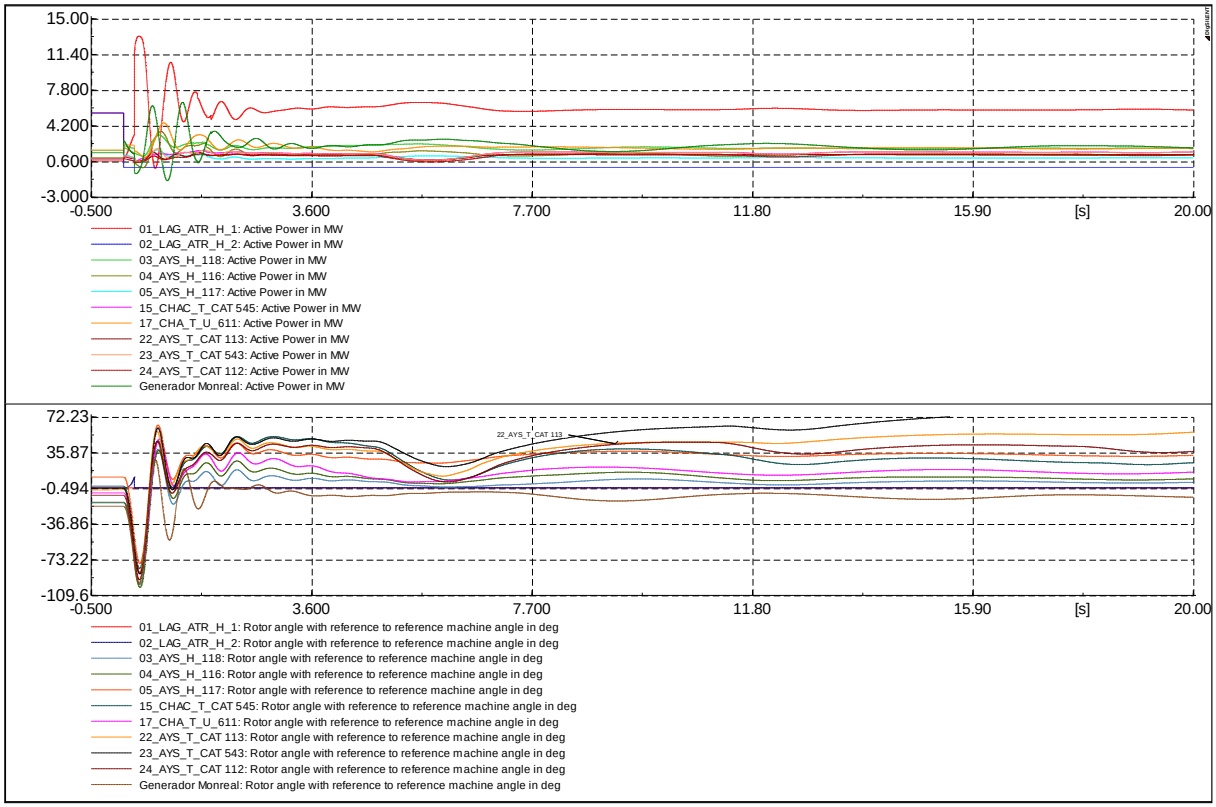



**Figura 24.** Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Potencia y ángulos. Max Hum.

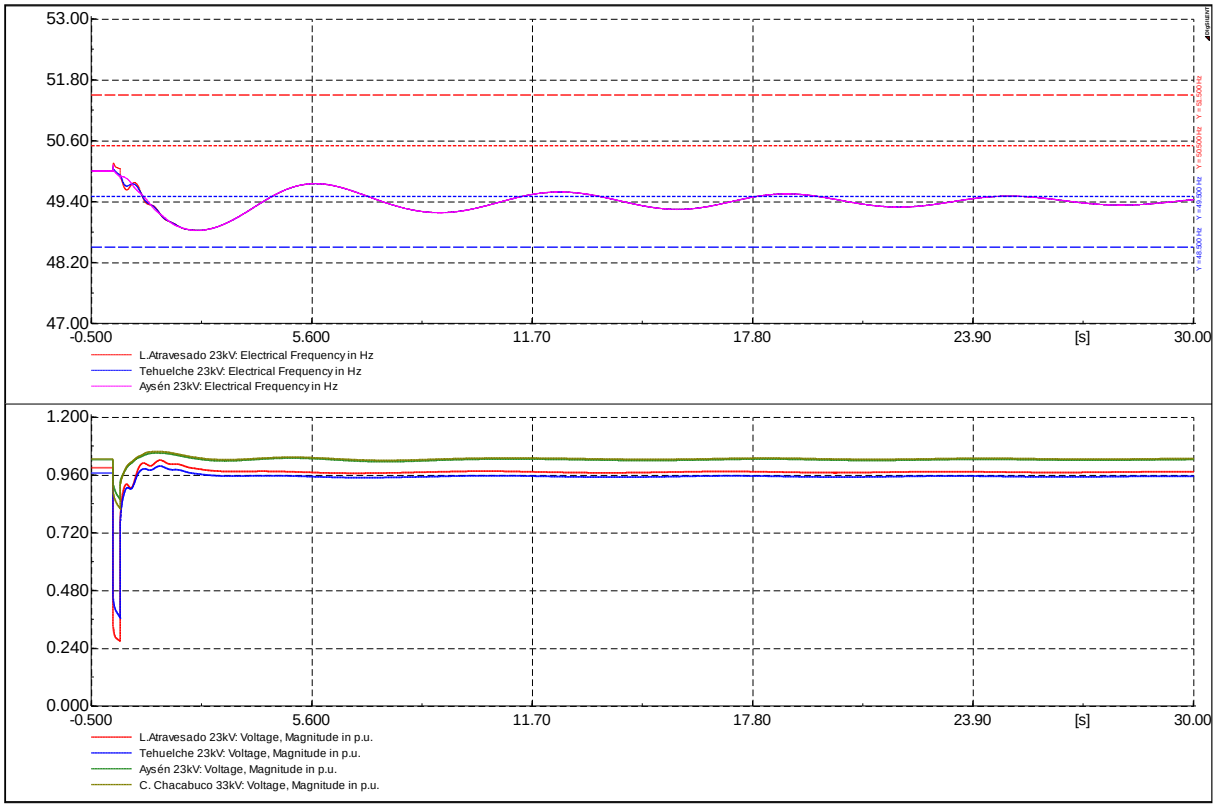



**Figura 25.** Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Frecuencia y tensión. Min Hum.

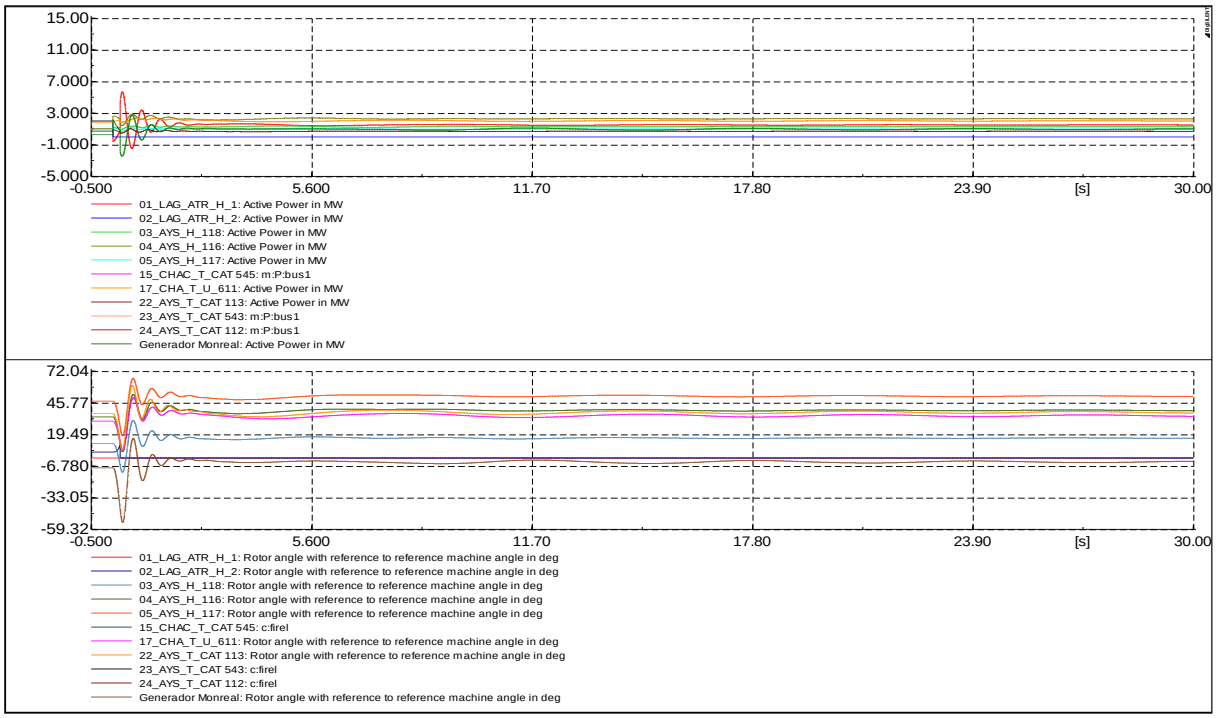



**Figura 26.** Falla y F/S Lago Atravesado y PE Altos Baguales. Potencia y ángulos. Min Hum.

### 4.7.2. LÍNEA BAGUALES AYSÉN

En este caso, la situación es inversa a la del punto anterior, pues la activación de las EDAC se da para el escenario de demanda mínima. En la figura 26 se aprecia cómo, para el caso de demanda máxima, la frecuencia de las dos islas resultantes se mantiene dentro de los límites permitidos, mientras que, con mínima demanda (figura 28), la isla resultante del lado

Aysén presenta un exceso de generación, por lo que la frecuencia se estabiliza en un valor que excede la máxima permitida para situación de post-contingencia.

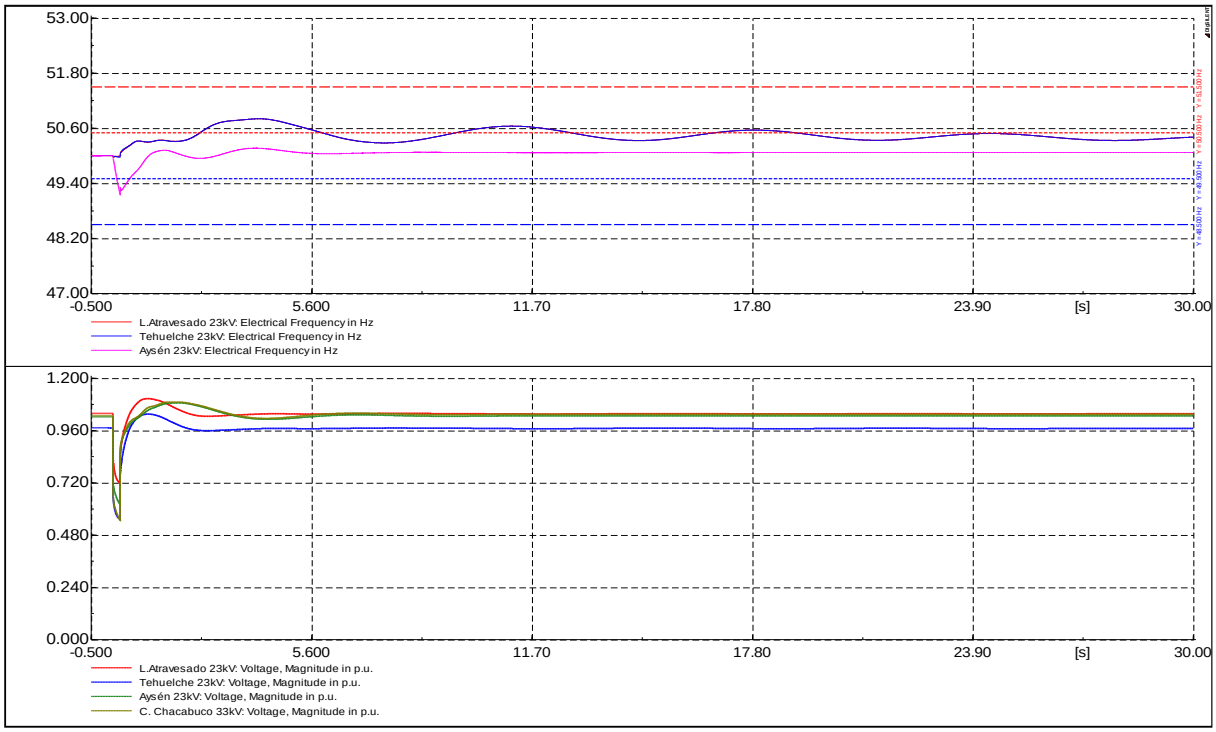



**Figura 27.** Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Frecuencia y tensión. Max Hum**.**

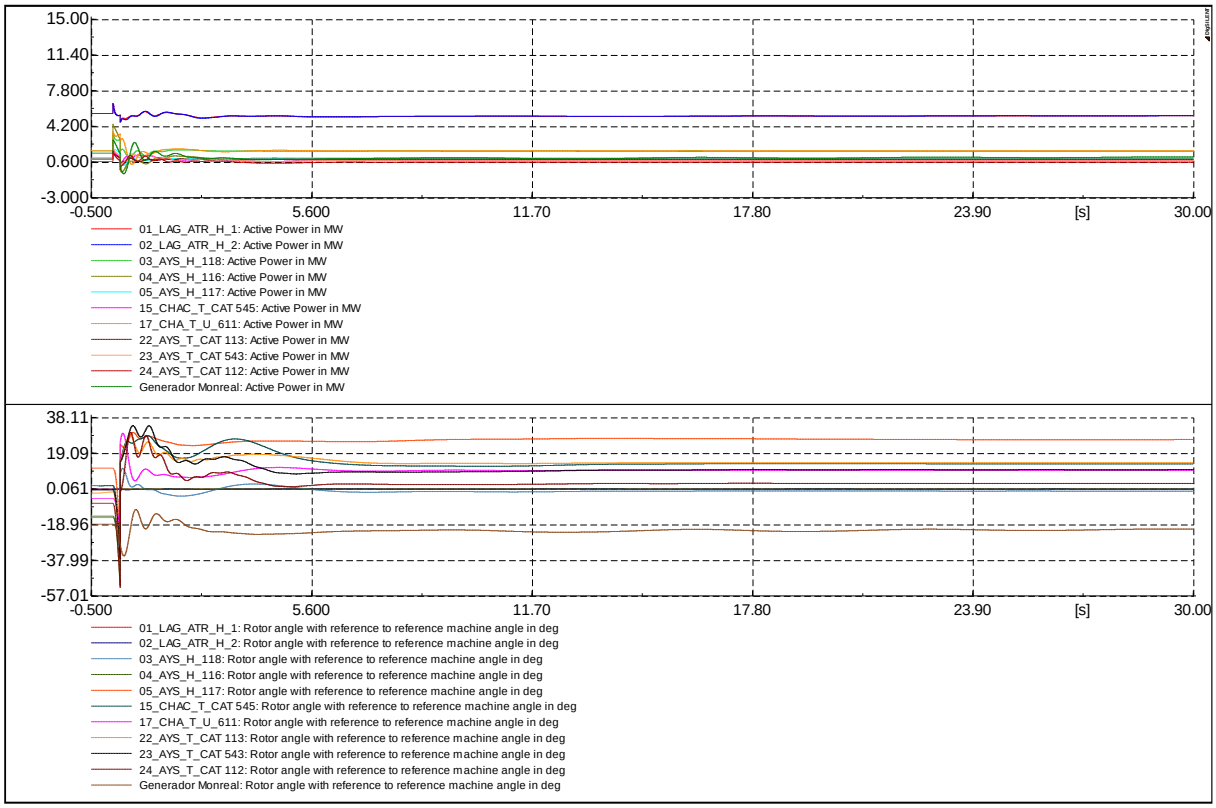



**Figura 28.** Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Potencia y ángulos. Max Hum.

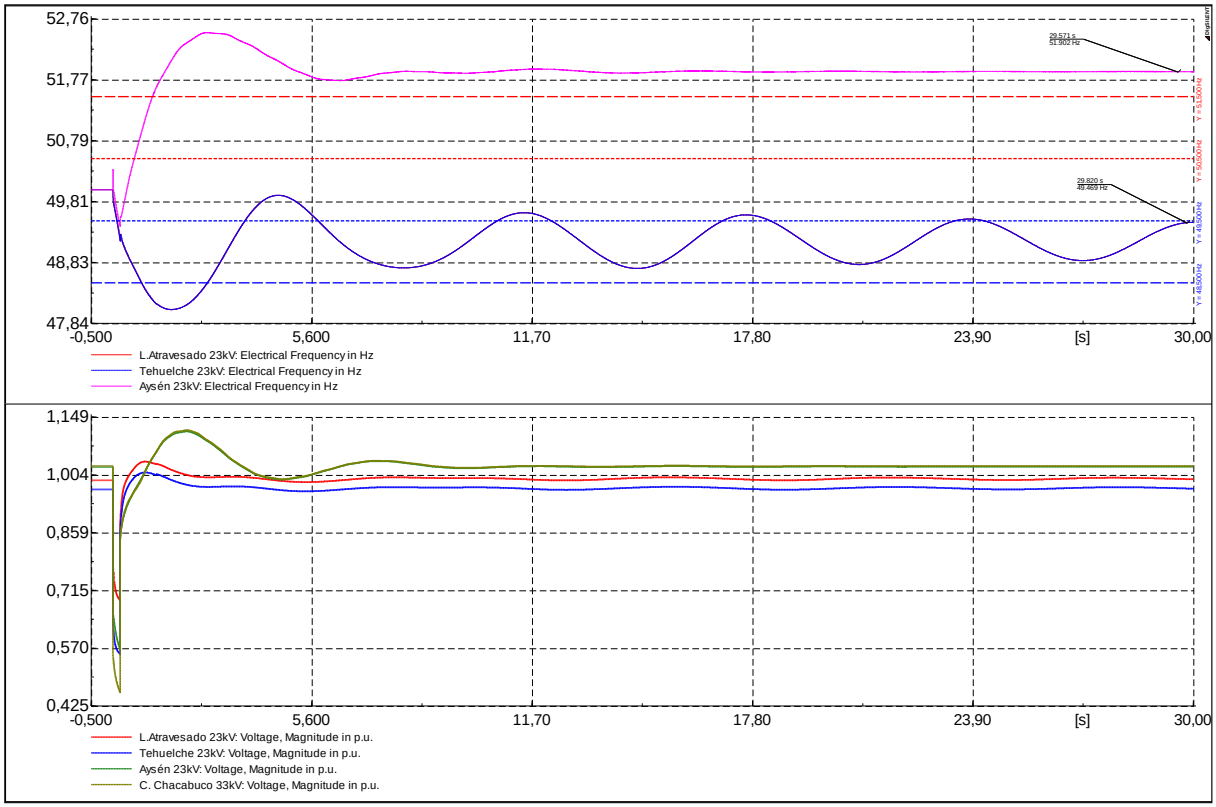



**Figura 29.** Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Frecuencia y tensión. Min Hum.

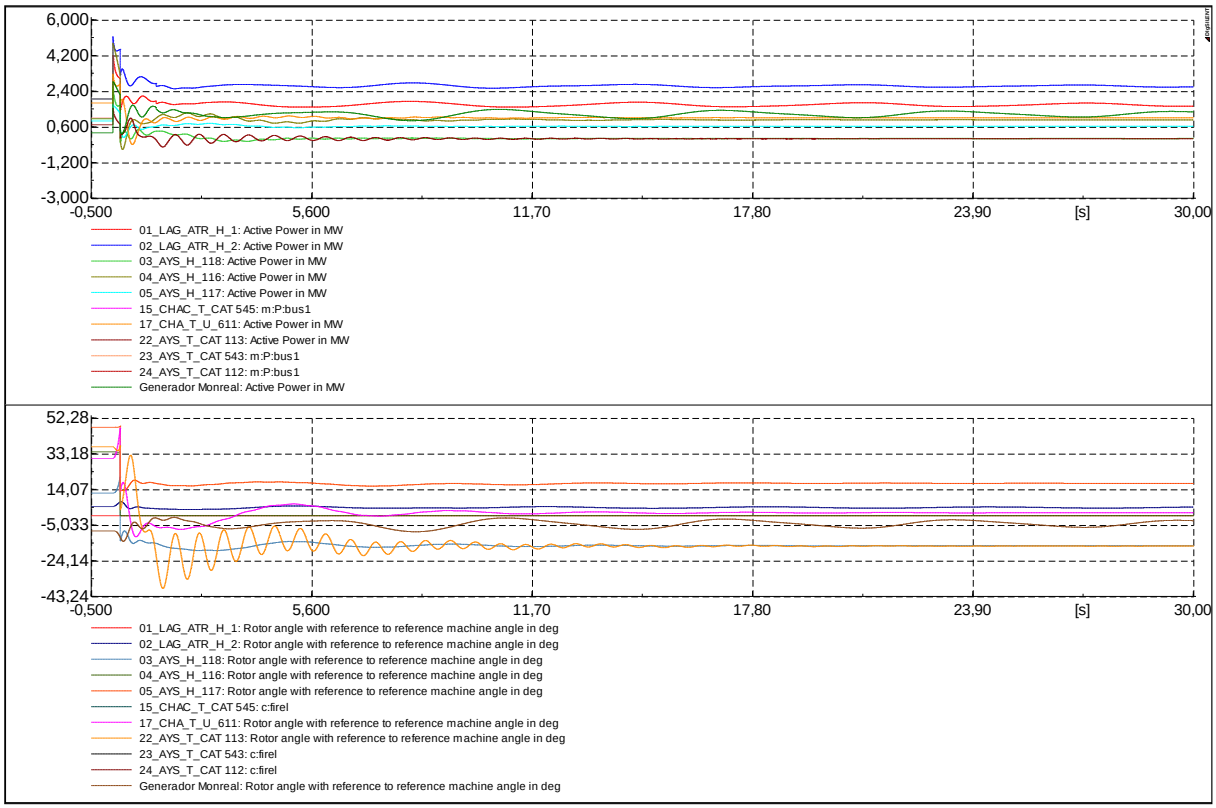



**Figura 30.** Falla y F/S Línea Baguales Aysén. Potencia y ángulos. Min Hum.

### 4.7.3. LÍNEA COYHAIQUE - ALTO BAGUALES 23 KV

Para el escenario de máxima demanda (hidrología húmeda) la frecuencia de las islas resultantes queda dentro de lo permitido por la norma para condición de post-contingencia, aunque la frecuencia de la isla del lado Tehuelche presenta una oscilación inducida a partir de una variación sostenida de la potencia activa de CH Monreal.

En cambio, para la condición de mínima demanda (hidrología húmeda), la frecuencia de la isla del lado Aysén presenta una frecuencia en estado estacionario superior a la permitida por la NT, pues se estabiliza en una frecuencia de 51,7 Hz (figura 32). Esto se da pues la potencia de pre-contingencia que se estaba transmitiendo desde Aysén a Coyhaique era del orden de los 2,5 MW, siendo esta bastante superior a la que se tenía para el caso de máxima demanda. Esto se tradujo en una condición de exceso de generación importante en el lado Aysén con la consecuente sobrefrecuencia exhibida.

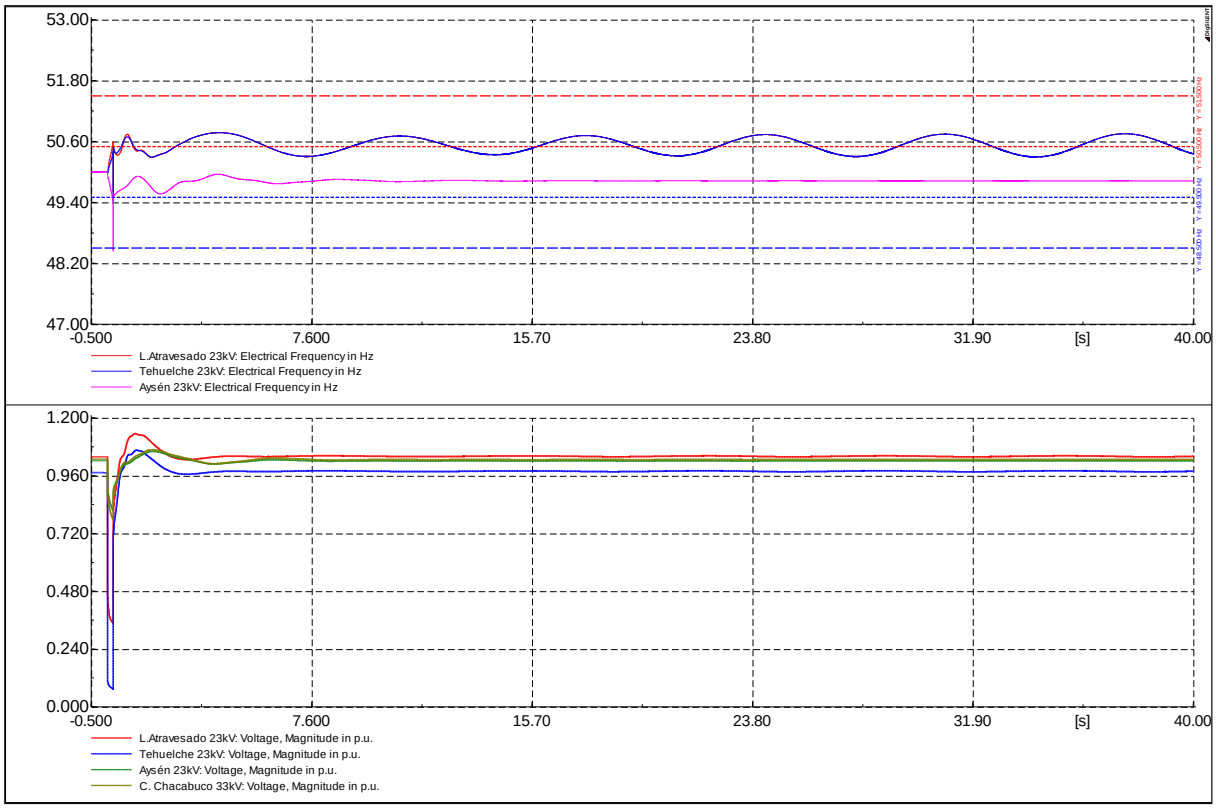



**Figura 31.** Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Frecuencia y tensión. Max Hum**.**

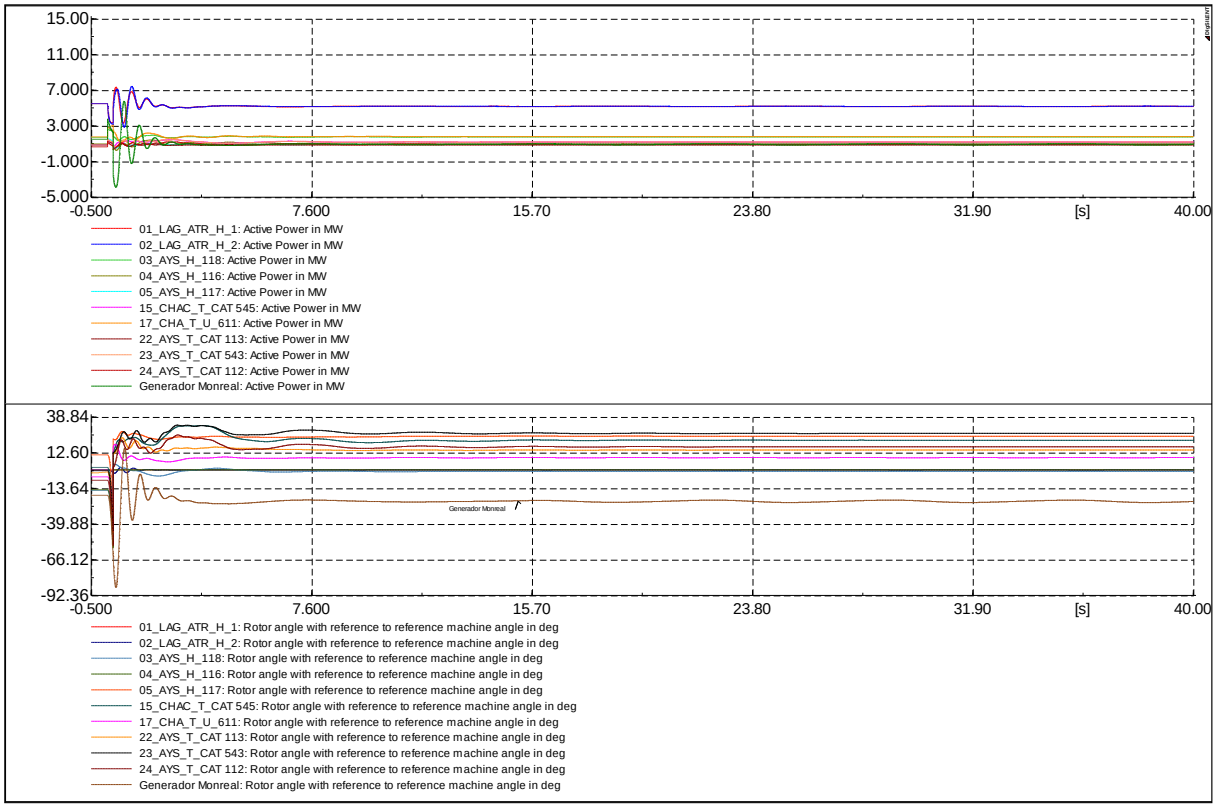



**Figura 32.** Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Potencia y ángulos. Max Hum.

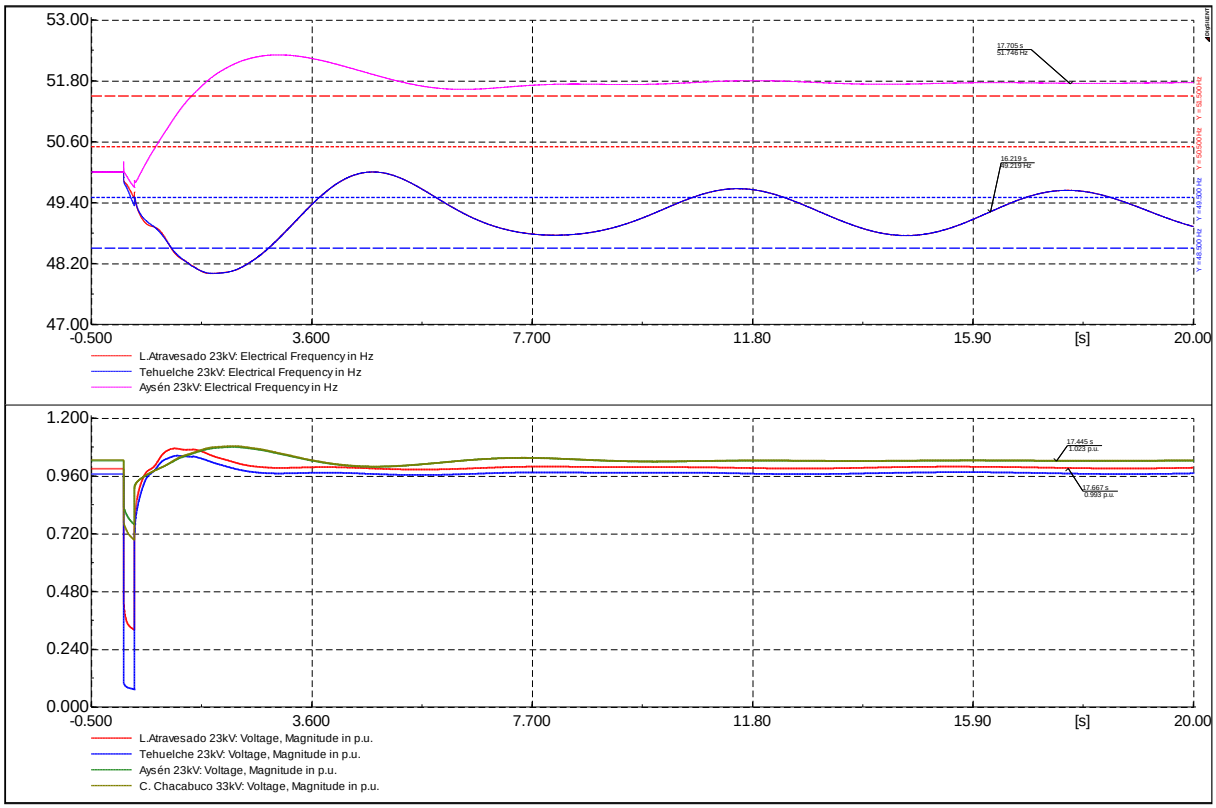



**Figura 33.** Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Frecuencia y tensión. Min Hum**.**

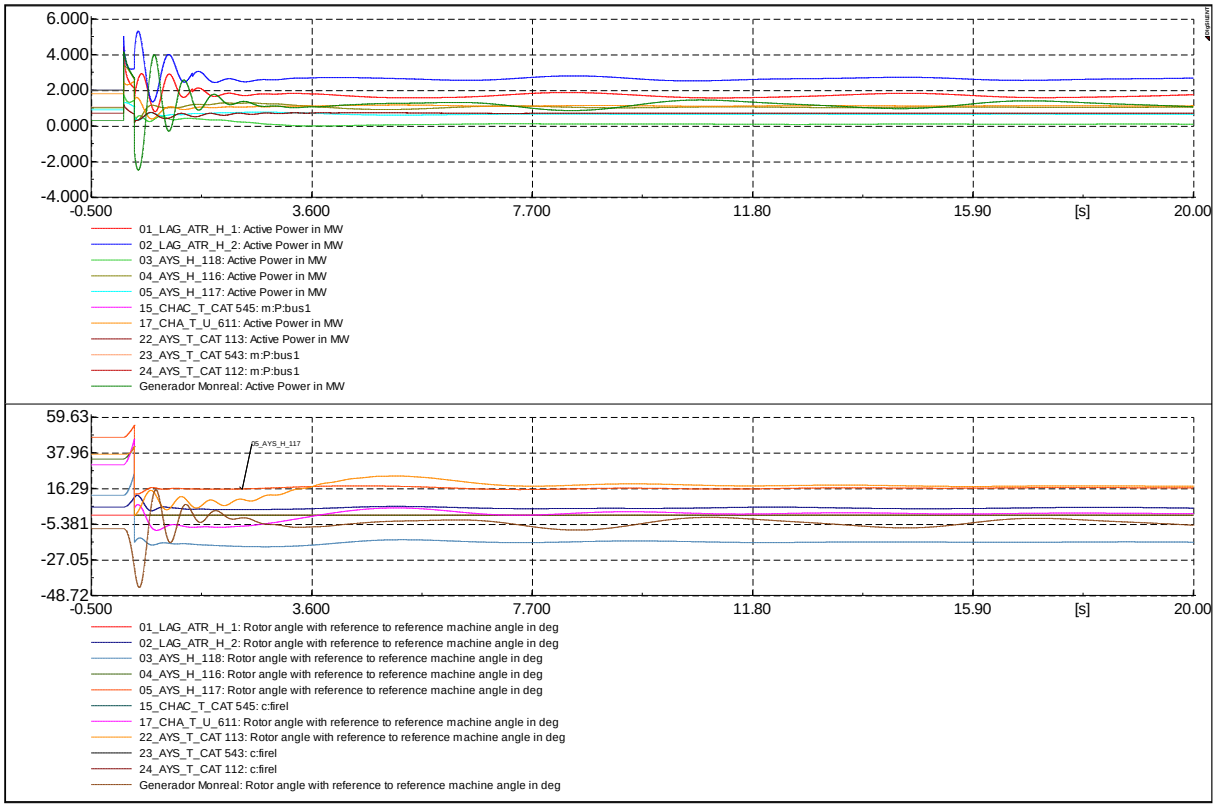



**Figura 34.** Falla y F/S Línea Coyhaique - Alto Baguales 23 kV. Potencia y ángulos. Min Hum.

## 4.8. Conclusiones

Luego de analizar la suficiencia de los modelos de EDAC presentes en la base de datos, se determinó que los mismos funcionan correctamente, permitiendo que el sistema opere, general, en condición de post-contingencia, dentro de los límites establecidos por la NT. En los dos únicos casos simulados que se obtuvo una condición fuera de norma, correspondieron a situaciones de isla con mínima demanda, causadas por la apertura de la línea Coyhaique-Altos Baguales y Aysen-Baguales respectivamente.

Ambos casos presentaron una sobrefrecuencia por encima de lo permitido por la NT en una de las islas. Con el objeto de evitar condiciones operativas de este tipo se recomienda evaluar la posibilidad de implementar esquemas de EDAG.

# 5. ESTUDIO DE CONTINUIDAD

## 5.1. Objetivo

El estudio de continuidad permite determinar los índices de calidad de suministro FMIK y TTIK de cada Sistema Mediano (SM), para un horizonte de operación de 12 meses, dando cumplimiento a los Estándares de Calidad de Suministro en Instalaciones de Generación y de Transmisión definidos en los artículos 5- 50 y 5-51 de la NT. Estos establecen lo siguiente:

- Art. 5-50

La Calidad del Suministro del SM se evaluará a través de la frecuencia de las interrupciones, la potencia interrumpida en cada una de ellas y el tiempo total de las interrupciones.

- Art. 5-51

Las interrupciones que afecten a las Instalaciones de Generación y/o de Transmisión, y que tengan su origen en dichas instalaciones, deberán ser medidas por los índices de continuidad FMIK y TTIK.

La frecuencia de las interrupciones, la potencia interrumpida en cada una de ellas y el tiempo total de las interrupciones, necesarios para evaluar la calidad de suministro dentro del Sistema Mediano, fueron calculados de acuerdo a las definiciones de los referidos artículos mediante un análisis exhaustivo de cada uno de los modos de falla.

Como subproducto de este análisis, se obtuvo otro indicador de calidad de suministro, que es el valor de la Energía No Suministrada (ENS) esperada para el período de análisis, el cual puede ser comparado con valores límites de ENS que surgen de la experiencia internacional ($10^{-4}$ pu respecto a la demanda anual).

## 5.2. Metodología

El estudio se realizó aplicando un modelo probabilístico orientado al cálculo de confiabilidad de sistemas de generación y transmisión. Las características del modelo y las condiciones generales del estudio se encuadraron en las prescripciones establecidas en la NT.

Dado el tamaño acotado del sistema Aysén, y con el fin de asegurar que se tome en cuenta la ejecución de todas las acciones correctivas que los operadores del sistema ejecutarían en la práctica (tales como re-despachos particulares de generación), se resolvió el problema mediante simulación manual, con flujos de carga, analizando en forma personalizada cada uno de los eventos de falla a considerar.

Dicho elenco de contingencias contempló las salidas de servicio de: líneas de transmisión, transformadores y/o autotransformadores y generadores. En el análisis se analizaron contingencias simples, y eventualmente múltiples sólo en casos de hipótesis de falla de modo común.

La simulación de los modos de falla del sistema de generación y transmisión se efectuó en base al método de frecuencia y duración, siguiendo una lista de contingencias establecida y resolviendo en cada caso el flujo de carga en corriente alterna. Para cada modo de falla se evaluó si existieron:

- Violaciones a los límites de tolerancia permitidos para las tensiones de la red.
- Sobrecargas en líneas de transmisión, transformadores y/o capacitores serie.
- Insuficiencia de la capacidad de generación existente para abastecer la demanda.

Se analizaron 4 escenarios operativos, a partir de la obtención de 4 bloques anuales de demanda, pues se consideró que este modelo de subdivisión constituía una aproximación razonable en función de la característica de la demanda y generación anual.

## 5.3. Fallas consideradas

En la tabla 17 se detallan las fallas consideradas. No se analizaron fallas en las líneas con doble circuito, pues se consideró que estas no incurrían en una condición de ENS.

**Tabla 19.** Fallas consideradas para Estudio de Continuidad

| Falla *j* | Elemento | Observaciones / Efecto |
|---|---|---|
| 1 | Generador Lago Atravesado | Pérdida de un generador de la central, o su transformador asociado. |
| 2 | Generador CT Chacabuco | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 3 | Generador CH Aysén | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 4 | CH Monreal | Pérdida del generador de la central, o su transformador asociado. |
| 5 | Alimentador Balmaceda | Desconexión del alimentador radial aguas abajo del reconectador R-BB |
| 6 | Alimentador Chacabuco | Desconexión del alimentador radial aguas abajo del reconectador R-21. |
| 7 | Alimentador Manihuales | Desconexión del alimentador radial aguas abajo del reconectador R-8. |
| 8 | Línea 33 kV Aysén – Baguales | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 9 | Interconexión Altos Baguales – Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 10 | Línea 23 kV Tehuelche - Coyhaique | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 11 | Trafo Elevador Aysén 23/33 kV | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |
| 12 | Trafo Ogana 23/33 kV | Formación de dos islas, pérdida de generación en la isla importadora de potencia. |

## 5.4. Tasas de falla y tiempos de reparación

Se tomaron los mismos valores de tasas de fallas y tiempos de reparación que los empleados en el estudio de reservas óptima. Se considera un tiempo de reparación de 15 minutos (0,25 hs), pues ese es el tiempo que se supone se emplea para redespachar una unidad de generación necesaria para llevar el sistema nuevamente a una operación segura y estable.

**Tabla 20.** Tasas de falla y tiempos de reparación

| Elemento | Tasa de falla [fallas/año] | Tiempo reparación [hs] | Fuente |
|---|---|---|---|
| Generador Diesel | 7,4 | 0,25 | Promedio de tasas de falla de unidades Diesel descritas en el sitio WEB del CDEC-SIC |
| Generador Hidroeléctrico | 1,1 | 0,25 | Promedio de tasas de falla de unidades Hidro descritas en el sitio WEB del CDEC-SIC |
| Generador eólico | 1,1 | 0,25 | Misma tasa de falla que para las hidros |
| Transformador | 1,0 | 0,25 | Tasas de falla para transformadores establecida a criterio del consultor. Se considera exagerada la descrita en la NT |
| Línea 23 / 33 kV | 2,0 | 1* | Tasas de falla para líneas descritas en la NT para SSMM |

*Se considera 1 hora de tiempo de reparación para los alimentadores radiales, en cuyo caso el redespacho de generación no se traduce en una reposición del servicio.

## 5.5. Despachos para cada bloque

En la siguiente tabla se muestran los despachos para cada uno de los cuatro bloques anuales de operación, considerando en cada caso un despacho económico con una reserva aproximada de 10%.

**Tabla 21.** Despachos según bloque anual de operación

| Central | Unidad *k* | Despacho $D_{jk}$ [MW] según caso *i* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** |
| Lago Atravesado | H1 | 5,25 | 5,25 | 5,20 | 5,10 |
| | H2 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| Aysén | H118 | 1,85 | 1,2 | 1,4 | - |
| | H116 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | - |
| | H117 | 0,45 | - | - | - |
| Monreal | H1 | 1,5 | 1 | - | - |
| Altos Baguales | E1 | 0,66 | - | - | - |
| | E2 | 0,66 | - | - | - |
| | E3 | - | - | - | - |
| Chacabuco | U611 | 1,4 | 2 | 1,7 | 1,7 |
| | CAT113 | 0,86 | 0,7 | 0,7 | 0,86 |
| | CAT112 | 0,66 | 0,66 | 0,6 | - |
| | CAT545 | 0,86 | 0,86 | - | - |
| | CAT543 | 0,86 | 0,86 | - | - |
| | CAT546 | - | - | - | - |
| Aysén | CAT114 | - | - | - | - |
| Tehuelche | U101 | - | - | - | - |
| | CAT103 | - | - | - | - |
| | U102 | - | - | - | - |
| | CAT105 | - | - | - | - |
| | CAT544 | - | - | - | - |
| | CAT104 | - | - | - | - |
| Regulación disponible $R_i$ [MW] | | 3,26 | 2,82 | 2,14 | 1,89 |
| Margen de Reserva $R_i$ (%) | | 10.93 | 10,22 | 9,82 | 10,74 |

## 5.6. Desarrollo y resultados del estudio de continuidad

Los índices FMIK y TTIK se definen según las siguientes formulas:

$$FMIK = \frac{\sum_{i=1}^{n} kVAfs_i}{kVAinst}$$

$$TTIK = \frac{\sum_{i=1}^{n} kVAfs_i . Tfs_i}{kVAinst}$$

Dónde:

- $kVAfs_i$: Potencia interrumpida en el Punto de Conexión, expresada en [kVA]. En los casos en que no exista equipamiento de transformación, se computará la potencia que estaba siendo transportada antes de la interrupción a través de la instalación afectada. De no resultar posible su determinación se considerará igual a la potencia máxima transportada por la instalación afectada en el período controlado.

- $kVAinst:$ Potencia instalada en el Punto de Conexión, expresada en [kVA]. En los casos en que no exista equipamiento de transformación se considerará igual a la potencia máxima transportada por la instalación afectada en el período controlado.

- $Tfs_i:$ Tiempo de duración de cada interrupción.

- $n:$ Número de interrupciones en el período.

Dado que por las características de este sistema no se puede establecer una relación directa entre los resultados obtenidos en el estudio y estos indicadores, para el cálculo sistémico, se realizó una aproximación mediante la aplicación conceptual de las definiciones anteriores. Para ello, mediante las tablas Excel utilizadas para el procesamiento de resultados se determinó, para cada contingencia, la cantidad de fallas al año y el tiempo total de interrupción asociado. Se determinó entonces la cantidad total de fallas en el año y el tiempo total en que el sistema se encuentra en falla durante ese período. De este modo se obtuvo un valor de **r** medio (***r**<sub>med</sub>*), es decir, el tiempo medio de duración de una falla.

Para realizar la aproximación propuesta, se consideró una interpretación alternativa que en algunas regulaciones se acepta para la potencia interrumpida en el punto de conexión (*kVAfs<sub>i</sub>*), consistente en que, en los casos en que no existe equipamiento de transformación, se compute la potencia que estaba siendo transportada (o abastecida) antes de la interrupción a través de las instalaciones afectadas.

Análogamente, para la potencia instalada en el punto de conexión (*kVA<sub>max</sub>*), se puede aceptar que, en los casos en que no existe equipamiento de transformación, se considere igual a la potencia máxima transportada (o abastecida) por las instalaciones afectadas en el período controlado.

Partiendo de las tasas de falla presentadas en el punto 5.4, y considerando que el tiempo de reparación es el mismo para todas las contingencias, se define un tiempo medio de duración de falla **r** medio (***r**<sub>med</sub>*).

Trabajando con los valores globales anuales calculados a partir de la suma de los 4 bloques, es posible definir un valor de potencia media interrumpida anual (***P**<sub>medf</sub>*), y considerando la cantidad total de fallas por año (***n***), puede expresarse ***kVAfs**<sub>i</sub>* como:

$$\sum_{i=1}^{n} kVAfs_i \left[\frac{MW \times fallas}{año}\right] = n\left[\frac{fallas}{año}\right] \times P_{medf}\,[MW]$$

A su vez, la ENS total debería surgir de considerar la cantidad de fallas totales del año, la potencia media interrumpida y la duración media de una falla:

$$ENS\left[\frac{MWh}{año}\right] = n\left[\frac{fallas}{año}\right] \times P_{medf}\left[MW\right] \times r_{med}\left[\frac{h}{falla}\right]$$

De allí surge que:

$$\sum_{i=1}^{n} kVAfs_i\left[\frac{MW \times fallas}{año}\right] = \frac{ENS\left[\frac{MWh}{año}\right]}{r_{med}\left[\frac{h}{falla}\right]}$$

Finalmente, la expresión para ***FMIK*** será:

$$FMIK\left[\frac{fallas}{año}\right] = \frac{ENS\left[\frac{MWh}{año}\right]}{r_{med}\left[\frac{h}{falla}\right] \times P_{máx}\left[MW\right]}$$

Si en la expresión de ***TTIK*** se considera el tiempo $Tfs_i$ uniforme e igual al $r_{med}$, se puede expresar:

$$TTIK\left[\frac{h}{año}\right] = \frac{ENS\left[\frac{MWh}{año}\right]}{P_{máx}\left[MW\right]}$$

Estas expresiones fueron utilizadas para realizar una aproximación conceptual que permitiera relacionar los resultados de ENS obtenidos con los índices definidos.

Esta modalidad de calculado fue llevada a cabo por esta consultora, con resultados satisfactorios, en el “Estudio de Demanda, Abastecimiento y Desarrollo de la Red de ENERSA” en la República Argentina.

**Tabla 22.** ENS para cada bloque

| | | | Potencia Cortada [MW] | | | | Energía No Suministrada [MWh] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Falla** | **F/año** | **R** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **Tot** | **f/año** | **h/año** |
| F/S 01_LAG_ATR | 1,10 | 0,25 | 2,24 | 2,68 | 3,32 | 3,06 | 0,156 | 0,218 | 0,199 | 0,195 | 0,769 | 1,100 | 0,275 |
| F/S Chacabuco: AYS U611 | 7,41 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S_AYS_H_118 | 1,10 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S Monreal | 1,10 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Alimentador Balmaceda | 2,00 | 0,25 | 0,30 | 0,27 | 0,22 | 0,19 | 0,152 | 0,160 | 0,096 | 0,088 | 0,496 | 2,000 | 2,000 |
| Alimentador Chacabuco | 2,00 | 0,25 | 4,87 | 4,33 | 3,68 | 3,01 | 2,465 | 2,567 | 1,608 | 1,396 | 8,037 | 2,000 | 2,000 |
| Alimentador Manihuales | 2,00 | 0,25 | 1,00 | 0,90 | 0,78 | 0,65 | 0,506 | 0,534 | 0,341 | 0,302 | 1,682 | 2,000 | 2,000 |
| LT Baguales-Aysén | 2,00 | 0,25 | 0,60 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 0,076 | 0,133 | 0,000 | 0,000 | 0,209 | 1,099 | 0,275 |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | 2,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,53 | 2,22 | 0,000 | 0,000 | 0,058 | 0,257 | 0,315 | 0,901 | 0,225 |
| Trafo Elevador Aysén 23/33 kV | 1,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,046 | 0,046 | 0,232 | 0,058 |
| Trafo Ogana 23/33 kV | 1,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,71 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,099 | 0,099 | 0,232 | 0,058 |

**Tabla 23.** Índices FMIK y TTIK sistémicos anuales

| **AÑO** | **ENS [MWh]** | **Energía anual [GWh]** | **Factor de carga** | **Totales** | | **r medio [h/falla]** | **Pmáx [MW]** | **FMIK [Total año 2014]** | **TTIK [Total año 2014]** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **[f/año]** | **[h/año]** | | | | |
| **2014** | 11.7 | 151,6 | 0.76e-4 | 9,6 | 6,9 | 0,72 | 21,7 | 0,745 | 0,537 |

Asimismo, con el objeto de obtener índices FMIK y TTIK en los puntos analizados (y no a nivel sistémico), mediante un proceso de calculo que refleje de una manera más directa lo establecido por las expresiones que definen a los mismos, se llevó a cabo un análisis hibrido, según el tipo de instalación que se encuentra en falla:

- Las pérdidas de generación con reserva insuficiente afectan a todo el sistema. En ese caso la potencia instalada está asociada a la de todo el SM.

- La desconexión de radiales afecta a todas las cargas alimentadas por el alimentador y la pérdida es total durante el tiempo que dure la falla. En ese caso se puede aplicar la aproximación sugerida en la NT (considerar los kVA instalados iguales a la potencia máxima transportada por la instalación afectada en el período controlado).

- La desconexión de líneas de interconexión afecta al subsistema que queda con déficit de generación, pero la pérdida queda determinada por el déficit menos la reserva del subsistema. Acá también se puede aplicar la aproximación sugerida por la NT, pero obviamente, con un corte mucho más acotado, referido a la potencia máxima de la línea en el período controlado, los resultados son de un orden de magnitud muy inferior en relación con el caso de los radiales (b).

Teniendo en cuenta dicho análisis se presentan las siguientes tablas donde se muestran los índices FMIK y TTIK para los puntos analizados para los 4 bloques de demanda anuales para el año 2014.

**Tabla 24.** PNS / P instalada para cada bloque (FMIK)

| (FMIK) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **Anual** |
| F/S 01_LAG_ATR | 0,029 | 0,040 | 0,037 | 0,036 | 0,142 |
| F/S Chacabuco: AYS U611 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S_AYS_H_118 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S Monreal | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Alimentador Balmaceda | 0,190 | 0,200 | 0,120 | 0,110 | 0,620 |
| Alimentador Chacabuco | 0,483 | 0,503 | 0,315 | 0,274 | 1,576 |
| Alimentador Manihuales | 0,469 | 0,494 | 0,316 | 0,279 | 1,558 |
| LT Baguales-Aysen | 0,136 | 0,239 | 0,000 | 0,000 | 0,375 |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | 0,000 | 0,000 | 0,065 | 0,289 | 0,354 |
| Trafo Elevador Aysén 23/33 kV | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,029 | 0,029 |
| Trafo Ogana 23/33 kV | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,061 | 0,061 |

**Tabla 25.** TTIK para cada bloque

| | **TTIK** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **Anual** |
| F/S 01_LAG_ATR | 0,007 | 0,010 | 0,009 | 0,009 | 0,035 |
| F/S Chacabuco: AYS U611 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S_AYS_H_118 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| F/S Monreal | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Alimentador Balmaceda | 0,190 | 0,200 | 0,120 | 0,110 | 0,620 |
| Alimentador Chacabuco | 0,483 | 0,503 | 0,315 | 0,274 | 1,576 |
| Alimentador Manihuales | 0,469 | 0,494 | 0,316 | 0,279 | 1,558 |
| LT Baguales-Aysen | 0,034 | 0,060 | 0,000 | 0,000 | 0,094 |
| LT Coyhaique - Alto Baguales 23 kV | 0,000 | 0,000 | 0,016 | 0,072 | 0,089 |
| Trafo Elevador Aysén 23/33 kV | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 0,007 |
| Trafo Ogana 23/33 kV | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,015 | 0,015 |

## 5.7. Conclusiones

.Los índices FMIK y TTIK sistémicos obtenidos son similares a los obtenidos en estudios anteriores para este mismo sistema, con una mayor diferencia en el índice TTIK, pues en este caso se consideró un tiempo de reparación de 0,25 hs para todos los casos, excepto en el análisis de alimentadores radiales, en el que se tuvo en cuenta un tiempo de reparación de 1 hora.

En cuanto al valor numérico obtenido y su evaluación cuantitativa, no se estipula en la NT un límite máximo de estos índices, pero según lo expresado en el artículo 246 del Decreto Supremo Nº327 del Ministerio de Minería de Chile, los límites máximos para instalaciones de distribución son de entre 3,5 y 5 veces al año para el FMIK y 13 a 18 horas para el TTIK, por lo que se puede asumir que los índices calidad de suministro del sistema Aysen presentan resultados muy satisfactorios.

# 6. VERIFICACIÓN DE LA COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES

## 6.1. Objetivo

Mediante este estudio se verificó que el desempeño de los relés de protección de las líneas de transmisión, transformadores de potencia y unidades generadoras cumple con las exigencias de Seguridad y Calidad de Servicio (SyCS) establecidas en la NT en los respectivos Artículos:

- Instalaciones de generación: Artículo 3-4, Artículo 3-6, Artículo 5-31 y Artículo 5-49.

Artículo 3-4
Las instalaciones y equipamientos de medios de generación que operen en el SM, deberán cumplir con las siguientes exigencias mínimas de diseño:
a) Si la potencia nominal de cualquier nueva unidad generadora que se instale en un SM, es mayor que el módulo de la mayor unidad existente, el propietario de la nueva unidad deberá realizar estudios de transitorios electromecánicos de sistemas de potencia para demostrar que su desconexión intempestiva del SM no producirá desconexiones automáticas de carga por subfrecuencia adicionales a las resultantes de aplicar la presente NT.
b) La protección de las unidades generadoras y sus conexiones con el SM debe cumplir con las exigencias mínimas especificadas a continuación:
i) El tiempo máximo para despeje de falla en ningún caso podrá exceder los valores límites resultantes del Estudio de Verificación de Coordinación de Protecciones señalado en el Título 6-2 de la presente NT, el cual será determinado por la Empresa.
ii) Para el caso de unidades generadoras que se incorporan al SM, el tiempo máximo para despeje de falla deberá ser determinado en forma previa a la conexión de la unidad generadora.
iii) Cada unidad generadora conectada al SM, deberá disponer de la protección de respaldo para fallas en Instalaciones de Transmisión, debiendo la Empresa disponer de protección para fallas que ocurran en las instalaciones de la unidad generadora. Los tiempos de despeje de fallas de estas protecciones serán coordinados por la Empresa, pero en ningún caso podrán exceder los valores límites resultantes del Estudio de Verificación de Coordinación de Protecciones señalado en el Título 6-2 de la presente NT.
iv) El ajuste de los relés y de las protecciones que afecten al área del Punto de Conexión deberá estar coordinado en forma previa a la conexión de acuerdo a lo que establezca el Estudio que desarrolle la Empresa para tal efecto.

Artículo 3-6
Toda unidad generadora deberá continuar operando sus unidades bajo la acción de su Controlador de Velocidad para variaciones de la frecuencia que estén dentro de los límites de operación, en sobre y subfrecuencia, que a continuación se indican:
a) Indefinidamente, para frecuencias entre 48,5 [Hz] y 51,5 [Hz].
b) Al menos 60 segundos entre 48,0 [Hz] y bajo 48,5 [Hz].
c) Al menos 60 segundos sobre 51,5 [Hz] y hasta 52,0 [Hz].
d) Al menos 5 segundos entre 47,5 [Hz] y bajo 48,0 [Hz].
e) Al menos 5 segundos sobre 52,0 [Hz] y hasta 53,0 [Hz].
Para valores fuera de los rangos establecidos, las protecciones propias de las unidades podrán desconectarlas del SM para prevenir daños al equipamiento.

Artículo 5-31
La frecuencia nominal de cada SM es 50 [Hz], ante lo cual la Empresa deberá adoptar todas las medidas posibles para que ésta permanezca constante, aceptándose en condiciones de operación normal y régimen permanente variaciones de ± 1,0%, esto es, un valor mínimo de 49,50 [Hz] y un valor máximo de 50,50 [Hz].

Artículo 5-49
El personal encargado del despacho deberá adoptar todas las medidas posibles para que la frecuencia permanezca constante, aceptándose en régimen permanente variaciones de ± 3,0%, esto es, un valor mínimo de 48,5 [Hz] y un valor máximo de 51,5 [Hz].

- Instalaciones de Transmisión: Artículo 3-13.

Artículo 3-13
Las Instalaciones de Transmisión deberán estar equipadas con protecciones eléctricas que sean capaces de aislar selectivamente el componente fallado. Los tiempos de actuación de estas protecciones deberán estar en concordancia con el Estudio de Verificación de Coordinación de Protecciones señalado en el Título 6-2 de la presente NT.

- Otros equipos eléctricos: Artículo 4-14, Artículo 5-40, Artículo 5-41 y Artículo 5-42.

Artículo 4-14
La Empresa deberá comprobar el estado de conservación y mantenimiento de las protecciones eléctricas del SM y verificar que sus ajustes y parámetros corresponden a los valores resultantes del Estudio de Verificación de Coordinación de Protecciones establecido en el Título 6-2 de la presente NT.

Artículo 5-40
Con el fin de garantizar la recuperación del SM frente a las contingencias y severidad especificadas en el Artículo 5-36 de la presente NT, los tiempos de actuación de las protecciones principales deberán asegurar el efectivo despeje de las fallas de acuerdo al Estudio de Verificación y Coordinación de las protecciones, especificado en el Título6-2 de la presente NT.

Artículo 5-41
La compatibilidad entre los tiempos de actuación de los mecanismos de reconexión automática, con los requerimientos de estabilidad transitoria del SM y los tiempos mínimos necesarios para asegurar la extinción de la corriente de arco secundario, deberá ser verificada mediante análisis, que formarán parte del Estudio de Verificación y Coordinación de Protecciones señalado en el Título 6-2 de la presente NT, que estarán destinados a definir los parámetros, certificar el adecuado funcionamiento de la instalación y su equipamiento, y determinar la probabilidad de éxito en la reconexión de la línea.

Artículo 5-42
La Empresa deberá desarrollar los análisis para definir los parámetros mínimos de la reconexión sea esta monopolar o tripolar, considerando las contingencias y severidad especificadas en el Artículo 5-36 de la presente NT, de manera de cumplir con las exigencias de la presente NT, asegurando la minimización del Costo de Operación más el Costo de Falla de Corta Duración. Los resultados obtenidos formarán parte del Estudio de Verificación de Coordinación de Protecciones señalado en el Título 6-2 de la presente NT.

Para el desarrollo de los trabajos, se tomó como base la información de detalle, los manuales, los planos, los esquemas unilineales, y los ajustes actuales de todas las protecciones actualmente instaladas o suministradas por SAESA.

Adicionalmente, fue objetivo de este estudio determinar los tiempos críticos (máximos) de despeje de falla y los tiempos mínimos de recierre para cortocircuitos en las líneas Lago Atravesado – Tehuelche y Tehuelche – Divisadero.

## 6.2. Metodología

Se verificaron los ajustes de las protecciones del modelo respecto a la documentación y estudios recibidos por SAESA. Posteriormente, se realizaron pruebas de fallas en distintos puntos de la red para evaluar el correcto desempeño de las mismas. Las fallas fueron seleccionadas para permitir analizar todas las posibles combinaciones de disparo de los interruptores involucrados. Para verificar la parametrización de las protecciones y su coordinación, se separó el estudio en dos partes:

- Para las porciones de la red que resultaron radiales sin generación, se inspeccionaron las curvas características de las protecciones y se evaluó su selectividad de acuerdo a los tiempos de disparo para distintos valores de corriente de cortocircuito.
- Para el resto de la red, se obtuvo mediante reportes los tiempos de actuación calculados para cada una de ellas y para las diferentes fallas analizadas; el criterio para determinar la correcta operación de las protecciones fue el de constatar que los interruptores accionados aseguraron el aislamiento y despeje de la falla de acuerdo a lo esperado, es decir, minimizando la zona de corte de la red. Se analizó el sistema tanto sin tener en cuenta la obra de la estación Divisadero como incluyendo la misma.

Para la determinación de los tiempos críticos de despeje de falla se confeccionó un escenario de máxima generación en las centrales Tehuelche, Lago Atravesado y Monreal. En estas condiciones, se simuló una falla trifásica sin impedancia en barras de la Central Tehuelche, seguida de una apertura de una de las líneas Tehuelche – Divisadero. Se incrementó el tiempo de apertura de los interruptores de la línea fallada en simulaciones sucesivas hasta producirse la pérdida de sincronismo de alguna de las unidades en servicio; este tiempo, más un margen de seguridad adecuado conformaron el tiempo crítico de despeje de falla.

Una vez determinado el tiempo crítico, se analizó la evolución de las variables eléctricas (potencia activa, ángulos relativos de los generadores, etc) para determinar el amortiguamiento del sistema y el tiempo mínimo necesario para realizar el recierre de la línea fallada.

## 6.3. Verificación del funcionamiento del modelo

Las protecciones correspondientes a los reconectadores NOVA F6 denominadas en el modelo como FORM 4C presentaron un funcionamiento incorrecto ante la aplicación de una falla en la línea que protegen. La causa de este problema se identificó en la opción de Direcciónalidad de las mismas, debido a que si esta opción se desactiva, la protección actúa en los tiempos previstos.

La protección GE 750 cuyo modelo correspondiente es el denominado SR 750 presentó un problema similar. Por este motivo, para el análisis se desactivo la Direcciónalidad de estos modelos y se evaluó en forma manual su disparo.

No se contó con información o modelos de las protecciones de los generadores y transformadores de la red, por lo que los mismos se excluyeron del alcance del estudio.

No se contó con modelos de protecciones diferenciales que correspondan a un rele comercial. En la base de datos suministrada por SAESA solo se halló un modelo genérico de protección diferencial que no funciona correctamente.

## 6.4. Verificación de la selectividad de las protecciones

### 6.4.1. REDES RADIALES CON CARGA EXCLUSIVAMENTE

La ausencia de generación en los alimentadores radiales del sistema permitió analizar la coordinación de las protecciones por inspección de las curvas características de las protecciones involucradas. En la figura 34 se observa los subsistemas identificados como radiales para el estudio.

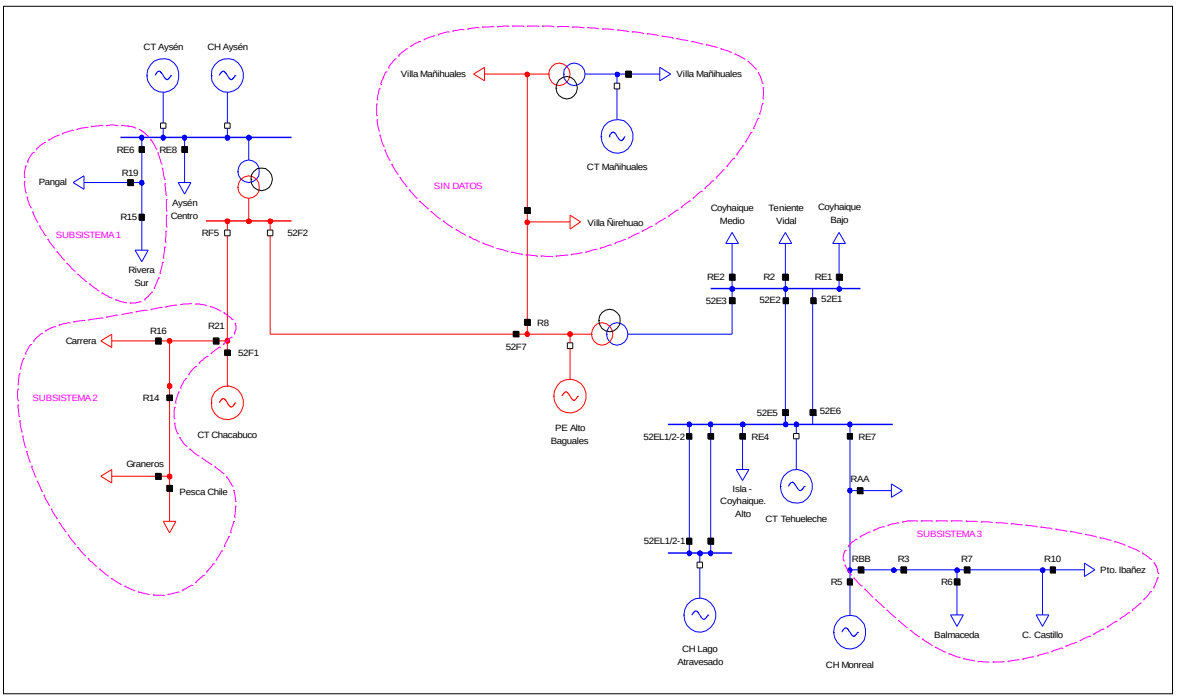



**Figura 35.** Subsistemas para análisis por inspección de curvas.

Los criterios de coordinación adoptados fueron:

- **Selectividad:** curvas de disparo de las protecciones de reconectadores en serie separadas secuencialmente desde tiempos mayores a menores a medida que se avanza en el alimentador estudiado.
- **Tiempos:** la separación de tiempo mínima entre las curvas de 150 ms.

En las siguientes figuras se muestran las curvas de fase y residuales para cada uno de los subsistemas radiales identificados en la figura 34. Estas curvas fueron calculadas a partir de los datos de seteos provistos por SAESA.

#### *6.4.1.1 Subsistema 1*

En la tabla 21 se detallan los seteos originales de los relés del subsistema 1 según los datos obtenidos de información provista por SAESA. En las figuras 38 y 39 se muestran las curvas de fase y residuales respectivamente del subsistema 1. En este caso las curvas de fase presentan una coordinación adecuada, mientras que las correspondientes residuales actúan descoordinadamente a partir de 230 A de corriente de falla.

**Tabla 26.** Relés subsistema 1. Datos originales

| SUBSISTEMA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | RE6 | R15 | R19 |
| **Nivel de tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | |
| **I pick up [A]** | 140 | 80 | 80 |
| **Curva** | 140 | 133 | ANSI LTEI |
| **Multiplicador** | 0.26 | 0.80 | 0.1 |
| **Sumador [seg]** | 0.19 | 0.17 | 0.03 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | OFF | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | 400 |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0.02 |
| **Reconexión** | 1 | 2 | 1 |
| **Tiempo de reconexión** | 2 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | 80 | 30 |
| **Curva** | 140 | 133 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.40 | 0.50 | 0.55 |
| **Sumador [seg]** | 0.12 | 0.20 | 0.00 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | OFF | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - |
| **Reconexión** | 1 | 2 | 1 |
| **Tiempo de reconexión** | 2 | 5 | 5 |

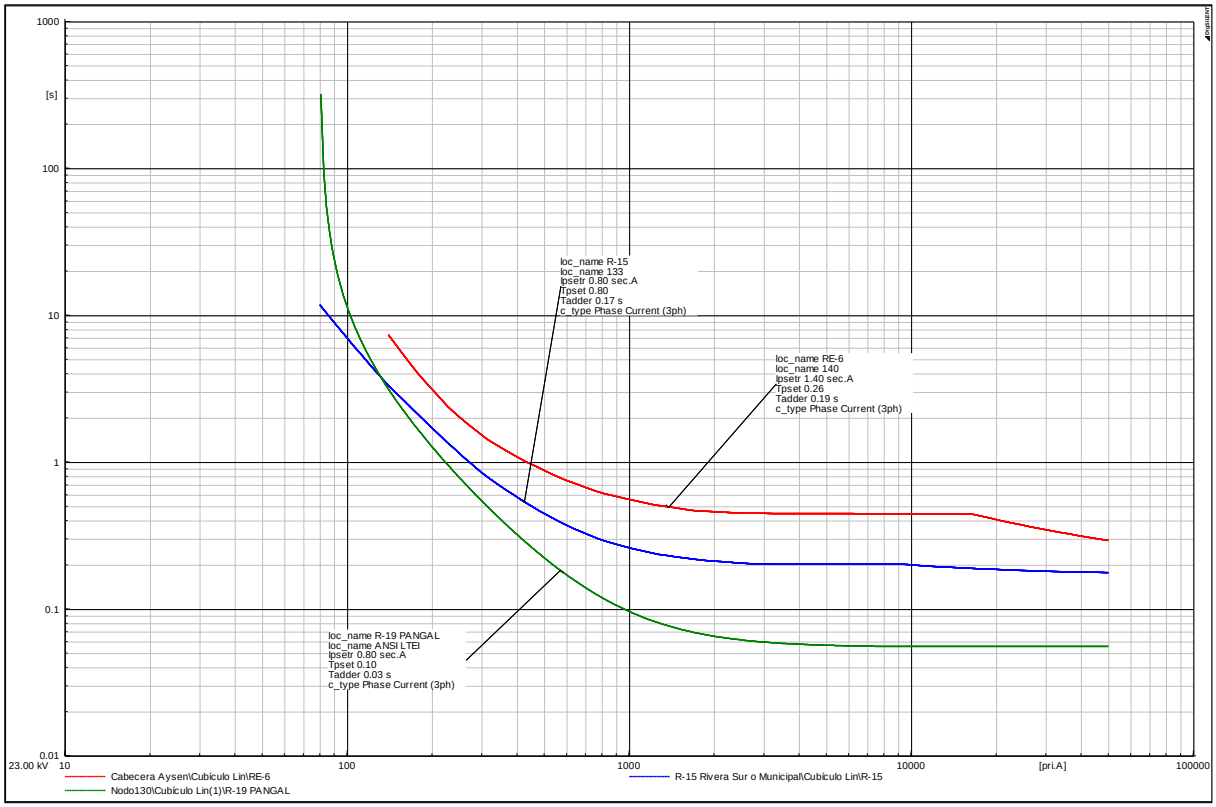



**Figura 36.** Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 1

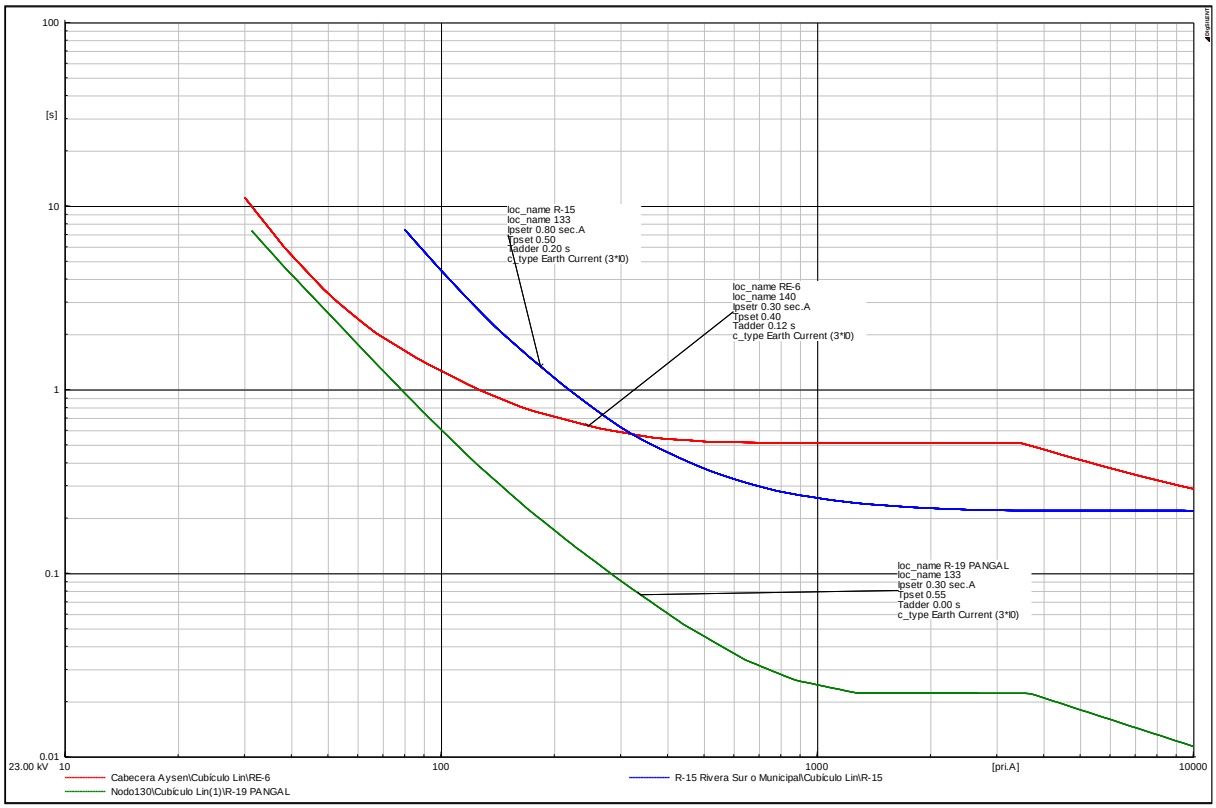



**Figura 37.** Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 1

Con el objeto de coordinar los relés residuales, se proponen nuevos seteos para la unidad de tierra del Relé R-15. Estos se detallan en la tabla 22 y se muestran gráficamente en la figura 37.

**Tabla 27.** Relés subsistema 1. Datos modificados

| SUBSISTEMA 1. SETEOS MODIFICADOS | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | RE6 | R15 | R19 |
| **Nivel de tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | |
| **I pick up [A]** | 140 | 80 | 80 |
| **Curva** | 140 | 133 | ANSI LTEI |
| **Multiplicador** | 0.26 | 0.80 | 0.1 |
| **Sumador [seg]** | 0.19 | 0.17 | 0.03 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | OFF | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | 400 |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0.02 |
| **Reconexión** | 1 | 2 | 1 |
| **Tiempo de reconexión** | 2 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | **30** | 30 |
| **Curva** | 140 | **133** | 133 |
| **Multiplicador** | 0.40 | **0.50** | 0.55 |
| **Sumador [seg]** | 0.12 | **0.30** | 0.00 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | OFF | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - |
| **Reconexión** | 1 | 2 | 1 |
| **Tiempo de reconexión** | 2 | 5 | 5 |

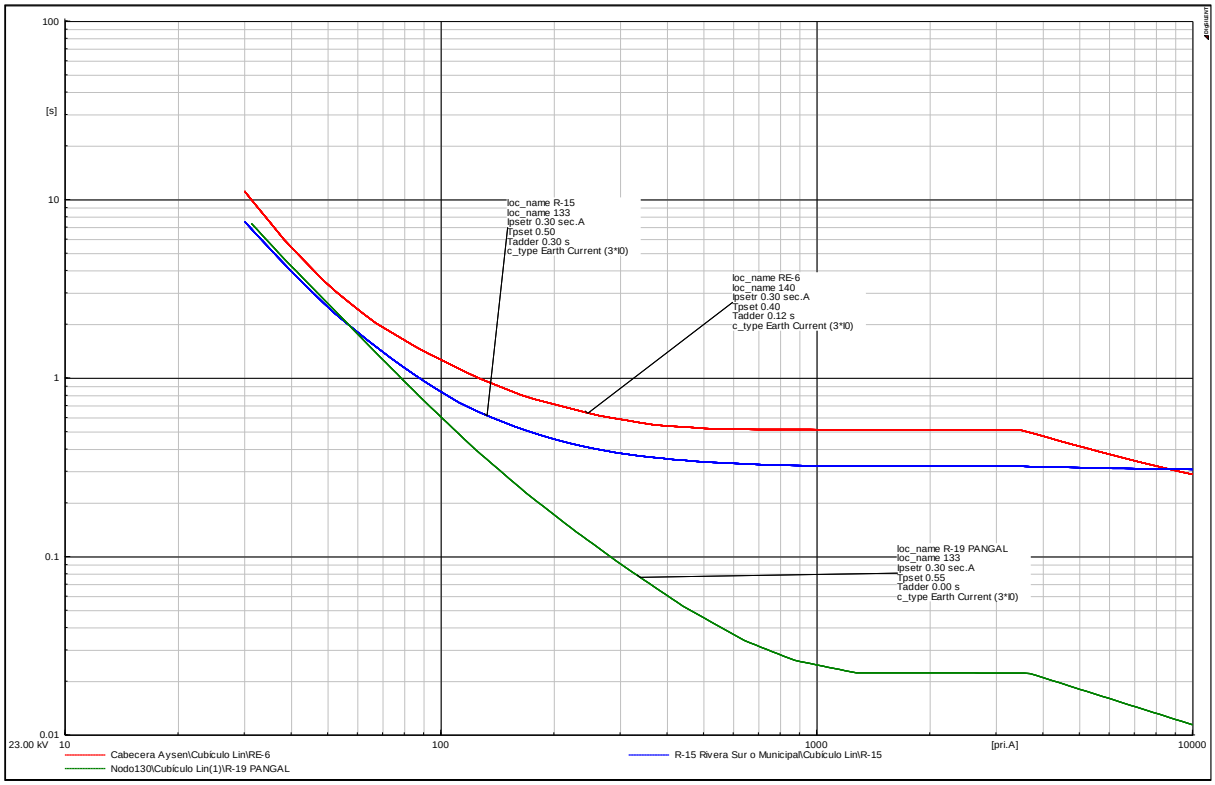



**Figura 38.** Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 1

#### *6.4.1.2 Subsistema 2*

En la tabla 23 se detallan los seteos originales de los relés del subsistema 2 según los datos obtenidos de información provista por SAESA. En las figuras 35 y 36 se muestran las curvas de fase y residuales respectivamente del subsistema 2. En este caso las curvas de fase presentan una coordinación adecuada, mientras que para el caso de las unidades residuales no se tiene una separación de tiempo suficiente entre R14 y R21.

**Tabla 28.** Relés subsistema 2. Datos originales

| **SUBSISTEMA 2** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | **R21** | **R14** | **Pesca Chile** | **R16** | **Graneros** |
| **Nivel de tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 170 | 120 | 80 | 110 | 40 |
| **Curva** | 117 | 111 | 117 | 111 | 164 |
| **Multiplicador** | 0.38 | 0.8 | 0.15 | 0.57 | 0.4 |
| **Sumador [seg]** | 0.14 | 0.12 | 0 | 0.05 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | ON | OFF | ON | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | 600 | - | 660 | 400 |
| **Tiempo min [seg]** | 0.22 | 0.18 | - | 0.02 | 0.02 |
| **Reconexión** | 2 | **1** | **-** | **1** | **-** |
| **Tiempo de reconexión [seg]** | 5 | **7** | **-** | **7** | **-** |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 20 | 20 | 10 | 20 | 15 |
| **Curva** | 133 | 117 | 117 | 117 | 161 |
| **Multiplicador** | 0.60 | 1.03 | 0.7 | 1.03 | 0.6 |
| **Sumador [seg]** | 0.13 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | ON | ON | ON | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | 200 | 100 | 240 | 120 |
| **Tiempo min [seg]** | 0.22 | 0.18 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| **Reconexión** | 2 | **1** | **-** | **1** | **-** |
| **Tiempo de reconexión [seg]** | 5 | **7** | **-** | **7** | **-** |

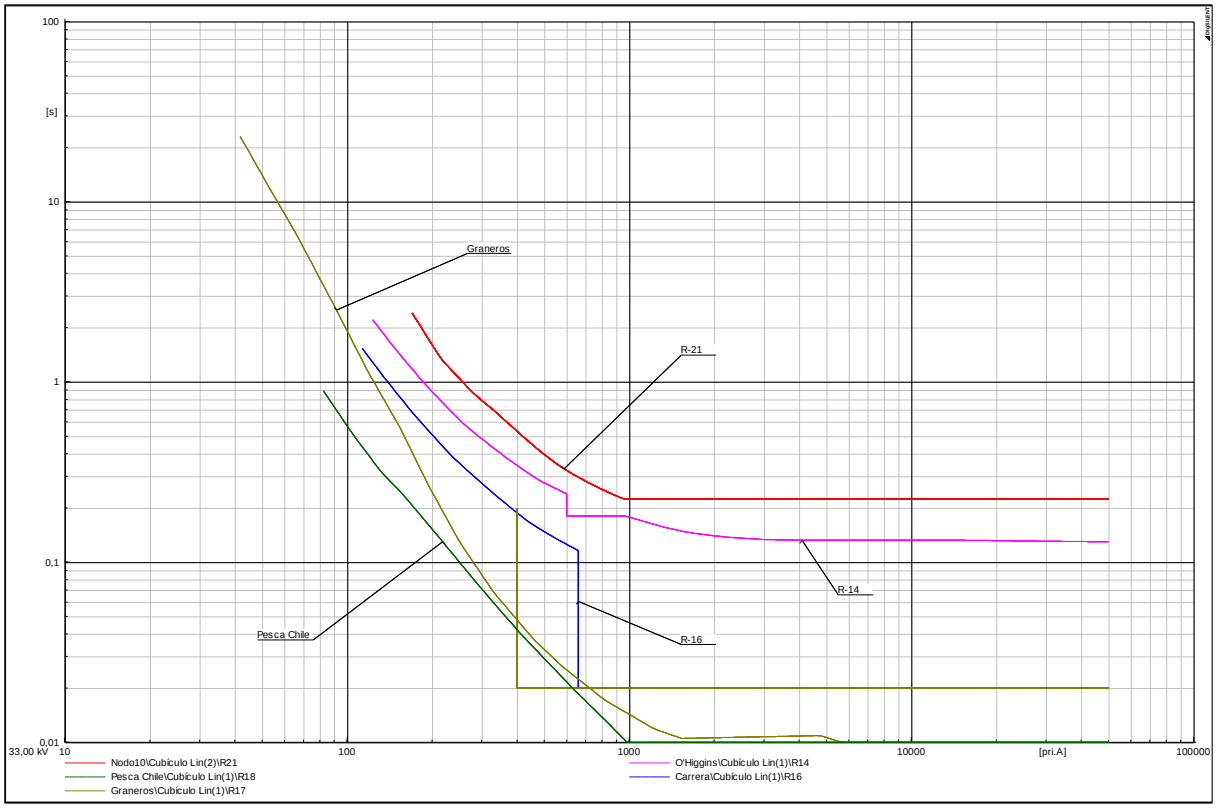



**Figura 39.** Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 2

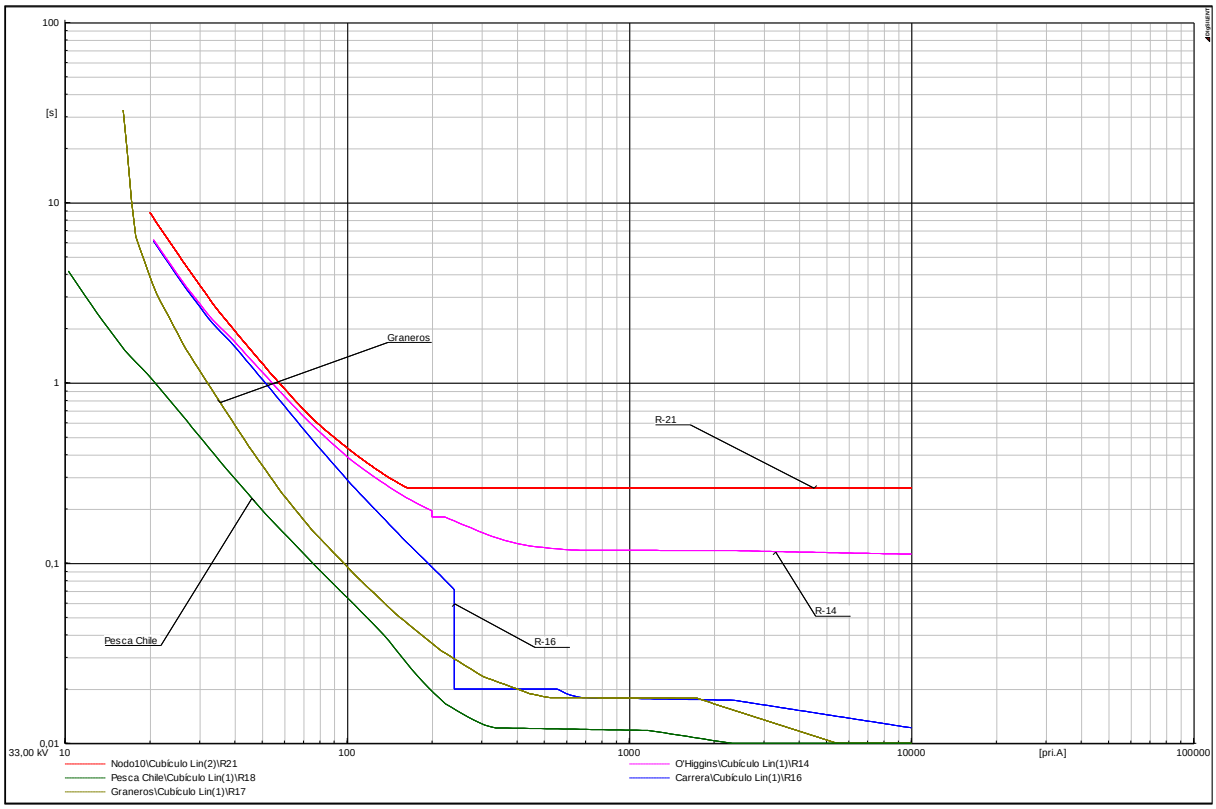



**Figura 40.** Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 2

Con el objeto de coordinar los relés residuales R14 y R21, se proponen nuevos seteos para la unidad de tierra de R14, R16, Pesca Chile y Graneros. Estos se detallan en la tabla 27 y se muestran gráficamente en la figura 40.

**Tabla 29.** Relés subsistema 2. Datos modificados

| **SUBSISTEMA 2. SETEOS MODIFICADOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | **R21** | **R14 (O`Higgins)** | **Pesca Chile** | **R16 (Carrera)** | **Graneros** |
| **Nivel de tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 170 | 120 | 80 | 110 | 40 |
| **Curva** | 117 | 111 | 117 | 111 | 164 |
| **Multiplicador** | **0.13** | **0.51** | 0.15 | **0.40** | 0.40 |
| **Sumador [seg]** | **0.13** | **0.07** | 0.00 | **0.04** | 0.00 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | ON | OFF | ON | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | 600 | **-** | 660 | 400 |
| **Tiempo min [seg]** | 0.22 | **0.12** | **-** | **0.04** | 0.02 |
| **Reconexión** | 2 | 1 | - | 1 | - |
| **Tiempo de reconexión [seg]** | 5 | 7 | - | 7 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 20 | 20 | 10 | 20 | 15 |
| **Curva** | 133 | 117 | 117 | 117 | 161 |
| **Multiplicador** | 0.6 | 1.03 | 0.70 | 1.03 | 0.60 |
| **Sumador [seg]** | **0.11** | **0.03** | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | **OFF** | ON | ON | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | 100 | 240 | 120 |
| **Tiempo min [seg]** | 0.22 | - | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| **Reconexión** | 2 | 1 | - | 1 | - |
| **Tiempo de reconexión [seg]** | 5 | 7 | - | 7 | - |

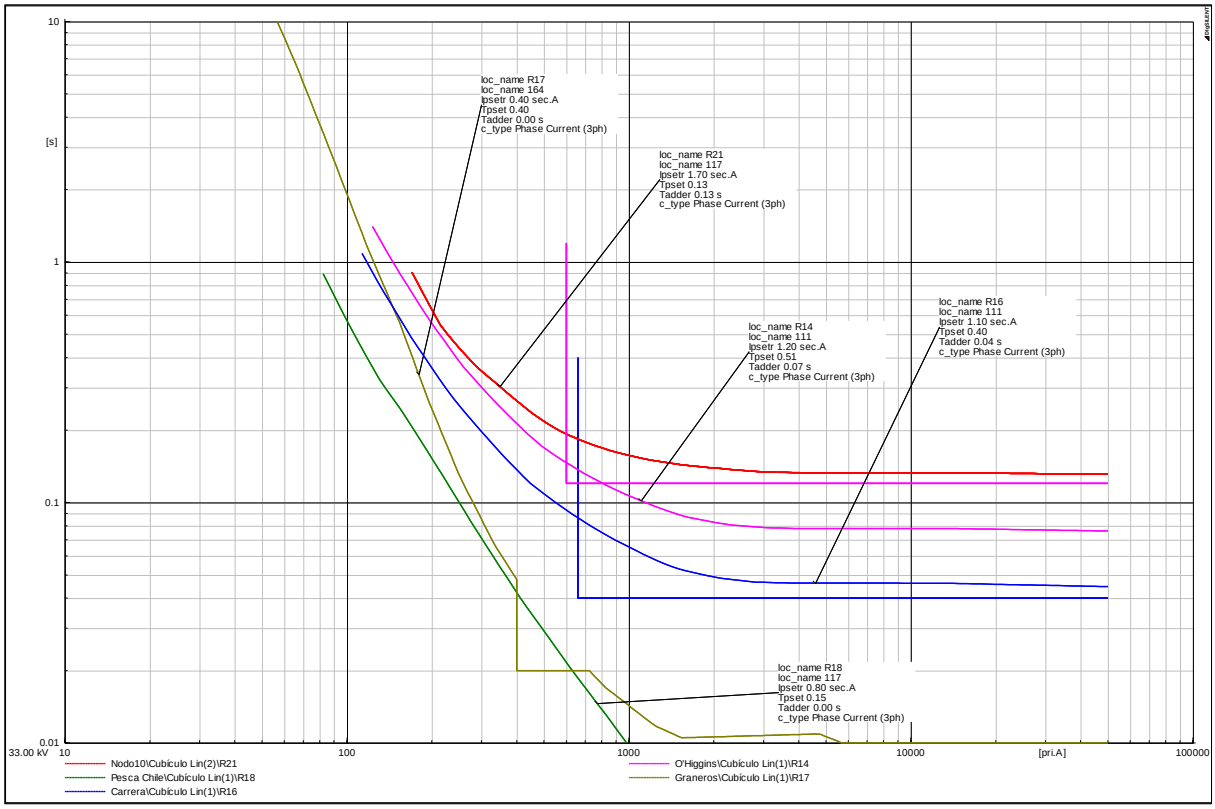



**Figura 41.** Curvas de unidades de línea. Seteos modificados. Subsistema 2

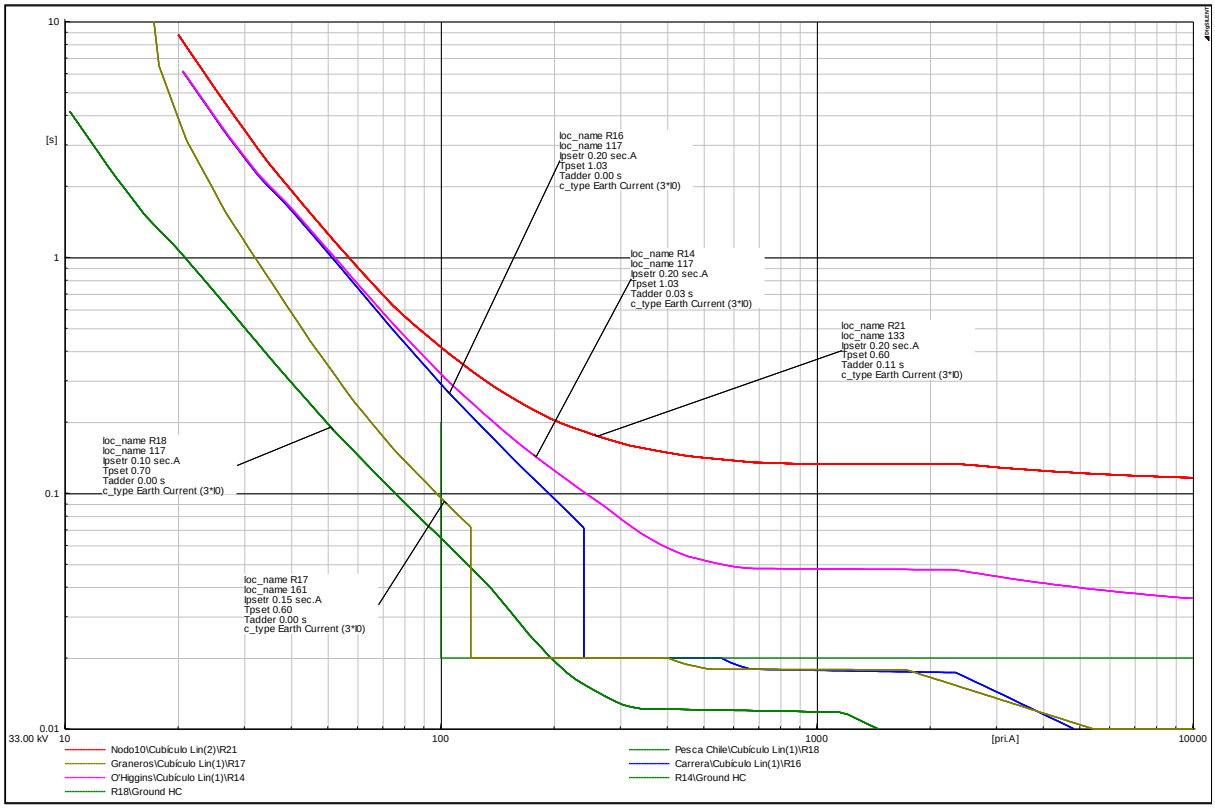



**Figura 42.** Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 2

#### *6.4.1.3 Subsistema 3*

En la tabla 25 se detallan los seteos originales de los relés del subsistema 3 según los datos obtenidos de información provista por SAESA. En las figuras 41 y 42 se muestran las curvas de fase y residuales respectivamente del subsistema 3. En este caso se tienen problemas de coordinación tanto para las unidades de fase como residuales. **La curva de R7 se solapa con la de R6 por tener mismos ajustes.**

**Tabla 30.** Relés subsistema 3. Datos originales

| **SUBSISTEMA 3** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | **R-BB** | **R-3** | **R-6** | **R-7** | **R-10** |
| **Nivel de tensión** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 75 | 50 | 45 | 45 | 40 |
| **Curva** | 138 | 138 | 132 | 132 | 115 |
| **Multiplicador** | 0.8 | 0.95 | 0.70 | 0.7 | 1.6 |
| **Sumador [seg]** | 0 | 0 | 0.02 | 0.02 | 0.06 |
| **Unidad de Alta** | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | |
| **Reconexión** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tiempo de** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 25 | 20 | 10 | 10 | 8 |
| **Curva** | 133 | 133 | 139 | 162 | 162 |
| **Multiplicador** | 1.3 | 1.5 | 2 | 1 | 1.39 |
| **Sumador [seg]** | 0.17 | 0.03 | 0 | 0 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tiempo de** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

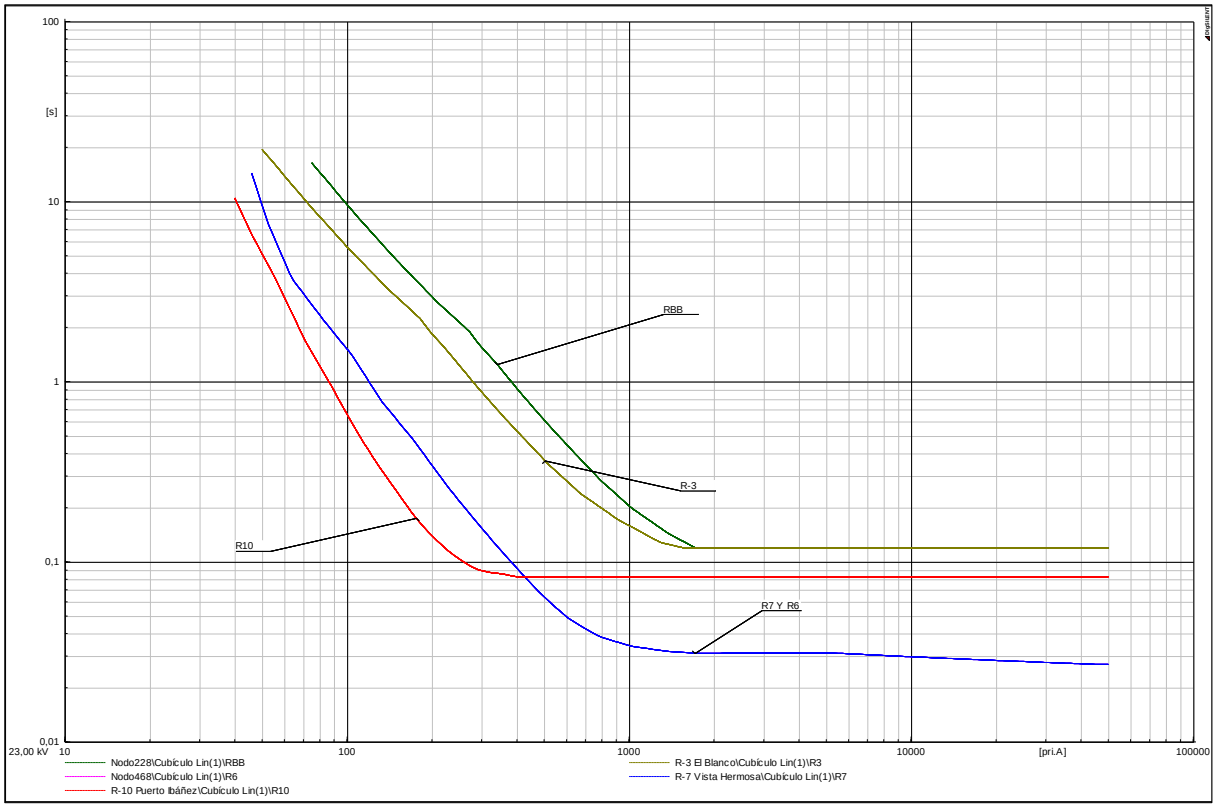



**Figura 43.** Curvas de unidades de línea. Seteos originales. Subsistema 3

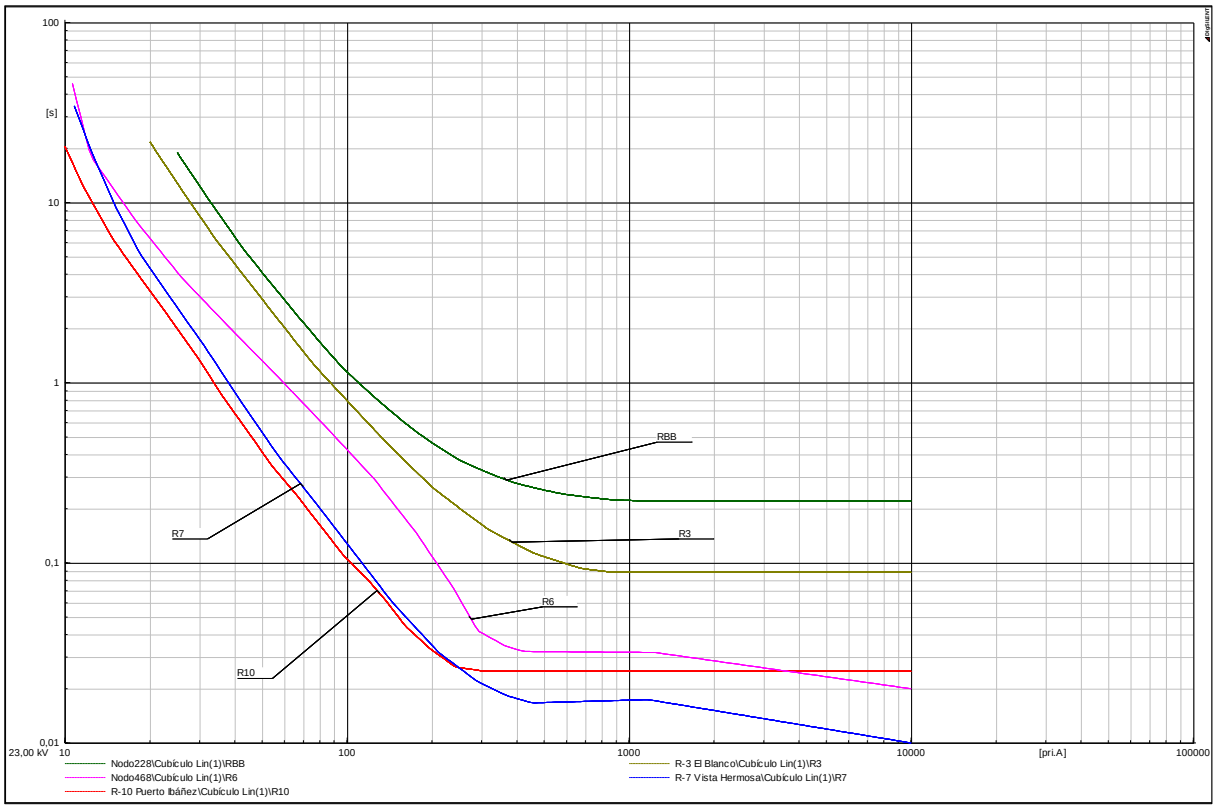



**Figura 44.** Curvas de unidades de tierra. Seteos originales. Subsistema 3

Con el objeto de coordinar los relés de fase y residuales se proponen nuevos seteos para los mismos. Estos se detallan en la tabla 26 y se muestran gráficamente en la figura 43 y 44.

**Tabla 31.** Relés subsistema 3. Datos modificados

| SUBSISTEMA 3. SETEOS MODIFICADOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre Equipo** | **R-BB** | **R-3** | **R-6** | **R-7** | **R-10** |
| **Nivel de tensión** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | **75** | **50** | **45** | **45** | **40** |
| **Curva** | **138** | **133** | **132** | **132** | **115** |
| **Multiplicador** | **0.60** | **2** | **1.50** | **1.50** | **1.76** |
| **Sumador [seg]** | **0.04** | **0.01** | **0.04** | **0.04** | **0.02** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | OFF | **OFF** | **OFF** | **OFF** | **OFF** |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | |
| **Reconexión** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tiempo de** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | **25** | 20 | **10** | **10** | **8** |
| **Curva** | **133** | 133 | **132** | **132** | **161** |
| **Multiplicador** | **1.25** | 1.5 | **2** | **2** | **1.41** |
| **Sumador [seg]** | **0.13** | 0.06 | **0.05** | **0.05** | **0.01** |
| **Unidad de Alta** | OFF | OFF | OFF | **OFF** | **OFF** |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tiempo de reconexión** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

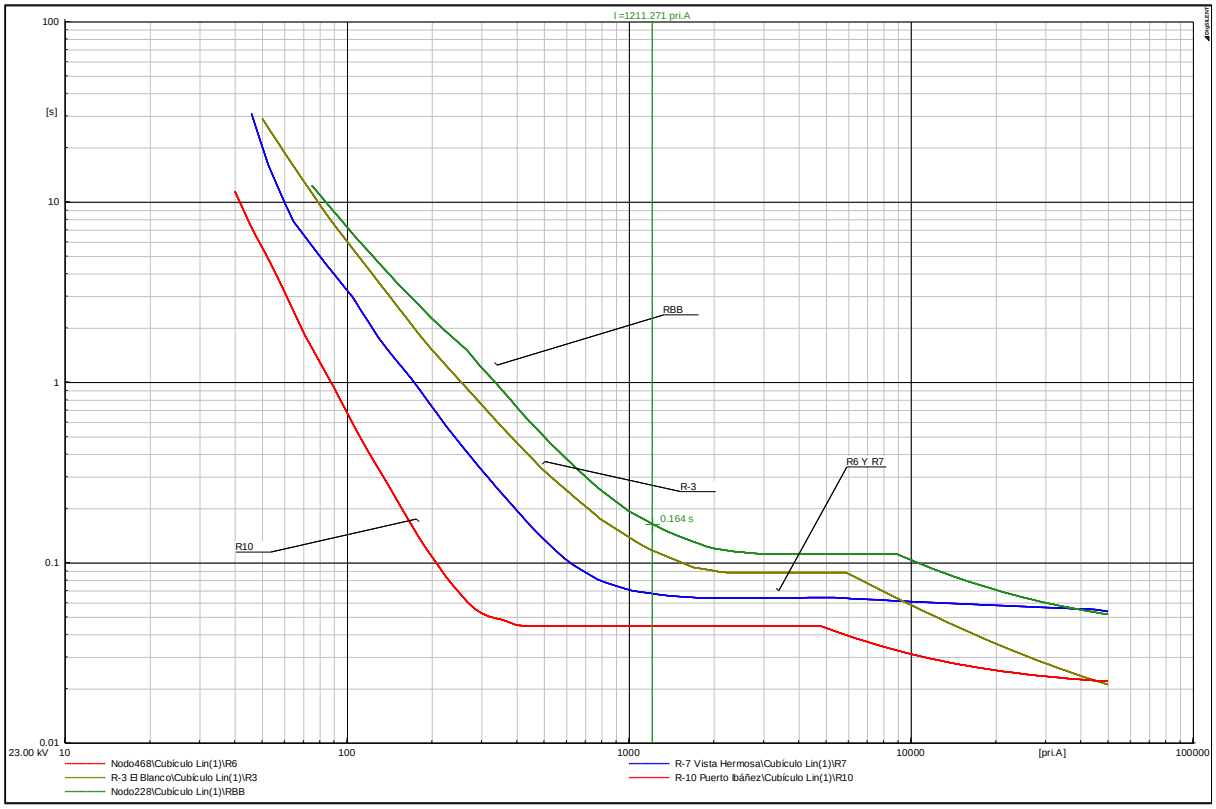



**Figura 45.** Curvas de unidades de línea. Seteos modificados. Subsistema 3

Dados los valores de corriente de cortocircuito en el subsistema 3, se tiene coordinación mediante las curvas mostradas. En la figura anterior se observa un cortocircuito delante de RBB.

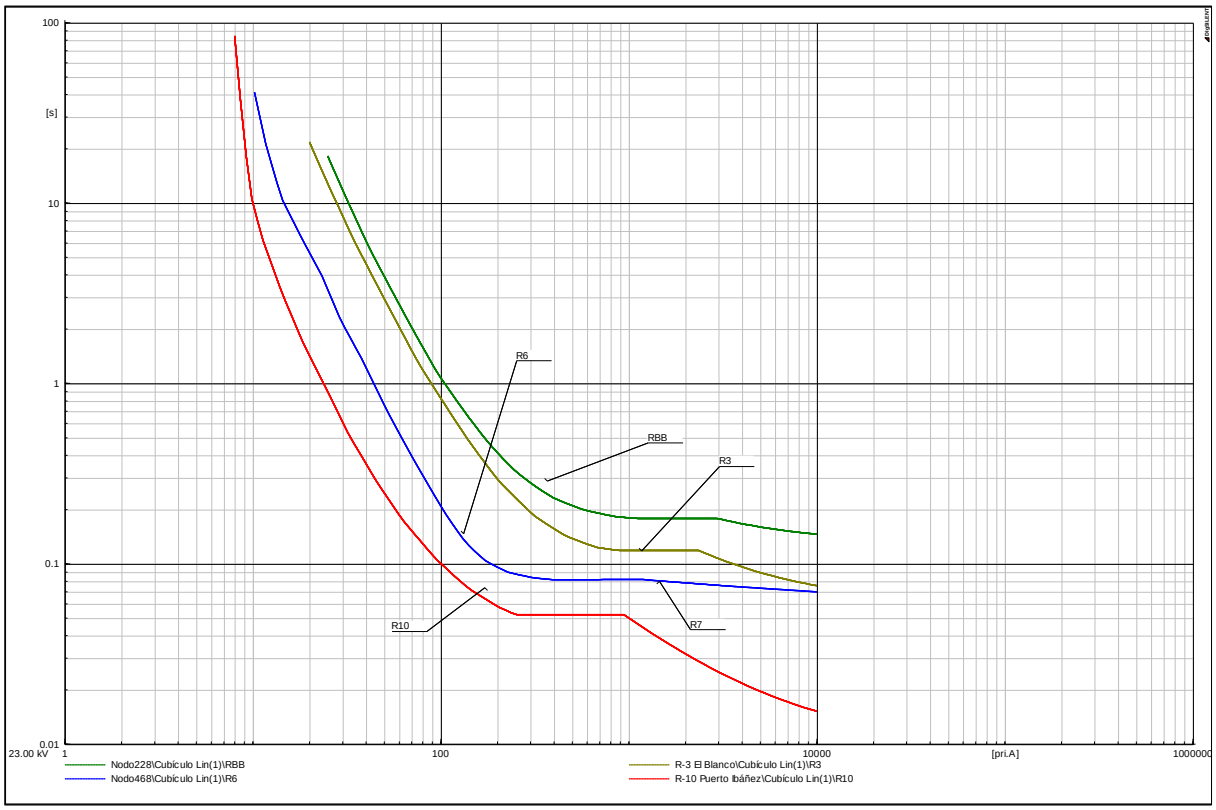



**Figura 46.** Curvas de unidades de tierra. Seteos modificados. Subsistema 3

#### 6.4.2. ZONAS DE LA RED CON APORTES DESDE VARIOS PUNTOS

Los resultados de este análisis se detallan en el anexo II.

## 6.5. Verificación dinámica de tiempos críticos de apertura

#### 6.5.1. LÍNEAS LAGO ATRAVESADO – TEHUELCHE

Actualmente, la línea de 23Tehuelche – Lago Atravesado cuenta con un esquema de protección basado en elementos de sobrecorriente direccionados hacia la línea en ambos extremos. Estos elementos de protección están debidamente coordinados con las protecciones de las SSEE Lago Atravesado y Tehuelche. Aun cuando la coordinación permite la operación selectiva, los tiempos de operación de las protecciones de sobrecorriente no son rápidos.

En la Figura 47 se observa que para una falla trifásica ubicada en una de las ternas en 23 kV que vincula la central Lago Atravesado con la Central Térmica Tehuelche las oscilaciones de potencia activa se amortiguaron en gran proporción luego de 1,5 s, y resultaron despreciables luego de 4 s, tanto para la condición de falla en barras de Tehuelche como de Lago Atravesado (siendo esta última el caso más exigente). Asimismo, se observa en la Figura 48 que el ángulo relativo de las tensiones de las barras Lago Atravesado y Tehuelche se estabilizó luego de 4 s en un valor aproximado de 8º, el cual resultó aceptable para el recierre tripolar de la línea fallada.

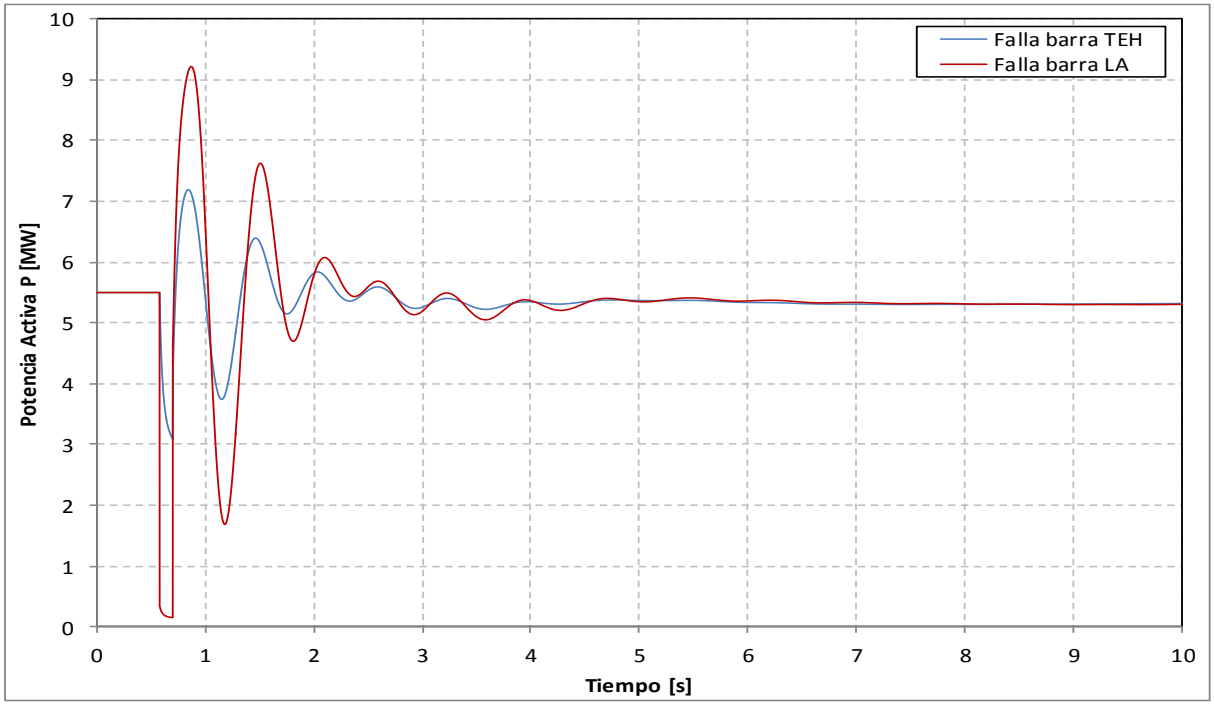



**Figura 47.** Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Potencia Activa.

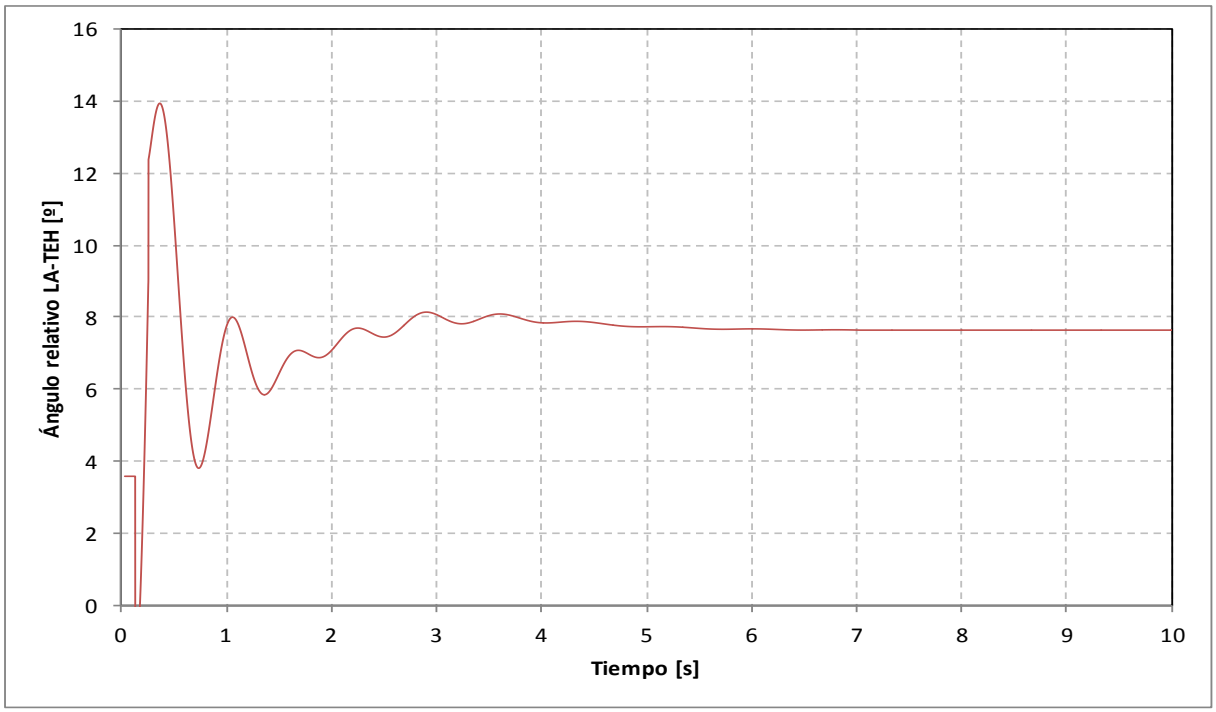



**Figura 48.** Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Ángulo relativo entre barras.

En línea con estos resultados, se simuló la falla trifásica de la línea en análisis del lado de las barras de la Central Lago Atravesado, seguida de la apertura de la misma con un tiempo total de despeje de 125 ms y finalmente su recierre tripolar 5 s más tarde.

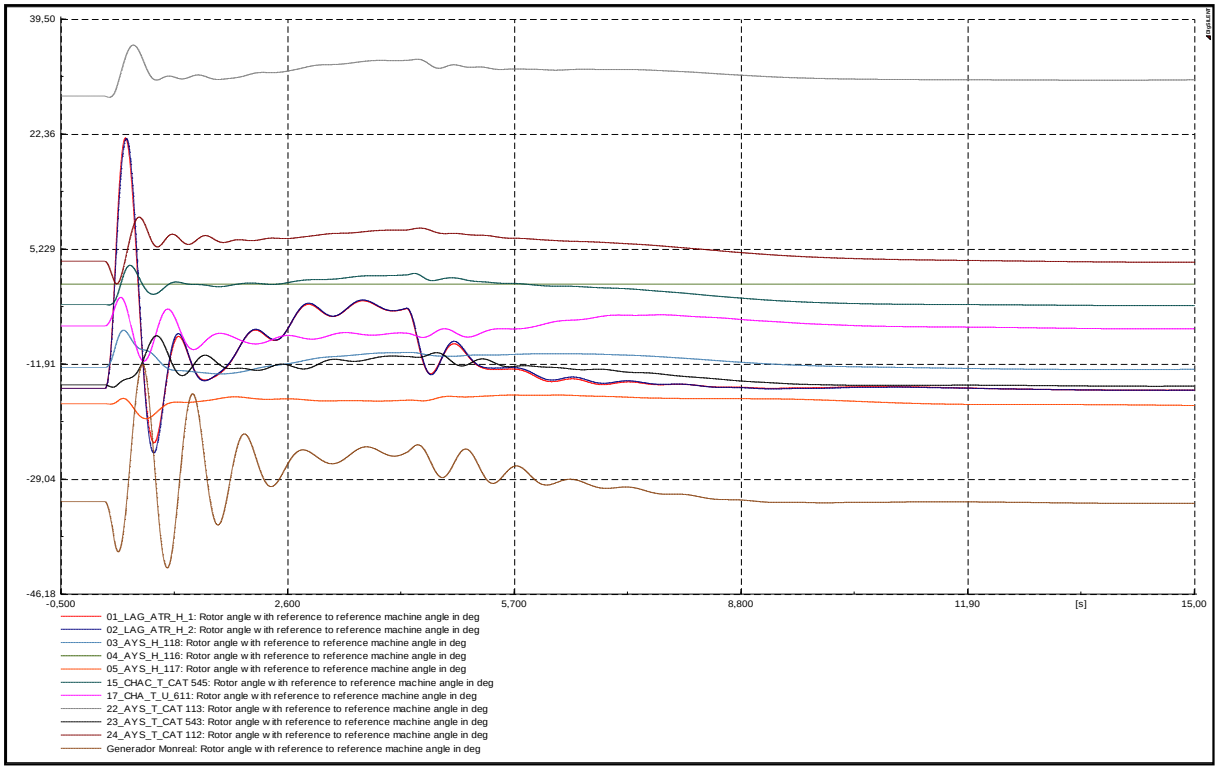



**Figura 49.** Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Ángulos relativos de generadores.

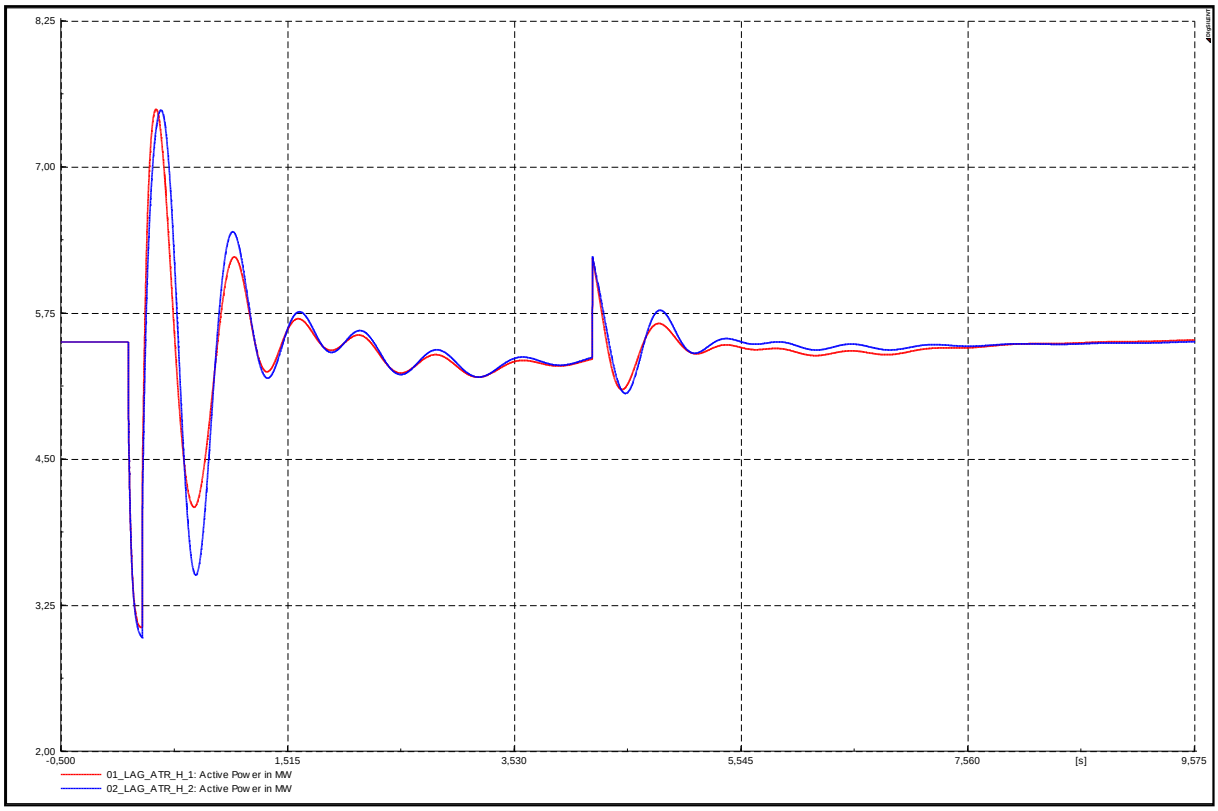



**Figura 50.** Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Potencia activa.

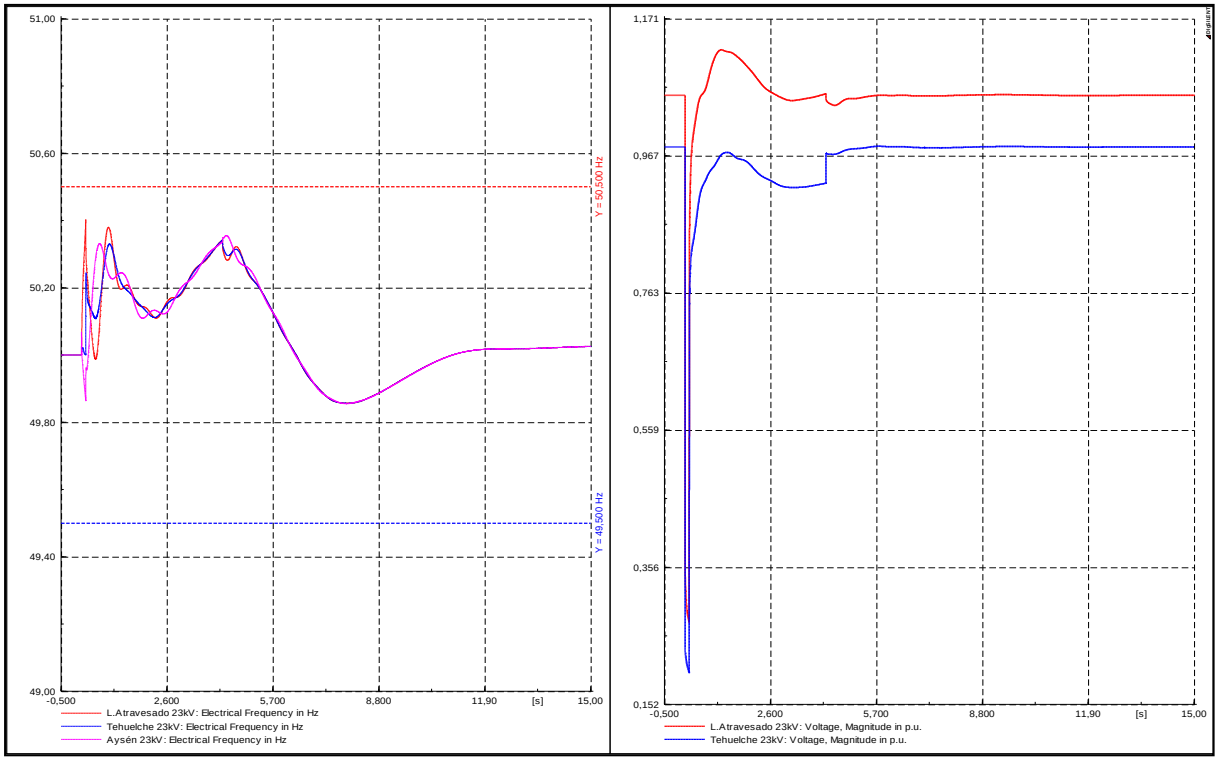



**Figura 51.** Falla trifásica línea Lago Atravesado – Tehuelche. Frecuencia - Tensión.

### 6.5.2 LÍNEAS TEHUELCHE – DIVISADERO

La actual línea de 23 kV Tehuelche – Aysén (futura Tehuelche – Divisadero 1) cuenta con un esquema de protección basado en elementos de sobrecorriente Direcciónados hacia la línea en ambos extremos. Con el fin de eliminar los tiempos de coordinación, se requiere dotar a las líneas de subtransmisión Tehuelches – Divisadero de un esquema de protección de alta velocidad inherentemente selectivo similar al propuesto para las líneas Lago Atravesado – -Tehuelche. Sin embargo, este caso no es comparable al de las últimas ya que estas son líneas extensas, sin cargas conectadas en derivación y por tanto aceptan el empleo de soluciones diferenciales de línea o de teleprotección sin restricciones. En cambio, en el caso Divisadero el circuito 1 dispone de cargas conectadas en derivación que no serán retiradas de la línea, en tanto que el circuito 2 podrá recibir retiros en derivación en el futuro.

La existencia de cargas en el circuito 1 limita la aplicación de soluciones basadas en teleprotección o diferencial de línea, toda vez que las fallas que se ubican en cualquiera de los arranques motivan la actuación no selectiva de las protecciones de cabecera. Para minimizar el impacto de esta desconexión se puede optar por instalar reconectadores en los arranques, operando en modo seccionalizador. De esta forma, fallas en los arranques pueden ser despejadas por la apertura del reconectador subsecuente al disparo de los interruptores de cabecera, para posteriormente reconectar la línea Tehuelche – Divisadero. Como alternativa adicional, es posible de temporizar el esquema de teleprotección o diferencial de línea, con el fin de permitir el despeje selectivo de los elementos de protección asociados a las cargas que se encuentran el circuito existente de la línea Tehuelche – CD Divisadero.

Atendiendo esta última posibilidad, se determinó el tiempo máximo (crítico) en que se puede temporizar el esquema tal que los generadores del entorno eléctrico no vean afectada su estabilidad transitoria. Para ello, se realizaron simulaciones dinámicas tomando como escenario base el de máxima demanda con un despacho de plena disponibilidad hidroeléctrica en Lago Atravesado y Monreal. La falla contemplada fue trifásica sin resistencia en barras de la SE Tehuelche. Se concluyó que la máquina más sensible a esta falla resultó la unidad de la CH Monreal, la cual perdió sincronismo con el resto del sistema para un tiempo de despeje de falla de 300 ms (Figura 52). Adoptando un margen de seguridad de 50 ms, se determinó que el tiempo crítico de despeje de una falla en las líneas Tehuelche – Divisadero es de 250 ms.

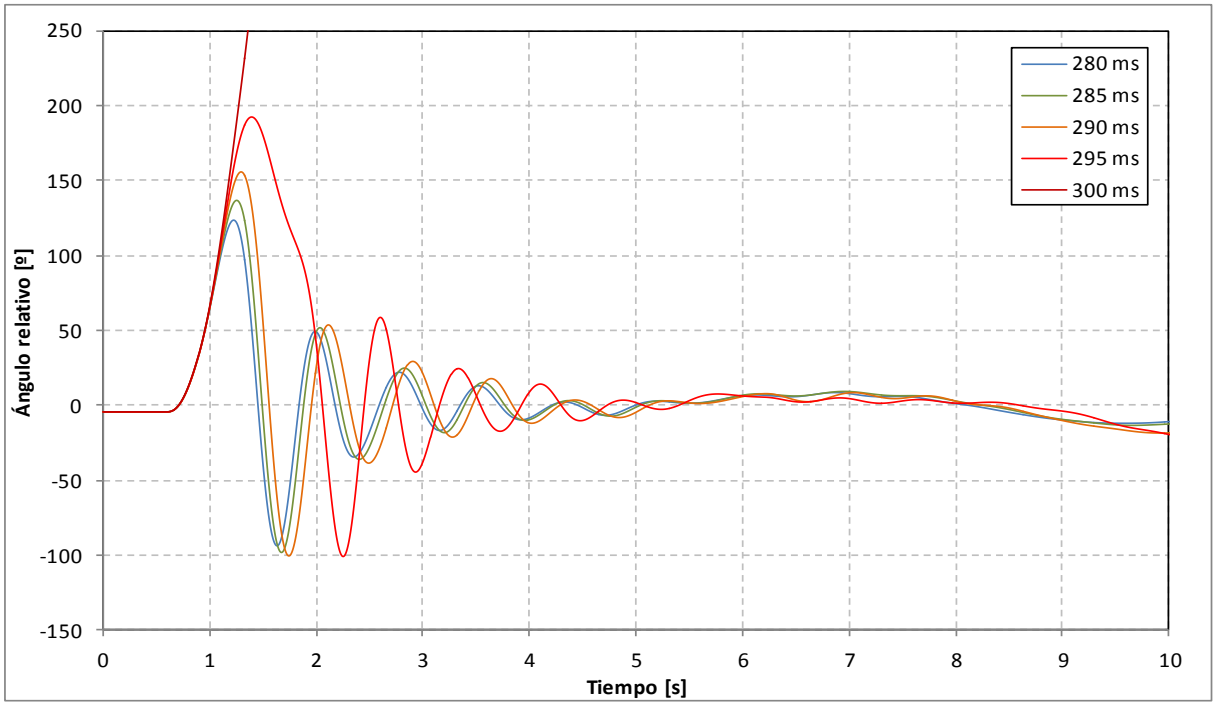


**Figura 52.** Falla trifásica línea Tehuelche - Divisadero. Ángulo relativo CH Monreal.

En la Figura 54 se observan los ángulos relativos de las distintas máquinas en servicio para un tiempo de apertura de 290 ms (mayor que el tiempo crítico recomendado), seguido de un recierre de la línea fallada, aproximadamente 5 s posterior a la apertura de la misma.

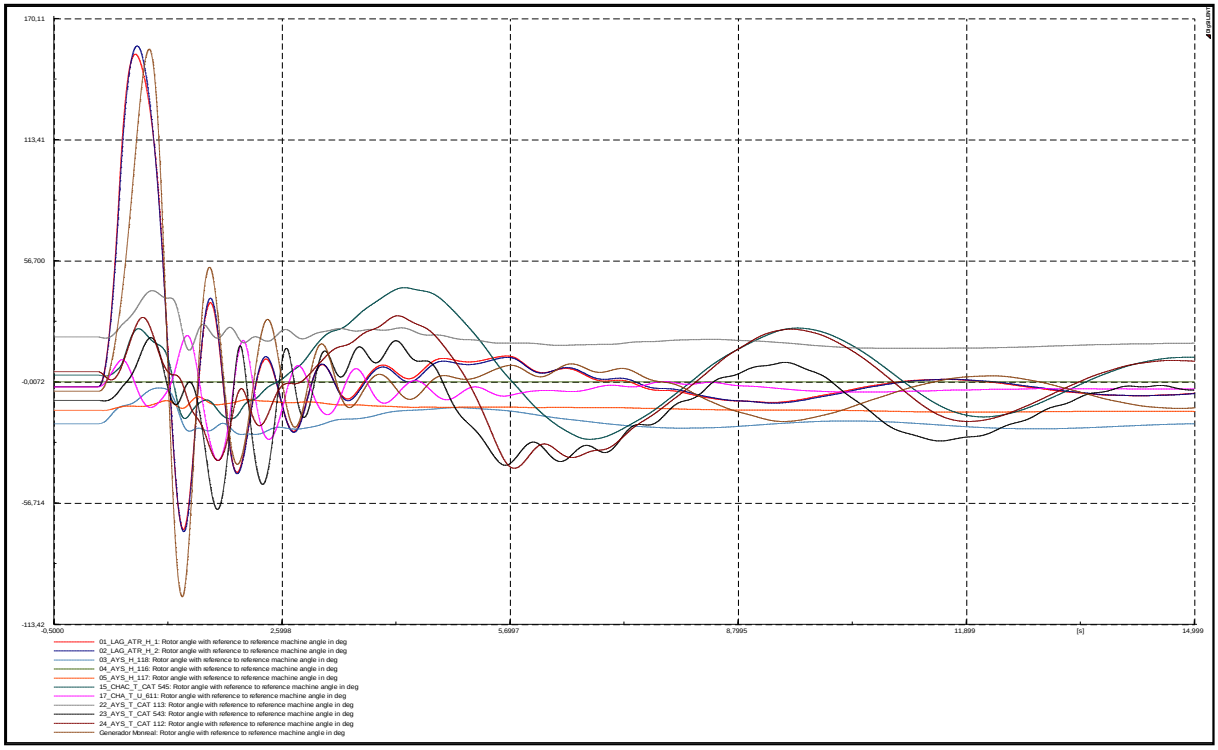



**Figura 53.** Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Ángulos relativos.

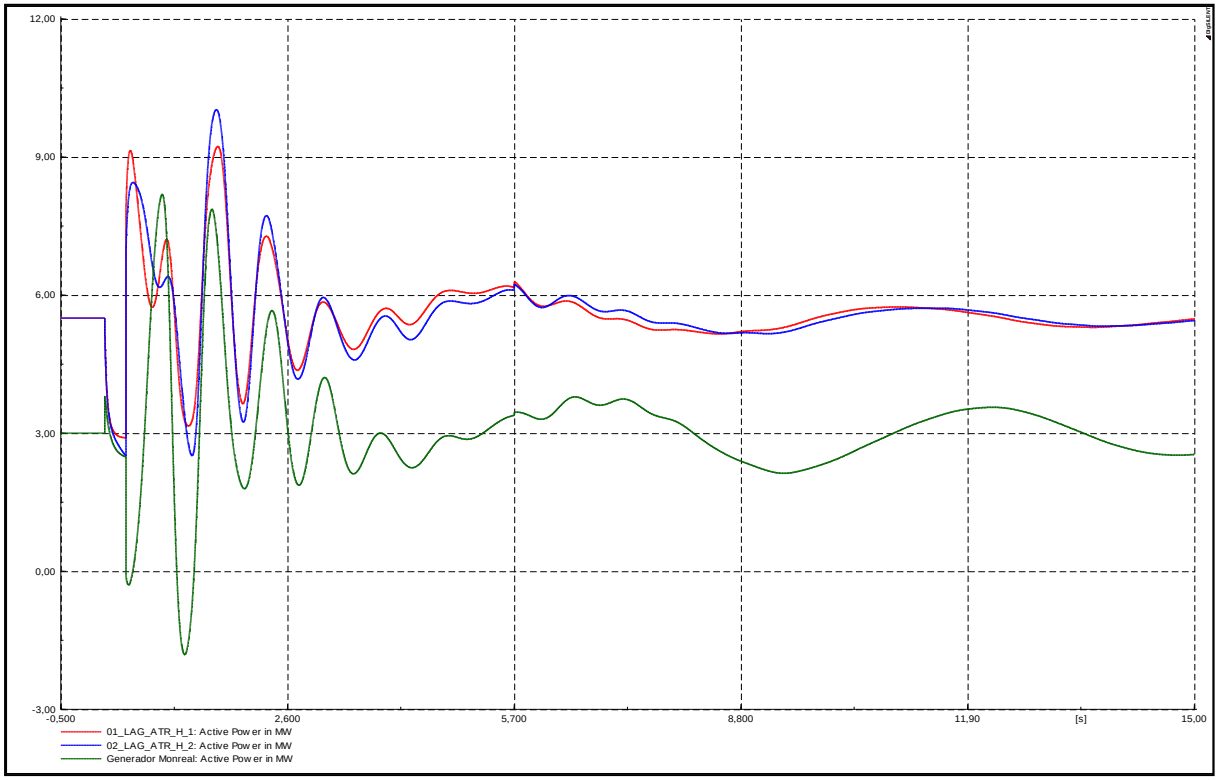



**Figura 54.** Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Potencia activa.

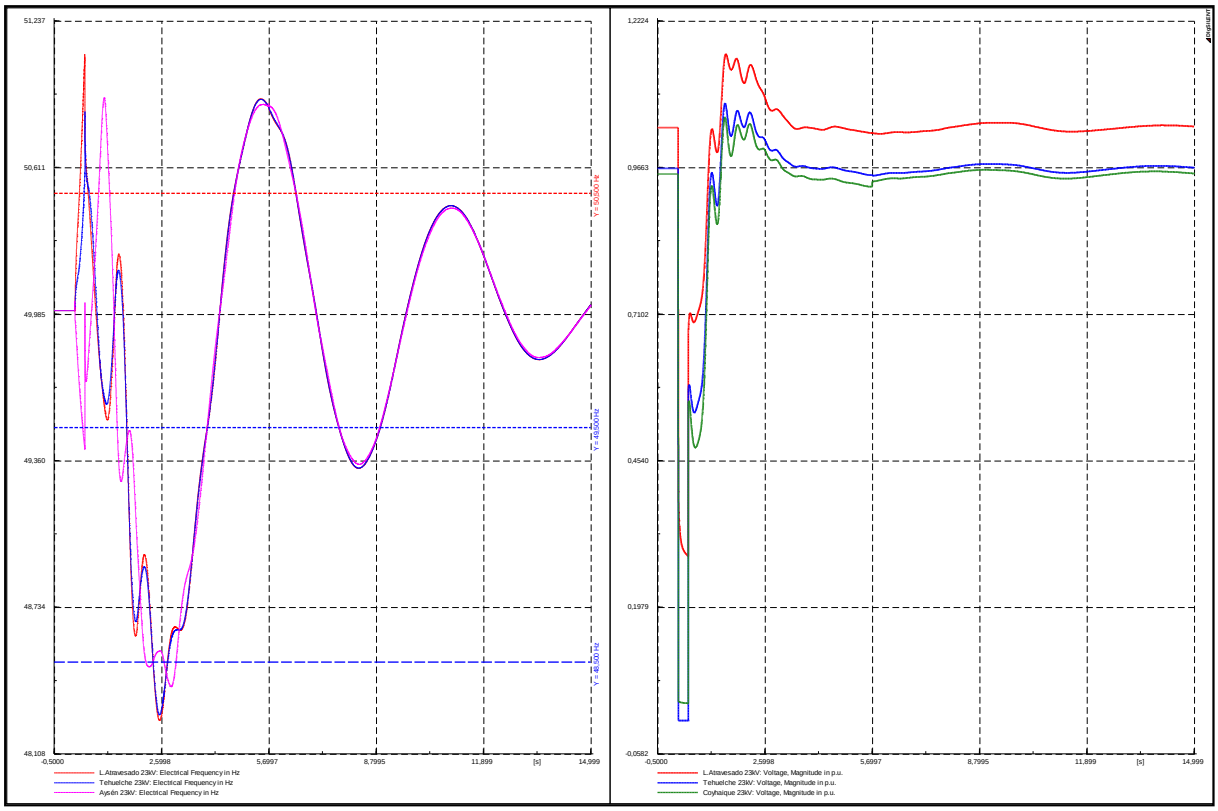



**Figura 55.** Falla trifásica línea Tehuelche – Divisadero. Frecuencia – Tensión.

## 6.6. Conclusiones

- **Inconvenientes de coordinación.** Para el caso de las redes puramente radiales se detectaron problemas de coordinación a partir de un análisis de curvas tiempo-corriente. A partir de este estudio se propusieron nuevos seteos para determinados relés. En el caso del sistema de transmisión que incluye aporte de generación, se hallaron actuaciones descoordinadas, en particular en el caso de los relés 52F2, 52E5 y 52E3.

- **Tiempo mínimo de recierre de 5 s.** Para fallas en las líneas Lago Atravesado – Tehuelche y Tehuelche – Divisadero, el tiempo mínimo de recierre en el cual las oscilaciones electromecánicas se reducen apreciablemente resultó de 5 s luego de la apertura de los interruptores.

- **Tiempo crítico de despeje de 250 ms.** Para fallas en las líneas Tehuelche – Divisadero, el tiempo para el cual alguna máquina del sistema pierde sincronismo fue de 300 ms. Tomando un margen de seguridad de 50 ms se concluyó que es posible temporizar las protecciones hasta un tiempo máximo de actuación total de 250 ms.

# 7. CONTROL DE TENSIÓN Y REQUERIMIENTOS DE POTENCIA REACTIVA

## 7.1. Objetivo

Según describe la NT en el Art. 5.3, numeral d), se establece que este estudio "deberá efectuar una verificación del cumplimiento de los estándares de SyCS establecidos en el Capítulo Nº 5, además de determinar el perfil óptimo de tensiones y los requerimientos de potencia reactiva para las Instalaciones Transmisión, con resolución semestral para un horizonte de operación de 48 meses."
Adicionalmente, la NT establece a través de su artículo 5-44 que "En Estado Normal o Estado de Alerta, los márgenes de reserva de potencia reactiva que el SM deberá mantener, serán los que se determinen de acuerdo al Estudio de Control de Tensión establecido en el Título 6-2 de la presente NT."
En efecto, mediante este estudio se determina lo siguiente:

- La barra más débil del sistema desde el punto de vista de la sensibilidad de la tensión a las variaciones de potencia reactiva.
- Contingencia más crítica desde el punto de vista del requerimiento de potencia reactiva.
- Márgenes de estabilidad de tensión para la barra más débil del sistema eléctrico a partir de curvas Q-V.

## 7.2. Metodología

Los estudios se realizaron mediante análisis de flujos de carga en estado normal y en estados de contingencia, verificando el cumplimiento de las exigencias de régimen permanente establecidas en los Artículos 5-29 y 5-30 de la NT.

Adicionalmente, se verifico que en todos los estados analizados cada unidad generadora cumpla con los límites fijados por su Curva de Capabilidad (diagrama PQ), según lo indicado en el Artículo 5-47 de la NT, tanto en la región de sobreexcitación como de subexcitación.

Se consideró un horizonte de 48 meses, extrapolando la demanda máxima para cada año futuro en función de los criterios de crecimiento de carga suministrados por SAESA. Asimismo, se analizó un escenario hidrología seca para el año 2017 y uno de mínima demanda solo para el año base, pues se supuso que proyecciones de demanda mínima para años futuros no aportan resultados representativos.

## 7.3. Escenarios de estudio

Se considera un horizonte de 48 meses y los siguientes escenarios de demanda:

Escenario demanda máxima, hidrología húmeda:

- 2014
- 2015
- 2016
- 2017

Escenario demanda mínima, hidrología húmeda:

- 2014

Escenario demanda máxima, hidrología seca:

- 2017

## 7.4. Fallas consideradas

**Tabla 32.** Fallas consideradas para estudio de control de tensión

| Falla *j* | Elemento | Observaciones / Efecto |
|---|---|---|
| 1 | Generador Lago Atravesado | Pérdida de un generador de la central, o su transformador asociado. |
| 2 | Generador CT Chacabuco U611 | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 3 | Línea 23 kV Coyhaique-Tehuelche | Pérdida de una de las líneas del doble circuito |
| 4 | Generador CH Aysén Ays 118 | Pérdida de la unidad con mayor despacho de la central, o su transformador asociado. |
| 5 | Línea 23 kV Lago Atravesado - Tehuelche | Disminución de generación el Lago Atravesado por sobrecarga de la línea restante. |

## 7.5. Resultados del control de tensión y requerimiento de potencia reactiva

Se resumen los principales resultados obtenidos del análisis de control de tensión y requerimiento de potencia reactiva, mostrándose los resultados completos en el anexo I.

### 7.5.1. IDENTIFICACIÓN BARRA MÁS DÉBIL

La barra más débil del sistema se identificó a partir de determinar el nodo del sistema de transmisión que ante variaciones de potencia reactiva presentaba mayores variaciones de tensión. Esta condición se define como la sensibilidad de la tensión de la barra con respecto a la potencia reactiva (dV/dQ).

En todos los casos estudiados, la barra que presento una mayor sensibilidad al cambio de potencia reactiva fue la de Mañihuales 33 kV. Esta barra no estaba modelada directamente en la base de datos provista por SAESA, pero se identificó inspeccionando el esquema geo-referenciado de la red Mañihuales y analizando el centro de carga del alimentador Mañihuales en el lado de 33kV.

Por otro lado, si se comparan los escenarios de demanda máxima y mínima para el 2014 se aprecia que en el caso de mínima, se tiene una mayor sensibilidad al cambio de reactiva en las barras de Aysén y Chacabuco.

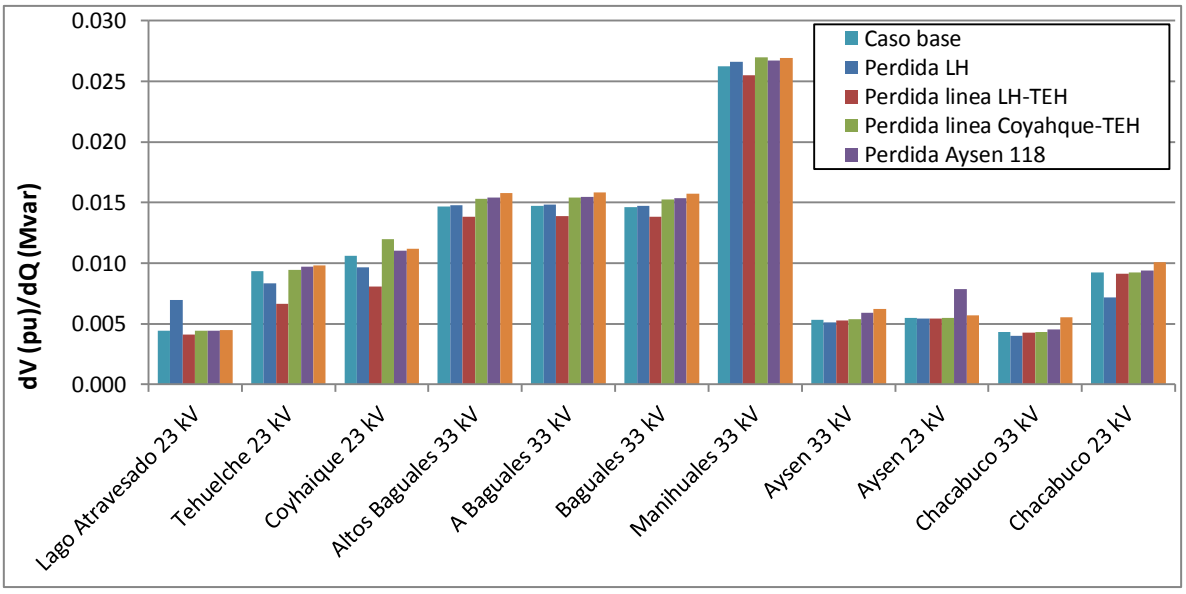



**Figura 56.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2014

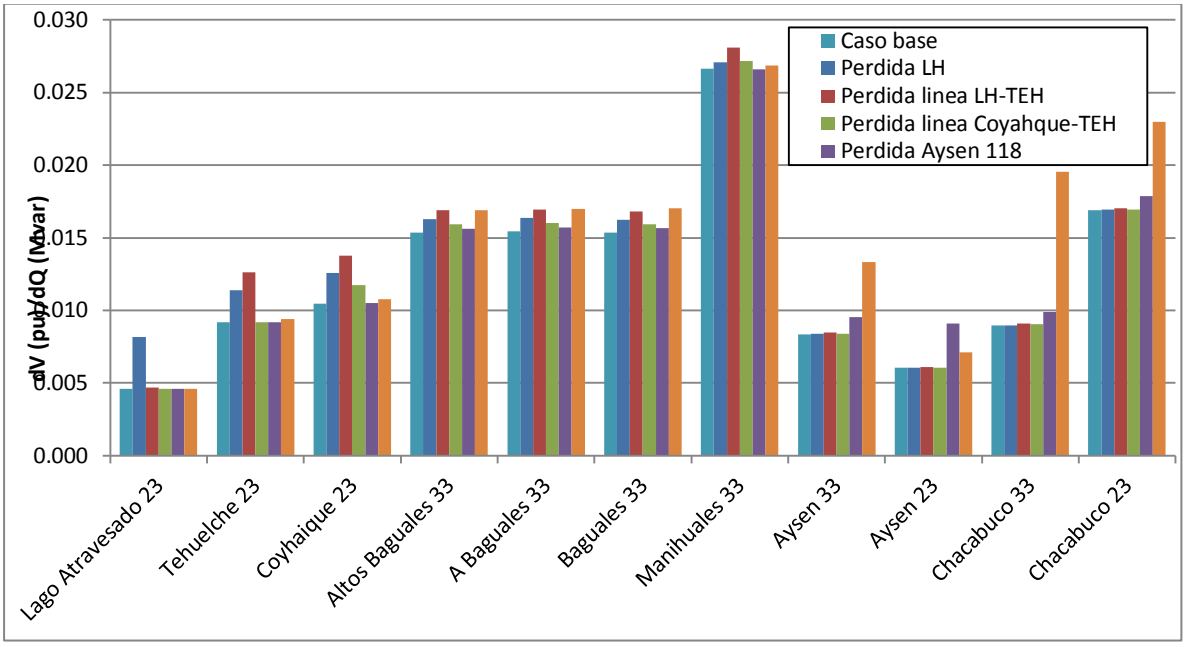



**Figura 57.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Min 2014

### 7.5.2. DETERMINACIÓN MARGEN DE TENSIÓN PARA BARRA MÁS DÉBIL- CURVAS Q-V

Luego de determinar la barra Mañihuales 33 kV como la más débil del sistema Aysén, se calcularon las curvas Q-V para dicho nodo, tanto en condición N como en estado de contingencia, según las fallas establecidas en la tabla 28. A partir de estas curvas se establece Margen de Estabilidad de Tensión (MET), el cual se define como el porcentaje que presenta la tensión post contingencia en el punto de colapso (dV/dQ=0), respecto a la mínima tensión aceptable por la NT en estado de alerta.

En las figuras 57 y 58 se muestran las curvas Q-V para el caso de máxima y mínima demanda para el año 2014 respectivamente.

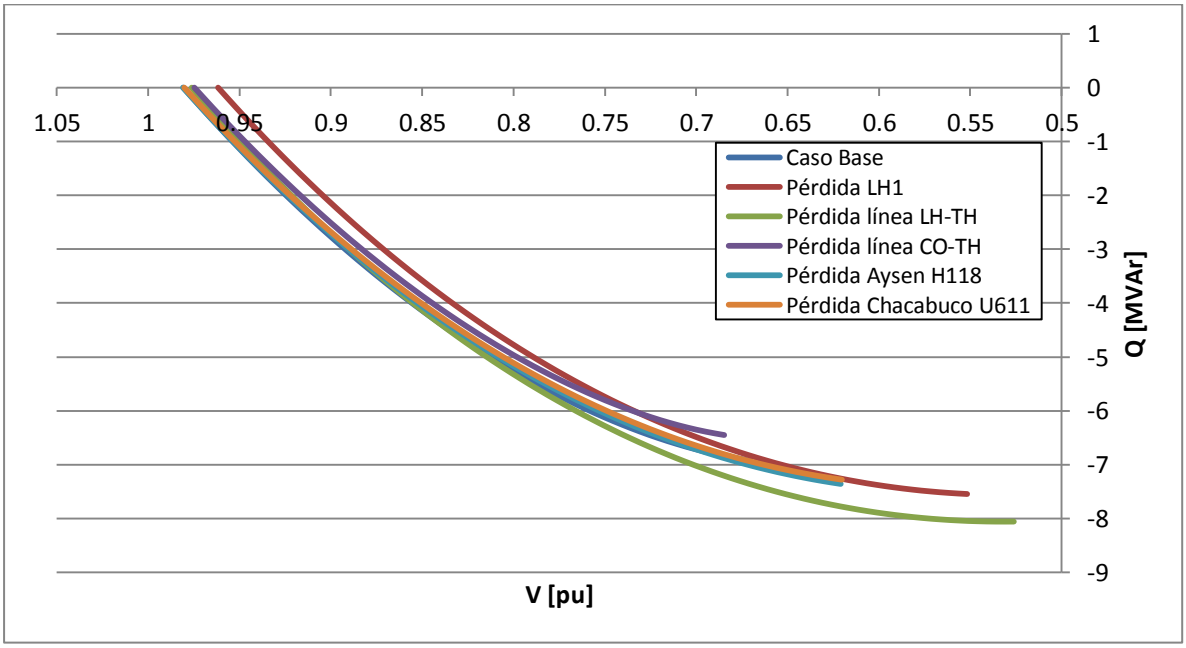



**Figura 58.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2014

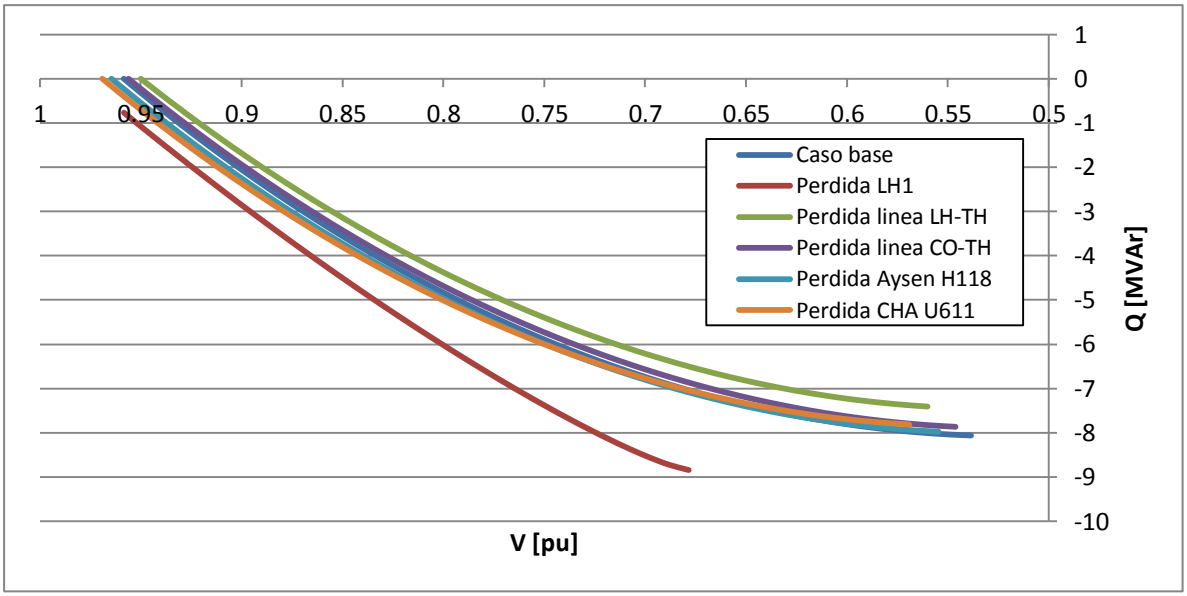



**Figura 59.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Min 2014

### 7.5.3. REQUERIMIENTO DE POTENCIA REACTIVA PARA CONTINGENCIAS EVALUADAS

En este apartado se detallan los aportes de potencia reactiva de cada una de las unidades despachadas en el caso base y para cada una de las contingencias analizadas. A modo de ejemplo, en este caso se muestran los resultados para el caso de máxima y mínima demanda para el año 2014. Nuevamente los resultados completos se encuentran en el anexo I.

**Tabla 33.** Aporte de reactiva de unidades. Max 2014

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 1,40 | 0,97 | | | 0,36 | 1,00 | 1,38 | 0,97 | 1,30 | 0,98 | 1,29 | 0,98 |
| LAG_ATR_H_2 | 1,40 | 0,97 | 2,97 | 0,88 | 0,37 | 0,99 | 1,38 | 0,97 | 1,30 | 0,98 | 1,29 | 0,98 |
| AYS_H_118 | -0,17 | 0,99 | -0,53 | 0,98 | -0,52 | 0,98 | -0,13 | 1,00 | | | 0,00 | 1,00 |
| AYS_H_116 | -0,10 | 0,99 | -0,51 | 0,98 | -0,45 | 0,98 | -0,07 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,07 | 1,00 |
| AYS_H_117 | 0,06 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,11 | 0,99 | 0,10 | 0,99 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | 1.40 | 0,66 | 1,56 | 0,71 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | 1.80 | 0.47 | 1.58 | 0,65 | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | -0,22 | 0,98 | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,37 | 0,98 | -0,03 | 1,00 | 0,05 | 1,00 | 0,42 | 0,97 | 0,51 | 0,97 | | |
| AYS_T_CAT 113 | 0,46 | 0,88 | 0,07 | 1,00 | 0,15 | 0,99 | 0,51 | 0,86 | 0,61 | 0,84 | 0,90 | 0,73 |
| AYS_T_CAT 543 | 0,44 | 0,89 | 0,05 | 1,00 | 0,13 | 0,99 | 0,49 | 0,87 | 0,58 | 0,85 | 0,88 | 0,74 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AYS_T_CAT 112 | -0,04 | 1,00 | -0,18 | 0,97 | -0,19 | 0,96 | -0,01 | 1,00 | 0,03 | 1,00 | 0,17 | 0,97 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,08 | 1,00 | 0,13 | 1,00 | -0,13 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | -0,01 | 1,00 | -0,02 | 1,00 |

**Tabla 34.** Aporte de reactiva de unidades. Min 2014

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | -0,03 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | -0,25 | 0,98 | -0,06 | 1,00 | -0,32 | 0,99 | -0,55 | 0,98 |
| LAG_ATR_H_2 | 0,93 | 0,91 | 0,93 | 0,96 | 0,71 | 0,94 | 0,90 | 0,91 | 0,64 | 0,95 | 0,42 | 0,98 |
| AYS_H_118 | 0,25 | 0,97 | 0,25 | 0,97 | 0,31 | 0,96 | 0,27 | 0,97 | 0,00 | 1,00 | 0,44 | 0,91 |
| AYS_H_116 | 0,13 | 1,00 | 0,14 | 1,00 | 0,19 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,39 | 0,98 | 0,32 | 0,99 |
| AYS_H_117 | -0,01 | 1,00 | -0,01 | 1,00 | 0,01 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,05 | 1,00 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,09 | 1,00 | 0,09 | 1,00 | 0,18 | 1,00 | 0,11 | 1,00 | 0,26 | 0,99 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,16 | 0,97 | 0,16 | 0,97 | 0,25 | 0,94 | 0,19 | 0,97 | 0,33 | 0,91 | 0,68 | 0,72 |
| AYS_T_CAT 543 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_T_CAT 112 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 1,65 | 0,18 | 1,65 | 0,18 | 1,99 | 0,15 | 1,63 | 0,18 | 1,58 | 0,19 | 1,52 | 0,19 |

## 7.6. Conclusiones

- **Operación con margen de tensión adecuado.** Inspeccionando las curvas Q-V para el caso de la barra más débil, se advierte que el margen de tensión es adecuado teniendo en cuenta las tensiones de operación tanto en condición N como en post-contingencia.

- **Aporte de reactiva de las unidades del sistema.** Tanto en condición N, como en post-contingencia el aporte de reactiva de las unidades de generación participantes se mantuvo dentro de los márgenes permitidos de operación dado por la curva de capabilidad de las máquinas.

- **Tensiones de generación lo más elevadas posible.** Para disminuir las pérdidas y favorecer la estabilidad transitoria por incremento de la cupla sincronizante en los generadores se recomienda operar el sistema con las tensiones lo más elevadas posibles, dentro del límite de operación normal.

# 8. PLAN DE RECUPERACIÓN DEL SERVICIO

En relación a los Términos de Referencia y en conformidad a lo establecido a la NT SyCS para Sistemas Medianos deben realizarse una serie de estudios con el fin de analizar la aplicación de las exigencias que indica la Norma. Entre estos estudios debe realizarse un Estudio de PRS, cuyo objetivo es establecer los mecanismos que permitan con posterioridad a un Apagón Total o Parcial restablecer el suministro eléctrico en todas las Islas Eléctricas.

Este documento corresponde al PRS actualmente vigente en el Sistema Mediano de Aysén, el cual ha sido revisado para verificar la inclusión los aspectos requeridos en la NT SyCS para los SSMM y ampliaciones de red previstas.

## 8.1. Objetivo

El objetivo del PRS es que con posterioridad a un Apagón Total o Apagón Parcial, sea posible establecer los mecanismos que permitan de una manera segura y organizada, restablecer el suministro eléctrico en todas las Islas Eléctricas afectadas en el menor tiempo posible, considerando las Cargas Críticas.

## 8.2. Descripción del Sistema Mediano de Aysén

El sistema Aysén consta de 8 centrales las cuales abastecen la demanda de la zona en su totalidad. El parque de generación se divide en centrales hidráulicas, térmicas y eólicas.

Para interconectar el sistema existen 3 líneas de transmisión llamadas Línea Aysén – Coyhaique (una parte en 33 kV y otra en 23 kV), Línea Tehuelche – Coyhaique en 23 kV y por último existe la línea Lago Atravesado – Tehuelche, dicha línea energizada en 23 kV y en doble circuito. La línea Tehuelche-Coyhaique migrara a una línea de doble circuito, denominada Tehuelche-Divisadero, a partir de la puesta en servicio en el año 2014 de la nueva estación Divisadero.

El sistema Aysén consta de una potencia total instalada de generación de aproximadamente 42.6 MW, que se divide en 20,1 MW de generación hidroeléctrica, 20,6 MW de generación térmica, y 1,95 MW de generación eólica.

Las centrales hidráulicas son Central Puerto Aysén (6,6 MW, 4 unidades), Central Lago Atravesado (10,5 MW, 2 unidades) y la Central Monreal (3 MW, 1 unidad), lo que corresponde al 44,1% del parque de generación total. Las 4 centrales térmicas se denominan Central Térmica Aysén (1,2 MW, 1 unidad), ubicada en Puerto Aysén, Central Térmica Chacabuco (9,3 MW, 6 unidades), ubicada a 7 km de Chacabuco, Central Térmica Tehuelche (10,1 MW, 6 unidades) ubicada en Coyhaique y una Central de Emergencia en Mañihuales (0,825 MW, 1 unidad). El porcentaje de generación térmica en la zona es de 48,3%. Aprovechando los recursos naturales, existe una central eólica denominada Central Alto Baguales, (1,95 MW, 3 unidades), generación correspondiente al 4,6 % de la capacidad total.

El sistema Aysén consta de tres líneas que interconectan el sistema; la primera de ellas, denominada Aysén – Coyhaique, es una línea que interconecta Central Aysén con Coyhaique, dicha línea está alimentada en 33 kV hasta S/E Alto Baguales y energizada en 23 kV hasta Coyhaique. Esta línea tiene una capacidad de transferencia de aproximadamente 4 MVA. La segunda línea corresponde a la que interconecta la Central Tehuelche con Coyhaique, cuya interconexión con Aysén se realiza a través del interruptor 52E3, alimentada en 23 kV. Por último existe la línea Lago Atravesado – Tehuelche, energizada en 23 kV y en doble circuito, que entrega la potencia proveniente desde la central Lago Atravesado a la barra de 23 kV en Central Tehuelche.

## 8.3. Generalidades del PRS

El siguiente procedimiento contempla las instrucciones que conforman el Plan de Recuperación de Servicio (PRS) del Sistema Aysén para los casos en que se produzca una pérdida del sistema de transmisión que no permita el suministro en las barras de 33 y 23 kV de Centrales de Puerto Aysén, barra de 23 kV Central Tehuelche, e Interconexión Aysén – Coyhaique.

El procedimiento considera las disposiciones establecidas en el Título 5-4 PRS de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para Sistemas Medianos (NTSyCS-SM).

#### 8.3.1. DEFINICIONES

CCT: Centro de Control de Transmisión, ubicado en la ciudad de Osorno. En condiciones normales de operación, es el coordinador del sistema.

CCD: Centro de Control de Distribución, ubicado en la ciudad de Osorno. Se encarga de la operación del sistema de distribución y tiene control directo sobre las cuadrillas de trabajo que se encuentran ubicadas en Aysén.

CO: Centro de Operación, encargado del despacho de las centrales de generación del sistema de Aysén. En el sistema existen dos centros de operación: CO Tehuelche y CO Aysén, que controlan a la Central Tehuelche y Central Puerto Aysén, respectivamente, los cuales dependen jerárquicamente del CCT. Ambos CO se encuentran ubicados en SM Aysén.

#### 8.3.2. FUNCIONES ASIGNADAS DURANTE EL PRS

Las funciones que se enumeran persiguen el propósito de ordenar la actuación de los operadores del CO y CCD con el CCT.

- La dirección de la aplicación del Plan de Recuperación de Servicio la hará el CO Tehuelche por delegación del CCT, quedando el CO de Aysén subordinado a las indicaciones del CO Tehuelche.
- Las solicitudes de autorización al CCT serán requeridas directamente por el CO de Central Tehuelche.
- La coordinación de las maniobras realizadas por las cuadrillas de trabajo en Aysén se llevará a cabo por el CCT, quien canalizará los requerimientos de los CO con el CCD, el cual tiene control directo sobre las cuadrillas.
- La verificación de las líneas del sistema de transmisión las realizará el CCT, a través de los sistemas de monitoreo y control y/o de las cuadrillas de trabajo coordinadas con el CCD.
- Los operadores de las instalaciones deberán informar a los CO respectivos y/o CCT respecto a inconvenientes o dificultades que surjan durante el PRS, de manera que el organismo coordinador respectivo pueda evaluar alternativas de recuperación, comunicando al CO Tehuelche y CCT los cambios realizados.
- CO Tehuelche autoriza a CO Aysén el inicio de plan particular de recuperación de servicio, el cual es llevado a cabo en paralelo con el plan de recuperación de servicio de CO Tehuelche.
- El CO de Tehuelche, en coordinación con Central Puerto Aysén, sincronizarán los subsistemas de Aysén y Coyhaique en Puerto Aysén (interruptor 52F2), previa autorización del CCT.
- La sincronización de Central Alto Baguales dependerá de la disponibilidad de potencia de ésta y la estabilidad del sistema.

- Cada CO podrá realizar modificaciones según su criterio en el PRS particular de la isla eléctrica que le corresponde una vez obtenida la autorización para comenzar.

#### 8.3.3. CONSIDERACIONES DE PARTIDA

- El CCT declara la existencia de un Apagón Total o Parcial a partir de la información del estado operativo del sistema, obtenida mediante el Sistema de Información, Operación y Control (SIOC) y/o informadas por los CO.
- El CCT verifica la disponibilidad de los sistemas de supervisión y control, además de las comunicaciones con los CO, operadores de subestaciones, cuadrillas móviles y personal de mantenimiento, según corresponda.
- Coordinación del CCT con los CO para apertura de interruptores del Sistema de Transmisión.
- El CO Tehuelche y CO Aysén verifican estado de unidades de generación e instalaciones principales de las centrales, informando al CCT y al CO Tehuelche de posibles averías que produzcan indisponibilidades para la posterior recuperación del servicio. Además, se debe identificar las unidades con disponibilidad para la partida autónoma y toma carga.
- Identificar componente fallada mediante los equipos de monitoreo del CCT o a través de información entregada por CO Tehuelche y/o CO Aysén, en caso de indisponibilidad de los sistemas de supervisión y control.
- CCT coordina con los CO el aislamiento de la falla mediante equipos y dispositivos disponibles en el sistema.
- CCT delega en CO Tehuelche el inicio del Procedimiento del PRS.

#### 8.3.4. COMUNICACIONES

- La ocurrencia de un colapso parcial o total del Sistema Aysén exige una pronta respuesta de los operadores, tanto para la caracterización del episodio y de sus consecuencias como para la ejecución de instrucciones y comandos tendientes a la más rápida reposición del servicio.
- Frente a un colapso el CO Tehuelche tomará contacto prioritariamente con los CO Aysén con el propósito del arranque autónomo de las centrales con capacidad y habilitación efectiva, y de separación del Sistema de Transmisión en las islas necesarias para permitir la reposición parcial del servicio en aquellas áreas que disponen de generación local autónoma.
- Con el fin de evitar la saturación de las comunicaciones, éstas se establecerán en orden jerárquico desde el CO Tehueche. Los operadores de los centros evitarán establecer otros itinerarios de comunicaciones durante la emergencia. El CO Aysén que, habiendo presumido la ocurrencia de un colapso, no recibieran dentro de los primeros cinco minutos la comunicación de los CO Tehueche, intentarán comunicarse en primera instancia con este centro y de no lograrlo con el CCT y/o CCD.

#### 8.3.5. INICIALIZACIÓN DEL PRS

- Disponer interruptores según esquema de Recuperación de Servicio, en el estado que se describe en el procedimiento para los sistemas de Coyhaique y Aysén.
- Deshabilitar esquema de baja frecuencia de Central Tehuelche.
- Mantener esquema de sincronización automático de Central Alto Baguales con control en manual.
- Central Tehuelche energiza su barra de 23 kV.

- Central Puerto Aysén energiza su barra 33 y 23 kV.
- Central Lago Atravesado, Monreal y Alto Baguales disponibles para sincronizar según requerimiento del CCT o CO Tehuelche.

#### 8.3.6. GENERALIDADES DE LA RESTAURACIÓN DE LA RED

A los fines del PRS del Sistema Aysén, primero se restaura la red desde la Central Tehuelchey desde la Central Puerto Aysén, y posterior sincronización.

Con energía proveniente de Central Tehuelche se recuperan los consumos alimentados desde la barra de 23 kV de Tehuelche y del sector de Ogana lo que corresponde a la ciudad de Coyhaique, Balmaceda, Villa Frei y Puerto Ibáñez. En caso de existir indisponibilidad de potencia en Central Tehuelche se dispone de la Central Lago Atravesado y Central Monreal.

La Central Tehuelche permiten recuperar el consumo de los siguientes alimentadores en:

- Barra Tehuelche
    - RE-7 Alimentador Balmaceda (A-804).
    - RE-4 Alimentador Isla – Alto (A-805).
- Barra Coyhaique
    - RE-1 Alimentador Bajo (A-807)
    - RE-2 Alimentador Medio (A-808)

Con energía proveniente de la Central Puerto Aysén se recuperan los consumos alimentados desde la barra de 23 y 33 kV con lo que se alimentan los consumos de Aysén y Puerto Chacabuco.

- Barra Aysén 23 kV
    - RE-6 Alimentador Aysén Sur. (A-821)
    - RE-8 Alimentador Aysén Centro. (A-801)
- Barra Aysén 33 kV
    - RF-5 Alimentador Chacabuco. (A-802)

Una vez recuperado todos los consumos se sincronizan las centrales Tehuelche y Puerto Aysén en Puerto Aysén por medio del interruptor 52F2 (A-806). En caso alguno de los subsistemas se observe con capacidad de generación insuficiente para satisfacer el total de su demanda local, en forma previa a la interconexión se deberá desprender carga en los alimentadores del (o de los) subsistemas deficitarios de forma tal que se permitan las condiciones de necesarias para la sincronización en el interruptor 52F2. Una vez realizada la sincronización e interconexión de los subsistemas, y sólo en caso de permitirlo la capacidad de generación total disponible en el sistema y la seguridad en la operación del mismo, se restablecerá el servicio en los alimentadores desconectados.

## 8.4. Procedimiento del PRS

La aplicación del plan dependerá del estado en que se encuentren las instalaciones y cada CO podrá realizar modificaciones en el PRS según particularidades de la isla eléctrica. Las particularidades están relacionadas a la caída total o parcial de servicio, estado de interconexión Aysén-Coyhaique (Divisadero), disponibilidad de potencia en Central Alto Baguales, Central Aysén, Central Chacabuco, Central Lago Atravesado y Monreal.

**Tabla 35.** Proceso de RPS

| Sistema Coyhaique | | |
|---|---|---|
| **1** | **CO Tehuelche** | Disponer de estado de interruptores de acuerdo al esquema de recuperación de servicio. Abrir equipos no operados 52E3 Divisadero – Baguales, , RE1 Bajo (A-807), RE2 Medio (A-808), RE4 Isla-Alto (A-805), y RE7 Balmaceda (A-804)<br>OBS: Si el RE4 Isla Alto en tehuelche habría que considerar que la condición futura del Alimentador será con un Interruptor en el CD Divisadero |
| **2** | **CO Tehuelche** | Autorizar a C. Aysén inicio de plan particular de recuperación de servicio. |
| **3** | **CO Tehuelche** | Confirmar que se encuentra cerrado el desconectador bajo carga DBC 89EBG, previsto para seccionar la Barra de Generación de la Central Térmica Tehuelche, y 52EB2, que energiza Barra de Alimentadores 2 de la subestación Tehuelche (ver gráfica a continuación de la nueva disposición de la ET Tehuelche). |
| **4** | **CO Tehuelche** | Energizar Barra 23 kV con energía de Grupo Térmico (cualquier unidad,). |
| **5** | **CO Tehuelche** | Energiza alimentador RE7 – Balmaceda (A-804). |
| **6** | **CO Tehuelche** | Cierra 52E6 Alimentador Expreso entre Tehuelche y CD Divisadero (A-XXX), con esto se energiza hasta las cabeceras de alimentadores de Coyhaique. |
| **7** | **CO TEHUELCHE** | Con disponibilidad de potencia en Central Tehuelche se cierra Alimentador RE1 Bajo (A-807) en Divisadero. Si la demanda es alta y no permite su cierre completo se seccionará la red en Rec. R-1 El Arenal. |
| **8** | **CO Tehuelche** | Con disponibilidad de potencia en Central Tehuelche se cierra Alimentador RE2 Medio (A-808) en Divisadero. Si la demanda es alta y no permite su cierre completo se seccionará la red en Rec. R-11 – Freire con Las Quintas. |
| **9** | **CO Tehuelche** | Con disponibilidad de potencia en Central Tehuelche se cierra Alimentador RE4 Isla-Alto (A-805) en Central Tehuelche, si la demanda es alta y no permite su cierre completo se seccionará la red en Rec. R-12 – Los Coigues. |
| **10** | **CO Tehuelche** | Cierra 52E3 Línea 23 kV Alto Baguales-Divisadero, con esto se energiza hasta los reconectadores R8 Baguales y R9 Mañihuales, quedando con energía las localidades de Villa Ortega, Ñirehuao, El Gato y Mañihuales |
| **11** | **CO Tehuelche** | Con disponibilidad de potencia en Central Tehuelche se chequea y cierra Interruptor 52E3 – Interconexión Aysén Coyhaique, Previa verificación de Sincronismo con 52F2 en Central Puerto Aysen, con esto se energiza línea de 33 kV hacia Aysén. |
| **12** | **CO Tehuelche** | Según disponibilidad de recursos, sincronizar Central Hidroeléctrica Lago Atravesado y Central Monreal. |
| **13** | **CO Tehuelche** | Coordinar con CO Aysén (Central Puerto Aysén) y CCT la sincronización del sistema (cierre de Interruptor 52F2). |

| Sistema Aysén | | |
|---|---|---|
| **1** | **CO Aysén** | Disponer de estado de interruptores de acuerdo al esquema de recuperación de servicio. Abrir equipos no operados 52F2 Aysén-Coyhaique (A-806), RE6 Aysén centro (A-801), RE8 Aysén sur (A-821), RF5 Chacabuco (A-802) y R21. |
| **2** | **CO Aysén** | Central Hidroeléctrica Aysén y Grupo N° 5114 Caterpillar energizan barra 23 kV y 33 kV, de acuerdo a disponibilidad. |
| **3** | **CO Aysén** | Se energiza Alimentador RF5 – Chacabuco (A-802). |
| **4** | **CO Aysén** | Con Disponibilidad de potencia en Central Térmica Aysén y Chacabuco, cerrar Alimentador RE8– Aysén Centro (A-801). |
| **5** | **CO Aysén** | Con disponibilidad de potencia en Central Térmica Aysén y Chacabuco cerrar Alimentador RE6 - Aysén Sur (A821). |
| **6** | **CO Aysén** | Con disponibilidad de potencia en Central Térmica Aysen y Chacabuco cerrar reconectador R-21 |
| **7** | **CO Aysén** | Según disponibilidad de recursos sincronizar Central Hidroeléctrica Aysen |
| **8** | **CO Aysén** | Coordinar con CO Tehuelche (Central Tehuelche) y CCT la sincronización del sistema (cierre de Interruptor 52F2). |

Nueva topología para la ET Tehuelche: Diagrama Unilineal Barras de la central Tehuelche con esquema de protecciones propuesto

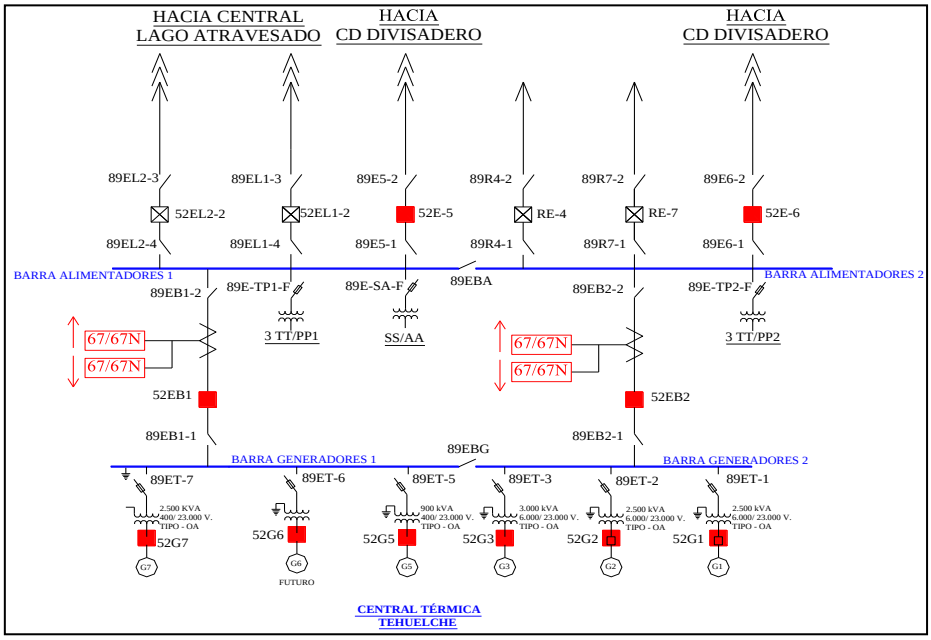



**Figura 60.** Nueva Topología ET Tehuelche

Una vez recuperado los consumos en Coyhaique y Aysén se deben sincronizar los subsistemas en Central Puerto Aysén por medio del Interruptor 52F2, previa autorización por parte del CCT quien se encarga de verificar con el CCD el estado operacional de las líneas.

Con el sistema estabilizado se sincroniza la Central Lago Atravesado y Central Monreal, y ambas se hacen cargo de la regulación de frecuencia y la carga inicia de la Central

Tehuelche (luego fuera de servicio). Si las condiciones del momento lo permiten se sincroniza la Central Eólica Alto Baguales.

Se debe tener presente que la Central Puerto Aysén es hidráulica de pasada por tanto su potencia quedara sujeta al recurso disponible del momento, y en caso que existe escasez del recurso natural se dispone de unidades térmicas en dicha Central (con uso de unidades sujeto a condiciones especiales) y de la Central Térmica Chacabuco.

# 9. ANEXOS

## 9.1. ANEXO I: RESULTADOS COMPLETOS REGULACIÓN DE TENSIÓN

En el presente anexo se muestran los resultados completos para todos los escenarios analizados del estudio de regulación de tensión.

### 9.1.1 IDENTIFICACIÓN BARRA MÁS DÉBIL

En las siguientes figuras se muestra la sensibilidad dV/dQ para todas las barras analizadas y escenarios futuros.

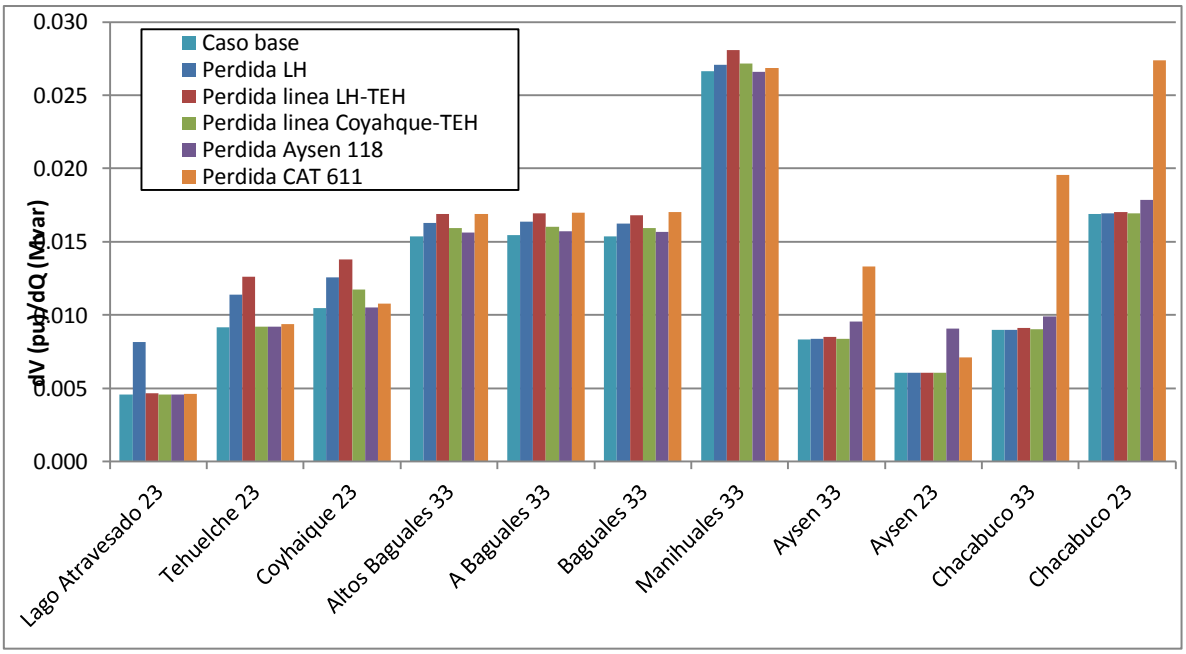



**Figura 61.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Min 2014

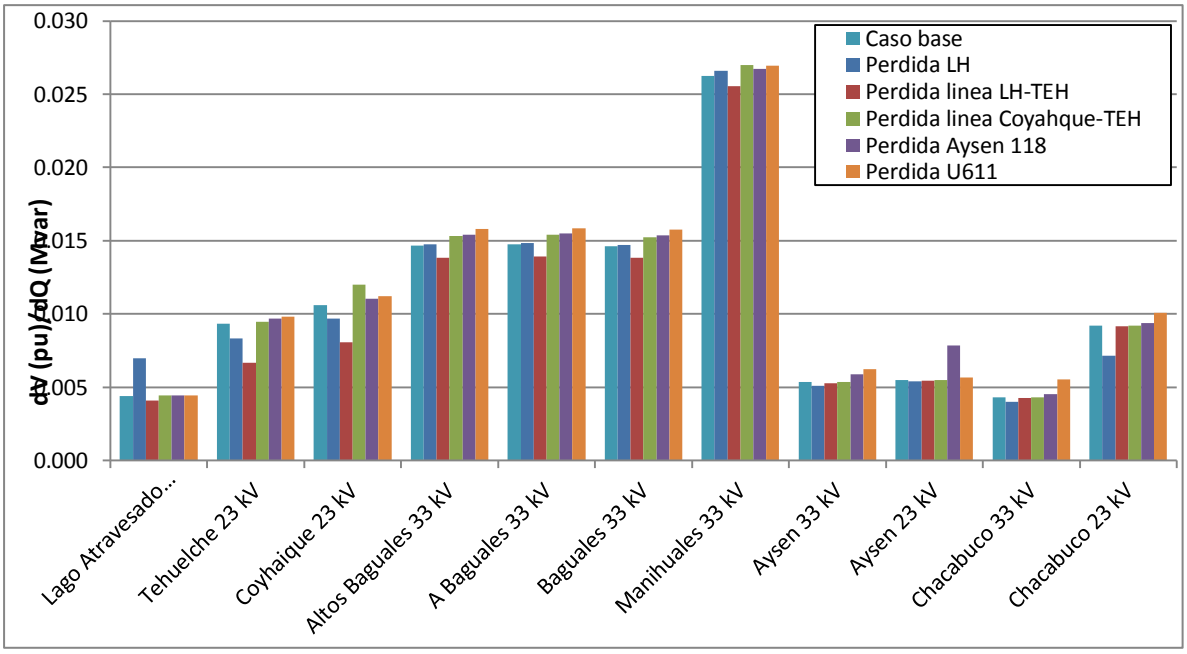



**Figura 62.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2014

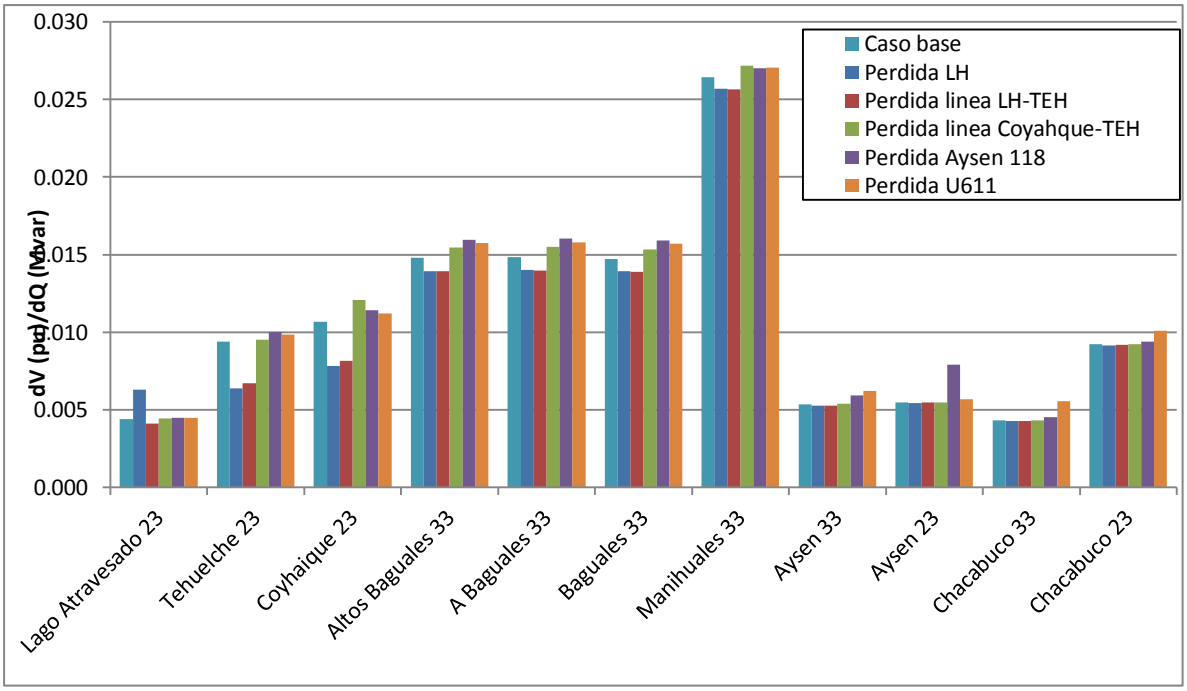



**Figura 63.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2015

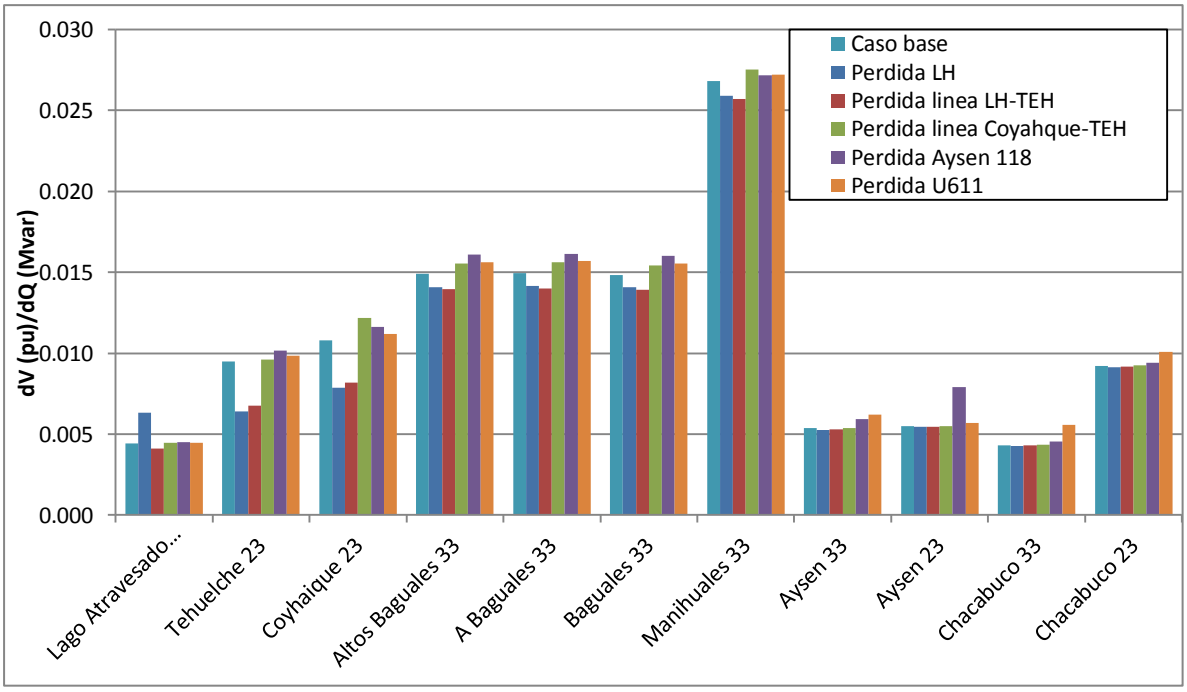



**Figura 64.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2016

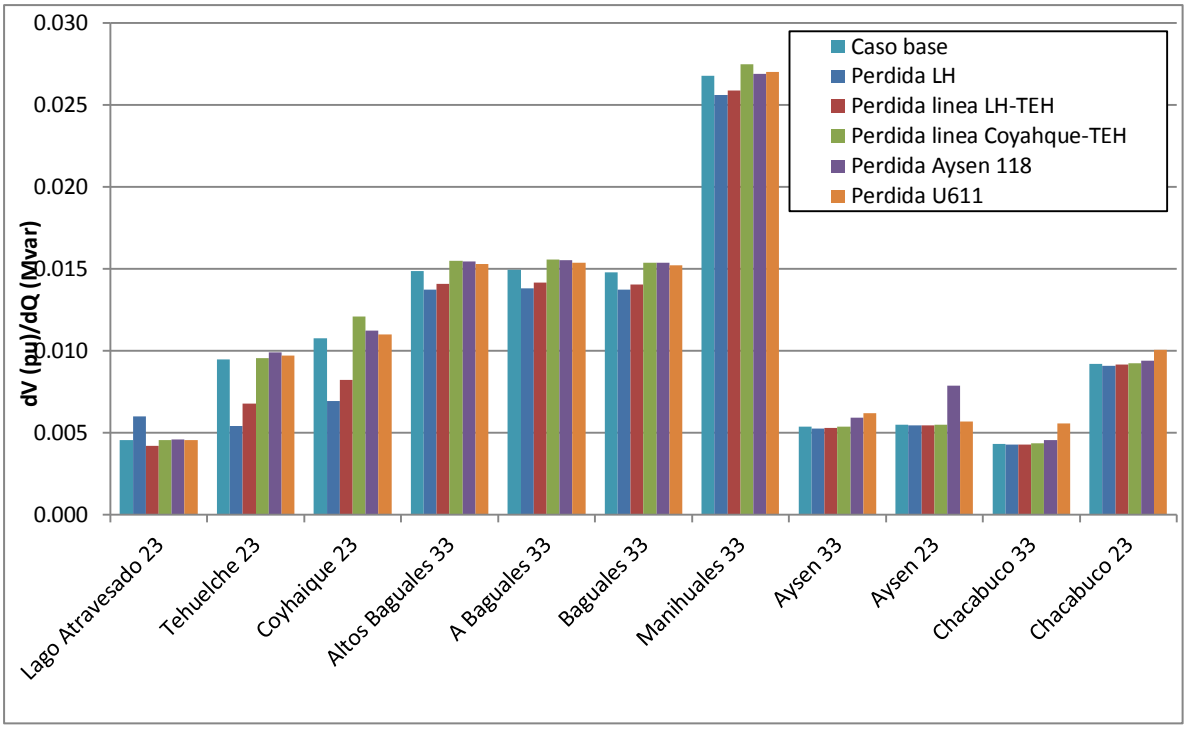



**Figura 65.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2017

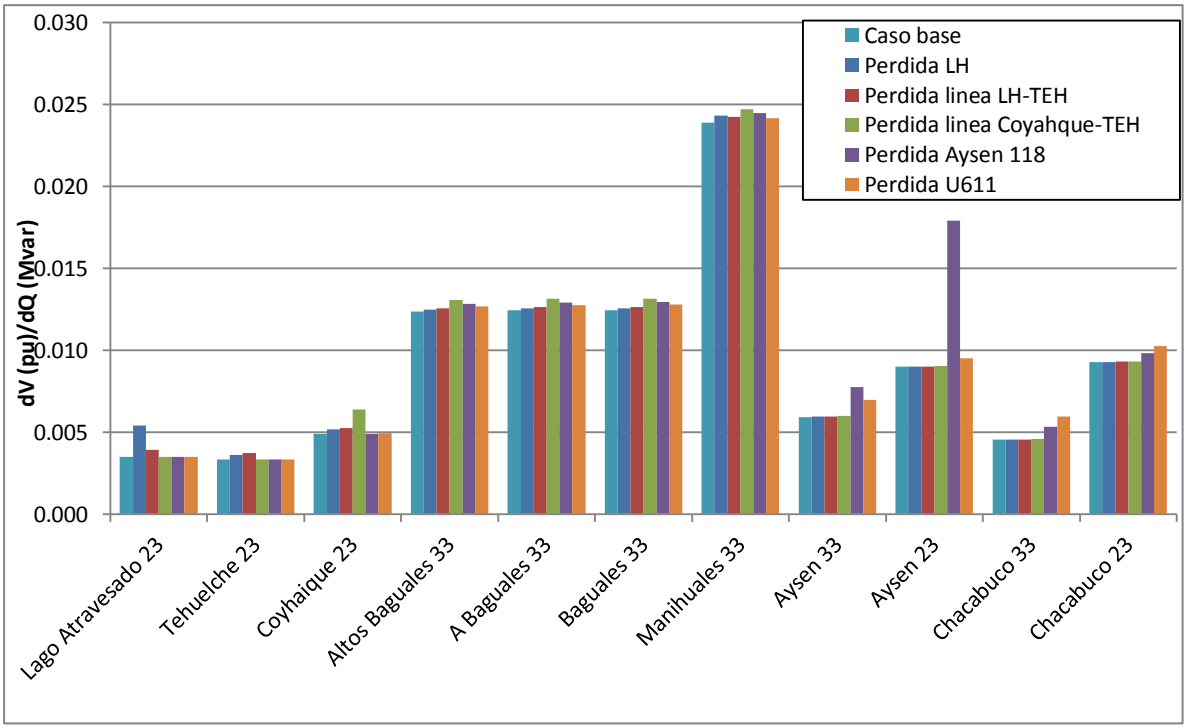



**Figura 66.** Sensibilidad de la tensión a variaciones de potencia reactiva. Max 2017 seco

### 9.1.2. DETERMINACIÓN MARGEN DE TENSIÓN PARA BARRA MÁS DÉBIL- CURVAS Q-V

En las figuras subsiguientes se muestran las curvas Q-V para todos los escenarios futuros analizados. Las curvas presentan un comportamiento similar en los distintos escenarios, evidenciándose un margen de tensión considerable.

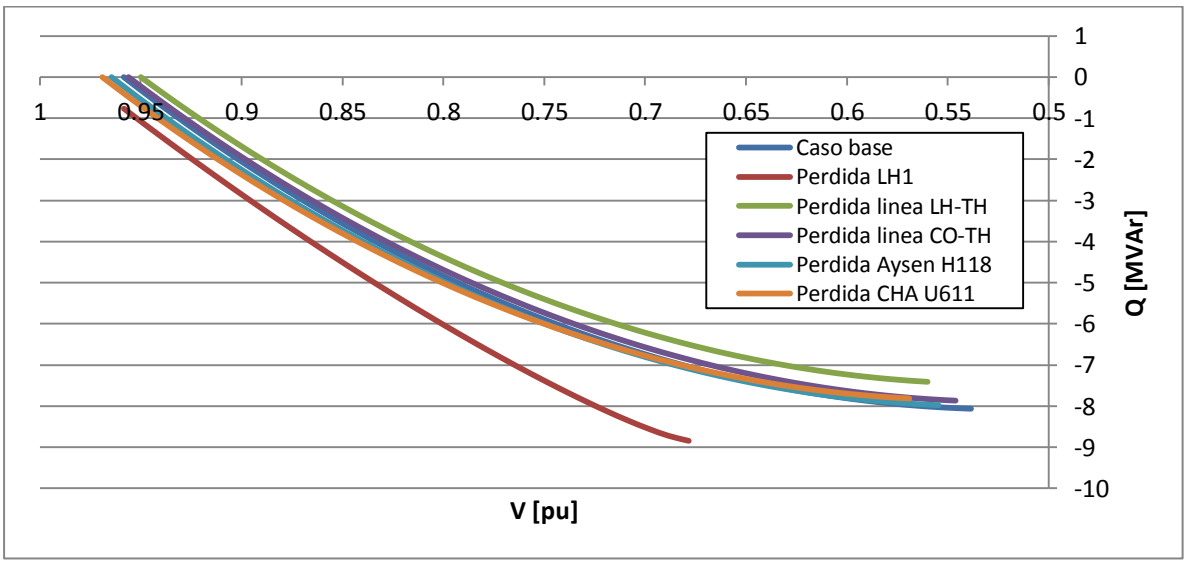



**Figura 67.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Min 2014

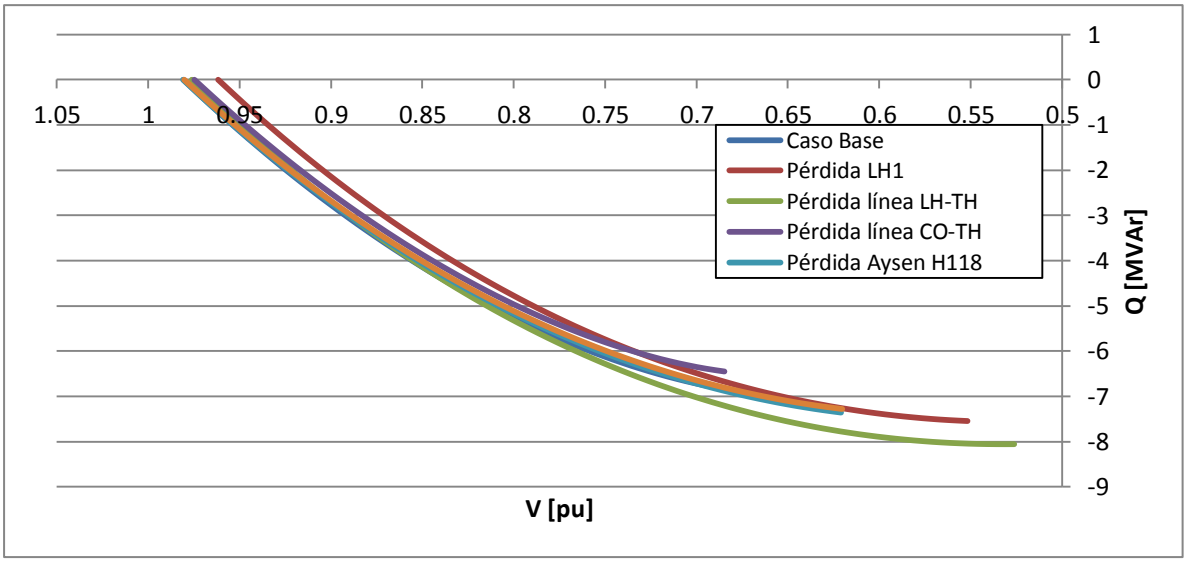



**Figura 68.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2014

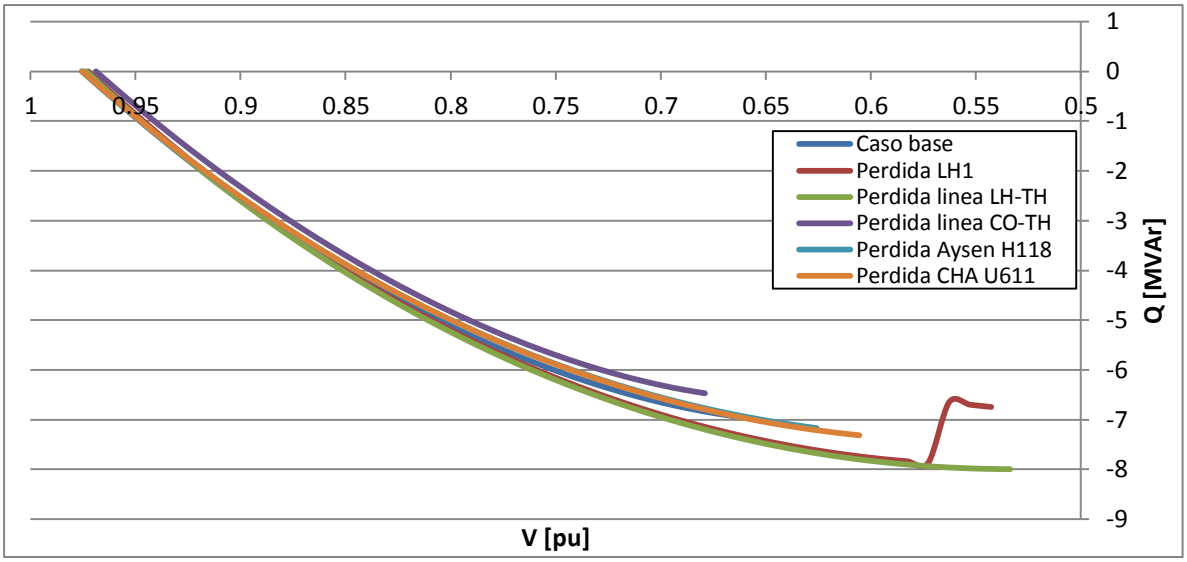



**Figura 69.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2015

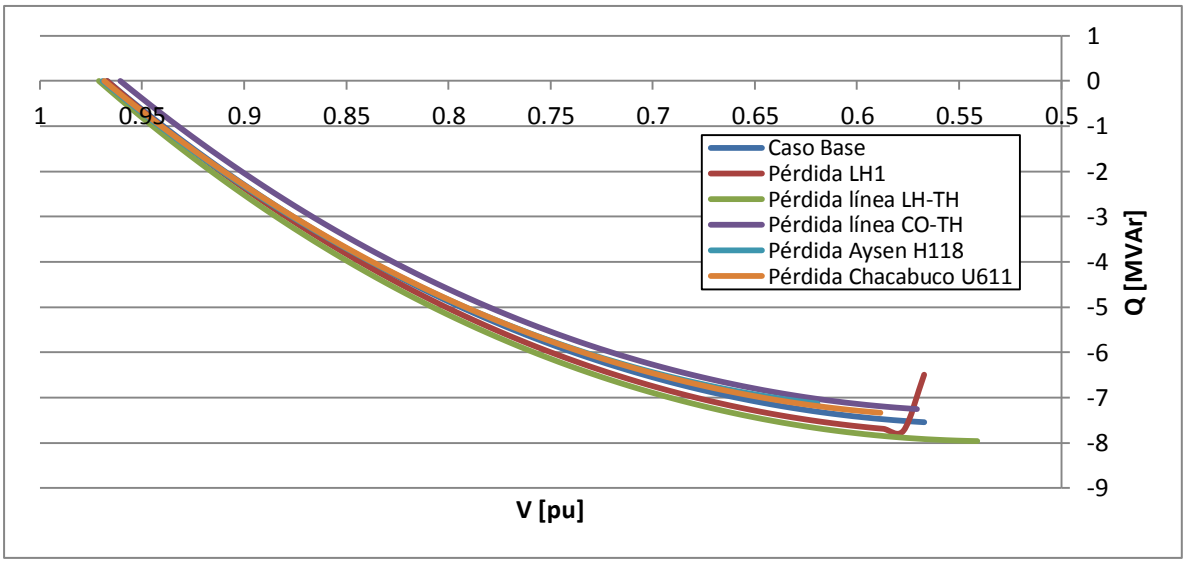



**Figura 70.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2016

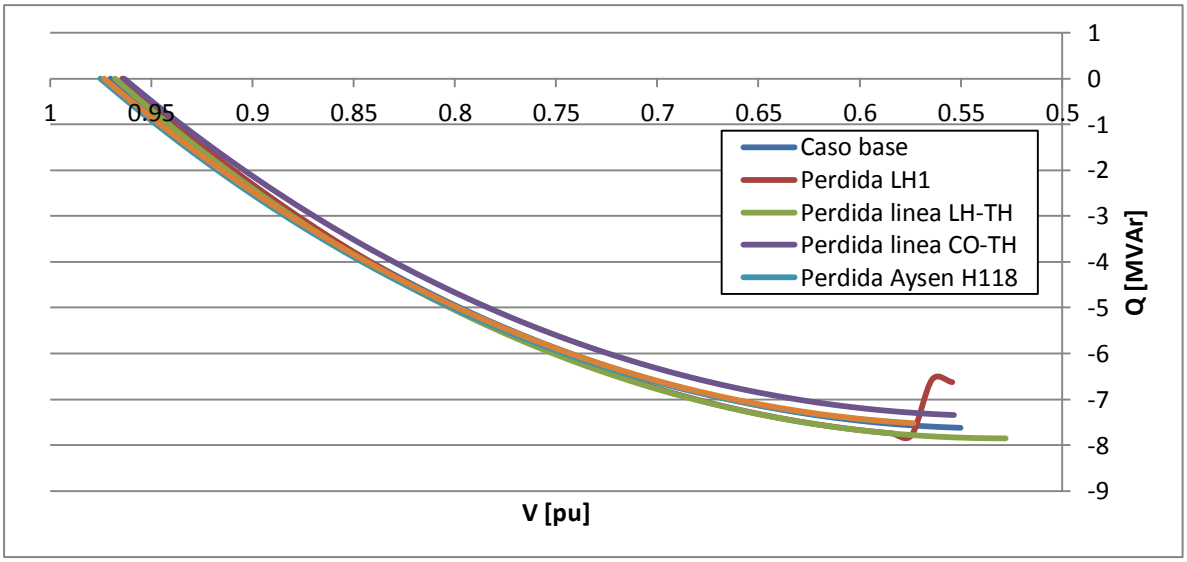



**Figura 71.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2017

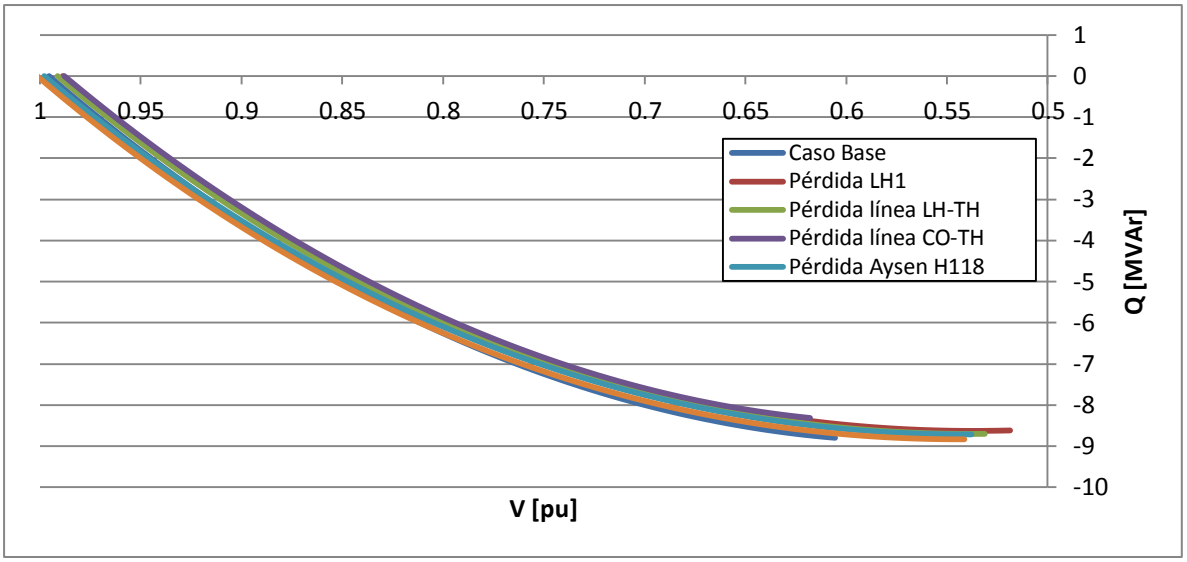



**Figura 72.** Curva Q-V barra Mañihuales 33kV para contingencias críticas. Max 2017 seco

### 9.1.3. REQUERIMIENTO DE POTENCIA REACTIVA PARA CONTINGENCIA MÁS CRÍTICA

**Tabla 36.** Requerimiento de reactiva. Min 2014

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | -0,03 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | -0,25 | 0,98 | -0,06 | 1,00 | -0,32 | 0,99 | -0,55 | 0,98 |
| LAG_ATR_H_2 | 0,93 | 0,91 | 0,93 | 0,96 | 0,71 | 0,94 | 0,90 | 0,91 | 0,64 | 0,95 | 0,42 | 0,98 |
| AYS_H_118 | 0,25 | 0,97 | 0,25 | 0,97 | 0,31 | 0,96 | 0,27 | 0,97 | 0,00 | 1,00 | 0,44 | 0,91 |
| AYS_H_116 | 0,13 | 1,00 | 0,14 | 1,00 | 0,19 | 1,00 | 0,15 | 1,00 | 0,39 | 0,98 | 0,32 | 0,99 |
| AYS_H_117 | -0,01 | 1,00 | -0,01 | 1,00 | 0,01 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,05 | 1,00 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CHAC_T_CAT 545 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,09 | 1,00 | 0,09 | 1,00 | 0,18 | 1,00 | 0,11 | 1,00 | 0,26 | 0,99 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,16 | 0,97 | 0,16 | 0,97 | 0,25 | 0,94 | 0,19 | 0,97 | 0,33 | 0,91 | 0,68 | 0,72 |
| AYS_T_CAT 543 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_T_CAT 112 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 1,65 | 0,18 | 1,65 | 0,18 | 1,99 | 0,15 | 1,63 | 0,18 | 1,58 | 0,19 | 1,52 | 0,19 |

**Tabla 37.** Requerimiento de reactiva. Max 2014

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 1,40 | 0,97 | | | 0,36 | 1,00 | 1,38 | 0,97 | 1,30 | 0,98 | 1,29 | 0,98 |
| LAG_ATR_H_2 | 1,40 | 0,97 | 2,97 | 0,88 | 0,37 | 0,99 | 1,38 | 0,97 | 1,30 | 0,98 | 1,29 | 0,98 |
| AYS_H_118 | -0,17 | 0,99 | -0,53 | 0,98 | -0,52 | 0,98 | -0,13 | 1,00 | | | 0,00 | 1,00 |
| AYS_H_116 | -0,10 | 0,99 | -0,51 | 0,98 | -0,45 | 0,98 | -0,07 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,07 | 1,00 |
| AYS_H_117 | 0,06 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,11 | 0,99 | 0,10 | 0,99 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | 1.40 | 0,66 | 1,56 | 0,71 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | 1.80 | 0.47 | 1.58 | 0,65 | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | -0,22 | 0,98 | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,37 | 0,98 | -0,03 | 1,00 | 0,05 | 1,00 | 0,42 | 0,97 | 0,51 | 0,97 | | |
| AYS_T_CAT 113 | 0,46 | 0,88 | 0,07 | 1,00 | 0,15 | 0,99 | 0,51 | 0,86 | 0,61 | 0,84 | 0,90 | 0,73 |
| AYS_T_CAT 543 | 0,44 | 0,89 | 0,05 | 1,00 | 0,13 | 0,99 | 0,49 | 0,87 | 0,58 | 0,85 | 0,88 | 0,74 |
| AYS_T_CAT 112 | -0,04 | 1,00 | -0,18 | 0,97 | -0,19 | 0,96 | -0,01 | 1,00 | 0,03 | 1,00 | 0,17 | 0,97 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,08 | 1,00 | 0,13 | 1,00 | -0,13 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | -0,01 | 1,00 | -0,02 | 1,00 |

**Tabla 38.** Requerimiento de reactiva. Max 2015

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 1,59 | 0,96 | 0,00 | 1,00 | 0,40 | 0,99 | 1,57 | 0,96 | 1,44 | 0,99 | 1,47 | 0,97 |
| LAG_ATR_H_2 | 1,59 | 0,96 | 2,48 | 0,91 | 0,40 | 0,99 | 1,57 | 0,96 | 1,44 | 0,98 | 1,47 | 0,97 |
| AYS_H_118 | -0,24 | 0,99 | -0,55 | 0,98 | -0,47 | 0,98 | -0,20 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | -0,08 | 1,00 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AYS_H_116 | -0,09 | 1,00 | -0,54 | 0,98 | -0,50 | 0,99 | -0,05 | 1,00 | 0,17 | 0,94 | 0,07 | 1,00 |
| AYS_H_117 | 0,06 | 1,00 | -0,03 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,13 | 0,97 | 0,11 | 0,99 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | 1,56 | 0,55 | 1,78 | 0.58 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | 1,56 | 0,53 | 1.78 | 0.58 | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,39 | 0,98 | -0,11 | 1,00 | 0,13 | 1,00 | 0,44 | 0,97 | 0,59 | 0,91 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,48 | 0,87 | 0,01 | 1,00 | 0,20 | 0,98 | 0,53 | 0,85 | 0,69 | 0,69 | 0,91 | 0,72 |
| AYS_T_CAT 543 | 0,46 | 0,88 | -0,01 | 1,00 | 0,22 | 0,99 | 0,51 | 0,86 | 0,66 | 0,70 | 0,88 | 0,73 |
| AYS_T_CAT 112 | -0,03 | 1,00 | -0,27 | 0,93 | -0,16 | 0,97 | -0,01 | 1,00 | 0,06 | 0,96 | 0,17 | 0,97 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,20 | 1,00 | -0,24 | 1,00 | -0,04 | 1,00 | 0,20 | 1,00 | 0,06 | 1,00 | 0,09 | 1,00 |

**Tabla 39.** Requerimiento de reactiva. Max 2016

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 1,84 | 0,95 | 0,00 | 1,00 | 0,45 | 0,99 | 1,82 | 0,95 | 1,63 | 0,97 | 1,70 | 0,96 |
| LAG_ATR_H_2 | 1,84 | 0,95 | 2,73 | 0,89 | 0,45 | 0,99 | 1,82 | 0,95 | 1,63 | 0,97 | 1,70 | 0,96 |
| AYS_H_118 | -0,28 | 0,99 | -0,52 | 0,98 | -0,43 | 0,99 | -0,24 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | -0,14 | 1,00 |
| AYS_H_116 | -0,16 | 0,99 | -0,55 | 0,98 | -0,46 | 0,99 | -0,12 | 1,00 | 0,10 | 1,00 | -0,01 | 1,00 |
| AYS_H_117 | 0,06 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,01 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,14 | 0,99 | 0,10 | 0,99 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | 1.70 | 0.50 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | 1,66 | 0,53 | 1,33 | 0,76 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | 1,60 | 0,68 | 1.40 | 0,57 | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | | | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,39 | 0,98 | -0,09 | 1,00 | 0,19 | 0,99 | 0,44 | 0,97 | 0,60 | 0,96 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,48 | 0,87 | 0,04 | 1,00 | 0,26 | 0,96 | 0,52 | 0,85 | 0,70 | 0,81 | 0,89 | 0,73 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AYS_T_CAT 543 | 0,46 | 0,88 | 0,02 | 1,00 | 0,28 | 0,98 | 0,50 | 0,86 | 0,67 | 0,83 | 0,86 | 0,74 |
| AYS_T_CAT 112 | -0,03 | 1,00 | -0,25 | 0,93 | -0,13 | 0,98 | -0,01 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,16 | 0,98 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,34 | 0,99 | -0,16 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,33 | 0,99 | 0,17 | 1,00 | 0,23 | 1,00 |

**Tabla 40.** Requerimiento de reactiva. Max 2017

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 2,45 | 0,91 | 0,00 | 1,00 | 1,06 | 0,95 | 2,40 | 0,92 | 2,04 | 0,97 | 2,29 | 0,93 |
| LAG_ATR_H_2 | 2,45 | 0,91 | 2,73 | 0,89 | 1,06 | 0,95 | 2,40 | 0,92 | 1,91 | 0,94 | 2,29 | 0,93 |
| AYS_H_118 | -0,33 | 0,99 | -0,52 | 0,98 | -0,43 | 0,99 | -0,29 | 0,99 | 0,00 | 1,00 | -0,21 | 1,00 |
| AYS_H_116 | -0,32 | 0,99 | -0,55 | 0,98 | -0,42 | 0,99 | -0,28 | 0,99 | 0,05 | 1,00 | -0,21 | 1,00 |
| AYS_H_117 | 0,04 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,01 | 1,00 | 0,06 | 1,00 | 0,17 | 0,98 | 0,08 | 1,00 |
| TEH_T_CAT 105 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 103 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U101 | | | 1,63 | 0,60 | 1,71 | 0,68 | | | | | | |
| TEH_T_MAN_U102 | | | 1,62 | 0,61 | 1.75 | 0,60 | | | | | | |
| TEH_T_CAT 544 | | | 0,28 | 0,93 | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | | | 0,50 | 0,86 | | | | | | | | |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | 0,31 | 0,99 | -0,17 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,37 | 0,98 | 0,71 | 0,93 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,41 | 0,90 | -0,05 | 1,00 | 0,18 | 0,99 | 0,46 | 0,88 | 0,79 | 0,74 | 0,76 | 0,77 |
| AYS_T_CAT 543 | 0,38 | 0,91 | -0,07 | 1,00 | 0,18 | 0,99 | 0,43 | 0,89 | 0,77 | 0,75 | 0,74 | 0,78 |
| AYS_T_CAT 112 | -0,07 | 0,99 | -0,38 | 0,86 | -0,22 | 0,98 | -0,04 | 1,00 | 0,12 | 0,98 | 0,10 | 0,99 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,09 | 1,00 | -0,12 | 1,00 | -0,08 | 1,00 | 0,07 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | -0,03 | 1,00 |

**Tabla 41.** Requerimiento de reactiva. Max 2017 seco

| | 00 BASE | | 01 PERDIDA LH1 | | 02 PERDIDA LH-TE | | 03 PERDIDA CO-TE | | 04 PERDIDA AYSÉN118 | | PERDIDA CHAC U611 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI | Q [MVAr] | COS FI |
| LAG_ATR_H_1 | 0,85 | 0,95 | 0,00 | 1,00 | 0,13 | 1,00 | 0,83 | 0,95 | 0,76 | 0,96 | 0,66 | 0,97 |
| LAG_ATR_H_2 | 0,85 | 0,94 | 2,03 | 0,79 | 0,13 | 1,00 | 0,83 | 0,94 | 0,76 | 0,96 | 0,66 | 0,97 |
| AYS_H_118 | -0,19 | 0,99 | -0,30 | 0,98 | -0,15 | 0,99 | -0,12 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,01 | 1,00 |
| AYS_H_116 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_117 | | | | | | | | | | | | |
| TEH_T_CAT 105 | 0,61 | 0,93 | 0,73 | 0,92 | 0,92 | 0,86 | 0,60 | 0,94 | 0,56 | 0,95 | 0,51 | 0,96 |
| TEH_T_CAT 103 | 0,62 | 0,95 | 0,74 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,60 | 0,96 | 0,57 | 0,96 | 0,52 | 0,97 |
| TEH_T_MAN_U101 | 0,50 | 0,96 | 0,60 | 0,96 | 0,76 | 0,92 | 0,49 | 0,96 | 0,46 | 0,97 | 0,41 | 0,98 |
| TEH_T_MAN_U102 | 0,88 | 0,90 | 0,98 | 0,90 | 1,14 | 0,84 | 0,87 | 0,90 | 0,84 | 0,91 | 0,79 | 0,93 |
| TEH_T_CAT 544 | -0,57 | 0,87 | -0,49 | 0,91 | -0,36 | 0,94 | -0,58 | 0,86 | -0,60 | 0,87 | -0,64 | 0,87 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TEH_T_CAT 104 | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 545 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| FAR_T_CAT 545_ | | | | | | | | | | | | |
| CHAC_T_CAT 546 | 0,50 | 0,94 | 0,50 | 0,95 | 0,50 | 0,94 | 0,50 | 0,94 | 0,50 | 0,95 | 0,50 | 0,95 |
| FAR_T_CAT 546_ | | | | | | | | | | | | |
| 17CHA_T_U_611 | -0,08 | 1,00 | -0,24 | 1,00 | -0,05 | 1,00 | -0,02 | 1,00 | 0,06 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| AYS_T_CAT 113 | 0,08 | 1,00 | -0,06 | 1,00 | 0,11 | 1,00 | 0,14 | 1,00 | 0,22 | 0,99 | 0,44 | 0,96 |
| AYS_T_CAT 543 | 0,02 | 1,00 | -0,13 | 1,00 | 0,05 | 1,00 | 0,08 | 1,00 | 0,16 | 0,99 | 0,37 | 0,97 |
| AYS_T_CAT 112 | -0,37 | 0,95 | -0,46 | 0,95 | -0,36 | 0,96 | -0,35 | 0,96 | -0,31 | 0,97 | -0,21 | 0,99 |
| AYS_T_CAT 114 | | | | | | | | | | | | |
| AYS_H_Pelton 3 | | | | | | | | | | | | |
| Generador Monreal | 0,25 | 0,97 | 0,26 | 0,97 | 0,41 | 0,93 | 0,24 | 0,97 | 0,19 | 0,98 | 0,14 | 0,99 |

## 9.2. ANEXO II: RESULTADOS COMPLETOS VERIFICACIÓN DE PROTECCIONES

En este anexo se incluyen los resultados de la verificación de la actuación de las protecciones para las distintas fallas detalladas en el cuerpo del informe. Las tablas incluyen los elementos que actuaron y sus tiempos de disparo, discriminado por tipo de falla (trifásica, monofásica, bifásica y bifásica a tierra). Además, para cada una de las tablas se indica con color verde claro los elementos que debían operar para despejar la falla en forma selectiva y coordinada, con color rojo los que presentan una actuación descoordinada y con color naranja claro los elementos que no serán tenidos en cuenta en el análisis de coordinación, puesto que en función de su característica de actuación Direccional se deduce que no habrían operado en los casos resaltados de no haber presentado inconvenientes la unidad de direcciónalidad de los relés de la base de datos.

### 9.2.1. ESCENARIO CONSIDERANDO PROYECTO DIVISADERO

En este apartado se presenta el estudio de coordinación de protecciones teniendo en cuenta el proyecto de la estación Divisadero en servicio. Esto incluye la transmisión de potencia por una segunda línea en paralelo a la existente entre Tehuelche y la barra de Coyhaique, el seccionamiento de la barra de generación de Tehuelche y la coordinación de los interruptores nuevos 52E6, 52E1, 52E2, 52B1 Y 52B2. Los tres primeros (al igual que 52E5) incluyen una “R” en su denominación, pues se considera que los mismos actúan de respaldo para la protección diferencial que se instalara en un futuro en este sistema. Por otro lado, 52B1 Y 52B2 se dividen en 52B*-1 Y 52B*-2, pues, al no estar operativa la unidad direccional del modelo de los relés, se debió emplear dos protecciones para simular la actuación de cada una, según la falla sea hacia adelante (desde Tehuelche hacia Divisadero-52B1-1 y 52B2-1) o hacia atrás (desde Tehuelche hacia los generadores de dicha Central -52B2-2 y 52B2-2). En efecto esta misma situación surge para 52FG1 (52FG1-ALIM-CH, actúa para fallas en barras de Chacabuco y 52FG1-CH-ALIM, actúa hacia el alimentador de salida) y 52F7 (52F7-AY-COH y 52F7-COH-AY).

#### *9.2.1.1 Seteos de los relés*

En la siguiente tabla se detallan los seteos de todas las protecciones del sistema Aysen, incluyendo las unidades direccionales correspondientes al proyecto Divisadero. No obstante, se aclara que en relación a las unidades diferenciales que deben instalarse tanto en el doble circuito de Tehuelche-Divisadero como Tehuelche-Lago Atravesado la configuración presentada en la tabla corresponde a los ajustes típicos de líneas de media tensión similares a las presentadas. El presentar dicha configuración genérica se debe a que en la base de datos de Digsilent provista no se tenía un modelo de protección diferencial correspondiente a un modelo comercial, y solo se contaba con un modelo genérico que **no funciona correctamente**. No obstante, la configuración fina de los ajustes de estas protecciones no impacta en el estudio de coordinación presentado, pues la protección diferencial supone un método de detección cerrado y completamente selectivo, pues no ve fallas detrás de sus barras. De todos modos, en el caso del circuito Tehuelche-Divisadero debe tenerse en cuenta que el tiempo de actuación de dichas protecciones debe ser más rápido que las unidades de respaldo y más lento que el de los fusibles instalados en la salida de los arranques, y para el caso de la doble línea Tehuelche-Lago Atravesado el tiempo de actuación solo debe ser más rápido que las unidades direccionales de respaldo.

**Descripción de denominación de reles con dirección en ambos sentidos**

- 52E3: En bus Divisadero con dirección hacia Aysen.
- 52E3 ATRÁS: En bus Divisadero con dirección hacia Tehuelche
- 52E5: En bus de alimentadores de Tehuelche con dirección hacia Aysen

- 52E5 ATRÁS: En bus de alimentadores de Tehuelche con dirección hacia central Tehuelche
- 52EB1-1/52EB2-1: En bus de generación de Tehuelche con dirección al sistema
- 52EB1-2/52EB2-2: En bus de generación de Tehuelche con dirección hacia central Tehuelche
- 52EL1-1/52EL2-1: En bus Lago Atravesado con dirección al sistema
- 52EL1-2/52EL2-2: En bus de generación de Tehuelche con dirección hacia central Lago Atravesado
- 52F2: En bus Aysen 33 kV con dirección Divisadero
- 52F2 ATRÁS: En bus Aysen 33 kV con dirección Aysen
- 52F7 COH-AY: En bus Baguales 33 kV con dirección Aysen
- 52F7 AY-COH: En bus Baguales 33 kV con dirección Divisadero
- 52FG1 CH-ALIM: En bus de CT Chcabuco con dirección hacia alimentador Chcabuco
- 52FG1 ALIM-CH: En bus de CT Chcabuco con dirección hacia CT Chacabuco
- 52EL1: En bus de CH Monreal con dirección hacia CH Monreal
- 52EL1 ATRÁS: En bus de CH Monreal con dirección hacia sistema
- 52EG1: En bus de CH Monreal con dirección hacia CH Monreal
- 52EG ATRÁS: En bus de CH Monreal con dirección hacia sistema
- R5 SIST: En bus Valle Simpson con dirección hacia sistema
- R5 HACIA CENTRAL: En bus Valle Simpson con dirección hacia CH Monreal
- RE7: En bus de alimentadores de Tehuelche con dirección hacia alimentador Balmaceda
- RE7 ATRÁS: En bus de alimentadores de Tehuelche con dirección hacia sistema

**Tabla 42.** Seteos Relés Sistema Aysén

| Nombre Equipo | 52E1-R | 52E2-R | 52E3 | 52E3 | 52E5-R | 52E5-R | 52E6-R | 52EB1-1 | 52EB1-2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SR-750 | SR-750 | SEL-351 | SEL-351 | SR-750 | SR-750 | SR-750 | SR-750 | SR-750 |
| **Dirección** | Adelante +60º | Adelante +60º | Adelante +45º | Atrás - 135º | Adelante +60º | Atrás - 60º | Adelante +60º | Adelante | Atrás |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 2,190 | 2,190 | 4,913 | - | 2,190 | - | 2,190 | 2,190 | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 58,3 | 58,3 | 41,1 | - | 58,3 | - | 58,3 | 58,3 | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 8,685 | 8,685 | 14,982 | - | 8,685 | - | 8,685 | 8,685 | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 77,1 | 77,1 | 70,7 | - | 77,1 | - | 77,1 | 77,1 | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 5,3 | 5,3 | 8,5 | - | 5,3 | - | 5,3 | 5,3 | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 340 | 340 | 250 | 165 | 340 | 100 | 340 | 340 | 300 |
| **Curva** | ANSI NI | ANSI NI | 113 | 120 | IEC C1 | ANSI VI | IEC C1 | IEC SI | IEC SI |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Multiplicador** | 0,08 | 0,08 | **1,18** | **0,76** | **0,12** | 1,51 | 0,12 | 2,50 | 0,22 |
| **Sumador [seg]** | 0,18 | 0,18 | **0,19** | 0,19 | 0,065 | - | 0,065 | 0,95 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - | | - | - | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - | | - | - | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 40 | 40 | 30 | **40** | 40 | 40 | 40 | 50 | 30 |
| **Curva** | IEC B | IEC B | 201 | 201 | IEC C1 | ANSI NI | IEC C1 | IEC SI | IEC SI |
| **Multiplicador** | 0,22 | 0,22 | 0,15 | **0.42** | **0,24** | 2,00 | 0,24 | 1,96 | 0,70 |
| **Sumador [seg]** | 0,09 | 0,09 | 0,19 | **0.18** | - | - | - | - | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| **Nombre Equipo** | **52EB2-1** | **52EB2-2** | **52EL1-1** | **52EL2-1** | **52EL1-2** | **52EL2-2** | **RE-4** | **R-19** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SR-750 | SR-750 | F6 | F6 | F6 | F6 | SEL-351 | Form 4C |
| **Dirección** | Adelante | Atrás | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 2,190 | - | 9,741 | 9,741 | 9,741 | 9,741 | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 58,3 | - | 53,9 | 53,9 | 53,9 | 53,9 | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 8,685 | - | 34,520 | 34,520 | 34,520 | 34,520 | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 77,1 | - | 75,2 | 75,2 | 75,2 | 75,2 | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 5,3 | - | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | - | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I pick up [A]** | 340 | 300 | 340 | 340 | 340 | 340 | 150 | 80 |
| **Curva** | IEC SI | IEC SI | 134 | 134 | 106 | 106 | 120 | ANSI LTEI |
| **Multiplicador** | 2,50 | 0,22 | 0,29 | 0,29 | 1.31 | 1.31 | **0.60** | 0.1 |
| **Sumador [seg]** | 0,95 | - | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | **0.02** | 0.03 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | ON | ON | ON | ON | - | ON |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | 697 | 697 | 585 | 585 | - | 400 |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | - | 0.02 |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 50 | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 | 35 | 30 |
| **Curva** | IEC SI | IEC SI | 134 | 134 | 102 | 102 | 120 | 133 |
| **Multiplicador** | 1,96 | 0,70 | 1.2 | 1.2 | 1 | 1 | **0.50** | 0.55 |
| **Sumador [seg]** | - | - | 0 | 0 | 0.36 | 0.36 | 0.15 | 0.00 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | 5 |

| **Nombre Equipo** | **52F2** | **52F2** | **52F7** | **52F7** | **R8** | **RE2** | **RE1** | **52FG1** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SR-750 | SR-750 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | Form 4C | F6 | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante +45º | Atrás -45º | Atrás -135º | Adelante +45º | - | Adelante | Adelante | Hacia Chac. |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 3,225 | - | - | 3,225 | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 41,0 | - | - | 41,0 | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 9,846 | - | - | 9,846 | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 70,7 | - | - | 70,7 | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 55,86 | - | - | 55,86 | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 23 | 23 | 33 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 140 | 120 | 125 | 160 | 50 | 140 | 140 | 120 |
| **Curva** | IEC C1 | ANSI EI | 120 | 113 | 117 | 120 | 120 | 117 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Multiplicador** | **0,15** | **0.87** | **0,75** | **0.75** | 1.5 | **1.05** | **0.80** | 0,56 |
| **Sumador [seg]** | **-** | **0.380** | **0.15** | **0.15** | 0.12 | **0.01** | 0.03 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0.01 | 0,10 | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 22.5 | **15** | **30** | 35 | 20 | 35 | 35 | 16 |
| **Curva** | IEC C1 | IEC C1 | 201 | 201 | 117 | 120 | 120 | 113 |
| **Multiplicador** | **0.21** | **0.19** | **0,15** | 0.15 | 1.70 | **0.75** | 1.03 | 0,80 |
| **Sumador [seg]** | - | **-** | **0.10** | 0.10 | 0.18 | **0.05** | 0.18 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |

| **Nombre Equipo** | **52FG1** | **R14** | **R16** | **GRANEROS** | **PESCA CHILE** | **R21** | **RF5** | **RE-8** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | F6 | F6 | F6 | F6 | Panacea | SEL-351 | SEL-351 |
| **Dirección** | Hacia aliment. | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 4.2 | - | - | - | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 50.85 | - | - | - | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 13.84 | - | - | - | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 74.32 | - | - | - | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 9.2 | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **220** | 120 | 110 | 40 | 80 | 170 | 150 | 140 |
| **Curva** | **119** | 111 | 111 | 164 | 117 | 117 | **116** | 140 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Multiplicador** | **0.95** | **0.51** | **0.40** | 0.40 | 0.15 | **0.13** | **0.42** | 0.26 |
| **Sumador [seg]** | **0.15** | **0.07** | **0.04** | 0.00 | 0.00 | **0.13** | **0.14** | 0.19 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | ON | ON | ON | - | - | - | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | 600 | 660 | 400 | - | - | - | - |
| **Tiempo min resp (TMR) [seg]** | - | **0.12** | **0.04** | 0.02 | - | - | 0.038 | - |
| **Reconexión** | - | 1 | 1 | - | - | 2 | - | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | 7 | - | - | 5 | - | 2 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **35** | 20 | 20 | 15 | 10 | 20 | 20 | 30 |
| **Curva** | **119** | 117 | 117 | 161 | 117 | 133 | 117 | 140 |
| **Multiplicador** | **1.80** | 1.03 | 1.03 | 0.60 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | 0.40 |
| **Sumador [seg]** | - | **0.03** | 0.00 | 0.00 | 0.00 | **0.11** | 0.11 | 0.12 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | ON | ON | ON | - | - | OFF |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | 240 | 120 | 100 | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0.02 | 0.02 | 0.02 | - | 0.38 | - |
| **Reconexión** | - | 1 | 1 | - | - | 2 | - | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | 7 | - | - | 5 | - | 2 |

| **Nombre Equipo** | **R-AA** | **R-10** | **R3** | **R5** | **R5** | **R6** | **R7** | **RBB** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | Panacea | SEL-351 | SEL-351 | F6 | Form 4C | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante | - | - | Adelante | Atrás | - | - | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | 11,617 | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | - | - | - | 52,2 | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | 39,405 | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | - | - | - | 74,3 | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | - | - | - | 24,038 | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **30** | 40 | 50 | 100 | 120 | 45 | 45 | 75 |
| **Curva** | **139** | 115 | **133** | 138 | IEC C1 | 132 | 132 | **138** |
| **Multiplicador** | **1.40** | **1.76** | **2** | **0.29** | 0.13 | **1.50** | **1.50** | **0.60** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sumador [seg]** | **0.07** | **0.02** | **0.01** | **0.12** | 0.00 | **0.04** | **0.04** | **0.04** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | **-** | OFF | ON | - | - | - | OFF | - |
| **Pick up HCT [A]** | **-** | | 20 | - | - | - | - | - |
| **Tiempo op. [seg]** | | | 0.17 | | | | | |
| **Tiempo min [seg]** | **0.08** | | - | - | - | - | - | **0** |
| **Reconexión** | **2** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | **5** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **10** | 8 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 25 |
| **Curva** | **139** | 161 | 133 | 133 | IEC-C1 | **132** | **132** | 133 |
| **Multiplicador** | **1.17** | 1.41 | 1.50 | 1.43 | 0.37 | 2 | 2 | **1.25** |
| **Sumador [seg]** | **0.03** | 0.01 | **0.06** | 0.02 | 0.00 | **0.05** | **0.05** | **0.13** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | **-** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | **-** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo op. [seg]** | | | - | | | | | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| **Nombre** | **52EL1** | **52EL1** | **52EG1** | **52EG1** | **R2** | **RE7** | **RE7** | **RE6** | **R15** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C |
| **Dirección** | Adelante (Hacia Monreal) | Atrás (Hacia sist) | Adelante (Hacia Monreal) | Atrás (Hacia sist.) | Adelante | Adelante | Atrás | Adelante | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | - | 11,617 | - | 11,617 | - | 8,468 | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | - | 52,2 | - | 52,2 | - | 27,9 | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | - | 39,405 | - | 39,405 | - | 18,438 | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | - | 74,3 | - | 74,3 | - | 61,0 | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | - | 24,038 | - | 24,038 | - | 9,912 | - | - | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 100 | 120 | 100 | 120 | 105 | 120 | 120 | 140 | 80 |
| **Curva** | 138 | IEC C1 | 138 | IEC C1 | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.10 | 0,13 | 0.10 | 0.17 | 1.00 | 1.55 | 0.10 | 0.26 | 0.80 |
| **Sumador** | 0.08 | 0,00 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.19 | 0.17 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 20 | 10 | 20 | 10 | 30 | 35 | 10 | 30 | 30 |
| **Curva** | 133 | IEC C1 | 133 | IEC C1 | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.65 | 0.37 | 0.65 | 0.46 | **0.65** | **1.50** | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| **Sumador** | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | **0.05** | **0.20** | 0.00 | 0.12 | **0.30** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |

| **Nombre Equipo** | **52EL11 DIFERENCIAL** | **52EL22 DIFERENCIAL** | **Tehuelche-Divisadero Diferencial 1** | **Tehuelche-Divisadero Diferencial 1** |
|---|---|---|---|---|
| **Relé** | Diferencial | Diferencial | Diferencial | Diferencial |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **I diferencial pick up [A]** | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **Pendiente de** | 20 | 20 | 20 | 20 |
| **Delay [s]** | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.3 |

### *9.2.1.2. Graficas de coordinación*

A continuación se muestran las gráficas de coordinación de las protecciones.

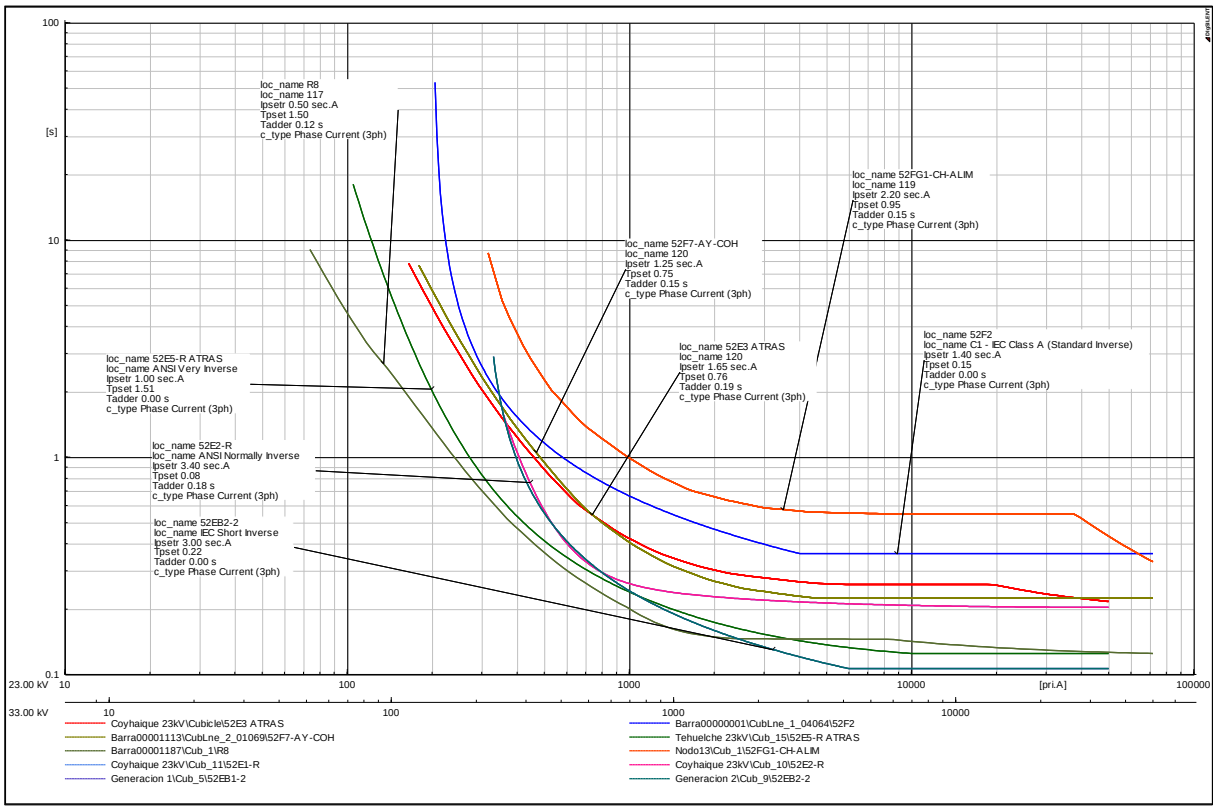



**Figura 73.** Curvas hacia Tehuelche desde Aysen. Fase

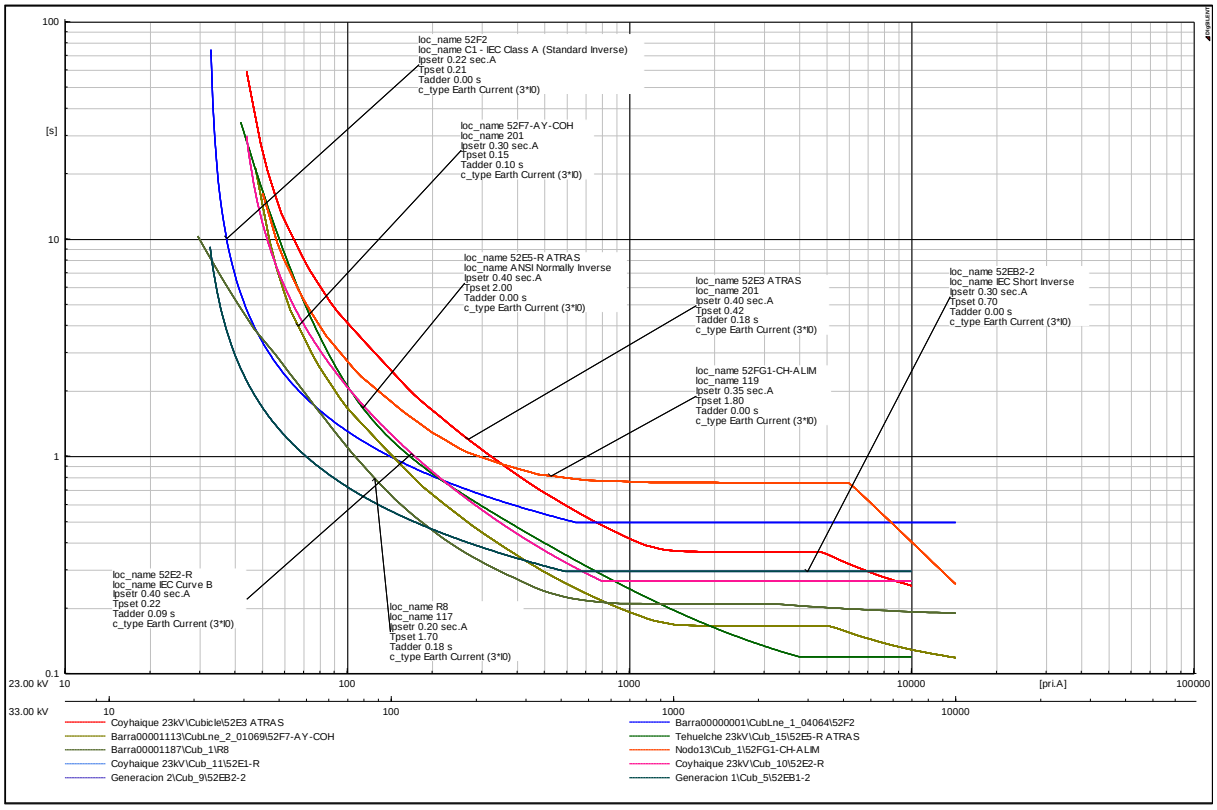



**Figura 74.** Curvas hacia Tehuelche desde Aysen. Residual

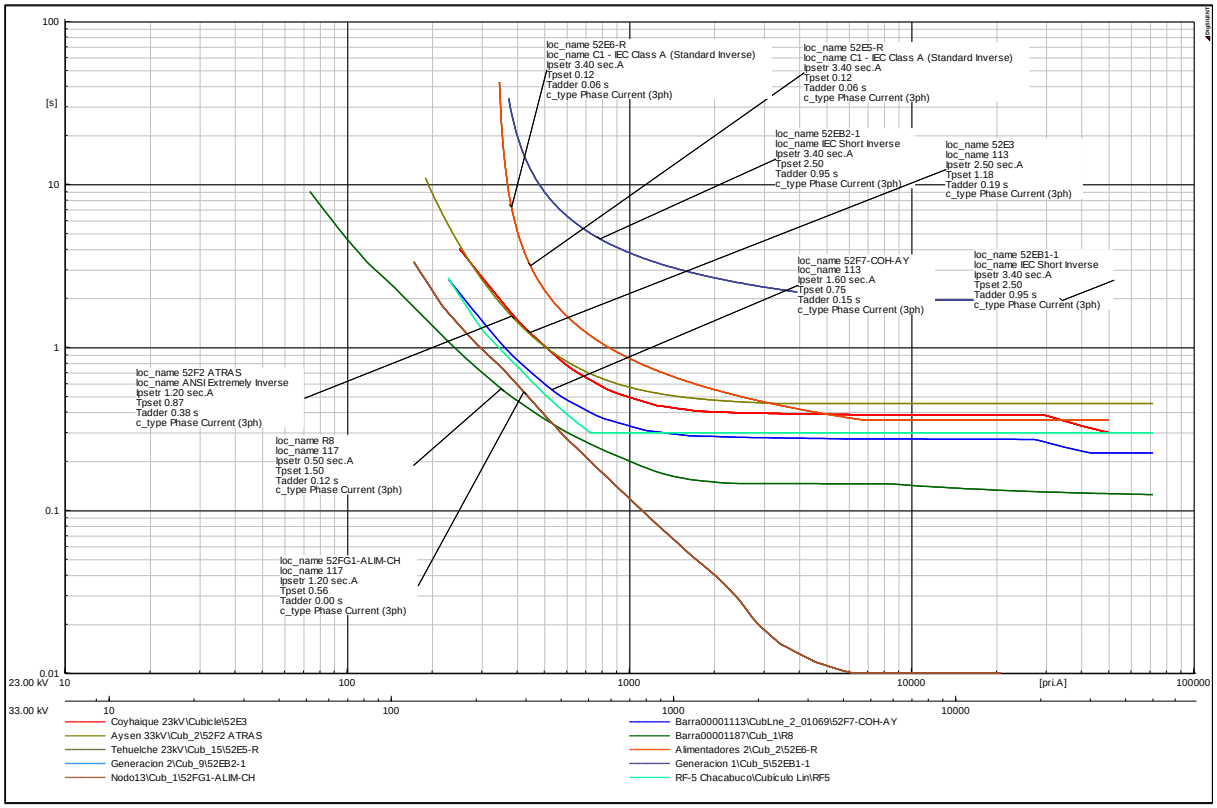



**Figura 75.** Curvas hacia Aysen desde Tehuelche. Fase

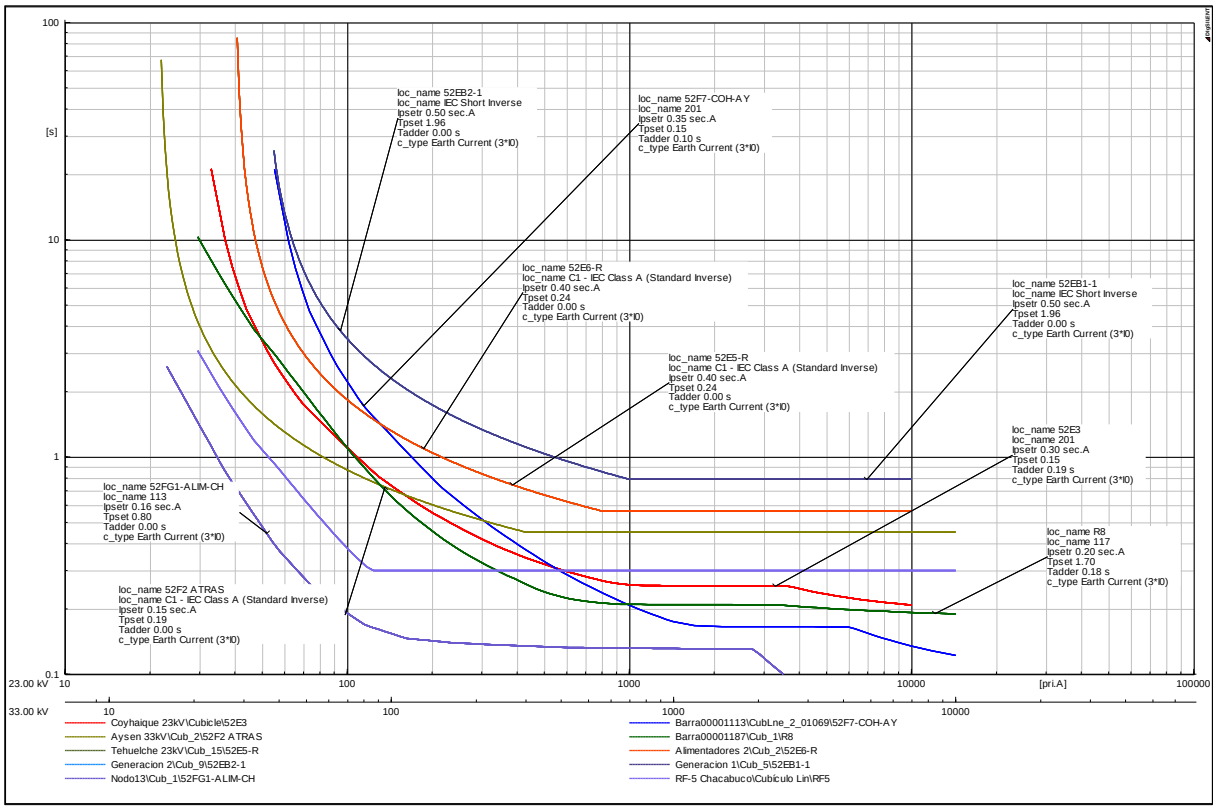



**Figura 76.** Curvas hacia Aysen desde Tehuelche. Residual

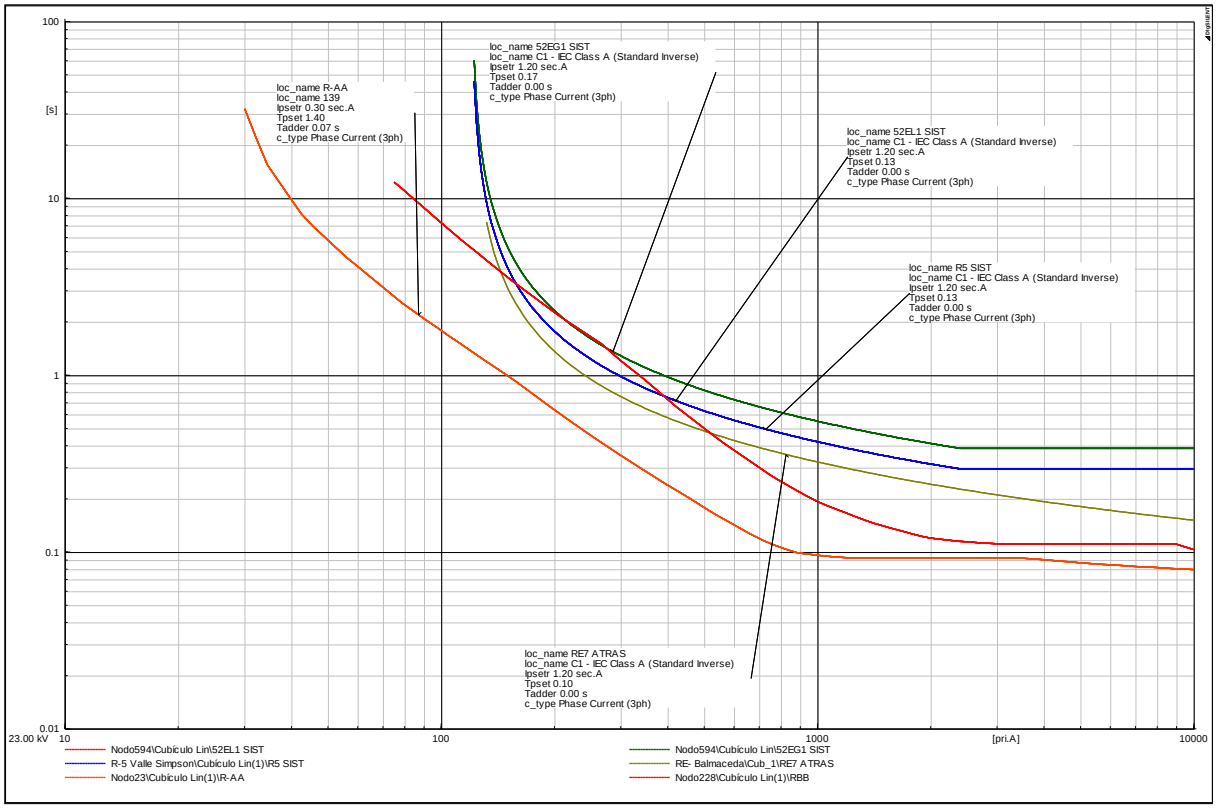



**Figura 77.** Curvas desde Monreal a Tehuelche. Fase

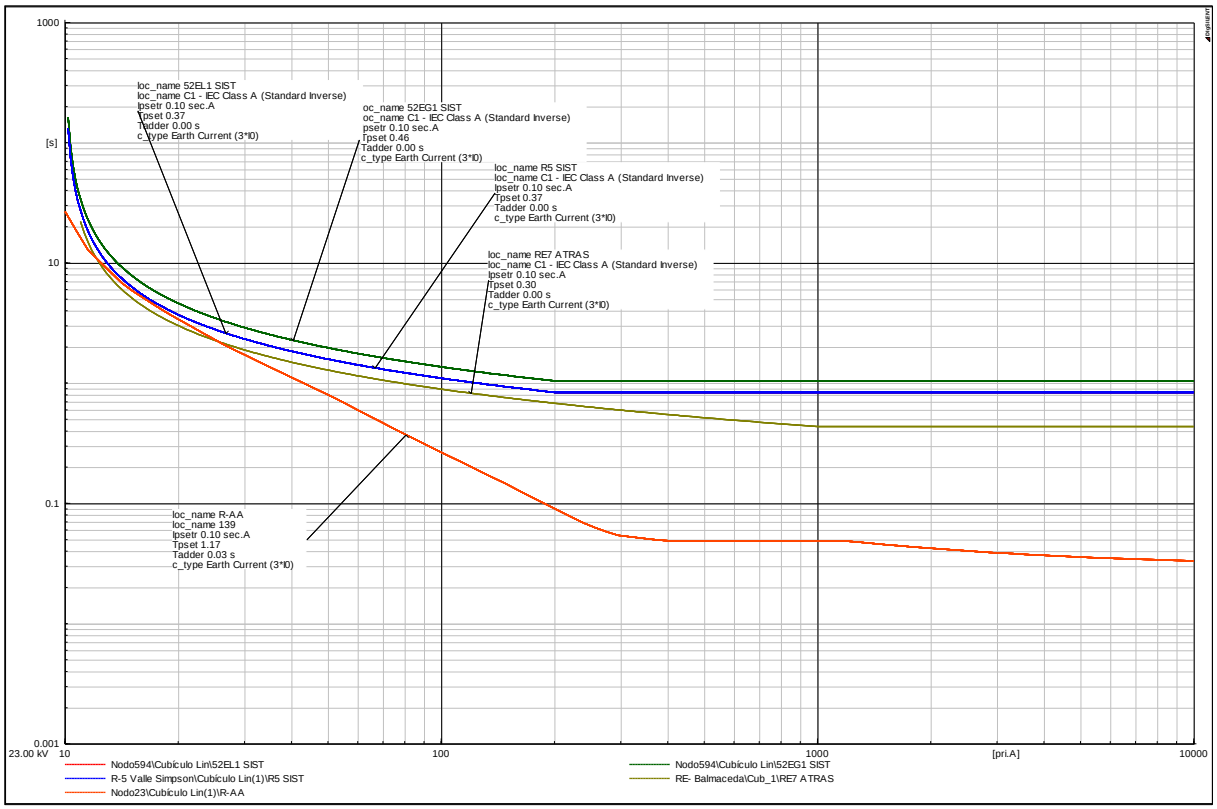



**Figura 78.** Curvas desde Monreal a Tehuelche. Residual

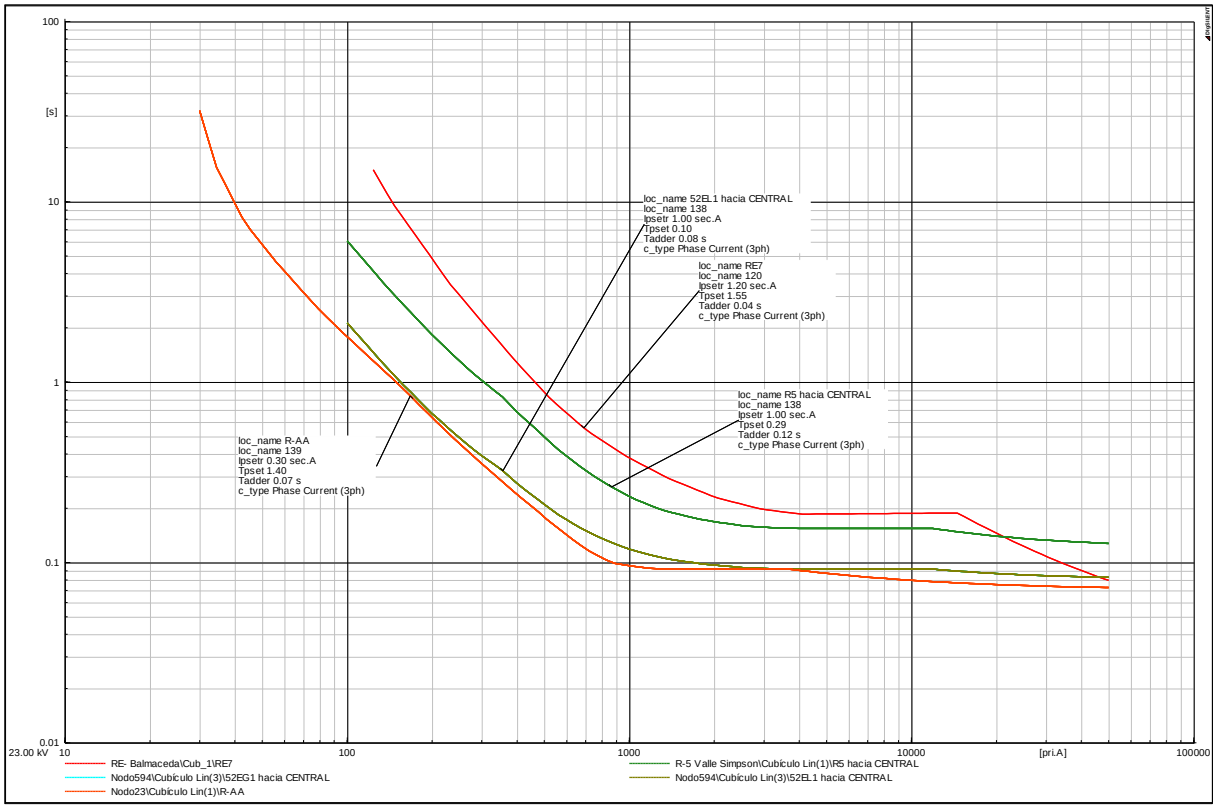



**Figura 79.** Curvas desde Tehuelche a Monreal. Fase

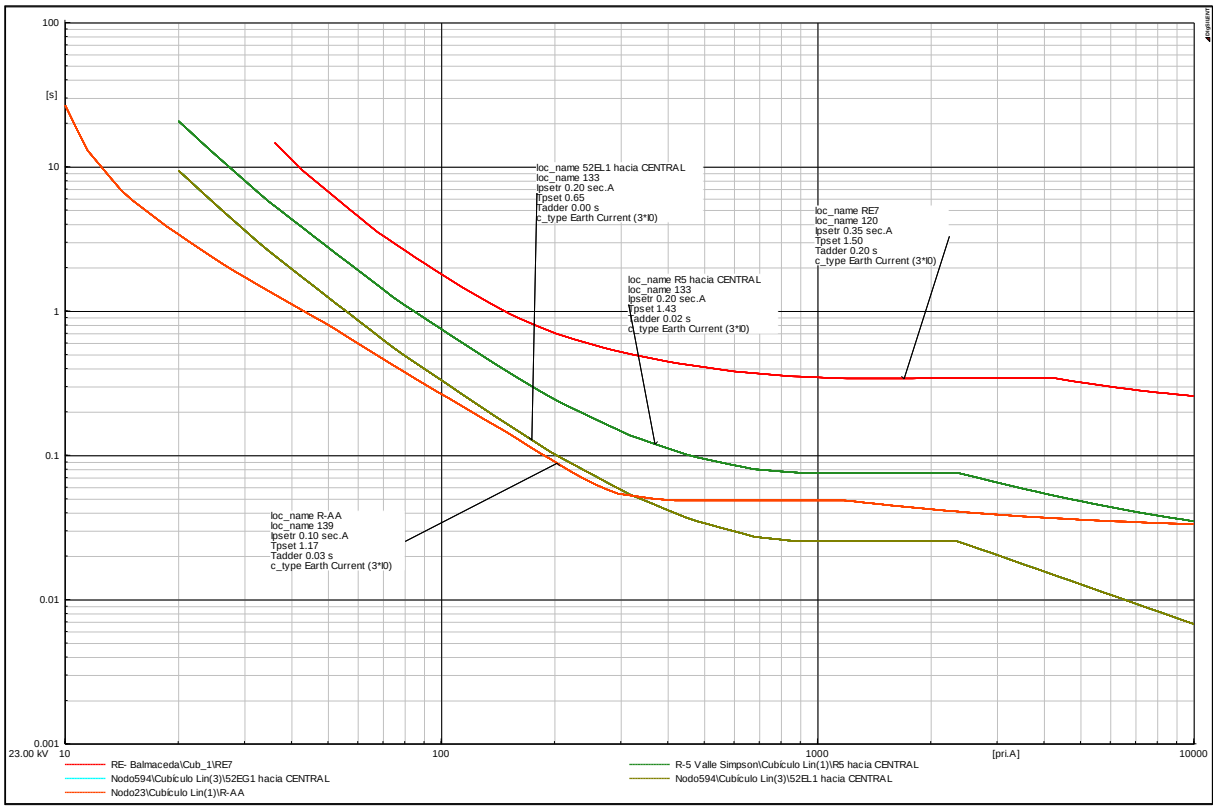



**Figura 80.** Curvas desde Tehuelche a Monreal. Residual

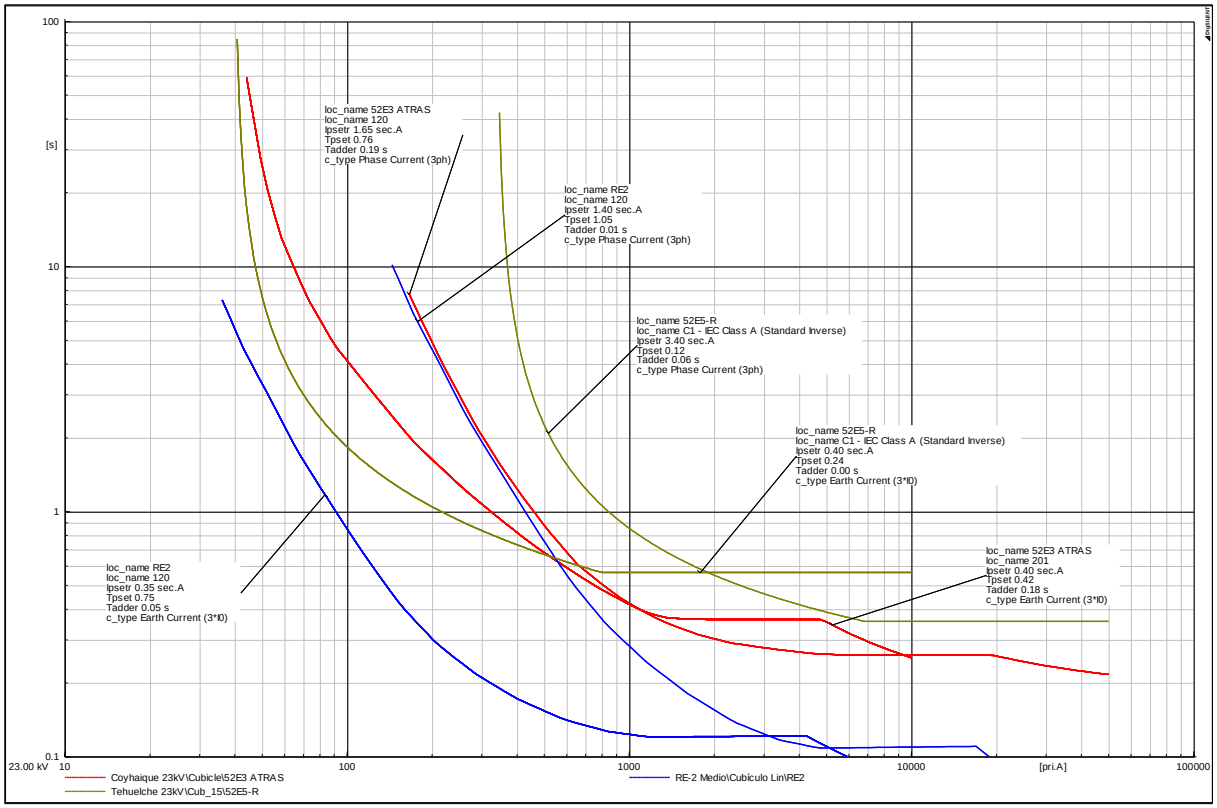



**Figura 81.** Curvas 52E3 ATRÁS y RE2

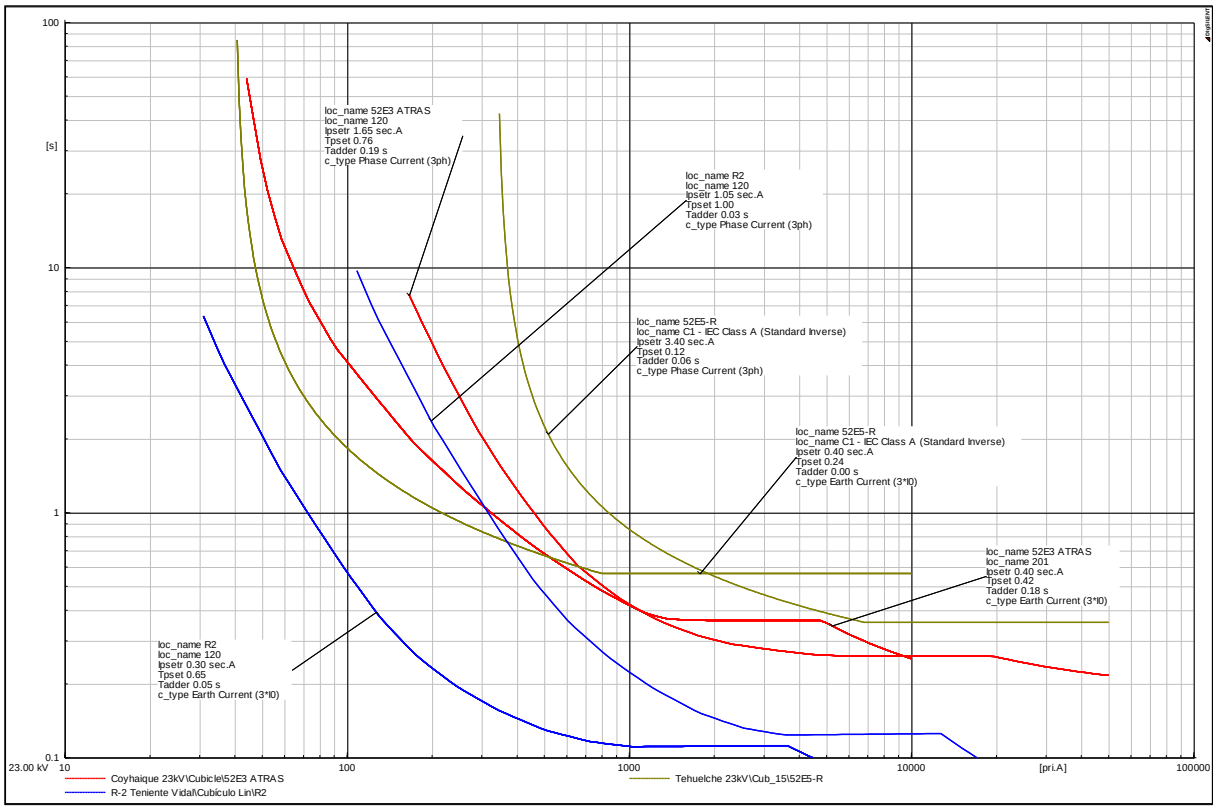



**Figura 82.** Curvas 52E3 ATRÁS y R2

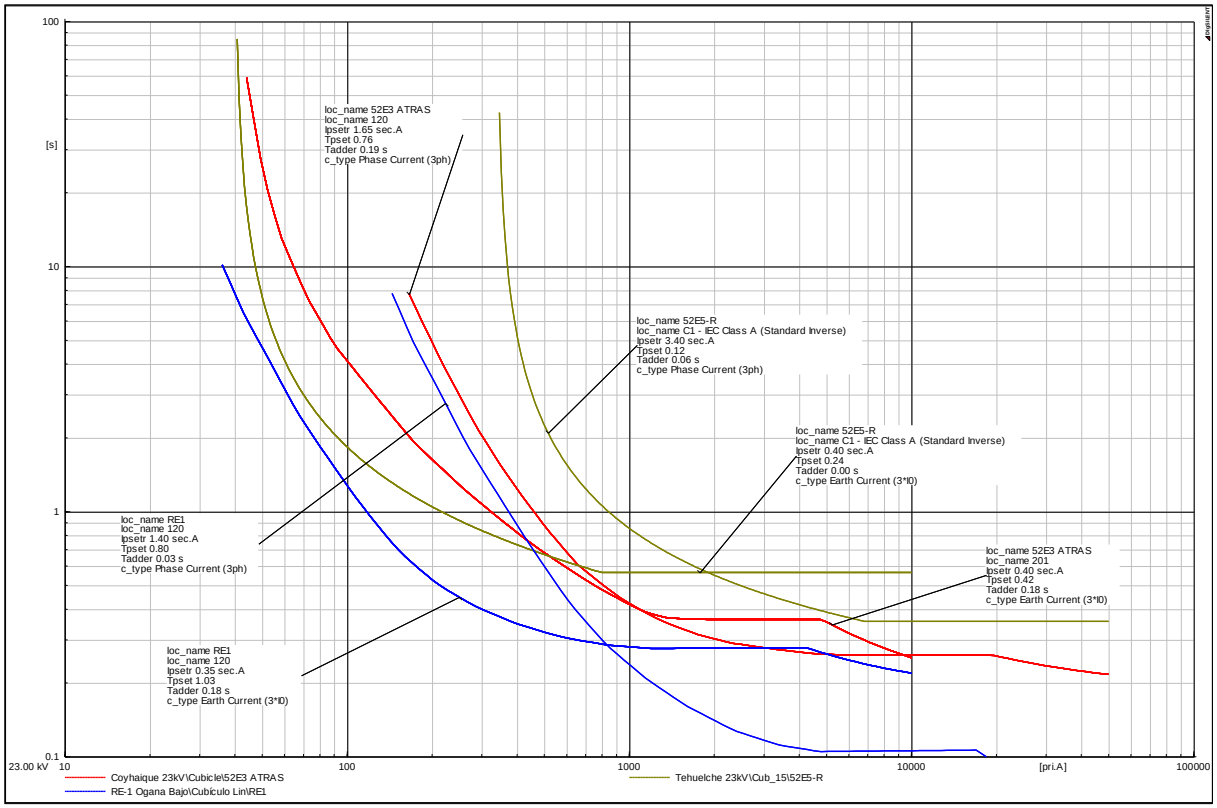



**Figura 83.** Curvas 52E3 ATRÁS y RE1

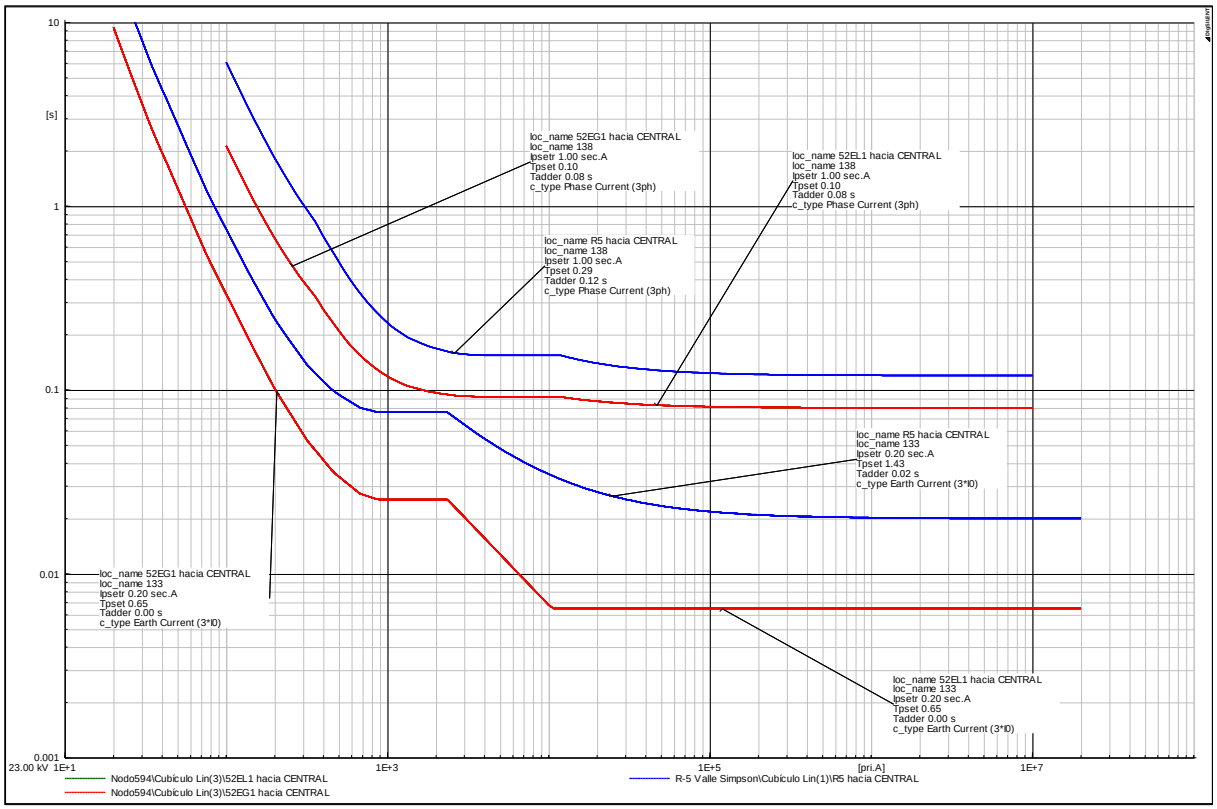



**Figura 84.** Curvas RS HACIA CENTRAL Y 52EL1/52EG1 HACIA CENTRAL

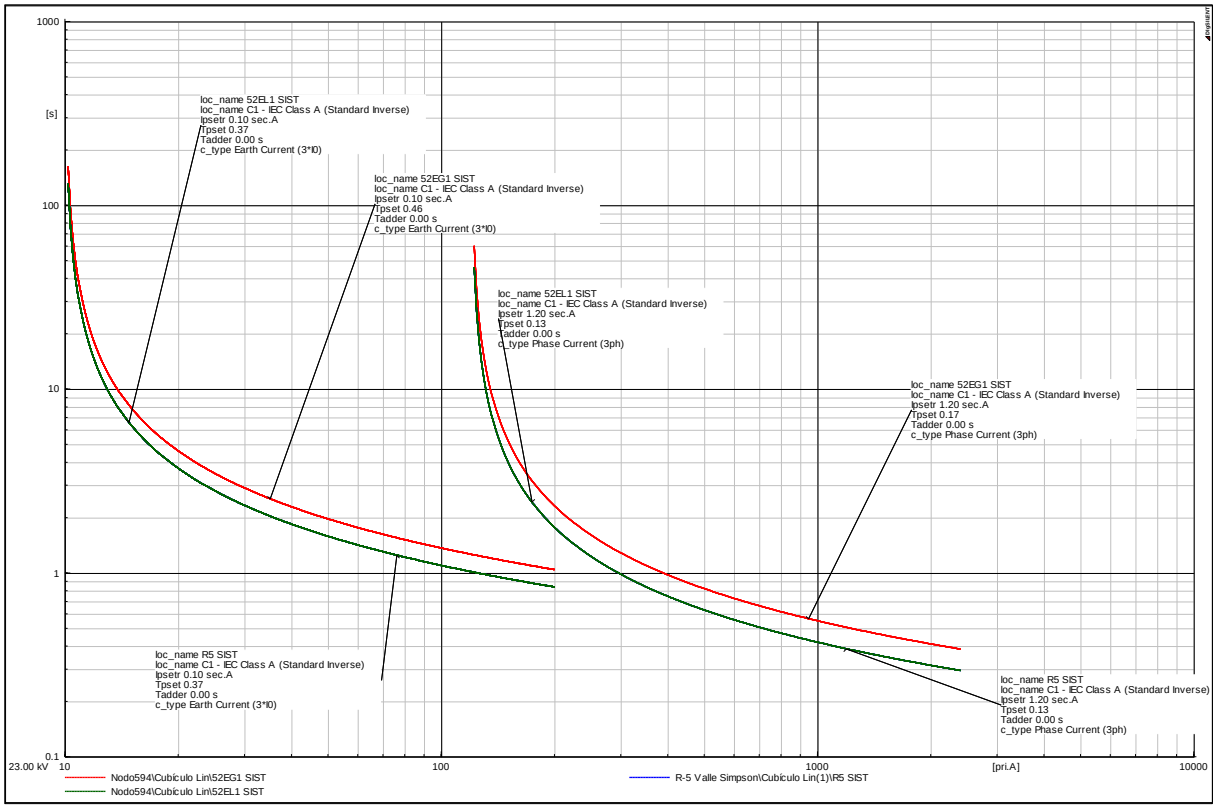



**Figura 85.** Curvas RS HACIA SISTEMA Y 52EL1/52EG1 HACIA SISTEMA

### *9.2.1.3. Comparación entre curvas actuales y originales*

A continuación se muestra la comparación entre las curvas actuales y las correspondientes a los seteos originales.

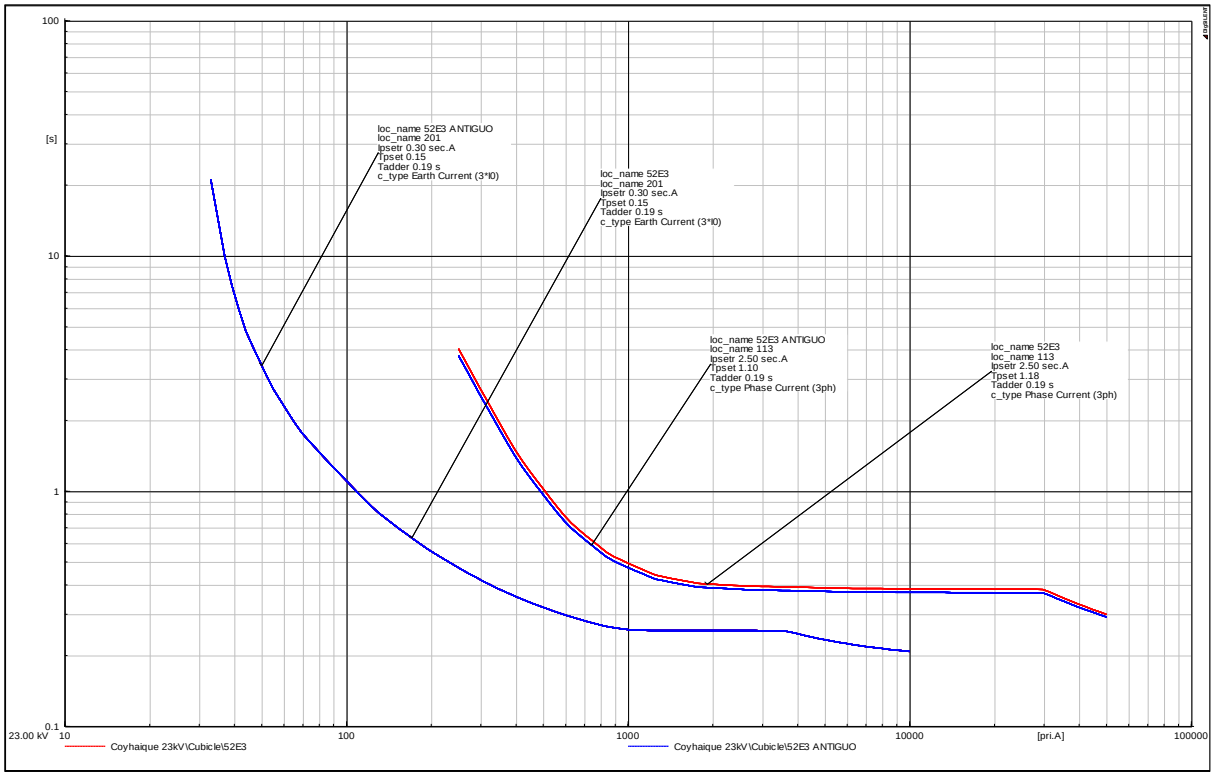



**Figura 86.** 52E3 Y 52E3 ANTIGUO

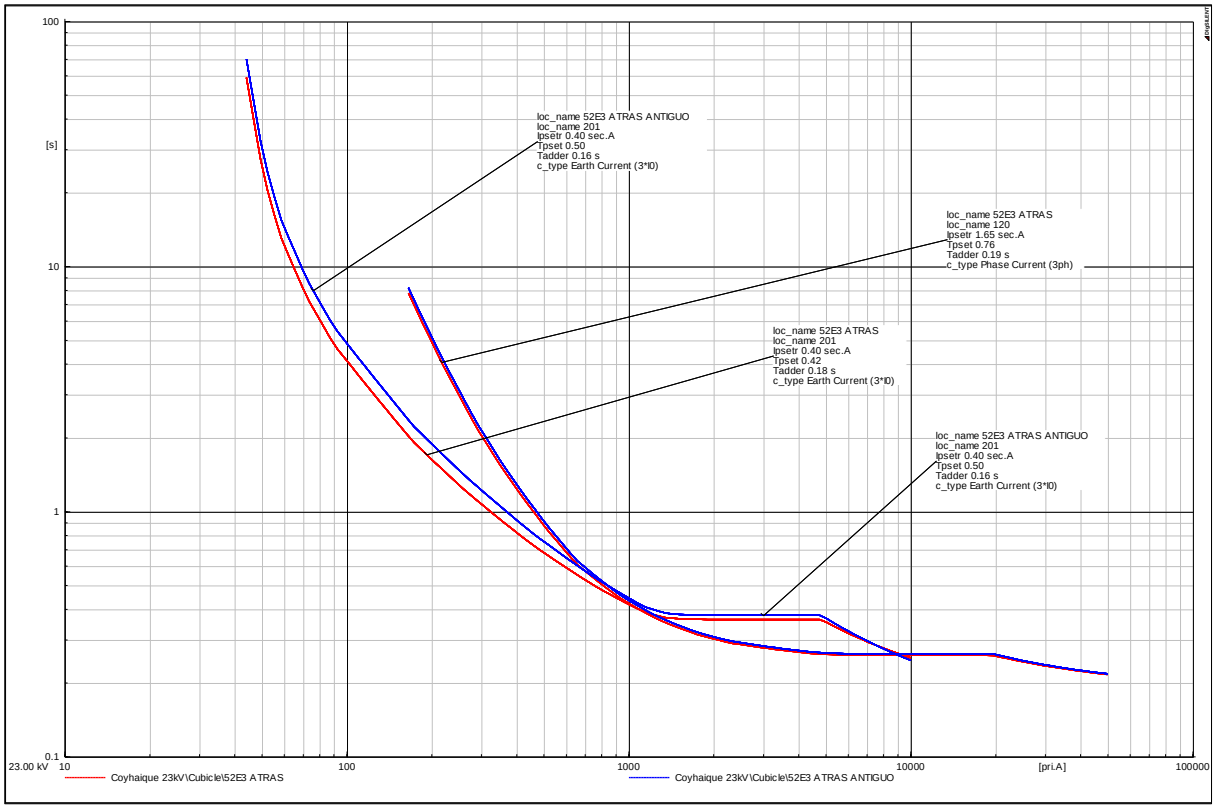



**Figura 87.** 52E3 ATRAS Y 52E3 ATRÁS ANTIGUO

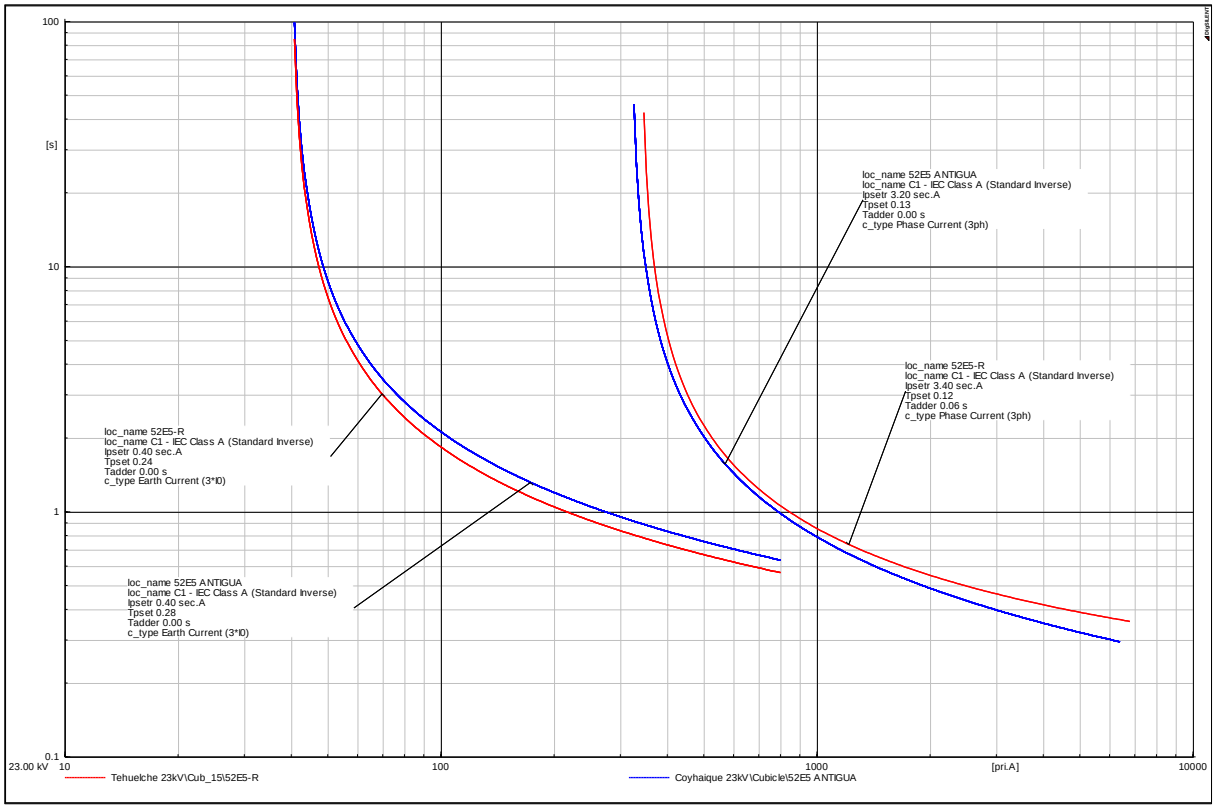



**Figura 88.** 52E5 Y 52E5 ANTIGUO

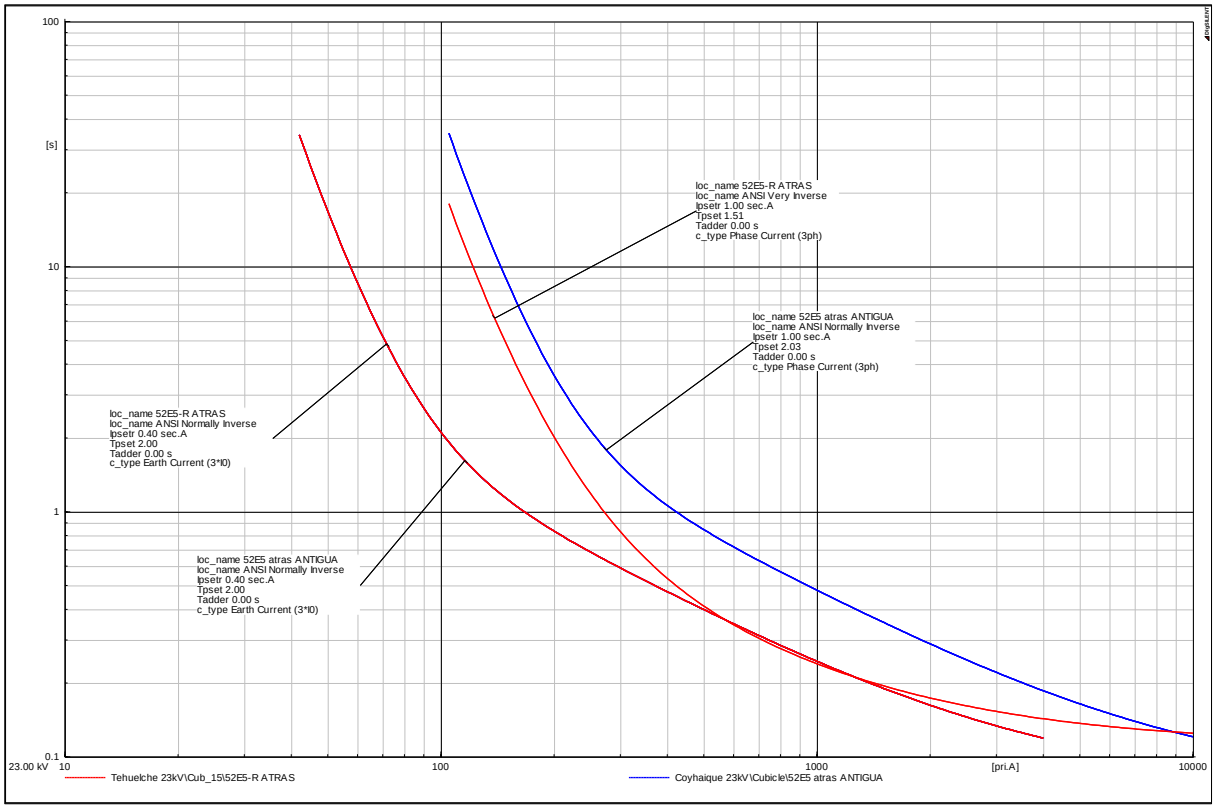



**Figura 89.** 52E5 ATRAS Y 52E5 ATRÁS ANTIGUO

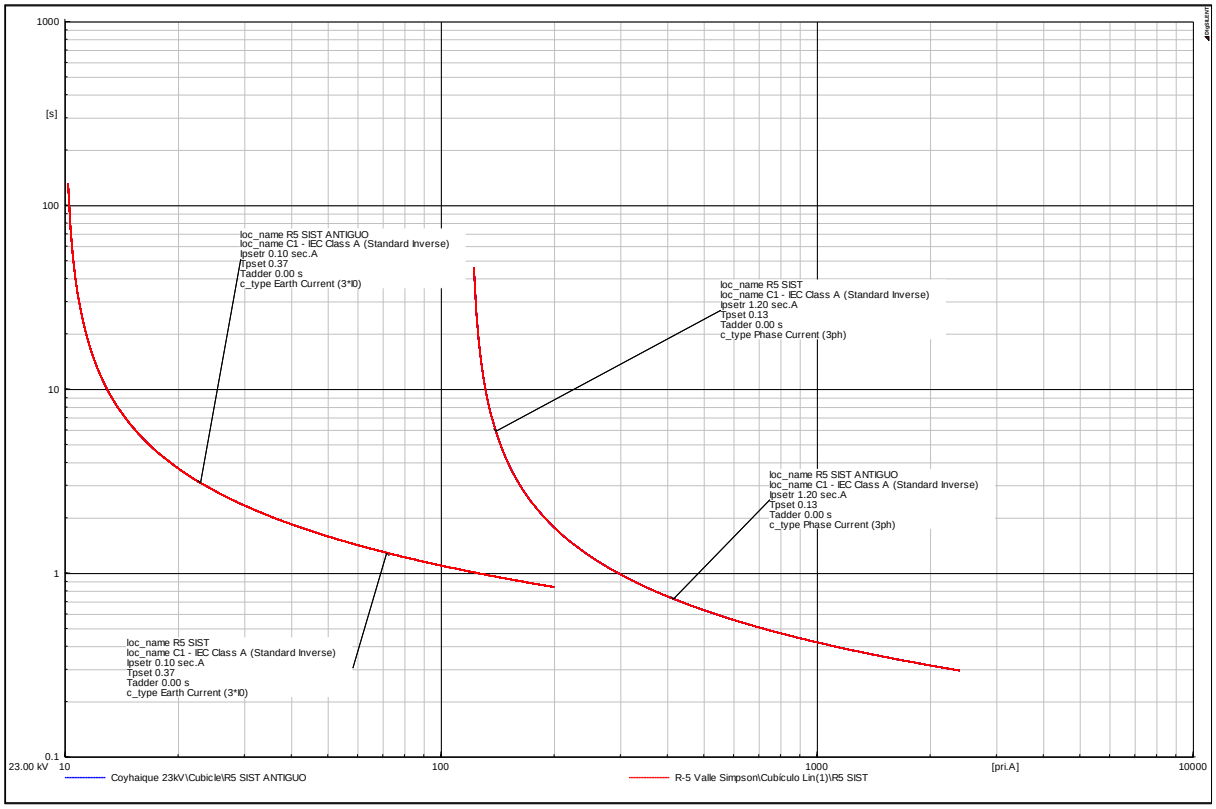



**Figura 90.** R5 SIST Y R5 SIST ANTIGUO

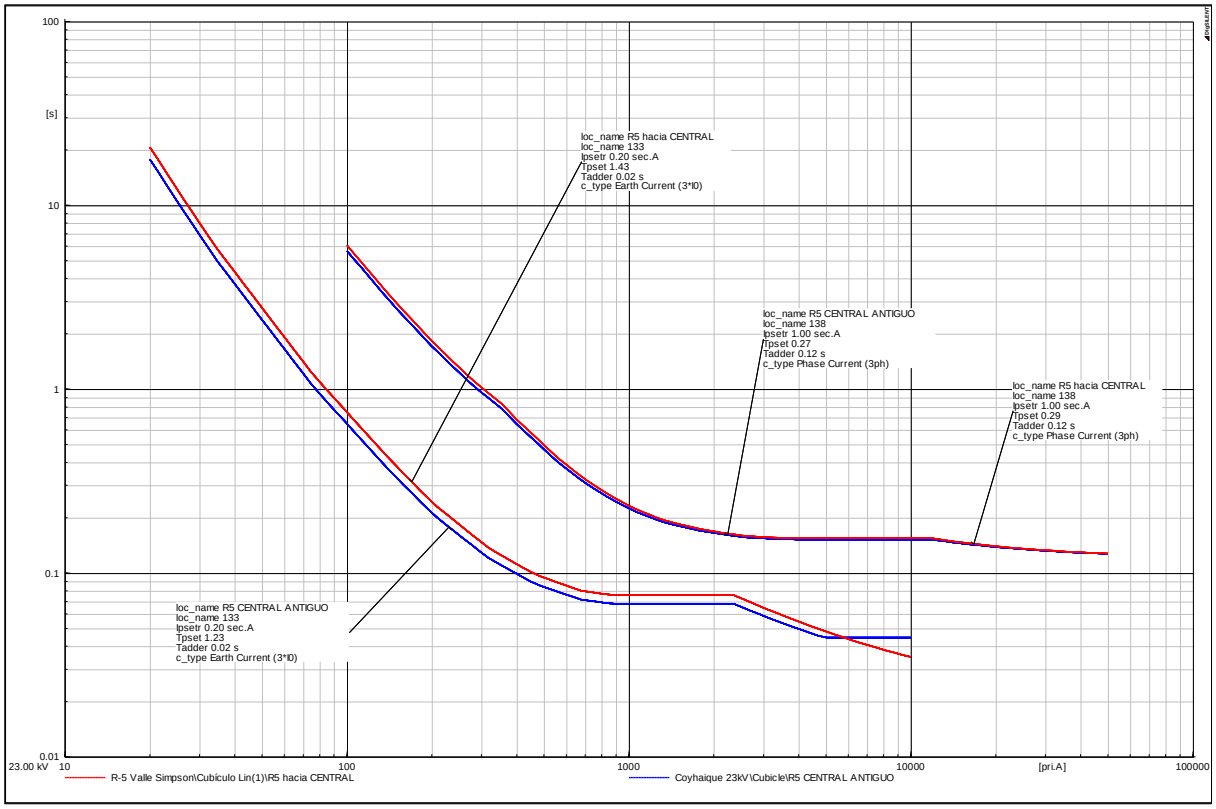



**Figura 91.** R5 CENTRAL Y R5 CENTRAL ANTIGUO

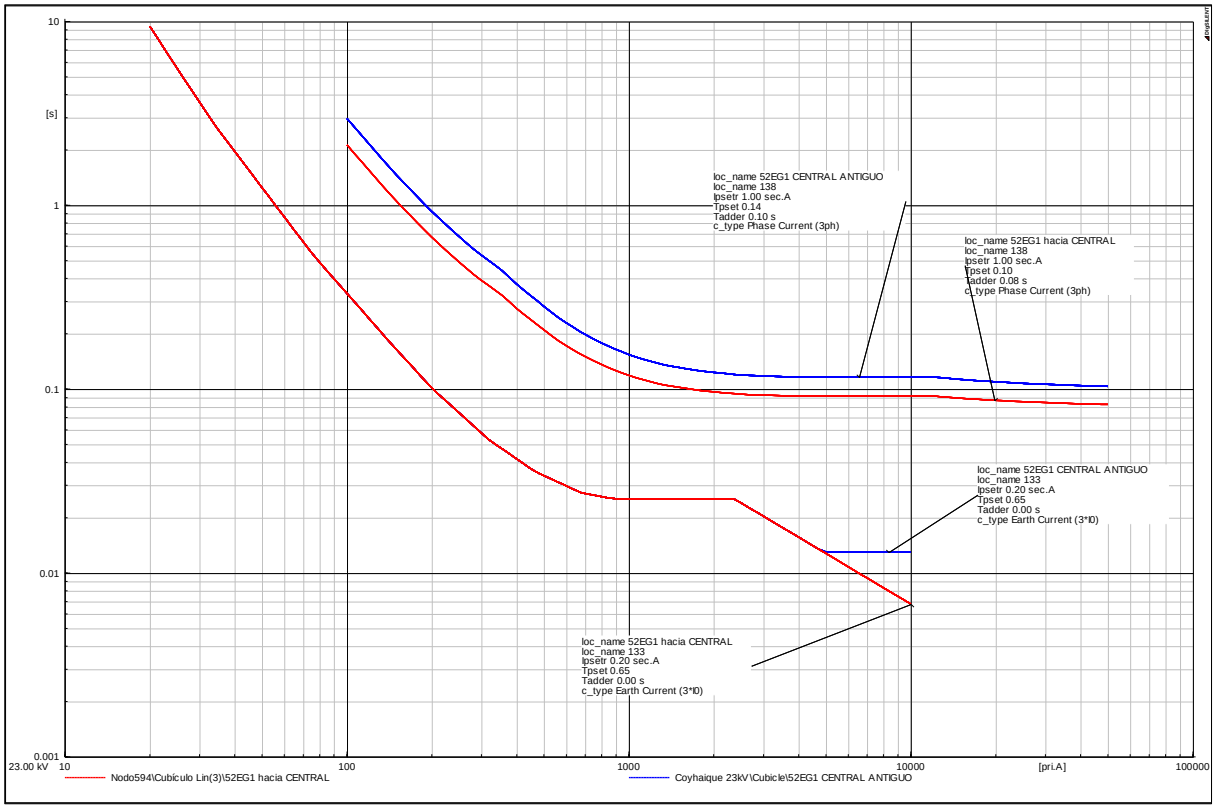



**Figura 92.** 52EG1 CENTRAL Y 52EG1 CENTRAL ANTIGUO

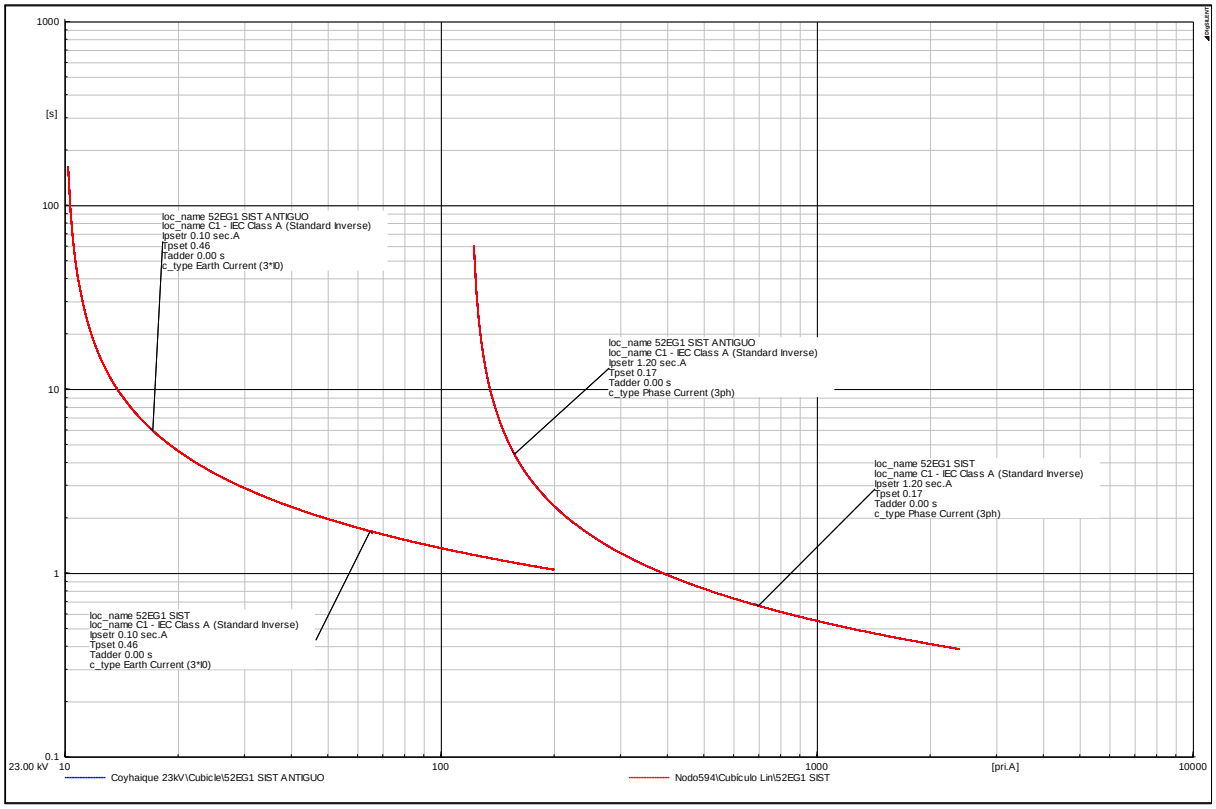



**Figura 93.** 52EG1 SIST Y 52EG1 SIST ANTIGUO

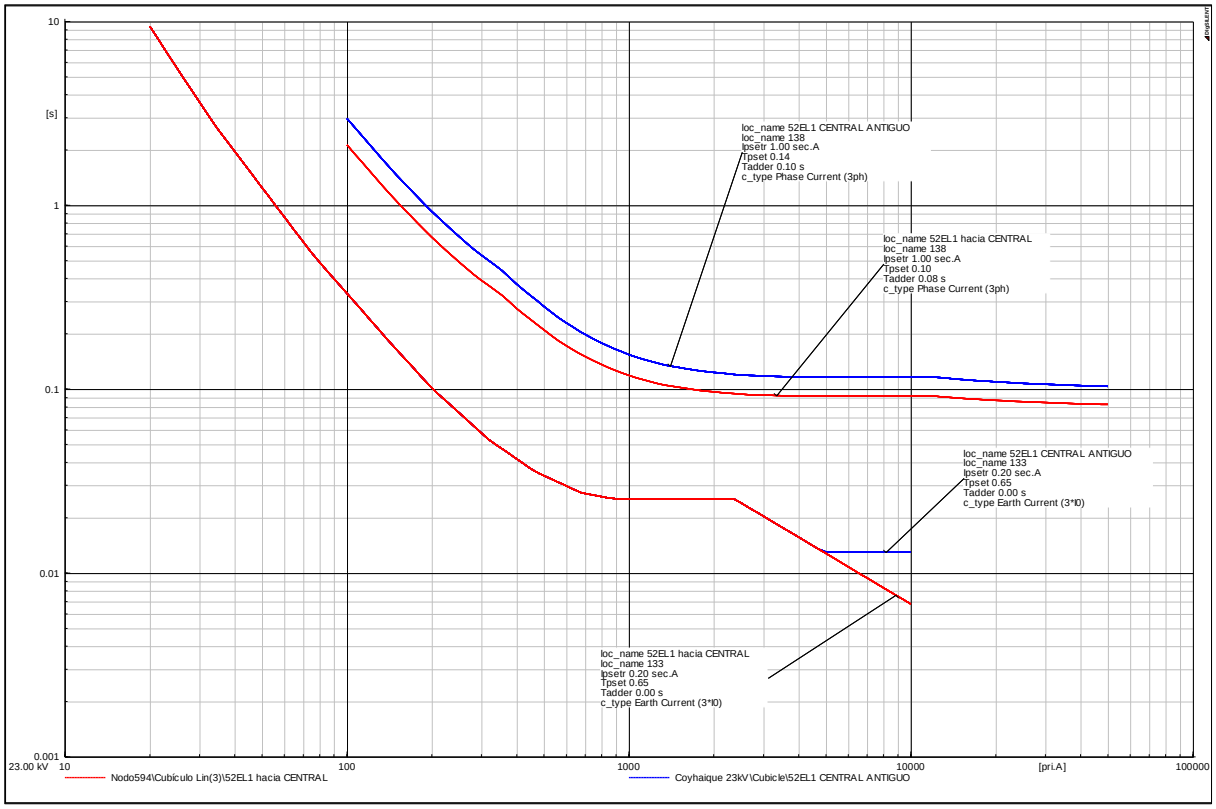



**Figura 94.** 52EL1 CENTRAL Y 52EL1 CENTRAL ANTIGUO

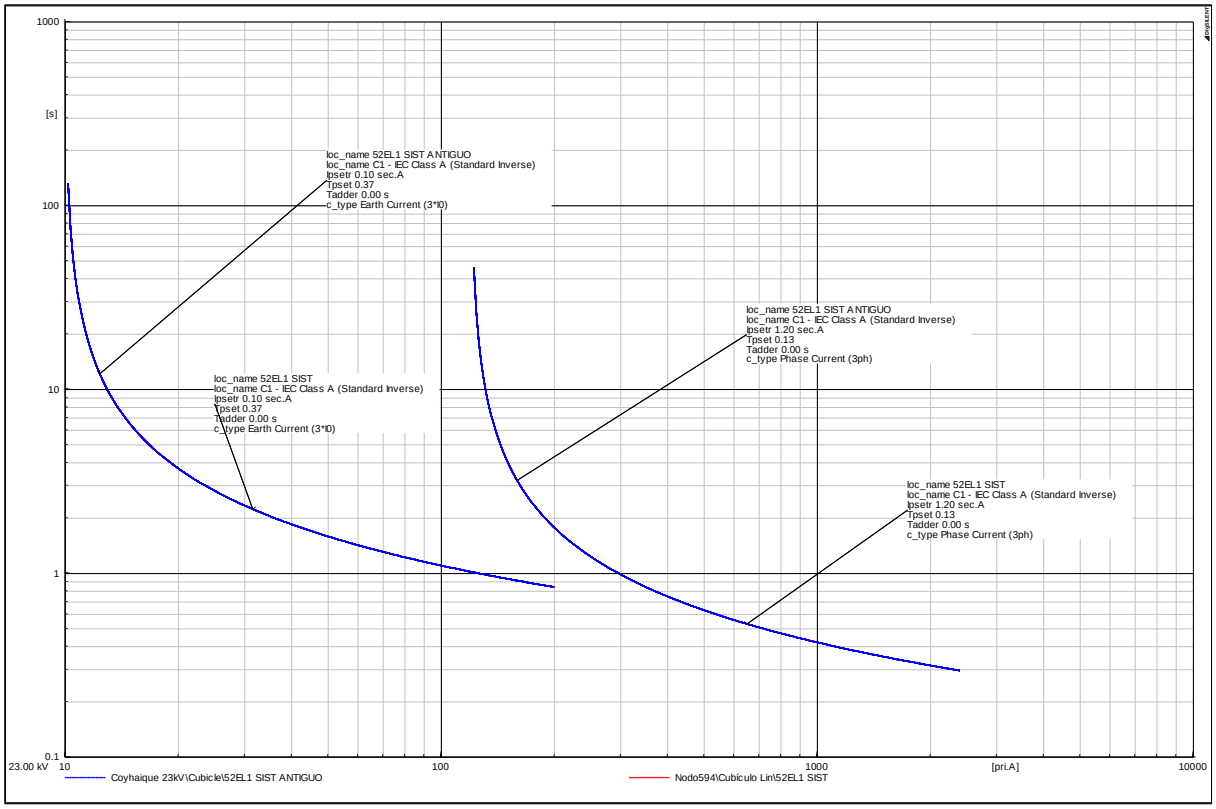



**Figura 95.** 52EL1 SIST Y 52EL1 SIST ANTIGUO

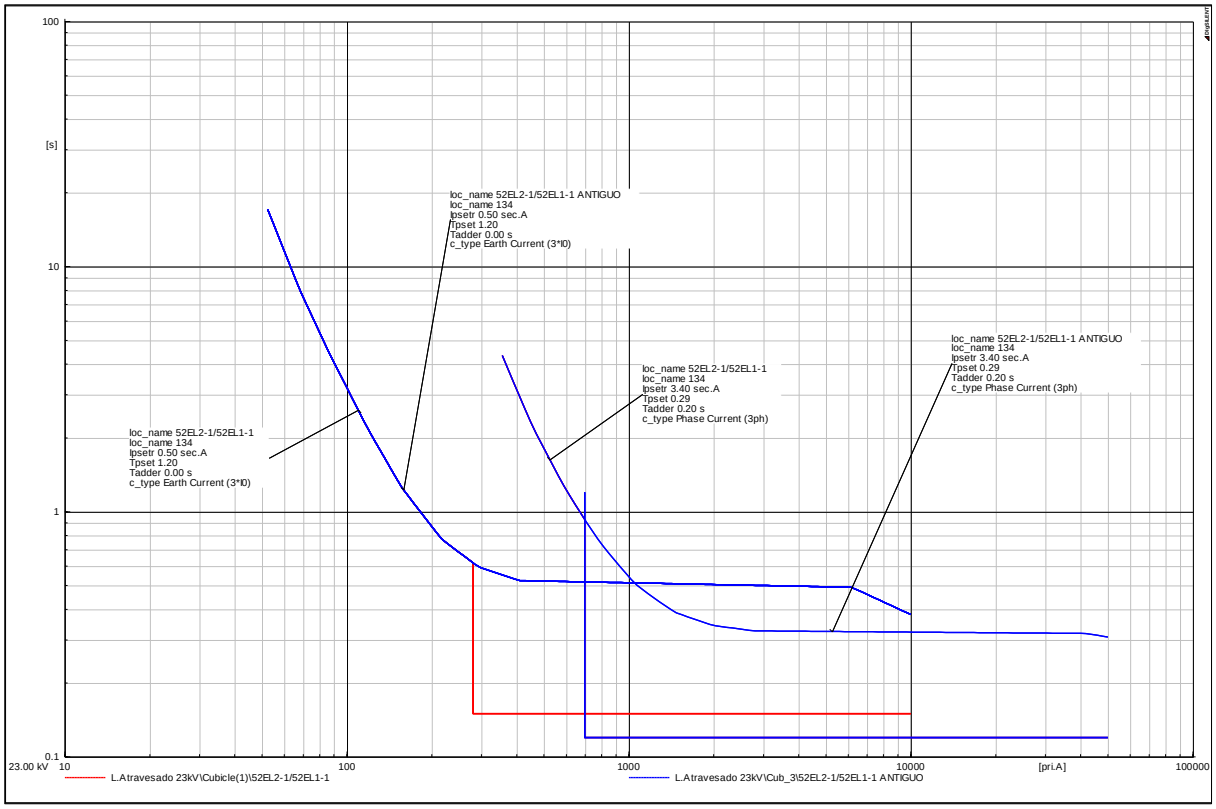



**Figura 96.** 52EL1-1/52EL2-1 Y 52EL1-1/52EL2-1 ANTIGUO

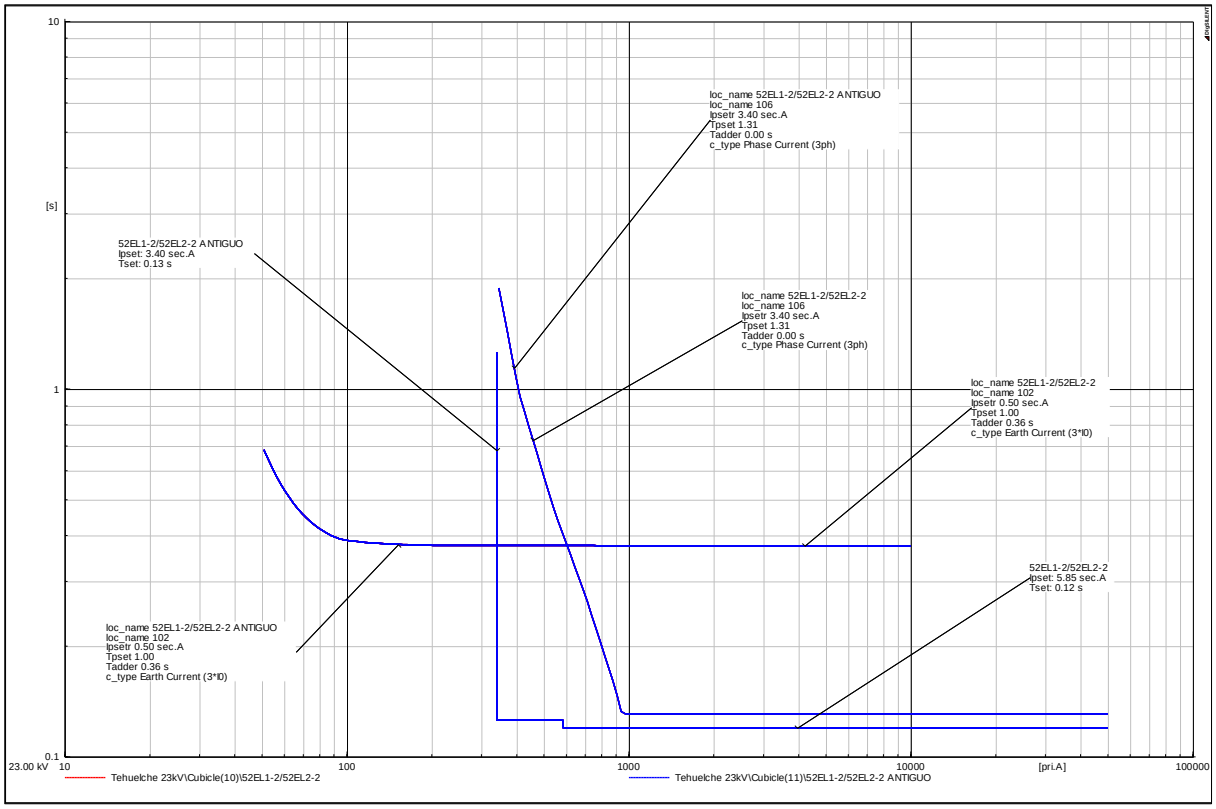



**Figura 97.** 52EL1-2/52EL2-2 Y 52EL1-2/52EL2-2 ANTIGUO

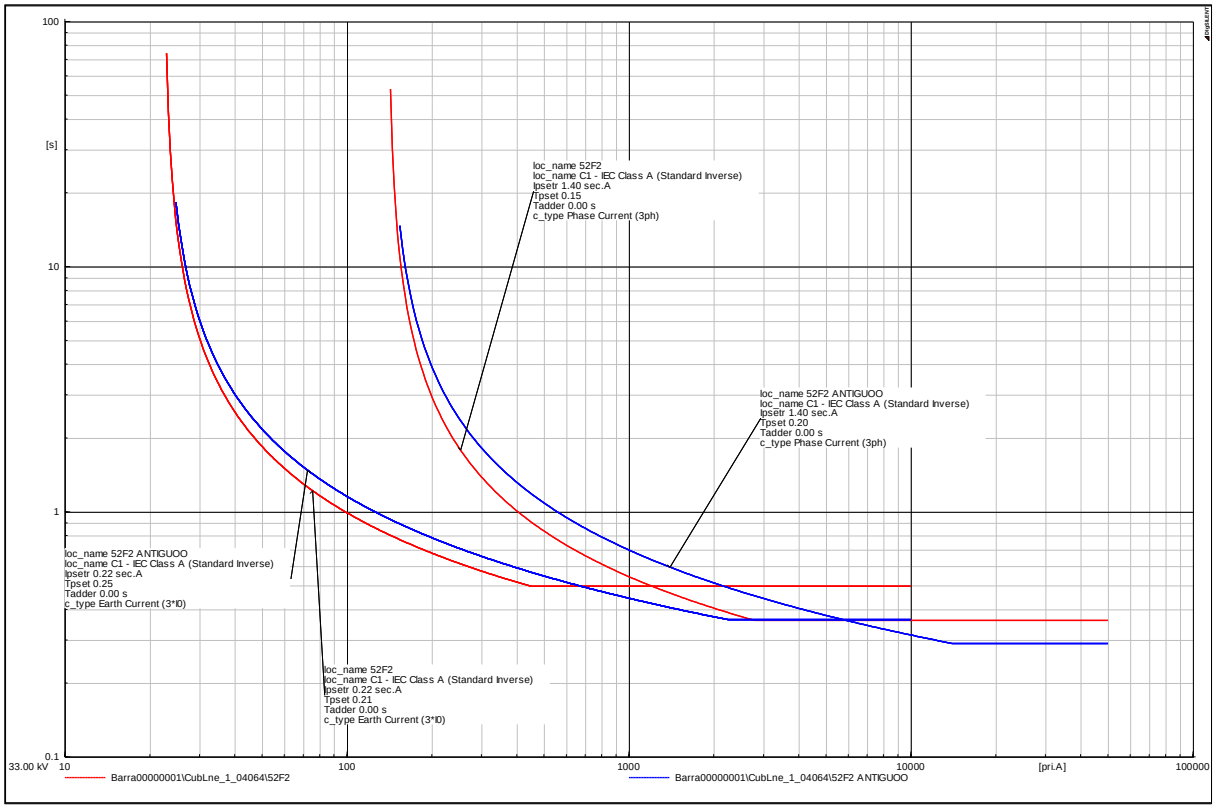



**Figura 98.** 52F2 Y 52F2 ANTIGUO

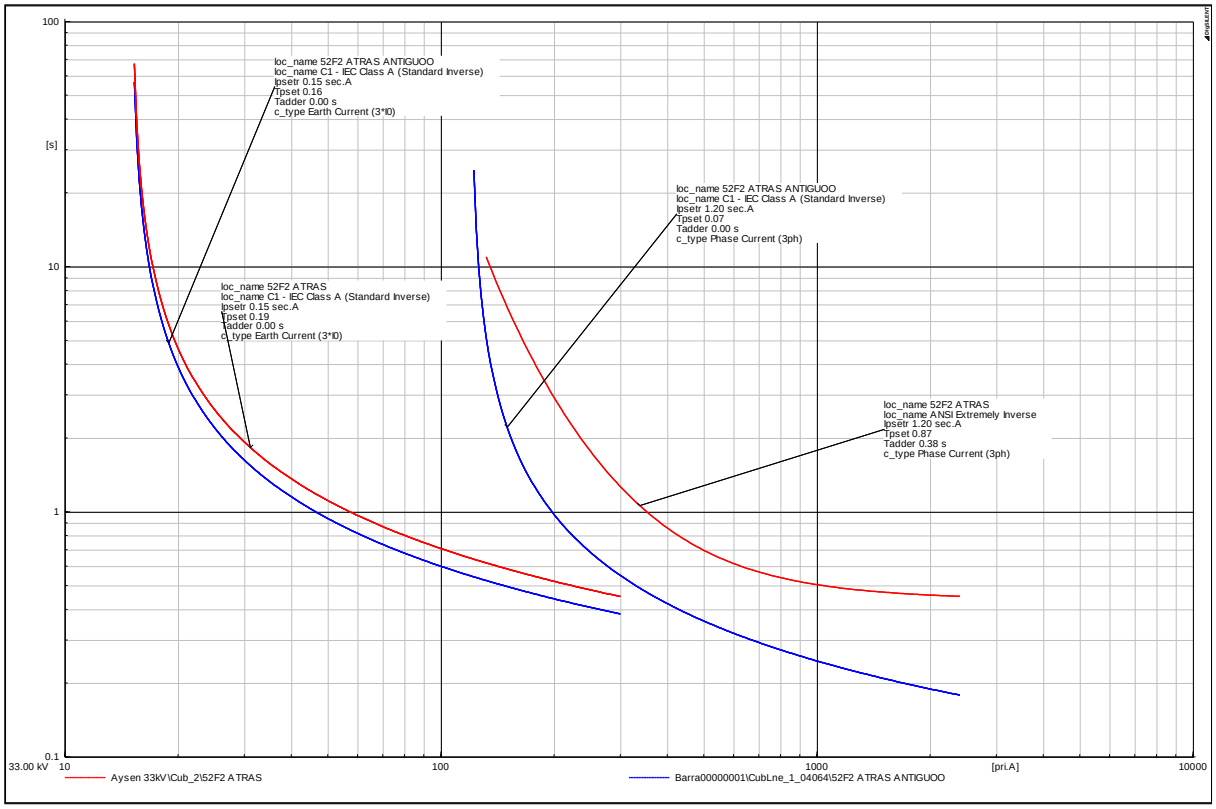



**Figura 99.** 52F2 ATRÁS Y 52F2 ATRAS ANTIGUO

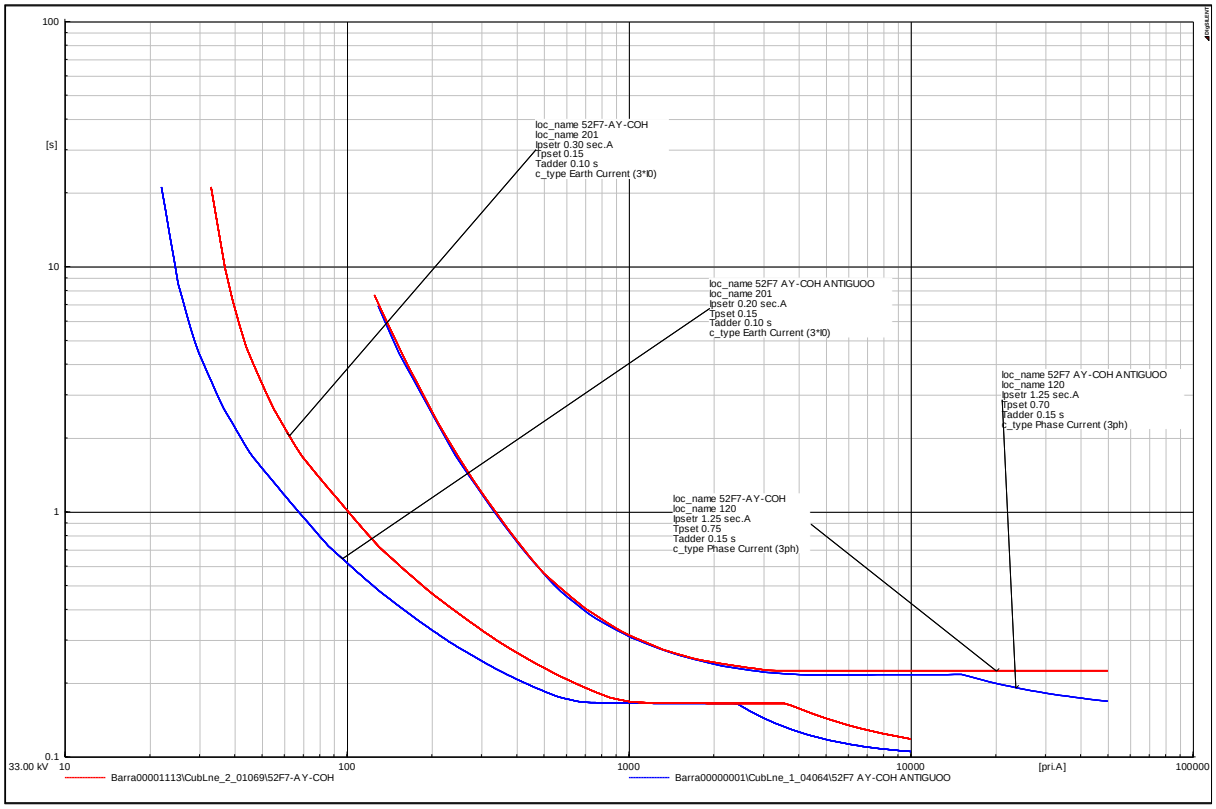



**Figura 100.** 52F2 AY-COH Y 52F2 AY-COH ANTIGUO

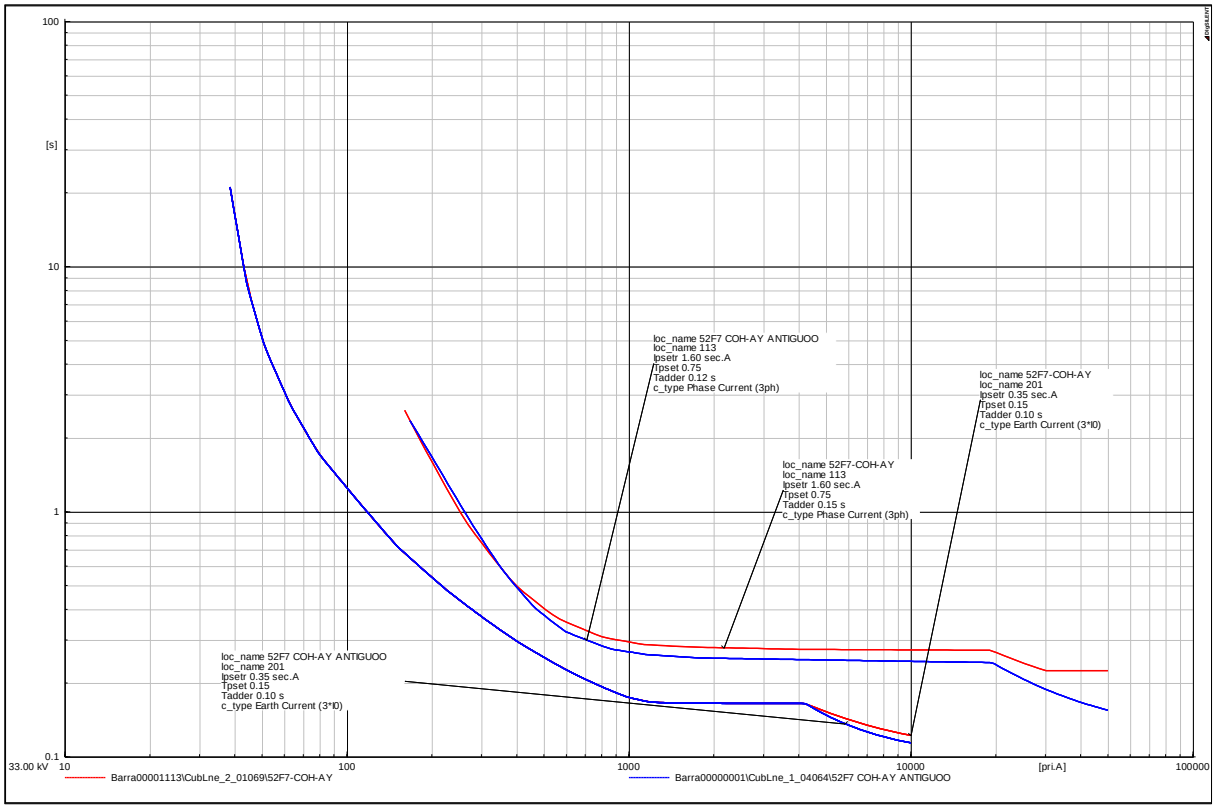



**Figura 101.** 52F2 COH-AY Y 52F2 COH-AY ANTIGUO

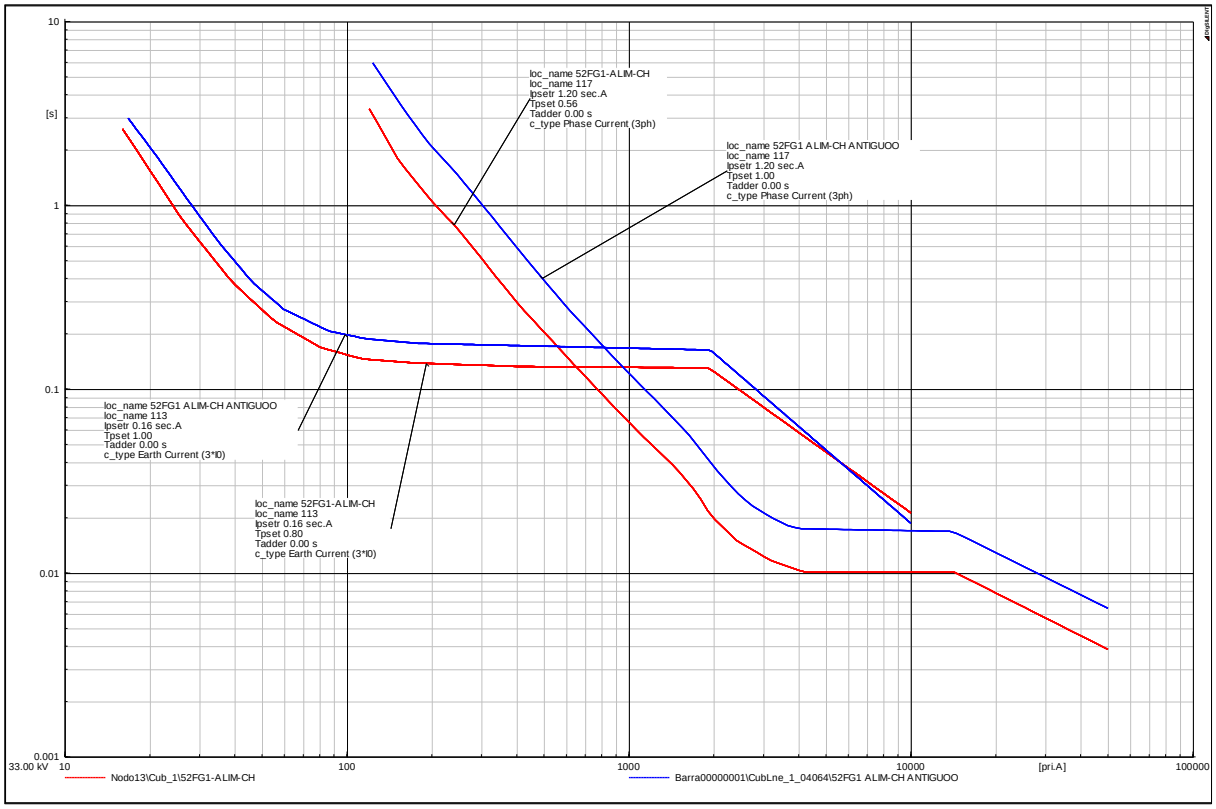



**Figura 102.** 52FG1 ALIM-CH Y 52FG1 ALIM-CH ANTIGUO

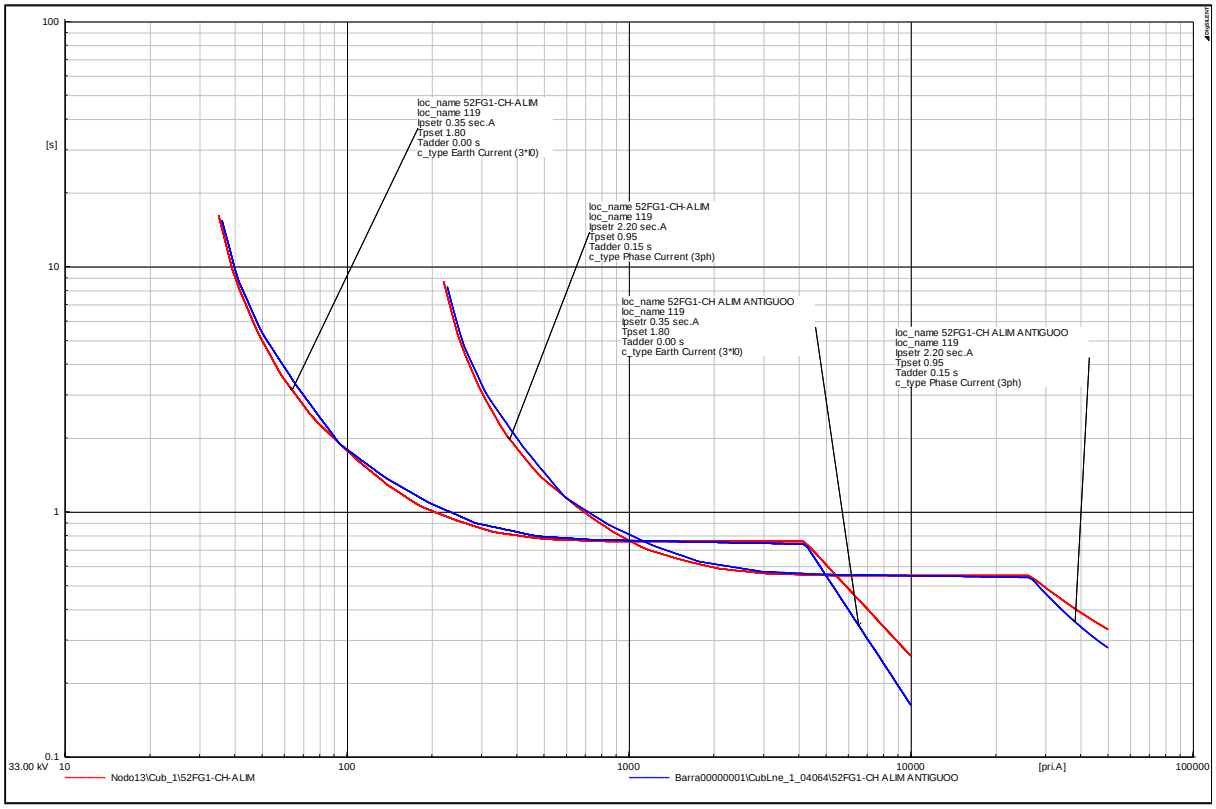



**Figura 103.** 52FG1 CH-ALIM Y 52FG1 CH-ALIM ANTIGUO

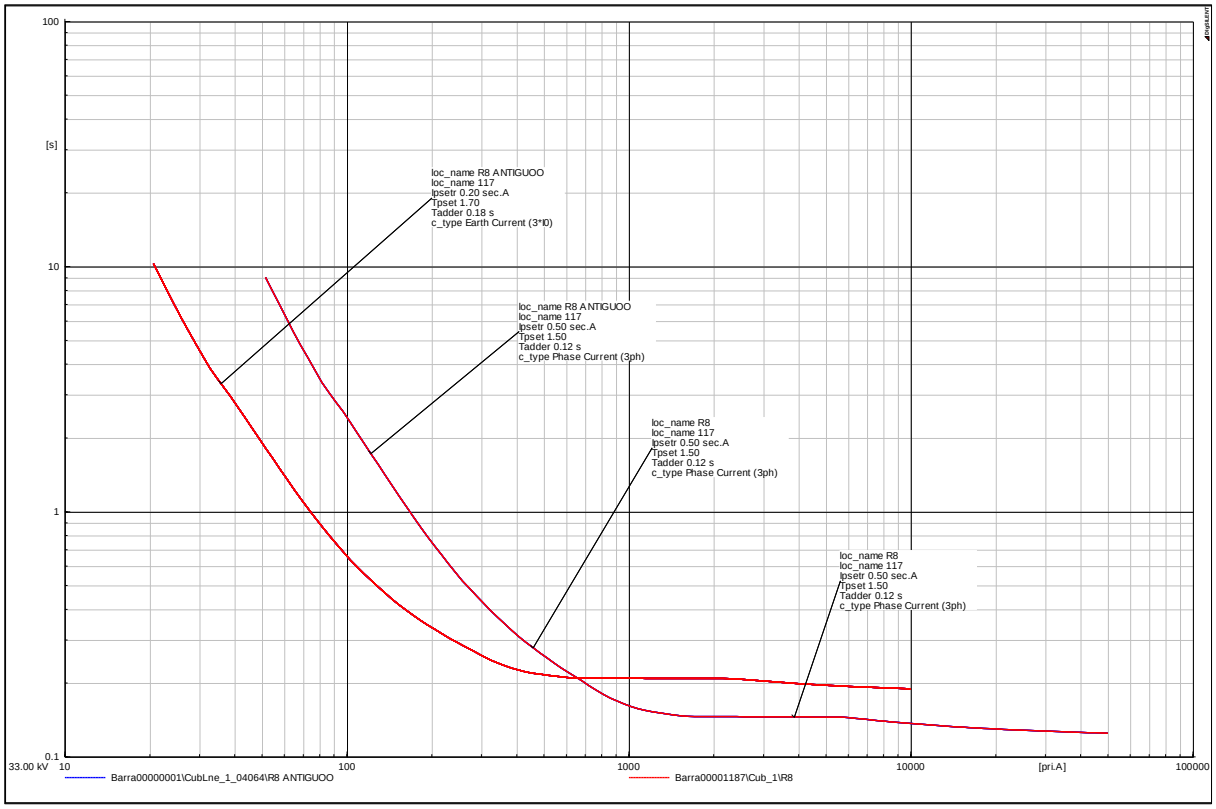



**Figura 104.** R8 Y R8 ANTIGUO

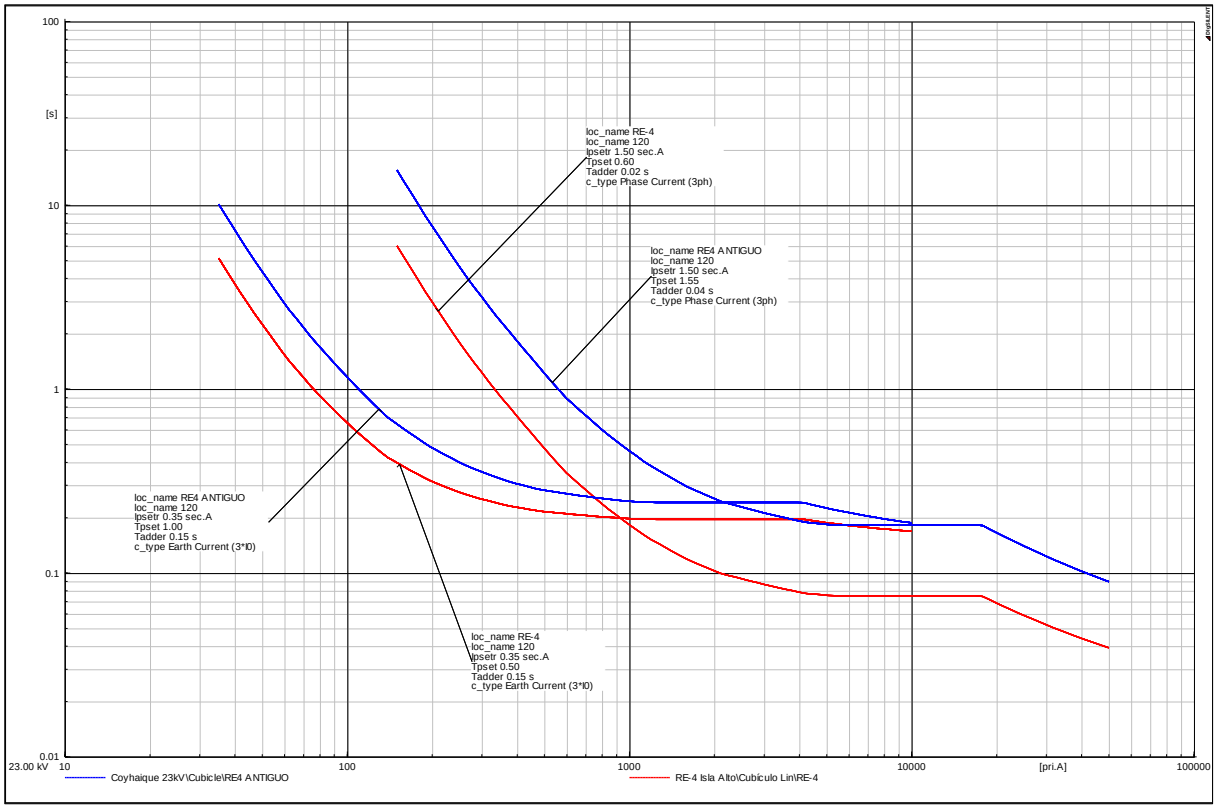



**Figura 105.** RE4 Y RE4 ANTIGUO

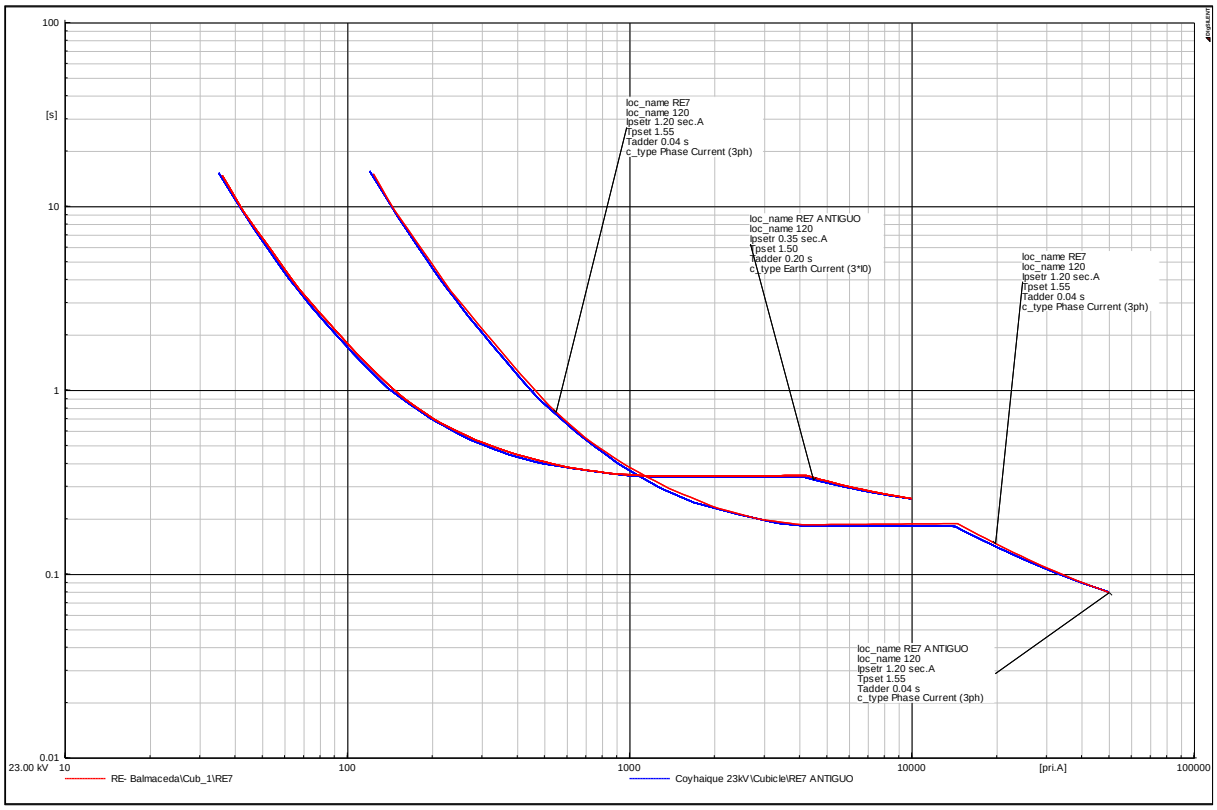



**Figura 106.** RE7 Y RE7 ANTIGUO

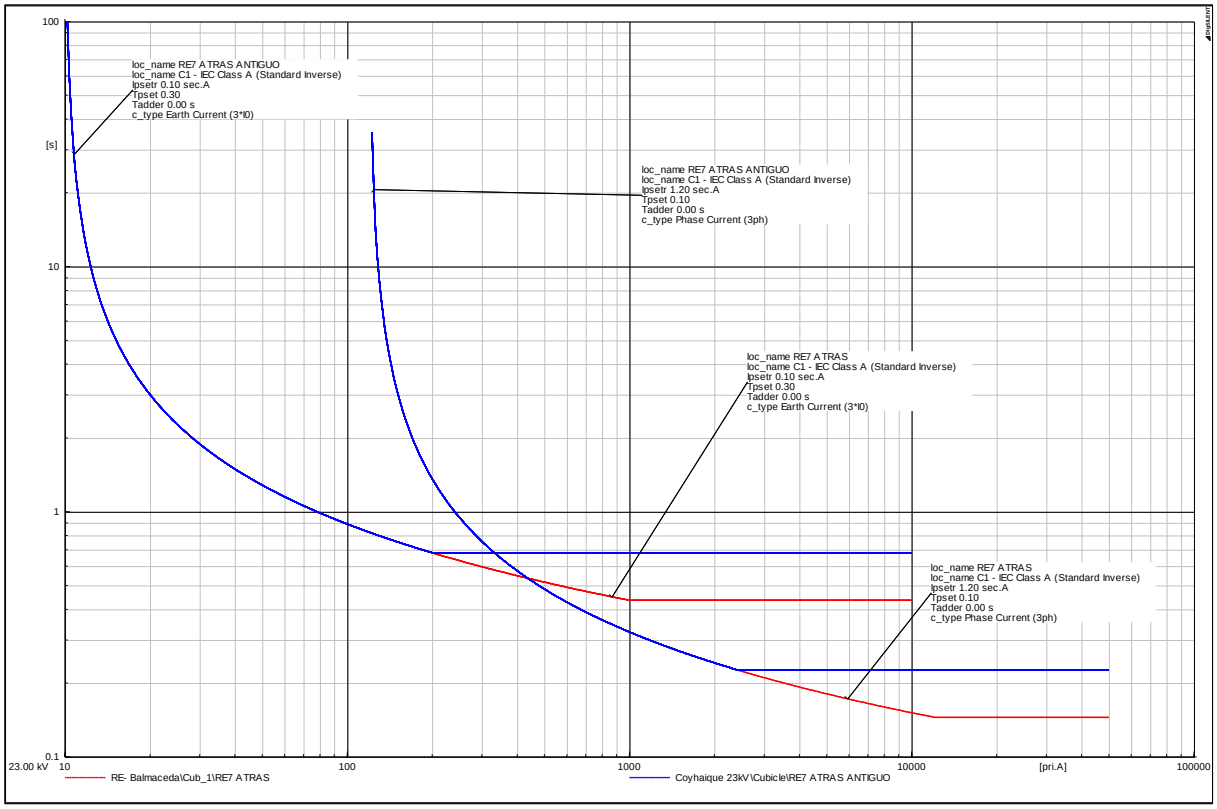



**Figura 107.** RE7 ATRAS Y RE7 ATRÁS ANTIGUO

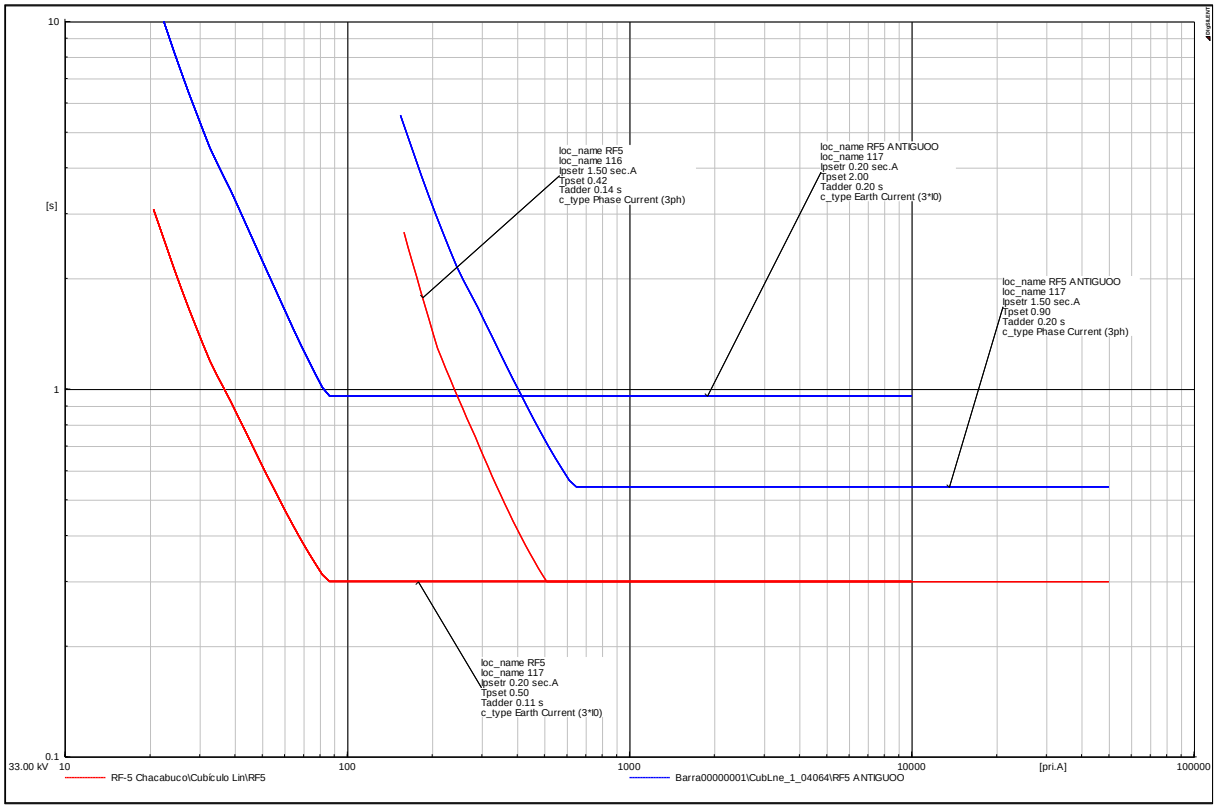



**Figura 108.** RF5 Y RF5 ANTIGUO

### 9.2.1.4. *Resultados de la coordinación de protecciones (con seccionadores 89EBA y 89EBG cerrados)*

En las siguientes tablas se muestran los tiempos de actuación de los distintos relés para cada una de las fallas evaluadas, teniendo en cuenta los comentarios descritos al inicio del presente anexo, considerando como condición de operación en este punto que los seccionadores 89EBA y 89EBG están cerrados. La coordinación se llevó a cabo utilizando un despacho económico con 10% de reserva, mostrándose los resultados para el caso de máxima demanda.

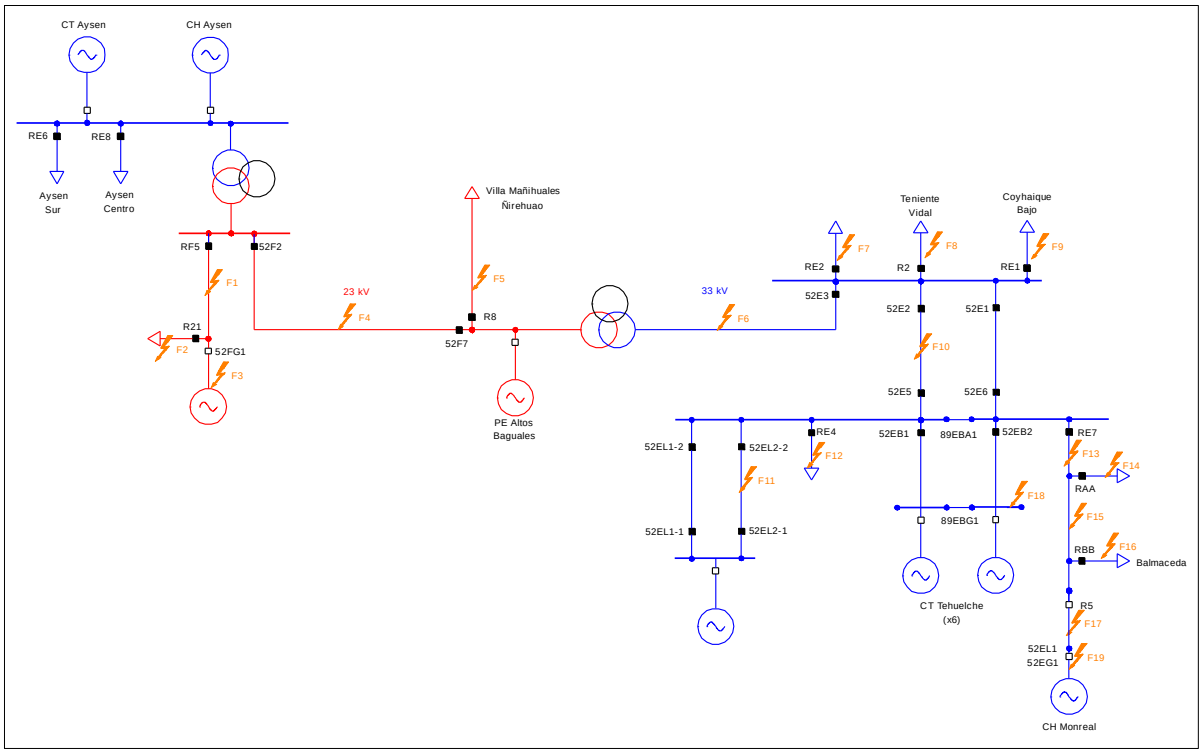



**Figura 109.** Unifilar SM Aysen seccionadores 89EBA y 89EBG cerrados

**Tabla 43.** Fallas a considerar para caso con 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Nº | de | hasta | Elemento que debe operar |
|---|---|---|---|
| 1 | Aysén 33 kV | Nodo 10 (Red Chacabuco) | RF5 y 52FG1 CH-ALIM |
| 2 | Nodo 10 (Red Chacabuco) | Nodo 28 (Red Chacabuco) | R21 |
| 3 | Nodo 52FG1 | C. Chacabuco 33kV | 52FG1 ALIM-CH |
| 4 | Aysén 33kV | Baguales 33kV | 52F2 y 52F7 COH-AY |
| 5 | Baguales 33kV | Arranque Mañihuales | R8 |
| 6 | Baguales 33kV | Coyhaique 23kV (Divisadero) | 52F7 AY-COH y 52E3 |
| 7 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique medio | RE2 |
| 8 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Teniente Vidal | R2 |

| Falla Nº | de | hasta | Elemento que debe operar |
|---|---|---|---|
| 9 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique bajo | RE1 |
| 10 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Tehuelche 23kV | 52E2 y 52E5 |
| 11 | Tehuelche 23kV | L. Atravesado 23kV | 52EL1-2 y 52EL1-1 |
| 12 | Tehuelche 23kV | Isla Alto | RE4 |
| 13 | Tehuelche 23kV | Nodo 22 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 14 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Alimentador S/N | RAA |
| 15 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Nodo 228 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 16 | Nodo 228 (Red Balmaceda) | Alimentador Balmaceda | RBB |
| 17 | Valle Simpson | Alimentador Balmaceda (entre R5 y Ch Monreal) | R5 HACIA CENTRAL Y 52EL1 SIST |
| 18 | Barra generación Tehuelche | | 52EB1 Y 52EB2 |
| 19 | Nodo 612 (Ch Monreal) | Ch Monreal | 52EL1 y 52EG1 CENTRAL |

**Tabla 44. Actuación de relés de protección - Falla 01.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.182 | 52FG1-ALIM-CH | 0.133 | 52FG1-ALIM-CH | 0.199 | 52FG1-ALIM-CH | 0.132 | 52FG1-ALIM-CH | 0.145 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB2-2 | 0.284 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52EB2-2 | 0.303 | 52EB2-2 | 0.334 | 52EB1-2 | 0.284 | 52EB2-2 | 0.302 | 52EB2-2 | 0.432 |
| 52EB1-2 | 0.303 | 52EB1-2 | 0.334 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.302 | 52EB1-2 | 0.432 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 |
| 52F7-COH-AY | 0.842 | 52FG1-CH-ALIM | 0.785 | 52E5-R ATRAS | 0.917 | 52FG1-CH-ALIM | 0.765 | 52FG1-CH-ALIM | 1.468 |
| 52E5-R ATRAS | 1.022 | 52F7-COH-AY | 0.978 | 52F7-COH-AY | 0.946 | 52F7-COH-AY | 0.885 | 52E5-R ATRAS | 2.847 |
| 52E3 ATRAS | 1.034 | 52E5-R ATRAS | 1.297 | 52E3 ATRAS | 1.03 | 52E5-R ATRAS | 1.038 | 52E3 ATRAS | 3.923 |
| 52E3 | 1.212 | 52E3 ATRAS | 1.306 | 52E3 | 1.208 | 52F2 | 1.084 | 52EB2-1 | 6.767 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.268 | 52F2 | 1.489 | 52FG1-CH-ALIM | 1.333 | 52E3 ATRAS | 1.11 | 52EB1-1 | 6.767 |
| 52F7-AY-COH | 1.367 | 52E3 | 1.578 | 52F7-AY-COH | 1.557 | 52F7-AY-COH | 1.209 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.545 | 52F7-AY-COH | 1.606 | 52F2 | 1.745 | 52E3 | 1.306 | R-15 | - |
| 52EB2-1 | 4.684 | 52EB2-1 | 5.161 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.783 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.113 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 4.684 | 52EB1-1 | 5.161 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.783 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.113 | RE7 ATRAS | - |

**Tabla 45. Actuación de relés de protección - Falla 02.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R21 | 0.149 | 52FG1-ALIM-CH | 0.084 | R21 | 0.153 | 52FG1-ALIM-CH | 0.085 | 52FG1-ALIM-CH | 0.135 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.164 | R21 | 0.133 | 52FG1-ALIM-CH | 0.181 | R21 | 0.133 | R21 | 0.146 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB2-2 | 0.299 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52EB2-2 | 0.321 | 52EB2-2 | 0.353 | 52EB1-2 | 0.299 | 52EB2-2 | 0.317 | 52EB2-2 | 0.443 |
| 52EB1-2 | 0.321 | 52EB1-2 | 0.353 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.317 | 52EB1-2 | 0.443 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | R18 | 0.338 | 52F2 ATRAS | 0.482 |
| 52F7-COH-AY | 1.095 | R18 | 0.617 | 52E5-R ATRAS | 1.052 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 0.838 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.195 | 52FG1-CH-ALIM | 0.757 | 52E3 ATRAS | 1.201 | 52FG1-CH-ALIM | 0.756 | 52E5-R ATRAS | 3.044 |
| 52E5-R ATRAS | 1.197 | 52F7-COH-AY | 1.443 | 52F7-COH-AY | 1.218 | 52E5-R ATRAS | 1.195 | 52E3 ATRAS | 4.259 |
| 52E3 ATRAS | 1.239 | 52E5-R ATRAS | 1.514 | 52FG1-CH-ALIM | 1.262 | 52F7-COH-AY | 1.275 | 52EB2-1 | 6.959 |
| 52E3 | 1.475 | 52E3 ATRAS | 1.569 | 52E3 | 1.419 | 52E3 ATRAS | 1.307 | 52EB1-1 | 6.959 |
| 52F7-AY-COH | 1.785 | 52E3 | 1.978 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.905 | R14 | 1.4 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.971 | 52F7-AY-COH | 2.316 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.905 | 52E3 | 1.58 | R-15 | - |
| 52EB2-1 | 4.955 | R14 | 2.504 | 52F7-AY-COH | 1.97 | 52F7-AY-COH | 2.055 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 4.955 | 52F2 | 2.64 | 52F2 | 2.215 | 52F2 | 2.31 | RE7 ATRAS | - |

**Tabla 46. Actuación de relés de protección - Falla 03.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.116 | 52FG1-ALIM-CH | 0.12 | 52FG1-ALIM-CH | 0.148 | 52FG1-ALIM-CH | 0.106 | 52FG1-ALIM-CH | 0.149 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB2-2 | 0.298 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52EB2-2 | 0.32 | 52EB2-2 | 0.347 | 52EB1-2 | 0.298 | 52EB2-2 | 0.318 | 52EB2-2 | 0.442 |
| 52EB1-2 | 0.32 | 52EB1-2 | 0.347 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.318 | 52EB1-2 | 0.442 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | R18 | 0.441 | 52F2 ATRAS | 0.483 |
| 52FG1-CH-ALIM | 0.982 | 52FG1-CH-ALIM | 0.803 | 52E5-R ATRAS | 1.039 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 1.643 |
| 52F7-COH-AY | 1.069 | R18 | 0.906 | 52FG1-CH-ALIM | 1.137 | 52FG1-CH-ALIM | 0.769 | 52E5-R ATRAS | 3.022 |
| 52E5-R ATRAS | 1.182 | 52F7-COH-AY | 1.324 | 52E3 ATRAS | 1.185 | R21 | 1.148 | 52E3 ATRAS | 4.217 |
| 52E3 ATRAS | 1.221 | 52E5-R ATRAS | 1.44 | 52F7-COH-AY | 1.191 | 52E5-R ATRAS | 1.197 | 52EB2-1 | 6.938 |
| 52E3 | 1.448 | 52E3 ATRAS | 1.478 | 52E3 | 1.399 | 52F7-COH-AY | 1.219 | 52EB1-1 | 6.938 |
| 52F7-AY-COH | 1.745 | 52E3 | 1.845 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.896 | 52E3 ATRAS | 1.299 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.926 | 52F7-AY-COH | 2.128 | 52EG1 hacia | 1.896 | 52E3 | 1.567 | R-15 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CENTRAL | | | | | |
| 52EB2-1 | 4.935 | 52F2 | 2.39 | 52F7-AY-COH | 1.93 | R14 | 1.825 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 4.935 | R21 | 2.454 | 52F2 | 2.164 | 52F7-AY-COH | 1.971 | RE7 ATRAS | - |
| RE-6 | - | R14 | 3.895 | 52EB2-1 | 4.608 | 52F2 | 2.174 | 52EL1 SIST | - |

**Tabla 47. Actuación de relés de protección - Falla 04.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.257 | 52FG1-ALIM-CH | 0.174 | 52EB2-2 | 0.248 | 52FG1-ALIM-CH | 0.184 | 52EB2-2 | 0.392 |
| 52EB1-2 | 0.257 | 52F7-AY-COH | 0.235 | 52EB1-2 | 0.248 | 52F7-AY-COH | 0.245 | 52EB1-2 | 0.392 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F7-COH-AY | 0.26 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52EB2-2 | 0.256 | 52F7-AY-COH | 0.457 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.464 | RF5 | 0.326 | 52FG1-ALIM-CH | 0.479 | 52EB1-2 | 0.256 | 52F2 ATRAS | 0.504 |
| 52F7-COH-AY | 0.508 | 52EB2-2 | 0.346 | 52F7-COH-AY | 0.588 | 52F7-COH-AY | 0.272 | 52F7-COH-AY | 0.531 |
| 52E3 ATRAS | 0.674 | 52EB1-2 | 0.346 | 52E5-R ATRAS | 0.659 | RF5 | 0.353 | 52FG1-ALIM-CH | 0.539 |
| 52E5-R ATRAS | 0.681 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E3 ATRAS | 0.712 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 | 0.765 |
| 52F2 | 0.757 | 52F2 | 0.531 | 52E3 | 0.812 | 52F2 | 0.543 | RF5 | 1.157 |
| 52E3 | 0.765 | 52E3 ATRAS | 1.347 | 52F2 | 0.847 | 52E5-R ATRAS | 0.705 | 52E5-R ATRAS | 2.195 |
| 52F7-AY-COH | 0.789 | 52E5-R ATRAS | 1.397 | 52F7-AY-COH | 0.927 | 52E3 ATRAS | 0.749 | 52E3 ATRAS | 2.797 |
| RF5 | 0.812 | 52E3 | 1.641 | RF5 | 0.933 | 52E3 | 0.859 | 52E3 | 3.782 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.815 | 52FG1-CH-ALIM | 2.338 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.441 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.594 | 52EB2-1 | 6.093 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 1.815 | 52EB2-1 | 5.343 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.441 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.594 | 52EB1-1 | 6.093 |
| 52FG1-CH-ALIM | 2.753 | 52EB1-1 | 5.343 | 52FG1-CH-ALIM | 2.843 | 52FG1-CH-ALIM | 2.56 | RE-6 | - |
| 52EB2-1 | 4.003 | RE-6 | - | 52EB2-1 | 3.872 | 52EB2-1 | 3.994 | R-15 | - |
| 52EB1-1 | 4.003 | R-15 | - | 52EB1-1 | 3.872 | 52EB1-1 | 3.994 | RE7 | - |

**Tabla 48. Actuación de relés de protección - Falla 05.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R8 | 0.167 | R8 | 0.154 | R8 | 0.181 | R8 | 0.153 | R8 | 0.23 |
| 52EB2-2 | 0.225 | 52EB2-2 | 0.252 | 52EB2-2 | 0.221 | 52EB2-2 | 0.232 | 52EB2-2 | 0.343 |
| 52EB1-2 | 0.225 | 52EB1-2 | 0.252 | 52EB1-2 | 0.221 | 52EB1-2 | 0.232 | 52EB1-2 | 0.343 |
| 52F2 ATRAS | 0.454 | 52F2 ATRAS | 0.459 | 52F2 ATRAS | 0.461 | 52F2 ATRAS | 0.455 | 52F2 ATRAS | 0.673 |
| 52F7-COH-AY | 0.479 | 52F7-COH-AY | 0.54 | 52E5-R ATRAS | 0.511 | 52F7-COH-AY | 0.481 | 52E5-R ATRAS | 1.523 |
| 52E5-R ATRAS | 0.51 | 52E3 ATRAS | 0.616 | 52E3 ATRAS | 0.549 | 52E5-R ATRAS | 0.556 | 52E3 ATRAS | 1.811 |
| 52E3 ATRAS | 0.518 | 52E5-R ATRAS | 0.642 | 52F7-COH-AY | 0.554 | 52E3 ATRAS | 0.561 | 52FG1-ALIM-CH | 2.118 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52E3 | 0.59 | 52E3 | 0.708 | 52E3 | 0.628 | 52E3 | 0.643 | 52E3 | 2.341 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.695 | 52FG1-ALIM-CH | 0.788 | 52FG1-ALIM-CH | 0.705 | 52F7-AY-COH | 0.726 | 52F2 | 4.534 |
| 52F7-AY-COH | 0.721 | 52F7-AY-COH | 0.844 | 52F7-AY-COH | 0.868 | 52FG1-ALIM-CH | 0.758 | 52EB2-1 | 5.289 |
| 52E2-R | 0.935 | 52F2 | 1.043 | 52E2-R | 0.942 | 52F2 | 0.858 | 52EB1-1 | 5.289 |
| 52E1-R | 0.935 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.669 | 52E1-R | 0.942 | 52E2-R | 1.165 | RE-6 | - |
| 52F2 | 0.969 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.669 | 52F2 | 1.098 | 52E1-R | 1.165 | R-15 | - |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.429 | RF5 | 1.767 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.163 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.423 | RE7 | - |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 1.429 | 52EB2-1 | 3.933 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.163 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.423 | RE7 ATRAS | - |
| RF5 | 1.45 | 52EB1-1 | 3.933 | RF5 | 1.687 | RF5 | 1.461 | 52EL1 SIST | - |
| 52EB2-1 | 3.552 | R5 hacia CENTRAL | 4.856 | R5 hacia CENTRAL | 3.344 | 52EB2-1 | 3.651 | 52EG1 SIST | - |
| 52EB1-1 | 3.552 | 52FG1-CH-ALIM | 6.076 | 52EB2-1 | 3.496 | 52EB1-1 | 3.651 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 4.162 | 52E5-R | 25.972 | 52EB1-1 | 3.496 | R5 hacia CENTRAL | 4.146 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E5-R | 4.264 | 52E6-R | 25.972 | 52E5-R | 4.31 | 52FG1-CH-ALIM | 5.509 | RBB | - |
| 52E6-R | 4.264 | RE-6 | - | 52E6-R | 4.31 | 52E5-R | 6.369 | R-AA | - |
| 52FG1-CH-ALIM | 4.658 | R-15 | - | 52FG1-CH-ALIM | 4.757 | 52E6-R | 6.369 | R6 | - |
| 52EL1 SIST | 20.666 | RE7 | - | 52EL1 SIST | 5.59 | 52EL1 SIST | 19.69 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 27.025 | RE7 ATRAS | - | R5 SIST | 6.116 | 52EG1 SIST | 25.748 | R3 | - |
| R5 SIST | 34.174 | 52EL1 SIST | - | 52EG1 SIST | 7.31 | R5 SIST | 31.592 | R5 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 49. Actuación de relés de protección - Falla 06.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.168 | 52EB2-2 | 0.149 | 52EB2-2 | 0.172 | 52EB2-2 | 0.15 | 52EB2-2 | 0.296 |
| 52EB1-2 | 0.168 | 52EB1-2 | 0.149 | 52EB1-2 | 0.172 | 52EB1-2 | 0.15 | 52EB1-2 | 0.296 |
| 52E5-R ATRAS | 0.303 | 52E3 | 0.269 | 52E5-R ATRAS | 0.32 | 52E3 | 0.263 | 52E3 | 0.853 |
| 52E2-R | 0.328 | 52E5-R ATRAS | 0.328 | 52E2-R | 0.353 | 52E5-R ATRAS | 0.311 | 52E5-R ATRAS | 1.547 |
| 52E1-R | 0.328 | 52E3 ATRAS | 0.366 | 52E1-R | 0.353 | 52E2-R | 0.339 | 52E3 ATRAS | 1.877 |
| 52E3 ATRAS | 0.349 | 52E2-R | 0.367 | 52E3 ATRAS | 0.369 | 52E1-R | 0.339 | 52E5-R | 4.218 |
| 52E3 | 0.429 | 52E1-R | 0.367 | 52E3 | 0.443 | 52E3 ATRAS | 0.352 | 52E6-R | 4.218 |
| 52F2 ATRAS | 0.466 | 52EL2-2 | 0.443 | 52F2 ATRAS | 0.476 | 52EL2-2 | 0.415 | 52EB2-1 | 4.583 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.655 | 52EL1-2 | 0.443 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.628 | 52EL1-2 | 0.415 | 52EB1-1 | 4.583 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.655 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.628 | 52F2 ATRAS | 0.472 | 52F2 ATRAS | 5.209 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F7-COH-AY | 0.708 | 52E5-R | 0.744 | 52F7-COH-AY | 0.829 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.687 | 52E2-R | 6.174 |
| 52EL2-2 | 0.77 | 52E6-R | 0.744 | 52EL2-2 | 0.853 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.687 | 52E1-R | 6.174 |
| 52EL1-2 | 0.77 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.98 | 52EL1-2 | 0.853 | 52E5-R | 0.711 | RE-6 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.973 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.98 | 52FG1-ALIM-CH | 0.96 | 52E6-R | 0.711 | R-15 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.136 | 52F7-COH-AY | 1.239 | 52E5-R | 1.344 | 52F7-COH-AY | 0.782 | RE7 | - |
| 52E5-R | 1.228 | 52FG1-ALIM-CH | 1.32 | 52E6-R | 1.344 | 52FG1-ALIM-CH | 1.018 | RE7 ATRAS | - |
| 52E6-R | 1.228 | 52EB2-1 | 1.636 | 52F7-AY-COH | 1.345 | 52F7-AY-COH | 1.264 | 52EL1 SIST | - |
| 52F2 | 1.315 | 52EB1-1 | 1.636 | RE7 ATRAS | 1.365 | 52F2 | 1.439 | 52EG1 SIST | - |
| RE7 ATRAS | 1.429 | 52F7-AY-COH | 2.001 | 52F2 | 1.523 | 52EB2-1 | 1.553 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL1 SIST | 1.719 | RE7 ATRAS | 2.141 | 52EL1 SIST | 1.626 | 52EB1-1 | 1.553 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| R5 SIST | 1.744 | 52F2 | 2.163 | R5 SIST | 1.648 | RE7 ATRAS | 1.57 | RBB | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.809 | R5 hacia CENTRAL | 2.784 | R5 hacia CENTRAL | 1.728 | 52EL1 SIST | 1.834 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 2.248 | R5 SIST | 2.88 | 52EG1 SIST | 2.126 | R5 SIST | 1.867 | R6 | - |
| 52EL1-1 | 2.338 | 52EL1 SIST | 2.923 | 52EL1-1 | 2.605 | R5 hacia CENTRAL | 1.908 | R10 | - |
| 52EL2-1 | 2.338 | 52EG1 SIST | 3.634 | 52EL2-1 | 2.605 | 52EG1 SIST | 2.398 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 2.778 | 52EL1-1 | 4.315 | 52EB2-1 | 2.83 | 52EL1-1 | 2.756 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 2.778 | 52EL2-1 | 4.315 | 52EB1-1 | 2.83 | 52EL2-1 | 2.756 | R5 SIST | - |
| RE7 | 5.099 | RE7 | 9.426 | RE7 | 4.847 | RE7 | 5.618 | R7 | - |

En el caso de la falla 6 monofásica con 40 Ω de impedancia de falla la corriente de falla vista por 52F7-AY-COH es muy pequeña, independiente del seteo elegido, por lo que no se tendrá apertura de esta protección en dicho caso.

**Tabla 50. Actuación de relés de protección - Falla 07.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| RE2 | 0.146 | RE2 | 0.121 | 52EB2-2 | 0.156 | RE2 | 0.121 | RE2 | 0.206 |
| 52EB2-2 | 0.152 | 52EB2-2 | 0.124 | 52EB1-2 | 0.156 | 52EB2-2 | 0.126 | 52EB2-2 | 0.253 |
| 52EB1-2 | 0.152 | 52EB1-2 | 0.124 | RE2 | 0.162 | 52EB1-2 | 0.126 | 52EB1-2 | 0.253 |
| 52E5-R ATRAS | 0.258 | 52E5-R ATRAS | 0.254 | 52E5-R ATRAS | 0.274 | 52E5-R ATRAS | 0.252 | 52E5-R ATRAS | 1.201 |
| 52E2-R | 0.277 | 52E2-R | 0.266 | 52E2-R | 0.292 | 52E2-R | 0.266 | 52E3 | 1.373 |
| 52E1-R | 0.277 | 52E1-R | 0.266 | 52E1-R | 0.292 | 52E1-R | 0.266 | 52E5-R | 1.656 |
| 52EL2-2 | 0.454 | 52E3 | 0.293 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52E3 | 0.281 | 52E6-R | 1.656 |
| 52EL1-2 | 0.454 | 52EL2-2 | 0.378 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52EL2-2 | 0.377 | 52E2-R | 1.794 |
| 52F2 | 0.47 | 52EL1-2 | 0.378 | 52EG1 | 0.495 | 52EL1-2 | 0.377 | 52E1-R | 1.794 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATRAS | | | | hacia CENTRAL | | | | | |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52F2 ATRAS | 0.506 | 52EL2-2 | 0.525 | 52F2 ATRAS | 0.478 | 52EB2-1 | 3.95 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.525 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.524 | 52EB1-1 | 3.95 |
| 52F7-COH-AY | 0.807 | 52E6-R | 0.564 | 52F7-COH-AY | 0.941 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.524 | 52E3 ATRAS | 5.499 |
| 52E5-R | 0.954 | 52E3 ATRAS | 0.572 | RE7 ATRAS | 0.999 | 52E3 ATRAS | 0.525 | 52F2 ATRAS | 6.912 |
| 52E6-R | 0.954 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.695 | 52FG1-ALIM-CH | 1.031 | 52E5-R | 0.564 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 0.981 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.695 | 52E5-R | 1.041 | 52E6-R | 0.564 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.043 | RE7 ATRAS | 1.195 | 52E6-R | 1.041 | 52F7-COH-AY | 0.904 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.155 | 52EB2-1 | 1.201 | 52E3 ATRAS | 1.139 | RE7 ATRAS | 1.059 | RE7 ATRAS | - |
| 52EL1 SIST | 1.241 | 52EB1-1 | 1.201 | 52EL1 SIST | 1.24 | 52EL1-1 | 1.07 | 52EL1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.248 | 52EL1-1 | 1.284 | R5 SIST | 1.249 | 52FG1-ALIM-CH | 1.085 | 52EG1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.307 | 52FG1-ALIM-CH | 1.397 | R5 hacia CENTRAL | 1.334 | 52EB2-1 | 1.155 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.333 | 52F7-COH-AY | 1.48 | 52E3 | 1.342 | 52EB1-1 | 1.155 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.362 | 52EL2-1 | 1.484 | 52F7-AY-COH | 1.548 | 52EL2-1 | 1.27 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.46 | R5 SIST | 1.547 | 52EG1 SIST | 1.622 | 52EL1 SIST | 1.316 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.46 | 52EL1 SIST | 1.56 | 52EL1-1 | 1.662 | R5 SIST | 1.327 | R6 | - |
| 52F2 | 1.467 | R5 hacia CENTRAL | 1.925 | 52EL2-1 | 1.662 | R5 hacia CENTRAL | 1.419 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 1.623 | 52EG1 SIST | 1.939 | 52F2 | 1.714 | 52F7-AY-COH | 1.482 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 2.569 | 52F7-AY-COH | 2.378 | 52EB2-1 | 2.63 | 52F2 | 1.64 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 2.569 | 52F2 | 2.608 | 52EB1-1 | 2.63 | 52EG1 SIST | 1.721 | R5 SIST | - |

**Tabla 51. Actuación de relés de protección - Falla 08.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| R2 | 0.146 | R2 | 0.112 | R2 | 0.157 | R2 | 0.112 | R2 | 0.168 |
| 52EB2-2 | 0.156 | 52EB2-2 | 0.129 | 52EB2-2 | 0.161 | 52EB2-2 | 0.132 | 52EB2-2 | 0.256 |
| 52EB1-2 | 0.156 | 52EB1-2 | 0.129 | 52EB1-2 | 0.161 | 52EB1-2 | 0.132 | 52EB1-2 | 0.256 |
| 52E5-R ATRAS | 0.272 | 52E5-R ATRAS | 0.274 | 52E5-R ATRAS | 0.289 | 52E5-R ATRAS | 0.27 | 52E5-R ATRAS | 1.233 |
| 52E2-R | 0.291 | 52E2-R | 0.286 | 52E2-R | 0.309 | 52E2-R | 0.274 | 52E3 | 1.418 |
| 52E1-R | 0.291 | 52E1-R | 0.286 | 52E1-R | 0.309 | 52E1-R | 0.274 | 52E5-R | 1.697 |
| 52F2 ATRAS | 0.478 | 52E3 | 0.309 | 52F2 ATRAS | 0.492 | 52E3 | 0.301 | 52E6-R | 1.697 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52EL2-2 | 0.38 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.531 | 52EL2-2 | 0.379 | 52E2-R | 1.862 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52EL1-2 | 0.38 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.531 | 52EL1-2 | 0.379 | 52E1-R | 1.862 |
| 52EL2-2 | 0.538 | 52F2 ATRAS | 0.53 | 52EL2-2 | 0.622 | 52F2 ATRAS | 0.488 | 52EB2-1 | 3.989 |
| 52EL1-2 | 0.538 | 52E5-R | 0.586 | 52EL1-2 | 0.622 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.561 | 52EB1-1 | 3.989 |
| 52F7-COH-AY | 0.98 | 52E6-R | 0.586 | RE7 ATRAS | 1.088 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.561 | 52E3 ATRAS | 5.778 |
| 52E5-R | 1.033 | 52E3 ATRAS | 0.636 | 52E5-R | 1.132 | 52E5-R | 0.573 | 52F2 ATRAS | 6.826 |
| 52E6-R | 1.033 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.783 | 52E6-R | 1.132 | 52E6-R | 0.573 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 1.083 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.783 | 52FG1-ALIM-CH | 1.142 | 52E3 ATRAS | 0.603 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.131 | 52EB2-1 | 1.261 | 52F7-COH-AY | 1.161 | 52F7-COH-AY | 1.129 | RE7 | - |
| 52EL1 SIST | 1.349 | 52EB1-1 | 1.261 | 52EL1 SIST | 1.336 | RE7 ATRAS | 1.16 | RE7 ATRAS | - |
| R5 SIST | 1.36 | RE7 ATRAS | 1.303 | R5 SIST | 1.348 | 52FG1-ALIM-CH | 1.185 | 52EL1 SIST | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.454 | 52FG1-ALIM-CH | 1.544 | 52E3 ATRAS | 1.391 | 52EB2-1 | 1.23 | 52EG1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.472 | R5 SIST | 1.694 | R5 hacia CENTRAL | 1.442 | 52EB1-1 | 1.23 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.61 | 52EL1-1 | 1.699 | 52E3 | 1.71 | 52EL1 SIST | 1.418 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL1-1 | 1.697 | 52EL1 SIST | 1.709 | 52EG1 SIST | 1.747 | R5 SIST | 1.433 | RBB | - |
| 52EL2-1 | 1.697 | 52EL2-1 | 1.899 | 52F7-AY-COH | 1.885 | 52EL1-1 | 1.48 | R-AA | - |
| 52F2 | 1.74 | RE2 | 2.034 | 52EL1-1 | 1.924 | R5 hacia CENTRAL | 1.529 | R6 | - |
| 52EG1 SIST | 1.764 | 52F7-COH-AY | 2.066 | 52EL2-1 | 1.924 | 52EL2-1 | 1.68 | R10 | - |
| 52E3 | 1.835 | 52EG1 SIST | 2.124 | 52F2 | 2.057 | RE2 | 1.75 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 2.632 | R5 hacia CENTRAL | 2.19 | 52EB2-1 | 2.694 | 52F7-AY-COH | 1.836 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 2.632 | 52F7-AY-COH | 3.341 | 52EB1-1 | 2.694 | 52EG1 SIST | 1.855 | R5 SIST | - |

**Tabla 52. Actuación de relés de protección - Falla 09.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| RE1 | 0.133 | 52EB2-2 | 0.123 | RE1 | 0.146 | 52EB2-2 | 0.125 | 52EB2-2 | 0.253 |
| 52EB2-2 | 0.151 | 52EB1-2 | 0.123 | 52EB2-2 | 0.156 | 52EB1-2 | 0.125 | 52EB1-2 | 0.253 |
| 52EB1-2 | 0.151 | RE1 | 0.128 | 52EB1-2 | 0.156 | RE1 | 0.127 | RE1 | 0.393 |
| 52E5-R ATRAS | 0.258 | 52E5-R ATRAS | 0.253 | 52E5-R ATRAS | 0.273 | 52E5-R ATRAS | 0.251 | 52E5-R ATRAS | 1.199 |
| 52E2-R | 0.277 | 52E2-R | 0.266 | 52E2-R | 0.292 | 52E2-R | 0.266 | 52E3 | 1.371 |
| 52E1-R | 0.277 | 52E1-R | 0.266 | 52E1-R | 0.292 | 52E1-R | 0.266 | 52E5-R | 1.654 |
| 52EL2-2 | 0.452 | 52E3 | 0.292 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52E3 | 0.28 | 52E6-R | 1.654 |
| 52EL1-2 | 0.452 | 52EL2-2 | 0.378 | 52EL1 hacia | 0.494 | 52EL2-2 | 0.377 | 52E2-R | 1.791 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CENTRAL | | | | | |
| 52F2 ATRAS | 0.47 | 52EL1-2 | 0.378 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.494 | 52EL1-2 | 0.377 | 52E1-R | 1.791 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.494 | 52F2 ATRAS | 0.505 | 52EL2-2 | 0.522 | 52F2 ATRAS | 0.478 | 52EB2-1 | 3.948 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.494 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.522 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.522 | 52EB1-1 | 3.948 |
| 52F7-COH-AY | 0.802 | 52E6-R | 0.564 | 52F7-COH-AY | 0.935 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.522 | 52E3 ATRAS | 5.485 |
| 52E5-R | 0.951 | 52E3 ATRAS | 0.569 | RE7 ATRAS | 0.996 | 52E3 ATRAS | 0.522 | 52F2 ATRAS | 6.919 |
| 52E6-R | 0.951 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.691 | 52FG1-ALIM-CH | 1.028 | 52E5-R | 0.564 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 0.977 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.691 | 52E5-R | 1.039 | 52E6-R | 0.564 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.041 | RE7 ATRAS | 1.191 | 52E6-R | 1.039 | 52F7-COH-AY | 0.899 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.148 | 52EB2-1 | 1.198 | 52E3 ATRAS | 1.133 | RE7 ATRAS | 1.055 | RE7 ATRAS | - |
| 52EL1 SIST | 1.238 | 52EB1-1 | 1.198 | 52EL1 SIST | 1.237 | 52EL1-1 | 1.057 | 52EL1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.244 | 52EL1-1 | 1.269 | R5 SIST | 1.246 | 52FG1-ALIM-CH | 1.082 | 52EG1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.299 | 52FG1-ALIM-CH | 1.39 | R5 hacia CENTRAL | 1.33 | 52EB2-1 | 1.152 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.328 | 52F7-COH-AY | 1.463 | 52E3 | 1.335 | 52EB1-1 | 1.152 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.353 | 52EL2-1 | 1.469 | 52F7-AY-COH | 1.539 | RE2 | 1.22 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.452 | RE2 | 1.518 | 52EG1 SIST | 1.617 | 52EL2-1 | 1.257 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.452 | R5 SIST | 1.542 | 52EL1-1 | 1.654 | 52EL1 SIST | 1.312 | R6 | - |
| 52F2 | 1.46 | 52EL1 SIST | 1.554 | 52EL2-1 | 1.654 | R5 SIST | 1.323 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 1.618 | R5 hacia CENTRAL | 1.912 | 52F2 | 1.705 | R5 hacia CENTRAL | 1.415 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 2.567 | 52EG1 SIST | 1.932 | 52EB2-1 | 2.628 | 52F7-AY-COH | 1.472 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 2.567 | 52F7-AY-COH | 2.349 | 52EB1-1 | 2.628 | 52F2 | 1.631 | R5 SIST | - |

**Tabla 53. Actuación de relés de protección - Falla 10.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.149 | 52EB2-2 | 0.119 | 52EB2-2 | 0.154 | 52EB2-2 | 0.121 | 52EB2-2 | 0.243 |
| 52EB1-2 | 0.149 | 52EB1-2 | 0.119 | 52EB1-2 | 0.154 | 52EB1-2 | 0.121 | 52EB1-2 | 0.243 |
| 52E5-R ATRAS | 0.197 | 52E5-R ATRAS | 0.187 | 52E5-R ATRAS | 0.208 | 52E5-R ATRAS | 0.174 | 52E5-R ATRAS | 0.685 |
| 52E2-R | 0.311 | 52E2-R | 0.266 | 52E2-R | 0.331 | 52E2-R | 0.266 | 52E5-R | 1.025 |
| 52EL2-2 | 0.425 | 52E3 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.477 | 52E3 | 0.326 | 52E2-R | 1.788 |
| 52EL1-2 | 0.425 | 52EL2-2 | 0.377 | 52EG1 hacia | 0.477 | 52EL2-2 | 0.376 | 52E3 | 2.577 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CENTRAL | | | | | |
| 52F2 ATRAS | 0.474 | 52EL1-2 | 0.377 | 52F2 ATRAS | 0.487 | 52EL1-2 | 0.376 | 52EB2-1 | 3.802 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.475 | 52E1-R | 0.476 | 52EL2-2 | 0.488 | 52E1-R | 0.428 | 52EB1-1 | 3.802 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.475 | 52F2 ATRAS | 0.512 | 52EL1-2 | 0.488 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52F2 ATRAS | 7.217 |
| 52E5-R | 0.65 | 52E5-R | 0.564 | 52E5-R | 0.701 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.505 | 52E6-R | 8.678 |
| 52F7-COH-AY | 0.879 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.652 | RE7 ATRAS | 0.959 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.505 | 52E1-R | 14.009 |
| RE7 ATRAS | 0.935 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.652 | 52F7-COH-AY | 1.038 | 52E5-R | 0.564 | 52E3 ATRAS | 14.807 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.107 | 52E6-R | 0.763 | 52FG1-ALIM-CH | 1.089 | 52E3 ATRAS | 0.7 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.189 | 52E3 ATRAS | 0.78 | 52EL1 SIST | 1.196 | 52E6-R | 0.722 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.195 | 52EL1-1 | 1.012 | R5 SIST | 1.204 | 52EL1-1 | 0.837 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.27 | RE7 ATRAS | 1.095 | 52E3 ATRAS | 1.23 | 52F7-COH-AY | 0.987 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.272 | 52EB2-1 | 1.141 | R5 hacia CENTRAL | 1.282 | RE7 ATRAS | 1.012 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.365 | 52EB1-1 | 1.141 | 52E1-R | 1.408 | 52EL2-1 | 1.037 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.365 | 52EL2-1 | 1.212 | 52E3 | 1.462 | 52EB2-1 | 1.098 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.435 | R5 SIST | 1.412 | 52EL1-1 | 1.563 | 52EB1-1 | 1.098 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E1-R | 1.514 | 52EL1 SIST | 1.422 | 52EL2-1 | 1.563 | 52FG1-ALIM-CH | 1.153 | RBB | - |
| 52E3 | 1.523 | 52FG1-ALIM-CH | 1.463 | 52EG1 SIST | 1.564 | R5 hacia CENTRAL | 1.262 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.555 | R5 hacia CENTRAL | 1.623 | 52F7-AY-COH | 1.698 | 52EL1 SIST | 1.265 | R6 | - |
| 52F2 | 1.585 | 52F7-COH-AY | 1.627 | 52F2 | 1.864 | R5 SIST | 1.275 | R10 | - |
| 52EB2-1 | 2.541 | 52EG1 SIST | 1.769 | 52EB2-1 | 2.603 | 52F7-AY-COH | 1.62 | R3 | - |
| 52EB1-1 | 2.541 | 52F7-AY-COH | 2.619 | 52EB1-1 | 2.603 | 52EG1 SIST | 1.649 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 2.985 | 52F2 | 2.928 | RE7 | 3.088 | 52F2 | 1.771 | R5 SIST | - |
| 52E6-R | 14.094 | RE2 | 3.491 | 52E6-R | 10.614 | RE2 | 2.65 | R7 | - |

En el caso de la falla 10 monofásica y bifásica a tierra, se mantiene la coordinación con la línea adyacente, pues por un lado 52E1-R abriría más de 150 mseg después 52E2-R, pero el punto más importante es que al abrir 52E2-R en primer término, se modifica la impedancia del sistema y el valor de la corriente de falla por la doble terna Divisadero, por lo que, en la secuencia de operación real, abren 52E2-R y 52E5-R, antes que 52E1-R o 52E6-R, tal como debe ocurrir.

**Tabla 54. Actuación de relés de protección - Falla 11.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.139 | 52EL2-2 | 0.131 | 52EB2-2 | 0.265 |
| 52EB2-2 | 0.153 | 52EB2-2 | 0.132 | 52EB2-2 | 0.158 | 52EB2-2 | 0.135 | 52EB1-2 | 0.265 |
| 52EB1-2 | 0.153 | 52EB1-2 | 0.132 | 52EB1-2 | 0.158 | 52EB1-2 | 0.135 | 52EL2-2 | 0.378 |
| 52EL2-1 | 0.453 | 52EL2-1 | 0.455 | 52EL2-1 | 0.502 | 52EL2-1 | 0.452 | 52EL2-1 | 1.417 |
| 52F2 ATRAS | 0.487 | 52F2 ATRAS | 0.554 | 52F2 ATRAS | 0.504 | 52F2 ATRAS | 0.499 | 52EB2-1 | 4.127 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.512 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.779 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.509 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52EB1-1 | 4.127 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.512 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.779 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.509 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52E5-R ATRAS | 6.993 |
| RE7 ATRAS | 1.02 | 52E3 | 0.854 | RE7 ATRAS | 1.032 | 52E3 | 0.796 | 52F2 ATRAS | 7.964 |
| 52F7-COH-AY | 1.224 | 52EB2-1 | 1.317 | 52EL1 SIST | 1.276 | RE7 ATRAS | 1.092 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.285 | 52EB1-1 | 1.317 | 52FG1-ALIM-CH | 1.283 | 52EB2-1 | 1.286 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.293 | RE7 ATRAS | 1.41 | R5 SIST | 1.286 | 52EB1-1 | 1.286 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.303 | 52FG1-ALIM-CH | 1.766 | R5 hacia CENTRAL | 1.375 | 52FG1-ALIM-CH | 1.337 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.383 | R5 SIST | 1.84 | 52F7-COH-AY | 1.427 | 52EL1 SIST | 1.349 | 52EL1 SIST | - |
| 52EG1 SIST | 1.68 | 52EL1 SIST | 1.858 | 52E3 ATRAS | 1.603 | R5 SIST | 1.361 | 52EG1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.786 | R5 hacia CENTRAL | 2.178 | 52EG1 SIST | 1.668 | 52F7-COH-AY | 1.404 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.979 | 52EG1 SIST | 2.31 | 52E3 | 2.028 | R5 hacia CENTRAL | 1.456 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52F2 | 2.123 | 52E3 ATRAS | 2.663 | 52E5-R ATRAS | 2.103 | 52E3 ATRAS | 1.682 | RBB | - |
| 52E3 | 2.303 | 52E5-R | 3.012 | 52F7-AY-COH | 2.291 | 52EG1 SIST | 1.764 | R-AA | - |
| 52EB2-1 | 2.593 | 52E6-R | 3.012 | 52F2 | 2.56 | 52F7-AY-COH | 2.252 | R6 | - |
| 52EB1-1 | 2.593 | 52E2-R | 4.081 | 52EB2-1 | 2.652 | 52F2 | 2.484 | R10 | - |
| RE7 | 3.346 | 52E1-R | 4.081 | 52EB1-1 | 2.652 | 52E5-R | 2.698 | R3 | - |
| 52E5-R ATRAS | 4.556 | 52F7-AY-COH | 4.279 | RE7 | 3.393 | 52E6-R | 2.698 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 4.5 | RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 3.046 | R5 SIST | - |
| R-15 | - | RE7 | 6.558 | R-15 | - | 52E2-R | 3.542 | R7 | - |
| RBB | - | 52F2 | 7.461 | RBB | - | 52E1-R | 3.542 | RF5 | - |
| R-AA | - | RE-6 | - | R-AA | - | RE7 | 3.659 | R16 | - |
| R6 | - | R-15 | - | R6 | - | RE-6 | - | R17 | - |
| R10 | - | RBB | - | R10 | - | R-15 | - | R21 | - |

**Tabla 55. Actuación de relés de protección - Falla 12.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-4 | 0.094 | RE-4 | 0.086 | RE-4 | 0.099 | RE-4 | 0.086 | 52EB2-2 | 0.233 |
| 52EB2-2 | 0.143 | 52EB2-2 | 0.108 | 52EB2-2 | 0.148 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.233 |
| 52EB1-2 | 0.143 | 52EB1-2 | 0.108 | 52EB1-2 | 0.148 | 52EB1-2 | 0.106 | RE-4 | 0.246 |
| 52EL2-2 | 0.341 | 52EL2-2 | 0.365 | 52EL2-2 | 0.4 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.241 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.083 |
| 52EL1-2 | 0.341 | 52EL1-2 | 0.365 | 52EL1-2 | 0.4 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.241 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.083 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.438 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL2-2 | 0.339 | 52EB2-1 | 3.383 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.438 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL1-2 | 0.339 | 52EB1-1 | 3.383 |
| 52F2 ATRAS | 0.473 | 52E3 | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.485 | 52E3 | 0.368 | 52E5-R ATRAS | 6.961 |
| RE7 ATRAS | 0.812 | 52F2 ATRAS | 0.492 | RE7 ATRAS | 0.847 | R5 hacia CENTRAL | 0.465 | 52F2 ATRAS | 7.788 |
| 52F7-COH-AY | 0.852 | 52EL1-1 | 0.666 | 52F7-COH-AY | 1.003 | 52F2 ATRAS | 0.478 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.043 | R5 hacia CENTRAL | 0.831 | 52FG1-ALIM-CH | 1.065 | 52EL1-1 | 0.548 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.046 | 52EL2-1 | 0.866 | 52EL1 SIST | 1.069 | 52EL2-1 | 0.748 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.081 | RE7 ATRAS | 0.895 | R5 SIST | 1.074 | 52E5-R ATRAS | 0.789 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.095 | 52EB2-1 | 1.045 | R5 hacia CENTRAL | 1.126 | RE7 ATRAS | 0.793 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.113 | 52EB1-1 | 1.045 | 52E3 ATRAS | 1.199 | 52E2-R | 0.799 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.113 | 52E5-R ATRAS | 1.12 | 52EL1-1 | 1.284 | 52E1-R | 0.799 | RBB | - |
| 52E3 ATRAS | 1.23 | 52E3 ATRAS | 1.124 | 52EL2-1 | 1.284 | 52E3 ATRAS | 0.869 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.364 | 52EL1 SIST | 1.156 | 52E5-R ATRAS | 1.362 | 52F7-COH-AY | 0.915 | R6 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.386 | R5 SIST | 1.159 | 52EG1 SIST | 1.397 | 52E5-R | 1.01 | R10 | - |
| 52E3 | 1.461 | 52F7-COH-AY | 1.173 | 52E3 | 1.416 | 52E6-R | 1.01 | R3 | - |
| 52F2 | 1.54 | 52E2-R | 1.183 | 52F7-AY-COH | 1.644 | R5 SIST | 1.011 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52E5-R ATRAS | 2.056 | 52E1-R | 1.183 | 52F2 | 1.808 | 52EL1 SIST | 1.016 | R5 SIST | - |
| RE7 | 2.423 | 52FG1-ALIM-CH | 1.226 | 52EB2-1 | 2.522 | 52EB2-1 | 1.045 | R7 | - |
| 52EB2-1 | 2.457 | 52E5-R | 1.27 | 52EB1-1 | 2.522 | 52EB1-1 | 1.045 | RF5 | - |
| 52EB1-1 | 2.457 | 52E6-R | 1.27 | RE7 | 2.587 | 52FG1-ALIM-CH | 1.14 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52EG1 SIST | 1.471 | RE-6 | - | RE7 | 1.17 | R17 | - |
| R-15 | - | 52F7-AY-COH | 1.903 | R-15 | - | 52EG1 SIST | 1.263 | R21 | - |
| RBB | - | RE7 | 2.014 | RBB | - | 52F7-AY-COH | 1.503 | 52FG1-CH-ALIM | - |

**Tabla 56. Actuación de relés de protección - Falla 13.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.143 | 52EB2-2 | 0.109 | 52EB2-2 | 0.148 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.233 |
| 52EB1-2 | 0.143 | 52EB1-2 | 0.109 | 52EB1-2 | 0.148 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.233 |
| RE7 | 0.224 | RE7 | 0.203 | RE7 | 0.243 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.198 | RE7 | 0.509 |
| RE7 ATRAS | 0.236 | RE7 ATRAS | 0.217 | RE7 ATRAS | 0.249 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.198 | RE7 ATRAS | 0.59 |
| 52EL2-2 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.35 | 52EL2-2 | 0.405 | RE7 | 0.202 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.059 |
| 52EL1-2 | 0.346 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.35 | 52EL1-2 | 0.405 | RE7 ATRAS | 0.216 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.059 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL2-2 | 0.376 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL2-2 | 0.346 | 52EB2-1 | 3.403 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL1-2 | 0.376 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL1-2 | 0.346 | 52EB1-1 | 3.403 |
| 52F2 ATRAS | 0.473 | 52E3 | 0.459 | 52F2 ATRAS | 0.486 | 52E3 | 0.376 | R5 hacia CENTRAL | 6.027 |
| 52F7-COH-AY | 0.866 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52F7-COH-AY | 1.02 | R5 hacia CENTRAL | 0.387 | 52E5-R ATRAS | 6.959 |
| 52EL1 SIST | 1.033 | R5 hacia CENTRAL | 0.667 | 52EL1 SIST | 1.059 | 52F2 ATRAS | 0.479 | 52F2 ATRAS | 7.804 |
| R5 SIST | 1.035 | 52EL1-1 | 0.679 | R5 SIST | 1.064 | 52EL1-1 | 0.557 | R5 SIST | 38.843 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.082 | 52EL2-1 | 0.879 | 52FG1-ALIM-CH | 1.075 | 52EL2-1 | 0.757 | 52EL1 SIST | 48.202 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.089 | 52EB2-1 | 1.045 | R5 hacia CENTRAL | 1.116 | 52E5-R ATRAS | 0.819 | 52EG1 SIST | 59.927 |
| 52EL1-1 | 1.127 | 52EB1-1 | 1.045 | 52E3 ATRAS | 1.218 | 52E2-R | 0.835 | RE-6 | - |
| 52EL2-1 | 1.127 | R5 SIST | 1.108 | 52EL1-1 | 1.301 | 52E1-R | 0.835 | R-15 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.254 | 52EL1 SIST | 1.114 | 52EL2-1 | 1.301 | 52E3 ATRAS | 0.902 | RBB | - |
| 52EG1 SIST | 1.35 | 52E5-R ATRAS | 1.15 | 52EG1 SIST | 1.385 | 52F7-COH-AY | 0.937 | R-AA | - |
| 52F7-AY-COH | 1.41 | 52E3 ATRAS | 1.168 | 52E5-R ATRAS | 1.401 | R5 SIST | 0.967 | R6 | - |
| 52E3 | 1.498 | 52E2-R | 1.216 | 52E3 | 1.444 | 52EL1 SIST | 0.972 | R10 | - |
| 52F2 | 1.562 | 52E1-R | 1.216 | 52F7-AY-COH | 1.671 | 52E5-R | 1.035 | R3 | - |
| 52E5-R ATRAS | 2.15 | 52F7-COH-AY | 1.224 | 52F2 | 1.835 | 52E6-R | 1.035 | R7 | - |
| 52EB2-1 | 2.462 | 52FG1-ALIM-CH | 1.248 | 52EB2-1 | 2.528 | 52EB2-1 | 1.045 | RF5 | - |
| 52EB1-1 | 2.462 | 52E5-R | 1.291 | 52EB1-1 | 2.528 | 52EB1-1 | 1.045 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52E6-R | 1.291 | RE-6 | - | 52FG1-ALIM-CH | 1.144 | R17 | - |
| R-15 | - | 52EG1 SIST | 1.385 | R-15 | - | 52EG1 SIST | 1.208 | R21 | - |
| RBB | - | 52F7-AY-COH | 1.979 | RBB | - | RE-4 | 1.361 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R-AA | - | 52F2 | 2.129 | R-AA | - | 52F7-AY-COH | 1.543 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 57. Actuación de relés de protección - Falla 14.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-AA | 0.092 | R-AA | 0.046 | R-AA | 0.092 | R-AA | 0.046 | R-AA | 0.054 |
| 52EB2-2 | 0.17 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.093 | 52EB2-2 | 0.176 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.098 | 52EB2-2 | 0.253 |
| 52EB1-2 | 0.17 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.093 | 52EB1-2 | 0.176 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.098 | 52EB1-2 | 0.253 |
| RE7 ATRAS | 0.289 | 52EB2-2 | 0.141 | RE7 ATRAS | 0.306 | 52EB2-2 | 0.146 | RE7 | 0.592 |
| RE7 | 0.311 | 52EB1-2 | 0.141 | RE7 | 0.345 | 52EB1-2 | 0.146 | RE7 ATRAS | 0.633 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.425 | R5 hacia CENTRAL | 0.193 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.436 | R5 hacia CENTRAL | 0.201 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.653 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.425 | RE7 ATRAS | 0.296 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.436 | RE7 ATRAS | 0.286 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.653 |
| 52F2 ATRAS | 0.543 | RE7 | 0.326 | 52F2 ATRAS | 0.574 | RE7 | 0.304 | R5 SIST | 1.719 |
| 52EL2-2 | 0.84 | 52EL2-2 | 0.386 | 52EL2-2 | 0.963 | 52EL2-2 | 0.387 | 52EL1 SIST | 1.734 |
| 52EL1-2 | 0.84 | 52EL1-2 | 0.386 | 52EL1-2 | 0.963 | 52EL1-2 | 0.387 | 52EG1 SIST | 2.156 |
| 52EL1 SIST | 1.068 | 52F2 ATRAS | 0.78 | 52EL1 SIST | 1.097 | 52F2 ATRAS | 0.567 | R5 hacia CENTRAL | 3.065 |
| R5 SIST | 1.071 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 SIST | 1.102 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 3.944 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.123 | R5 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.16 | R5 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 3.944 |
| 52EG1 SIST | 1.396 | 52E3 | 0.975 | 52EG1 SIST | 1.434 | 52E3 | 1.018 | 52E5-R ATRAS | 6.961 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.661 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 1.773 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52F2 ATRAS | 7.584 |
| 52EL1-1 | 2.564 | 52EB2-1 | 1.377 | 52EB2-1 | 2.883 | 52EB2-1 | 1.397 | RE-6 | - |
| 52EL2-1 | 2.564 | 52EB1-1 | 1.377 | 52EB1-1 | 2.883 | 52EB1-1 | 1.397 | R-15 | - |
| 52EB2-1 | 2.814 | 52EL2-1 | 2 | 52EL1-1 | 2.96 | 52FG1-ALIM-CH | 1.806 | RBB | - |
| 52EB1-1 | 2.814 | 52FG1-ALIM-CH | 2.524 | 52EL2-1 | 2.96 | 52EL2-1 | 2 | R6 | - |
| 52F7-AY-COH | 4.672 | 52EL1-1 | 2.755 | 52E3 ATRAS | 3.763 | 52EL1-1 | 2.966 | R10 | - |
| 52E3 ATRAS | 5.895 | 52E3 ATRAS | 3.56 | 52F7-AY-COH | 5.011 | 52E3 ATRAS | 3.746 | R3 | - |
| 52F2 | 9.172 | 52E5-R | 3.765 | 52E5-R ATRAS | 6.62 | 52E5-R | 4.09 | R7 | - |
| RE-6 | - | 52E6-R | 3.765 | 52F2 | 14.776 | 52E6-R | 4.09 | RF5 | - |
| R-15 | - | 52E2-R | 5.385 | RE-6 | - | 52F7-AY-COH | 5.061 | R16 | - |
| RBB | - | 52E1-R | 5.385 | R-15 | - | 52E2-R | 5.952 | R17 | - |
| R6 | - | 52E5-R ATRAS | 7.462 | RBB | - | 52E1-R | 5.952 | R21 | - |
| R10 | - | RE-6 | - | R6 | - | 52E5-R ATRAS | 8.424 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R3 | - | R-15 | - | R10 | - | 52F2 | 14.529 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 58. Actuación de relés de protección - Falla 15.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.176 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.06 | 52EB2-2 | 0.181 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB2-2 | 0.259 |
| 52EB1-2 | 0.176 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.06 | 52EB1-2 | 0.181 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB1-2 | 0.259 |
| RE7 ATRAS | 0.299 | R5 hacia CENTRAL | 0.131 | RE7 ATRAS | 0.316 | R5 hacia CENTRAL | 0.14 | RE7 | 0.631 |
| RE7 | 0.33 | 52EB2-2 | 0.148 | RE7 | 0.366 | 52EB2-2 | 0.153 | RE7 ATRAS | 0.65 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.37 | 52EB1-2 | 0.148 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.387 | 52EB1-2 | 0.153 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.758 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | RE7 ATRAS | 0.312 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.387 | RE7 ATRAS | 0.296 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.758 |
| 52F2 ATRAS | 0.561 | RE7 | 0.345 | 52F2 ATRAS | 0.595 | RE7 | 0.325 | R5 SIST | 1.36 |
| 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL2-2 | 0.394 | 52EL1 SIST | 0.974 | 52EL2-2 | 0.402 | 52EL1 SIST | 1.369 |
| R5 SIST | 0.934 | 52EL1-2 | 0.394 | R5 SIST | 0.977 | 52EL1-2 | 0.402 | R5 hacia CENTRAL | 1.417 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.961 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.015 | 52F2 ATRAS | 0.588 | 52EG1 SIST | 1.702 |
| 52EL2-2 | 0.977 | R5 SIST | 0.839 | 52EL2-2 | 1.183 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 4.037 |
| 52EL1-2 | 0.977 | 52F2 ATRAS | 0.872 | 52EL1-2 | 1.183 | R5 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 4.037 |
| 52EG1 SIST | 1.22 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52EG1 SIST | 1.274 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52E5-R ATRAS | 6.928 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.782 | 52E3 | 1.174 | 52FG1-ALIM-CH | 1.929 | 52E3 | 1.262 | 52F2 ATRAS | 7.766 |
| 52EB2-1 | 2.884 | 52EB2-1 | 1.467 | 52EB2-1 | 2.95 | 52EB2-1 | 1.505 | RE-6 | - |
| 52EB1-1 | 2.884 | 52EB1-1 | 1.467 | 52EB1-1 | 2.95 | 52EB1-1 | 1.505 | R-15 | - |
| 52EL1-1 | 2.993 | 52FG1-ALIM-CH | 2.769 | 52EL1-1 | 3.409 | 52FG1-ALIM-CH | 1.966 | RBB | - |
| 52EL2-1 | 2.993 | 52EL1-1 | 3.877 | 52EL2-1 | 3.409 | 52EL1-1 | 3.491 | R-AA | - |
| 52F7-AY-COH | 5.626 | 52EL2-1 | 4.077 | 52E3 ATRAS | 4.31 | 52EL2-1 | 3.491 | R6 | - |
| 52E3 ATRAS | 7.402 | 52E3 ATRAS | 4.419 | 52F7-AY-COH | 5.894 | 52E3 ATRAS | 4.821 | R10 | - |
| 52F2 | 26.527 | 52E5-R | 5.686 | 52E5-R ATRAS | 6.616 | 52F7-AY-COH | 5.965 | R3 | - |
| RE-6 | - | 52E6-R | 5.686 | RE-6 | - | 52E5-R | 7.054 | R7 | - |
| R-15 | - | 52E5-R ATRAS | 7.557 | R-15 | - | 52E6-R | 7.054 | RF5 | - |
| RBB | - | 52E2-R | 8.745 | RBB | - | 52E2-R | 11.149 | R16 | - |
| R-AA | - | 52E1-R | 8.745 | R-AA | - | 52E1-R | 11.149 | R17 | - |
| R6 | - | RE-6 | - | R6 | - | 52E5-R ATRAS | 14.918 | R21 | - |
| R10 | - | R-15 | - | R10 | - | RE-6 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R3 | - | RBB | - | R3 | - | R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 59. Actuación de relés de protección - Falla 16.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RBB | 0.174 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | RBB | 0.201 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.076 | 52EB2-2 | 0.274 |
| 52EB2-2 | 0.198 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB2-2 | 0.203 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.076 | 52EB1-2 | 0.274 |
| 52EB1-2 | 0.198 | R5 hacia CENTRAL | 0.141 | 52EB1-2 | 0.203 | R5 hacia CENTRAL | 0.162 | RBB | 0.302 |
| RE7 ATRAS | 0.35 | 52EB2-2 | 0.173 | RE7 ATRAS | 0.371 | RBB | 0.173 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.503 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.416 | 52EB1-2 | 0.173 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.429 | 52EB2-2 | 0.176 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.503 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.416 | RBB | 0.181 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.429 | 52EB1-2 | 0.176 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| RE7 | 0.446 | RE7 | 0.371 | RE7 | 0.498 | RE7 ATRAS | 0.346 | RE7 | 0.729 |
| 52F2 ATRAS | 0.718 | RE7 ATRAS | 0.383 | 52F2 ATRAS | 0.768 | RE7 | 0.381 | R5 hacia CENTRAL | 0.95 |
| 52EL1 SIST | 1.047 | 52EL2-2 | 0.539 | 52EL1 SIST | 1.08 | 52EL2-2 | 0.634 | R5 SIST | 1.221 |
| R5 SIST | 1.049 | 52EL1-2 | 0.539 | R5 SIST | 1.085 | 52EL1-2 | 0.634 | 52EL1 SIST | 1.229 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.099 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.139 | 52F2 ATRAS | 0.758 | 52EG1 SIST | 1.528 |
| 52EG1 SIST | 1.369 | R5 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.412 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 4.256 |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.469 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 2.754 | R5 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 4.256 |
| 52EB2-1 | 3.188 | 52F2 ATRAS | 1.745 | 52EB2-1 | 3.256 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52E5-R ATRAS | 6.947 |
| 52EB1-1 | 3.188 | 52EB2-1 | 1.824 | 52EB1-1 | 3.256 | 52EB2-1 | 1.95 | 52F2 ATRAS | 7.509 |
| RE-6 | - | 52EB1-1 | 1.824 | 52E5-R ATRAS | 6.689 | 52EB1-1 | 1.95 | RE-6 | - |
| R-15 | - | 52E3 | 2.189 | RE-6 | - | 52E3 | 2.711 | R-15 | - |
| R-AA | - | 52E5-R ATRAS | 7.964 | R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | 2.782 | R-AA | - |
| R6 | - | 52E3 ATRAS | 11.357 | R-AA | - | 52E5-R ATRAS | 11.462 | R6 | - |
| R10 | - | 52EL1-1 | 11.87 | R6 | - | 52EL1-1 | 16.437 | R10 | - |
| R3 | - | 52EL2-1 | 12.07 | R10 | - | 52E3 ATRAS | 16.515 | R3 | - |
| R7 | - | RE-6 | - | R3 | - | 52EL2-1 | 16.637 | R7 | - |
| RF5 | - | R-15 | - | R7 | - | RE-6 | - | RF5 | - |
| R16 | - | R-AA | - | RF5 | - | R-15 | - | R16 | - |
| R17 | - | R6 | - | R16 | - | R-AA | - | R17 | - |
| R21 | - | R10 | - | R17 | - | R6 | - | R21 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R3 | - | R21 | - | R10 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R14 | - | R7 | - | 52FG1-CH-ALIM | - | R3 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 60. Actuación de relés de protección - Falla 17.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.191 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.047 | 52EB2-2 | 0.195 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.051 | R5 hacia CENTRAL | 0.214 |
| 52EB1-2 | 0.191 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.047 | 52EB1-2 | 0.195 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.051 | 52EB2-2 | 0.273 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.241 | R5 hacia CENTRAL | 0.07 | R5 hacia CENTRAL | 0.266 | R5 hacia CENTRAL | 0.071 | 52EB1-2 | 0.273 |
| RE7 ATRAS | 0.33 | 52EB2-2 | 0.165 | RE7 ATRAS | 0.35 | 52EB2-2 | 0.169 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.384 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.35 | 52EB1-2 | 0.165 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.37 | 52EB1-2 | 0.169 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.384 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.35 | RE7 ATRAS | 0.356 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | RE7 ATRAS | 0.327 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| RE7 | 0.396 | RE7 | 0.362 | RE7 | 0.445 | RE7 | 0.369 | RE7 | 0.729 |
| R5 SIST | 0.43 | R5 SIST | 0.463 | R5 SIST | 0.454 | R5 SIST | 0.425 | R5 SIST | 0.84 |
| 52F2 ATRAS | 0.642 | 52EL2-2 | 0.479 | 52F2 ATRAS | 0.686 | 52EL2-2 | 0.523 | 52EL1 SIST | 1.142 |
| 52EL1 SIST | 0.888 | 52EL1-2 | 0.479 | 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL1-2 | 0.523 | 52EG1 SIST | 1.419 |
| 52EG1 SIST | 1.161 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.22 | 52F2 ATRAS | 0.677 | 52EB2-1 | 4.234 |
| 52EL2-2 | 1.752 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 2.437 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 4.234 |
| 52EL1-2 | 1.752 | 52F2 ATRAS | 1.287 | 52EB2-1 | 3.147 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52E5-R ATRAS | 6.913 |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.223 | 52EB2-1 | 1.718 | 52EB1-1 | 3.147 | 52EB2-1 | 1.799 | 52F2 ATRAS | 7.791 |
| 52EB2-1 | 3.084 | 52EB1-1 | 1.718 | 52E5-R ATRAS | 6.646 | 52EB1-1 | 1.799 | RE-6 | - |
| 52EB1-1 | 3.084 | 52E3 | 1.799 | 52E3 ATRAS | 6.978 | 52E3 | 2.094 | R-15 | - |
| RE-6 | - | 52FG1-ALIM-CH | 3.34 | RE-6 | - | 52FG1-ALIM-CH | 2.472 | RBB | - |
| R-15 | - | 52E5-R ATRAS | 7.736 | R-15 | - | 52E3 ATRAS | 10.672 | R-AA | - |
| RBB | - | 52E3 ATRAS | 8.557 | RBB | - | 52EL1-1 | 11.086 | R6 | - |
| R-AA | - | 52EL1-1 | 8.69 | R-AA | - | 52EL2-1 | 11.286 | R10 | - |
| R6 | - | 52EL2-1 | 8.89 | R6 | - | 52E5-R ATRAS | 12.692 | R3 | - |
| R10 | - | RE-6 | - | R10 | - | RE-6 | - | R7 | - |
| R3 | - | R-15 | - | R3 | - | R-15 | - | RF5 | - |
| R7 | - | RBB | - | R7 | - | RBB | - | R16 | - |
| RF5 | - | R-AA | - | RF5 | - | R-AA | - | R17 | - |
| R16 | - | R6 | - | R16 | - | R6 | - | R21 | - |
| R17 | - | R10 | - | R17 | - | R10 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R21 | - | R3 | - | R21 | - | R3 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 61. Actuación de relés de protección - Falla 18.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.438 |
| 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.438 |
| 52EL2-2 | 0.338 | 52EL2-2 | 0.357 | 52EL2-2 | 0.396 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.236 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.083 |
| 52EL1-2 | 0.338 | 52EL1-2 | 0.357 | 52EL1-2 | 0.396 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.236 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.083 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.413 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.446 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.423 | 52EL2-2 | 0.336 | 52EB2-1 | 6.871 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.413 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.446 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.423 | 52EL1-2 | 0.336 | 52EB1-1 | 6.871 |
| 52F2 ATRAS | 0.472 | 52E3 | 0.455 | 52F2 ATRAS | 0.485 | 52E3 | 0.366 | 52E5-R ATRAS | 6.974 |
| RE7 ATRAS | 0.808 | 52F2 ATRAS | 0.491 | RE7 ATRAS | 0.843 | R5 hacia CENTRAL | 0.457 | 52F2 ATRAS | 7.817 |
| 52F7-COH-AY | 0.843 | 52EL1-1 | 0.672 | 52F7-COH-AY | 0.991 | 52F2 ATRAS | 0.477 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.039 | R5 hacia CENTRAL | 0.846 | 52FG1-ALIM-CH | 1.059 | 52EL1-1 | 0.546 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.042 | 52EL2-1 | 0.872 | 52EL1 SIST | 1.065 | 52EL2-1 | 0.746 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.077 | RE7 ATRAS | 0.881 | R5 SIST | 1.07 | 52E5-R ATRAS | 0.781 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.09 | 52E3 ATRAS | 1.098 | R5 hacia CENTRAL | 1.122 | RE7 ATRAS | 0.79 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.105 | 52F7-COH-AY | 1.129 | 52E3 ATRAS | 1.185 | 52E2-R | 0.79 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.105 | 52E5-R ATRAS | 1.134 | 52EL1-1 | 1.274 | 52E1-R | 0.79 | RBB | - |
| 52E3 ATRAS | 1.213 | 52EL1 SIST | 1.139 | 52EL2-1 | 1.274 | 52E3 ATRAS | 0.861 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.358 | R5 SIST | 1.142 | 52E5-R ATRAS | 1.336 | 52F7-COH-AY | 0.898 | R6 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.37 | 52E2-R | 1.199 | 52EG1 SIST | 1.392 | 52E5-R | 1.003 | R10 | - |
| 52E3 | 1.436 | 52E1-R | 1.199 | 52E3 | 1.399 | 52E6-R | 1.003 | R3 | - |
| 52F2 | 1.526 | 52FG1-ALIM-CH | 1.206 | 52F7-AY-COH | 1.625 | R5 SIST | 1.006 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | 52E5-R | 1.28 | 52F2 | 1.79 | 52EL1 SIST | 1.012 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 1.952 | 52E6-R | 1.28 | 52EB2-1 | 1.952 | 52FG1-ALIM-CH | 1.139 | R7 | - |
| 52E5-R ATRAS | 1.993 | 52EB2-1 | 1.347 | 52EB1-1 | 1.952 | RE7 | 1.151 | RF5 | - |
| RE7 | 2.405 | 52EB1-1 | 1.347 | RE7 | 2.57 | 52EB2-1 | 1.181 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52EG1 SIST | 1.478 | RE-6 | - | 52EB1-1 | 1.181 | R17 | - |
| R-15 | - | 52F7-AY-COH | 1.837 | R-15 | - | RE-4 | 1.239 | R21 | - |
| RBB | - | 52F2 | 1.975 | RBB | - | 52EG1 SIST | 1.258 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R-AA | - | RE7 | 2.049 | R-AA | - | 52F7-AY-COH | 1.47 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 62. Actuación de relés de protección - Falla 19.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.105 | 52EB2-2 | 0.364 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.105 | 52EB1-2 | 0.364 |
| 52EB2-2 | 0.245 | 52EB2-2 | 0.239 | 52EB2-2 | 0.246 | 52EB2-2 | 0.234 | RE7 ATRAS | 1.439 |
| 52EB1-2 | 0.245 | 52EB1-2 | 0.239 | 52EB1-2 | 0.246 | 52EB1-2 | 0.234 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.643 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.449 | R5 hacia CENTRAL | 0.358 | RE7 ATRAS | 0.483 | R5 hacia CENTRAL | 0.254 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.643 |
| RE7 ATRAS | 0.457 | RE7 ATRAS | 0.496 | R5 hacia CENTRAL | 0.498 | RE7 ATRAS | 0.452 | 52EL1 SIST | 1.732 |
| R5 SIST | 0.598 | R5 SIST | 0.651 | 52EL1 SIST | 0.63 | R5 SIST | 0.591 | R5 SIST | 1.742 |
| 52EL1 SIST | 0.599 | 52EL1 SIST | 0.652 | R5 SIST | 0.63 | 52EL1 SIST | 0.592 | 52EG1 SIST | 2.153 |
| RE7 | 0.77 | 52EG1 SIST | 0.852 | 52EG1 SIST | 0.824 | RE7 | 0.748 | R5 hacia CENTRAL | 3.699 |
| 52EG1 SIST | 0.784 | RE7 | 0.934 | RE7 | 0.876 | 52EG1 SIST | 0.774 | 52EB2-1 | 5.638 |
| 52F2 ATRAS | 1.377 | 52F2 ATRAS | 1.94 | 52F2 ATRAS | 1.26 | 52F2 ATRAS | 1.298 | 52EB1-1 | 5.638 |
| 52EB2-1 | 3.837 | 52EB2-1 | 3.755 | 52EB2-1 | 3.843 | 52EB2-1 | 3.678 | 52E5-R ATRAS | 6.814 |
| 52EB1-1 | 3.837 | 52EB1-1 | 3.755 | 52EB1-1 | 3.843 | 52EB1-1 | 3.678 | 52F2 ATRAS | 7.099 |
| RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 7.196 | 52E5-R ATRAS | 6.683 | 52E5-R ATRAS | 15.972 | RE7 | 9.791 |
| R-15 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - |
| RBB | - | R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - |
| R-AA | - | RBB | - | RBB | - | RBB | - | RBB | - |
| R6 | - | R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - |
| R10 | - | R6 | - | R6 | - | R6 | - | R6 | - |
| R3 | - | R10 | - | R10 | - | R10 | - | R10 | - |
| R7 | - | R3 | - | R3 | - | R3 | - | R3 | - |
| RF5 | - | R7 | - | R7 | - | R7 | - | R7 | - |
| R16 | - | RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - |
| R17 | - | R16 | - | R16 | - | R16 | - | R16 | - |
| R21 | - | R17 | - | R17 | - | R17 | - | R17 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R21 | - | R21 | - | R21 | - | R21 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R14 | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

A continuación se muestran las corrientes de falla para el escenario 89EBA y 89EBG cerrados

**Tabla 63. Corrientes de falla - Falla 01.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | | | | |
| F1 | 0.00 | 0.00 | 76.712 | 1.342 | 77.12 | | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration 0.10 s<br>Break Time 0.10 s<br>Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf 0.00 Ohm<br>Reactance, Xf 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F1 | U1 | 11.60 | -28.33 | A | 30.872 | 1.620 | 76.05 | I1 | 0.540 | 76.05 |
| | U2 | 8.68 | 149.10 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.540 | 76.05 |
| | U0 | 2.96 | 159.23 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.620 | 76.05 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration 0.10 s<br>Break Time 0.10 s<br>Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf 0.00 Ohm<br>Reactance, Xf 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F1 | U1 | 10.22 | -29.42 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.636 | 77.53 |
| | U2 | 10.22 | -29.42 | B | 20.981 | 1.101 | -12.47 | I2 | 0.636 | -102.47 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.981 | 1.101 | 167.53 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration 0.10 s<br>Break Time 0.10 s<br>Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf 0.00 Ohm<br>Reactance, Xf 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F1 | U1 | 4.29 | -23.76 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.047 | 75.63 |
| | U2 | 4.29 | -23.76 | B | 30.012 | 1.575 | -60.92 | I2 | 0.267 | -96.82 |
| | U0 | 4.29 | -23.76 | C | 32.239 | 1.692 | -149.00 | 3*I0 | 2.350 | -106.94 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration 0.10 s<br>Break Time 0.10 s<br>Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf 40.00 Ohm<br>Reactance, Xf 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F1 | U1 | 18.41 | -34.64 | A | 8.284 | 0.435 | 135.93 | I1 | 0.145 | 135.93 |
| | U2 | 2.33 | -151.01 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.145 | 135.93 |
| | U0 | 0.79 | -140.89 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.435 | 135.93 |

**Tabla 64. Corrientes de falla - Falla 02.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 23-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | |
| F2 | 0.00 | 0.00 | | | 71.968 | | 1.259 | 77.47 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | U1 | 11.59 | -28.27 | A 29.053 | 1.525 | 76.01 | I1 | 0.508 | 76.01 |
| | U2 | 8.51 | 149.23 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.508 | 76.01 |
| | U0 | 3.11 | 158.58 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.525 | 76.01 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | U1 | 10.11 | -29.29 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.604 | 77.50 |
| | U2 | 10.11 | -29.29 | B 19.930 | 1.046 | -12.50 | I2 | 0.604 | -102.50 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C 19.930 | 1.046 | 167.50 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | U1 | 4.39 | -24.00 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.976 | 75.94 |
| | U2 | 4.39 | -24.00 | B 27.902 | 1.464 | -59.70 | I2 | 0.262 | -97.21 |
| | U0 | 4.39 | -24.00 | C 29.895 | 1.569 | -149.49 | 3*I0 | 2.150 | -106.56 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | U1 | 18.33 | -35.11 | A 8.213 | 0.431 | 134.92 | I1 | 0.144 | 134.92 |
| | U2 | 2.40 | -151.87 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.144 | 134.92 |
| | U0 | 0.88 | -142.52 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.431 | 134.92 |

**Tabla 65. Corrientes de falla - Falla 03.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F3 | | | 0.00 | 0.00 | 73.103 | | 1.279 | 76.91 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 11.35 | -28.08 | A | 30.475 | 1.600 | 75.36 | I1 | 0.533 | 75.36 |
| | U2 | 8.80 | 149.19 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.533 | 75.36 |
| | U0 | 2.59 | 161.26 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.600 | 75.36 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 10.13 | -29.22 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.613 | 76.95 |
| | U2 | 10.13 | -29.22 | B | 20.238 | 1.062 | -13.05 | I2 | 0.613 | -103.05 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.238 | 1.062 | 166.95 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 3.87 | -21.76 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.027 | 75.08 |
| | U2 | 3.87 | -21.76 | B | 29.605 | 1.554 | -63.26 | I2 | 0.234 | -95.59 |
| | U0 | 3.87 | -21.76 | C | 31.996 | 1.679 | -148.00 | 3*I0 | 2.390 | -107.66 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 18.40 | -35.07 | A | 8.304 | 0.436 | 135.52 | I1 | 0.145 | 135.52 |
| | U2 | 2.40 | -150.65 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.145 | 135.52 |
| | U0 | 0.71 | -138.58 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.436 | 135.52 |

**Tabla 66. Corrientes de falla - Falla 04.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | |
| F4 | | 0.00 | 0.00 | | 54.565 | 0.955 | 95.21 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F4 | U1 | 13.71 | -24.73 | A | 16.269 | 0.854 | 89.25 | I1 | 0.285 | 89.25 |
| | U2 | 6.08 | 147.45 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.285 | 89.25 |
| | U0 | 7.73 | 161.43 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.854 | 89.25 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F4 | U1 | 9.96 | -26.92 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.466 | 94.87 |
| | U2 | 9.96 | -26.92 | B | 15.381 | 0.807 | 4.87 | I2 | 0.466 | -85.13 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 15.381 | 0.807 | -175.13 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F4 | U1 | 7.24 | -22.96 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.601 | 92.68 |
| | U2 | 7.24 | -22.96 | B | 16.026 | 0.841 | -23.04 | I2 | 0.339 | -81.16 |
| | U0 | 7.24 | -22.96 | C | 18.417 | 0.967 | -151.04 | 3*I0 | 0.800 | -95.14 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F4 | U1 | 17.53 | -31.88 | A | 6.849 | 0.359 | 130.62 | I1 | 0.120 | 130.62 |
| | U2 | 2.56 | -171.17 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.120 | 130.62 |
| | U0 | 3.25 | -157.20 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.359 | 130.62 |

**Tabla 67. Corrientes de falla - Falla 05.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F5 | | 0.00 | 0.00 | | 53.343 | | 0.933 | 96.82 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F5 | U1 | 11.51 | -23.29 | A | 22.019 | 1.156 | 92.94 | I1 | 0.385 | 92.94 |
| | U2 | 8.34 | 150.68 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.385 | 92.94 |
| | U0 | 3.33 | 171.95 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.156 | 92.94 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F5 | U1 | 9.93 | -25.73 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.459 | 96.53 |
| | U2 | 9.93 | -25.73 | B | 15.143 | 0.795 | 6.53 | I2 | 0.459 | -83.47 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 15.143 | 0.795 | -173.47 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F5 | U1 | 4.53 | -13.82 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.723 | 93.20 |
| | U2 | 4.53 | -13.82 | B | 19.572 | 1.027 | -42.41 | I2 | 0.209 | -71.56 |
| | U0 | 4.53 | -13.82 | C | 23.092 | 1.212 | -133.62 | 3*I0 | 1.572 | -92.83 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F5 | U1 | 17.56 | -31.71 | A | 7.387 | 0.388 | 136.92 | I1 | 0.129 | 136.92 |
| | U2 | 2.80 | -165.34 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.129 | 136.92 |
| | U0 | 1.12 | -144.07 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.388 | 136.92 |

**Tabla 68. Corrientes de falla - Falla 06.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F6 | | | 0.00 | 0.00 | | 73.223 | 1.838 | 96.83 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 8.46 | -20.15 | A | 26.087 | 1.965 | 93.01 | I1 | 0.655 | 93.01 |
| | U2 | 4.85 | 154.33 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.655 | 93.01 |
| | U0 | 3.66 | 167.19 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.965 | 93.01 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 6.68 | -22.06 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.902 | 96.62 |
| | U2 | 6.68 | -22.06 | B | 20.739 | 1.562 | 6.62 | I2 | 0.902 | -83.38 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.739 | 1.562 | -173.38 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 4.08 | -16.91 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.271 | 94.43 |
| | U2 | 4.08 | -16.91 | B | 23.788 | 1.791 | -30.57 | I2 | 0.550 | -78.23 |
| | U0 | 4.08 | -16.91 | C | 27.007 | 2.034 | -141.16 | 3*I0 | 2.187 | -91.10 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 12.70 | -24.85 | A | 4.026 | 0.303 | 149.72 | I1 | 0.101 | 149.72 |
| | U2 | 0.75 | -148.96 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.101 | 149.72 |
| | U0 | 0.56 | -136.09 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.303 | 149.72 |

**Tabla 69. Corrientes de falla - Falla 07.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F7 | | | 0.00 | 0.00 | 87.209 | 2.189 | 91.86 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 8.58 | -19.83 | A | 31.016 | 2.336 | 89.53 | I1 | 0.779 | 89.53 |
| | U2 | 4.96 | 156.73 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.779 | 89.53 |
| | U0 | 3.64 | 164.84 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.336 | 89.53 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 6.81 | -21.03 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.069 | 91.77 |
| | U2 | 6.81 | -21.03 | B | 24.594 | 1.852 | 1.77 | I2 | 1.069 | -88.23 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.594 | 1.852 | -178.23 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 4.10 | -17.76 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.516 | 90.37 |
| | U2 | 4.10 | -17.76 | B | 29.117 | 2.193 | -34.89 | I2 | 0.644 | -84.96 |
| | U0 | 4.10 | -17.76 | C | 31.522 | 2.374 | -144.77 | 3*I0 | 2.627 | -93.07 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 13.00 | -23.54 | A | 4.172 | 0.314 | 151.65 | I1 | 0.105 | 151.65 |
| | U2 | 0.67 | -141.15 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.105 | 151.65 |
| | U0 | 0.49 | -133.04 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.314 | 151.65 |

**Tabla 70. Corrientes de falla - Falla 08.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | | |
| F8 | | 0.00 | 0.00 | | 78.706 | | 1.976 | 98.62 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration<br>Break Time<br>Fault Clearing Time (Ith) | 0.10 s<br>1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf<br>Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm<br>0.00 Ohm | | | | | |
| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 8.75 | -19.85 | A | 26.957 | | 2.030 | 96.18 | I1 0.677 | 96.18 |
| | U2 | 4.75 | 156.87 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 0.677 | 96.18 |
| | U0 | 4.02 | 164.02 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 2.030 | 96.18 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration<br>Break Time<br>Fault Clearing Time (Ith) | 0.10 s<br>1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf<br>Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm<br>0.00 Ohm | | | | | |
| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 6.79 | -20.91 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 0.968 | 98.40 |
| | U2 | 6.79 | -20.91 | B | 22.254 | | 1.676 | 8.40 | I2 0.968 | -81.60 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 22.254 | | 1.676 | -171.60 | 3*I0 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration<br>Break Time<br>Fault Clearing Time (Ith) | 0.10 s<br>1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf<br>Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm<br>0.00 Ohm | | | | | |
| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 4.31 | -18.21 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 1.337 | 97.23 |
| | U2 | 4.31 | -18.21 | B | 25.706 | | 1.936 | -25.62 | I2 0.614 | -78.90 |
| | U0 | 4.31 | -18.21 | C | 27.610 | | 2.079 | -140.12 | 3*I0 2.175 | -86.05 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s)<br>Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Duration<br>Break Time<br>Fault Clearing Time (Ith) | 0.10 s<br>1.00 s | Fault Impedance<br>Resistance, Rf<br>Reactance, Xf | | | 40.00 Ohm<br>0.00 Ohm | | | | | |
| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 12.89 | -23.55 | A | 4.070 | | 0.306 | 151.17 | I1 0.102 | 151.17 |
| | U2 | 0.72 | -148.14 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 0.102 | 151.17 |
| | U0 | 0.61 | -140.99 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 0.306 | 151.17 |

**Tabla 71. Corrientes de falla - Falla 09.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | |
| F9 | | 0.00 | 0.00 | | 87.472 | 2.196 | 91.72 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 8.57 | -19.82 | A | 31.179 | 2.348 | 89.38 | I1 | 0.783 | 89.38 |
| | U2 | 4.97 | 156.74 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.783 | 89.38 |
| | U0 | 3.62 | 164.91 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.348 | 89.38 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 6.81 | -21.02 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.072 | 91.62 |
| | U2 | 6.81 | -21.02 | B | 24.667 | 1.858 | 1.62 | I2 | 1.072 | -88.38 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.667 | 1.858 | -178.38 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 4.09 | -17.71 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.523 | 90.21 |
| | U2 | 4.09 | -17.71 | B | 29.246 | 2.202 | -35.19 | I2 | 0.644 | -85.06 |
| | U0 | 4.09 | -17.71 | C | 31.676 | 2.385 | -144.80 | 3*I0 | 2.649 | -93.23 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 13.00 | -23.53 | A | 4.176 | 0.314 | 151.68 | I1 | 0.105 | 151.68 |
| | U2 | 0.67 | -140.96 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.105 | 151.68 |
| | U0 | 0.49 | -132.80 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.314 | 151.68 |

**Tabla 72. Corrientes de falla - Falla 10.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F10 | | | 0.00 | 0.00 | 88.470 | | 2.221 | 90.92 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F10 | U1 | 8.60 | -19.08 | A | 31.680 | 2.386 | 88.26 | I1 | 0.795 | 88.26 |
| | U2 | 5.02 | 156.92 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.795 | 88.26 |
| | U0 | 3.60 | 166.51 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.386 | 88.26 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F10 | U1 | 6.85 | -20.49 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.084 | 90.85 |
| | U2 | 6.85 | -20.49 | B | 24.933 | 1.878 | 0.85 | I2 | 1.084 | -89.15 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.933 | 1.878 | -179.15 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F10 | U1 | 4.09 | -16.58 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.545 | 89.17 |
| | U2 | 4.09 | -16.58 | B | 29.463 | 2.219 | -36.57 | I2 | 0.647 | -85.24 |
| | U0 | 4.09 | -16.58 | C | 32.349 | 2.436 | -145.60 | 3*I0 | 2.708 | -94.83 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F10 | U1 | 13.09 | -23.01 | A | 4.216 | 0.317 | 152.21 | I1 | 0.106 | 152.21 |
| | U2 | 0.67 | -139.13 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.106 | 152.21 |
| | U0 | 0.48 | -129.54 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.317 | 152.21 |

**Tabla 73. Corrientes de falla - Falla 11.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F11 | | 0.00 | 0.00 | | 88.944 | | 2.233 | 89.32 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F11 | U1 | 9.03 | -18.12 | A | 30.104 | | 2.267 | 87.33 | I1 | 0.756 | 87.33 |
| | U2 | 4.85 | 158.91 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.756 | 87.33 |
| | U0 | 4.19 | 165.31 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.267 | 87.33 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F11 | U1 | 6.99 | -19.12 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.089 | 89.30 |
| | U2 | 6.99 | -19.12 | B | 25.044 | | 1.886 | -0.70 | I2 | 1.089 | -90.70 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 25.044 | | 1.886 | 179.30 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F11 | U1 | 4.47 | -16.80 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.501 | 88.18 |
| | U2 | 4.47 | -16.80 | B | 28.971 | | 2.182 | -34.31 | I2 | 0.697 | -88.39 |
| | U0 | 4.47 | -16.80 | C | 30.889 | | 2.326 | -149.48 | 3*I0 | 2.419 | -94.79 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F11 | U1 | 13.36 | -21.68 | A | 4.302 | | 0.324 | 152.98 | I1 | 0.108 | 152.98 |
| | U2 | 0.69 | -135.44 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | 152.98 |
| | U0 | 0.60 | -129.04 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.324 | 152.98 |

**Tabla 74. Corrientes de falla - Falla 12.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F12 | | 0.00 | 0.00 | | 97.245 | 2.441 | 89.61 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 7.90 | -18.69 | A | 40.181 | 3.026 | 87.71 | I1 | 1.009 | 87.71 |
| | U2 | 5.86 | 158.16 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 1.009 | 87.71 |
| | U0 | 2.07 | 170.24 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 3.026 | 87.71 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 6.90 | -19.99 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.188 | 89.57 |
| | U2 | 6.90 | -19.99 | B | 27.330 | 2.058 | -0.43 | I2 | 1.188 | -90.43 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 27.330 | 2.058 | 179.57 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 2.92 | -12.96 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.916 | 87.66 |
| | U2 | 2.92 | -12.96 | B | 37.886 | 2.853 | -48.61 | I2 | 0.503 | -83.41 |
| | U0 | 2.92 | -12.96 | C | 41.346 | 3.114 | -137.47 | 3*I0 | 4.265 | -95.49 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 13.20 | -22.35 | A | 4.295 | 0.323 | 154.13 | I1 | 0.108 | 154.13 |
| | U2 | 0.63 | -135.43 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | 154.13 |
| | U0 | 0.22 | -123.34 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.323 | 154.13 |

**Tabla 75. Corrientes de falla - Falla 13.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F13 | | 0.00 | 0.00 | | 96.596 | | 2.425 | 89.99 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F13 | U1 | 7.96 | -10.73 A | 39.475 | 2.973 | 88.19 | I1 | 0.991 | 88.19 |
| | U2 | 5.80 | 158.33 B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.991 | 88.19 |
| | U0 | 2.19 | 169.08 C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.973 | 88.19 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F13 | U1 | 6.91 | -19.92 A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.180 | 89.94 |
| | U2 | 6.91 | -19.92 B | 27.150 | 2.045 | -0.06 | I2 | 1.180 | -90.06 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 C | 27.150 | 2.045 | 179.94 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F13 | U1 | 3.03 | -13.84 A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.882 | 88.22 |
| | U2 | 3.03 | -13.84 B | 37.196 | 2.801 | -47.11 | I2 | 0.518 | -83.98 |
| | U0 | 3.03 | -13.84 C | 40.328 | 3.037 | -137.67 | 3*I0 | 4.111 | -94.73 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F13 | U1 | 13.21 | -22.31 A | 4.292 | 0.323 | 154.10 | I1 | 0.108 | 154.10 |
| | U2 | 0.63 | -135.77 B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | 154.10 |
| | U0 | 0.24 | -125.02 C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.323 | 154.10 |

**Tabla 76. Corrientes de falla - Falla 14.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F14 | | 0.00 | 0.00 | | 61.772 | 1.551 | 108.68 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 9.37 | -17.15 | A | 19.189 | 1.445 | 104.57 | I1 | 0.482 | 104.57 |
| | U2 | 4.36 | 157.61 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.482 | 104.57 |
| | U0 | 5.04 | 167.38 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.445 | 104.57 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 6.90 | -18.65 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.762 | 108.31 |
| | U2 | 6.90 | -18.65 | B | 17.523 | 1.320 | 18.31 | I2 | 0.762 | -71.69 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 17.523 | 1.320 | -161.69 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 4.86 | -15.63 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.997 | 106.80 |
| | U2 | 4.86 | -15.63 | B | 18.902 | 1.423 | -10.68 | I2 | 0.536 | -68.67 |
| | U0 | 4.86 | -15.63 | C | 20.849 | 1.570 | -135.48 | 3*I0 | 1.393 | -78.44 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 12.95 | -21.58 | A | 3.929 | 0.296 | 151.17 | I1 | 0.099 | 151.17 |
| | U2 | 0.89 | -155.78 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.099 | 151.17 |
| | U0 | 1.03 | -146.01 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.296 | 151.17 |

**Tabla 77. Corrientes de falla - Falla 15.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F15 | | 0.00 | 0.00 | | 59.541 | 1.495 | 106.69 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 9.53 | -16.46 | A | 18.032 | 1.358 | 102.11 | I1 | 0.453 | 102.11 |
| | U2 | 4.29 | 157.56 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.453 | 102.11 |
| | U0 | 5.29 | 168.39 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.358 | 102.11 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 6.95 | -18.16 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.734 | 106.39 |
| | U2 | 6.95 | -18.16 | B | 16.874 | 1.271 | 16.39 | I2 | 0.734 | -73.61 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 16.874 | 1.271 | -163.61 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 4.99 | -14.99 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.950 | 104.71 |
| | U2 | 4.99 | -14.99 | B | 17.931 | 1.350 | -11.61 | I2 | 0.527 | -70.45 |
| | U0 | 4.99 | -14.99 | C | 19.974 | 1.504 | -138.60 | 3*I0 | 1.281 | -81.27 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 13.01 | -21.21 | A | 3.945 | 0.297 | 150.70 | I1 | 0.099 | 150.70 |
| | U2 | 0.94 | -153.85 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.099 | 150.70 |
| | U0 | 1.16 | -143.02 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.297 | 150.70 |

**Tabla 78. Corrientes de falla - Falla 16.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F16 | | | 0.00 | 0.00 | | 44.897 | | 1.127 | 112.43 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | |
| F16 | U1 | 9.81 | -15.15 | A | 12.892 | 0.971 | 105.59 | I1 | 0.324 | 105.59 |
| | U2 | 4.05 | 155.82 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.324 | 105.59 |
| | U0 | 5.84 | 171.11 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.971 | 105.59 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | |
| F16 | U1 | 6.95 | -17.62 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.555 | 112.15 |
| | U2 | 6.95 | -17.62 | B | 12.770 | 0.962 | 22.15 | I2 | 0.555 | -67.85 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 12.770 | 0.962 | -157.85 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | |
| F16 | U1 | 5.22 | -13.67 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.700 | 109.85 |
| | U2 | 5.22 | -13.67 | B | 12.979 | 0.977 | -3.61 | I2 | 0.417 | -63.90 |
| | U0 | 5.22 | -13.67 | C | 15.055 | 1.134 | -135.79 | 3*I0 | 0.867 | -79.18 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | |
| F16 | U1 | 12.81 | -20.85 | A | 3.698 | 0.278 | 148.27 | I1 | 0.093 | 148.27 |
| | U2 | 1.16 | -161.50 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.093 | 148.27 |
| | U0 | 1.68 | -146.21 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.278 | 148.27 |

**Tabla 79. Corrientes de falla - Falla 17.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| F17 | | 0.00 | 0.00 | | 50.844 | | 1.276 | 107.88 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 9.71 | -15.30 | A | 14.986 | 1.129 | 102.15 | I1 | 0.376 | 102.15 |
| | U2 | 4.19 | 157.05 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.376 | 102.15 |
| | U0 | 5.59 | 170.44 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.129 | 102.15 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 6.99 | -17.45 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.627 | 107.64 |
| | U2 | 6.99 | -17.45 | B | 14.418 | 1.086 | 17.64 | I2 | 0.627 | -72.36 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 14.418 | 1.086 | -162.36 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 5.13 | -13.80 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.801 | 105.57 |
| | U2 | 5.13 | -13.80 | B | 14.954 | 1.126 | -9.33 | I2 | 0.461 | -68.70 |
| | U0 | 5.13 | -13.80 | C | 17.064 | 1.285 | -138.90 | 3*I0 | 1.037 | -82.08 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 12.97 | -20.74 | A | 3.859 | 0.291 | 149.41 | I1 | 0.097 | 149.41 |
| | U2 | 1.08 | -155.69 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.097 | 149.41 |
| | U0 | 1.44 | -142.30 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.291 | 149.41 |

**Tabla 80. Corrientes de falla - Falla 18.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| Generacion 2 | | 0.00 | 0.00 | | 97.835 | 2.456 | -90.87 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | U1 | 7.83 | -18.57 | A | 40.913 | 3.081 | -92.87 | I1 | 1.027 | -92.87 |
| | U2 | 5.93 | 158.04 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 1.027 | -92.87 |
| | U0 | 1.94 | 171.85 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 3.081 | -92.87 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | U1 | 6.91 | -19.98 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.195 | -90.90 |
| | U2 | 6.91 | -19.98 | B | 27.490 | 2.070 | 179.10 | I2 | 1.195 | 89.10 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 27.490 | 2.070 | -0.90 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | U1 | 2.80 | -11.70 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.952 | -93.03 |
| | U2 | 2.80 | -11.70 | B | 38.625 | 2.909 | 129.64 | I2 | 0.484 | 97.39 |
| | U0 | 2.80 | -11.70 | C | 42.485 | 3.199 | 42.68 | 3*I0 | 4.436 | 83.57 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | U1 | 13.22 | -22.34 | A | 4.305 | 0.324 | -25.78 | I1 | 0.108 | -25.78 |
| | U2 | 0.62 | -134.86 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | -25.78 |
| | U0 | 0.20 | -121.05 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.324 | -25.78 |

**Tabla 81. Corrientes de falla - Falla 19.** 89EBA y 89EBG cerrados

| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | 0.00 | 0.00 | 37.802 | 0.949 | -80.81 |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 8.60 | A | 14.576 | 1.098 | -85.24 | I1 | 0.366 | -85.24 |
| | U2 | 5.66 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.366 | -85.24 |
| | U0 | 3.07 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.098 | -85.24 |
| | | -177.98 | | | | | | | |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 7.15 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.462 | -80.76 |
| | U2 | 7.15 | B | 10.635 | 0.801 | -170.76 | I2 | 0.462 | 99.24 |
| | U0 | 0.00 | C | 10.635 | 0.801 | 9.24 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |
| | | -14.37 | | | | | | | |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 3.83 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.694 | -84.48 |
| | U2 | 3.83 | B | 12.715 | 0.958 | 144.46 | I2 | 0.248 | 109.09 |
| | U0 | 3.83 | C | 15.346 | 1.156 | 44.67 | 3*I0 | 1.370 | 88.21 |
| | | -4.52 | | | | | | | |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 13.07 | A | 4.049 | 0.305 | -29.54 | I1 | 0.102 | -29.54 |
| | U2 | 1.57 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.102 | -29.54 |
| | U0 | 0.85 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.305 | -29.54 |
| | | -143.15 | | | | | | | |
| | | -122.27 | | | | | | | |

### *9.2.1.5. Resultados de la coordinación de protecciones (con seccionadores 89EBA abierto y 89EBG cerrado)*

**En este punto se muestran los resultados de la coordinación considerando el seccionador 89EBA abierto y el 89EBG cerrado**, siendo esta la condición de operación más probable. La coordinación se llevó a cabo utilizando un despacho económico con 10% de reserva, mostrándose los resultados para el caso de máxima demanda, utilizando los seteos mostrados en la tabla 43. **En esta condición de operación se considera una falla adicional en la segunda línea de Tehuelche-Divisadero (Falla 19).**

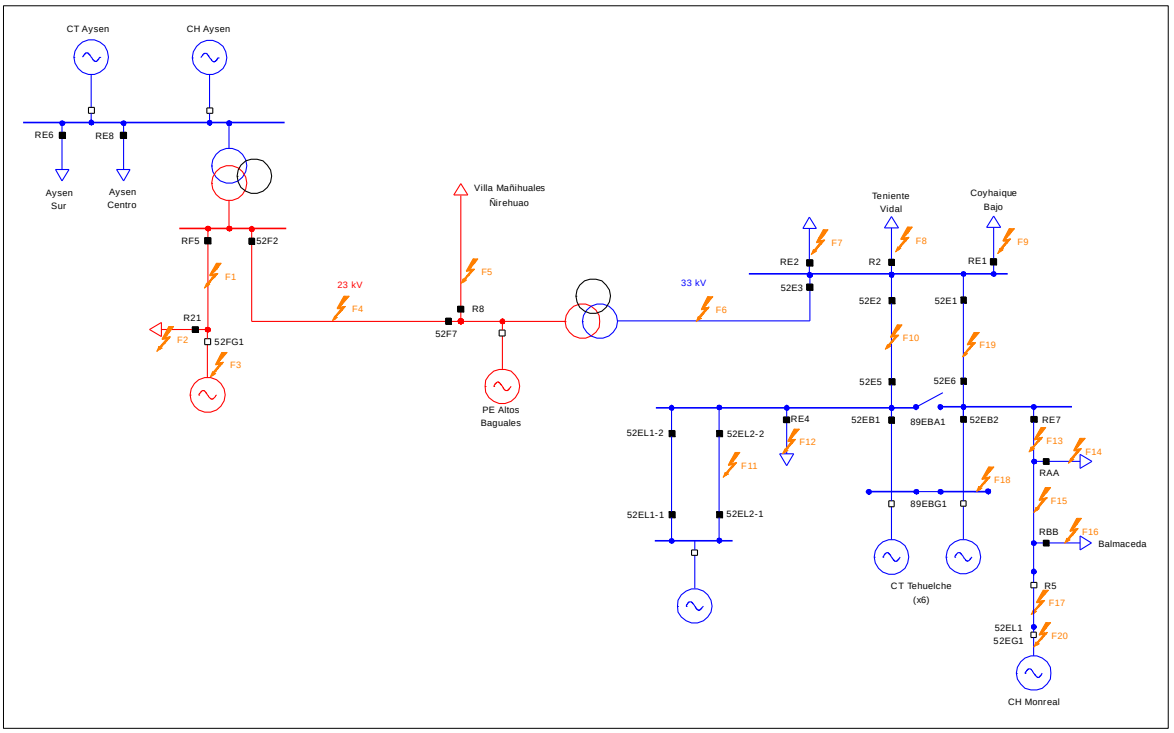



**Figura 110.** Unifilar SM Aysen seccionador 89EBA abierto y 89EBG cerrado

**Tabla 82.** Fallas a considerar para caso con 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Nº | de | hasta | Elemento que debe operar |
|---|---|---|---|
| 1 | Aysén 33 kV | Nodo 10 (Red Chacabuco) | RF5 y 52FG1 CH-ALIM |
| 2 | Nodo 10 (Red Chacabuco) | Nodo 28 (Red Chacabuco) | R21 |
| 3 | Nodo 52FG1 | C. Chacabuco 33kV | 52FG1 ALIM-CH |
| 4 | Aysén 33kV | Baguales 33kV | 52F2 y 52F7 COH-AY |
| 5 | Baguales 33kV | Arranque Mañihuales | R8 |
| 6 | Baguales 33kV | Coyhaique 23kV (Divisadero) | 52F7 AY-COH y 52E3 |
| 7 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique medio | RE2 |
| 8 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Teniente Vidal | R2 |
| 9 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique bajo | RE1 |

| Falla Nº | de | hasta | Elemento que debe operar |
|---|---|---|---|
| 10 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Tehuelche 23kV | 52E2 y 52E5 |
| 11 | Tehuelche 23kV | L. Atravesado 23kV | 52EL1-2 y 52EL1-1 |
| 12 | Tehuelche 23kV | Isla Alto | RE4 |
| 13 | Tehuelche 23kV | Nodo 22 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 14 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Alimentador S/N | RAA |
| 15 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Nodo 228 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 16 | Nodo 228 (Red Balmaceda) | Alimentador Balmaceda | RBB |
| 17 | Valle Simpson | Alimentador Balmaceda (entre R5 y Ch Monreal) | R5 HACIA CENTRAL Y 52EL1 SIST |
| 18 | Barra generación Tehuelche | | 52EB1 Y 52EB2 |
| 19 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Tehuelche 23kV | 52E1 y 52E6 |
| 20 | Nodo 612 (Ch Monreal) | Ch Monreal | 52EL1 y 52EG1 CENTRAL |

**Tabla 83. Actuación de relés de protección - Falla 01.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.141 | 52FG1-ALIM-CH | 0.133 | 52EB2-2 | 0.138 | 52FG1-ALIM-CH | 0.132 | 52FG1-ALIM-CH | 0.145 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.182 | 52EB2-2 | 0.148 | 52FG1-ALIM-CH | 0.199 | 52EB2-2 | 0.141 | 52EB2-2 | 0.171 |
| 52EB1-2 | 0.227 | 52EB1-2 | 0.254 | 52EB1-2 | 0.219 | 52EB1-2 | 0.231 | RF5 | 0.3 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.388 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 |
| 52F7-COH-AY | 0.842 | 52FG1-CH-ALIM | 0.785 | 52E5-R ATRAS | 0.893 | 52FG1-CH-ALIM | 0.765 | 52FG1-CH-ALIM | 1.468 |
| 52E5-R ATRAS | 0.993 | 52F7-COH-AY | 0.979 | 52F7-COH-AY | 0.947 | 52F7-COH-AY | 0.886 | 52E5-R ATRAS | 2.735 |
| 52E3 ATRAS | 1.046 | 52E5-R ATRAS | 1.257 | 52E3 ATRAS | 1.042 | 52E5-R ATRAS | 1.009 | 52EB2-1 | 2.82 |
| 52E3 | 1.213 | 52E3 ATRAS | 1.321 | 52E3 | 1.209 | 52F2 | 1.084 | 52E3 ATRAS | 3.974 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.268 | 52F2 | 1.489 | 52FG1-CH-ALIM | 1.333 | 52E3 ATRAS | 1.123 | 52EB1-1 | 6.013 |
| 52F7-AY-COH | 1.287 | 52F7-AY-COH | 1.51 | 52F7-AY-COH | 1.464 | 52F7-AY-COH | 1.209 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.546 | 52E3 | 1.579 | 52F2 | 1.747 | 52E3 | 1.307 | R-15 | - |
| 52EB2-1 | 2.431 | 52EB2-1 | 2.52 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.784 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.114 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 3.585 | 52EB1-1 | 3.959 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.784 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.114 | RE7 ATRAS | - |

*(52F2) Se refiere a 52F2 hacia adelante, caso contrario es 52F2 ATRAS

**Tabla 84. Actuación de relés de protección - Falla 02.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.145 | 52FG1-ALIM-CH | 0.084 | 52EB2-2 | 0.142 | 52FG1-ALIM-CH | 0.085 | 52FG1-ALIM-CH | 0.135 |
| R21 | 0.149 | R21 | 0.133 | R21 | 0.148 | R21 | 0.133 | R21 | 0.146 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.164 | 52EB2-2 | 0.152 | 52FG1-ALIM-CH | 0.181 | 52EB2-2 | 0.145 | 52EB2-2 | 0.173 |
| 52EB1-2 | 0.246 | 52EB1-2 | 0.276 | 52EB1-2 | 0.233 | 52EB1-2 | 0.248 | RF5 | 0.3 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.403 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | R18 | 0.338 | 52F2 ATRAS | 0.482 |
| 52F7-COH-AY | 1.096 | R18 | 0.617 | 52E5-R ATRAS | 1.022 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 0.838 |
| 52E5-R ATRAS | 1.161 | 52FG1-CH-ALIM | 0.757 | 52E3 ATRAS | 1.215 | 52FG1-CH-ALIM | 0.756 | 52EB2-1 | 2.847 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.195 | 52F7-COH-AY | 1.444 | 52F7-COH-AY | 1.219 | 52E5-R ATRAS | 1.16 | 52E5-R ATRAS | 2.922 |
| 52E3 ATRAS | 1.253 | 52E5-R ATRAS | 1.464 | 52FG1-CH-ALIM | 1.262 | 52F7-COH-AY | 1.276 | 52E3 ATRAS | 4.315 |
| 52E3 | 1.476 | 52E3 ATRAS | 1.588 | 52E3 | 1.42 | 52E3 ATRAS | 1.323 | 52EB1-1 | 6.272 |
| 52F7-AY-COH | 1.677 | 52E3 | 1.979 | 52F7-AY-COH | 1.85 | R14 | 1.4 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.972 | 52F7-AY-COH | 2.174 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.906 | 52E3 | 1.582 | R-15 | - |
| 52EB2-1 | 2.49 | R14 | 2.504 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.906 | 52F7-AY-COH | 1.929 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 3.85 | 52EB2-1 | 2.577 | 52F2 | 2.217 | 52F2 | 2.313 | RE7 ATRAS | - |

**Tabla 85. Actuación de relés de protección - Falla 03.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.116 | 52FG1-ALIM-CH | 0.12 | 52EB2-2 | 0.141 | 52FG1-ALIM-CH | 0.106 | 52FG1-ALIM-CH | 0.149 |
| 52EB2-2 | 0.145 | 52EB2-2 | 0.151 | 52FG1-ALIM-CH | 0.151 | 52EB2-2 | 0.145 | 52EB2-2 | 0.173 |
| 52EB1-2 | 0.245 | 52EB1-2 | 0.269 | 52EB1-2 | 0.232 | 52EB1-2 | 0.248 | RF5 | 0.3 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | 52EB1-2 | 0.401 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | R18 | 0.441 | 52F2 ATRAS | 0.483 |
| 52FG1-CH-ALIM | 0.982 | 52FG1-CH-ALIM | 0.803 | 52E5-R ATRAS | 1.01 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 1.643 |
| 52F7-COH-AY | 1.07 | R18 | 0.906 | 52FG1-CH-ALIM | 1.138 | 52FG1-CH-ALIM | 0.769 | 52EB2-1 | 2.844 |
| 52E5-R ATRAS | 1.148 | 52F7-COH-AY | 1.326 | 52F7-COH-AY | 1.192 | R21 | 1.148 | 52E5-R ATRAS | 2.901 |
| 52E3 ATRAS | 1.235 | 52E5-R ATRAS | 1.394 | 52E3 ATRAS | 1.199 | 52E5-R ATRAS | 1.162 | 52E3 ATRAS | 4.272 |
| 52E3 | 1.449 | 52E3 ATRAS | 1.496 | 52E3 | 1.4 | 52F7-COH-AY | 1.22 | 52EB1-1 | 6.234 |
| 52F7-AY-COH | 1.64 | 52E3 | 1.846 | 52F7-AY-COH | 1.812 | 52E3 ATRAS | 1.314 | RE-6 | - |
| 52F2 | 1.928 | 52F7-AY-COH | 1.998 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.897 | 52E3 | 1.569 | R-15 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EB2-1 | 2.485 | 52F2 | 2.392 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.897 | R14 | 1.825 | RE7 | - |
| 52EB1-1 | 3.828 | R21 | 2.455 | 52F2 | 2.166 | 52F7-AY-COH | 1.851 | RE7 ATRAS | - |
| RE-6 | - | 52EB2-1 | 2.559 | 52EB2-1 | 2.437 | 52F2 | 2.177 | 52EG1 SIST | - |

**Tabla 86. Actuación de relés de protección - Falla 04.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.129 | 52EB2-2 | 0.15 | 52EB2-2 | 0.128 | 52EB2-2 | 0.13 | 52EB2-2 | 0.163 |
| 52EB1-2 | 0.188 | 52FG1-ALIM-CH | 0.174 | 52EB1-2 | 0.188 | 52FG1-ALIM-CH | 0.184 | 52EB1-2 | 0.342 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F7-AY-COH | 0.235 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52EB1-2 | 0.193 | 52F7-AY-COH | 0.458 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.464 | 52F7-COH-AY | 0.26 | 52FG1-ALIM-CH | 0.479 | 52F7-AY-COH | 0.245 | 52F2 ATRAS | 0.504 |
| 52F7-COH-AY | 0.509 | 52EB1-2 | 0.262 | 52F7-COH-AY | 0.589 | 52F7-COH-AY | 0.272 | 52F7-COH-AY | 0.531 |
| 52E5-R ATRAS | 0.666 | RF5 | 0.326 | 52E5-R ATRAS | 0.645 | RF5 | 0.353 | 52FG1-ALIM-CH | 0.539 |
| 52E3 ATRAS | 0.681 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E3 ATRAS | 0.719 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 | 0.765 |
| 52F7-AY-COH | 0.747 | 52F2 | 0.531 | 52E3 | 0.812 | 52F2 | 0.543 | RF5 | 1.157 |
| 52F2 | 0.757 | 52E5-R ATRAS | 1.353 | 52F2 | 0.847 | 52E5-R ATRAS | 0.689 | 52E5-R ATRAS | 2.114 |
| 52E3 | 0.766 | 52E3 ATRAS | 1.363 | 52F7-AY-COH | 0.876 | 52E3 ATRAS | 0.757 | 52EB2-1 | 2.718 |
| RF5 | 0.812 | 52E3 | 1.643 | RF5 | 0.933 | 52E3 | 0.86 | 52E3 ATRAS | 2.834 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 1.818 | 52FG1-CH-ALIM | 2.338 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.442 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.596 | 52E3 | 3.785 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.818 | 52EB2-1 | 2.547 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.442 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.596 | 52EB1-1 | 5.288 |
| 52EB2-1 | 2.279 | 52EB1-1 | 4.077 | 52EB2-1 | 2.266 | 52EB2-1 | 2.291 | RE-6 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | 2.753 | RE-6 | - | 52FG1-CH-ALIM | 2.843 | 52FG1-CH-ALIM | 2.561 | R-15 | - |
| 52EB1-1 | 3.051 | R-15 | - | 52EB1-1 | 3.043 | 52EB1-1 | 3.116 | RE7 | - |

**Tabla 87. Actuación de relés de protección - Falla 05.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.12 | 52EB2-2 | 0.127 | 52EB2-2 | 0.12 | 52EB2-2 | 0.123 | 52EB2-2 | 0.152 |
| 52EB1-2 | 0.165 | R8 | 0.154 | 52EB1-2 | 0.167 | R8 | 0.153 | R8 | 0.23 |
| R8 | 0.167 | 52EB1-2 | 0.182 | R8 | 0.181 | 52EB1-2 | 0.173 | 52EB1-2 | 0.281 |
| 52F2 ATRAS | 0.454 | 52F2 ATRAS | 0.459 | 52F2 ATRAS | 0.461 | 52F2 ATRAS | 0.455 | 52F2 ATRAS | 0.673 |
| 52F7-COH-AY | 0.479 | 52F7-COH-AY | 0.54 | 52E5-R ATRAS | 0.502 | 52F7-COH-AY | 0.481 | 52E5-R ATRAS | 1.474 |
| 52E5-R ATRAS | 0.501 | 52E3 ATRAS | 0.622 | 52F7-COH-AY | 0.554 | 52E5-R ATRAS | 0.546 | 52E3 ATRAS | 1.834 |
| 52E3 ATRAS | 0.522 | 52E5-R ATRAS | 0.629 | 52E3 ATRAS | 0.554 | 52E3 ATRAS | 0.567 | 52FG1-ALIM-CH | 2.117 |
| 52E3 | 0.591 | 52E3 | 0.709 | 52E3 | 0.629 | 52E3 | 0.644 | 52E3 | 2.343 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F7-AY-COH | 0.683 | 52FG1-ALIM-CH | 0.788 | 52FG1-ALIM-CH | 0.705 | 52F7-AY-COH | 0.687 | 52EB2-1 | 2.58 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.695 | 52F7-AY-COH | 0.798 | 52F7-AY-COH | 0.82 | 52FG1-ALIM-CH | 0.758 | 52EB1-1 | 4.359 |
| 52E2-R | 0.895 | 52F2 | 1.043 | 52E2-R | 0.901 | 52F2 | 0.858 | 52F2 | 4.536 |
| 52F2 | 0.969 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.671 | 52E1-R | 0.99 | 52E2-R | 1.11 | RE-6 | - |
| 52E1-R | 0.984 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.671 | 52F2 | 1.098 | 52E1-R | 1.23 | R-15 | - |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 1.431 | RF5 | 1.767 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.164 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.425 | RE7 | - |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.431 | 52EB2-1 | 2.256 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.164 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.425 | RE7 ATRAS | - |
| RF5 | 1.45 | 52EB1-1 | 2.972 | RF5 | 1.687 | RF5 | 1.461 | 52EG1 SIST | - |
| 52EB2-1 | 2.165 | R5 hacia CENTRAL | 4.86 | 52EB2-1 | 2.166 | 52EB2-1 | 2.2 | 52EL1 SIST | - |
| 52EB1-1 | 2.738 | 52FG1-CH-ALIM | 6.075 | 52EB1-1 | 2.766 | 52EB1-1 | 2.842 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E5-R | 3.985 | 52E5-R | 18.052 | R5 hacia CENTRAL | 3.348 | R5 hacia CENTRAL | 4.152 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 4.169 | RE-6 | - | 52E5-R | 4.025 | 52FG1-CH-ALIM | 5.509 | RBB | - |
| 52E6-R | 4.628 | R-15 | - | 52E6-R | 4.677 | 52E5-R | 5.761 | R-AA | - |
| 52FG1-CH-ALIM | 4.657 | RE7 | - | 52FG1-CH-ALIM | 4.757 | 52E6-R | 7.217 | R6 | - |

**Tabla 88. Actuación de relés de protección - Falla 06.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.153 |
| 52EB1-2 | 0.129 | 52EB1-2 | 0.151 | 52EB1-2 | 0.133 | 52EB1-2 | 0.129 | 52EB1-2 | 0.337 |
| 52E5-R ATRAS | 0.3 | 52E3 | 0.27 | 52E5-R ATRAS | 0.316 | 52E3 | 0.263 | 52E3 | 0.853 |
| 52E2-R | 0.324 | 52E5-R ATRAS | 0.324 | 52E2-R | 0.348 | 52E5-R ATRAS | 0.308 | 52E5-R ATRAS | 1.5 |
| 52E1-R | 0.334 | 52E2-R | 0.341 | 52E1-R | 0.361 | 52E2-R | 0.326 | 52E2-R | 1.899 |
| 52E3 ATRAS | 0.352 | 52E1-R | 0.342 | 52E3 ATRAS | 0.371 | 52E1-R | 0.327 | 52E3 ATRAS | 1.901 |
| 52E3 | 0.429 | 52E3 ATRAS | 0.368 | 52E3 | 0.443 | 52E3 ATRAS | 0.355 | 52E1-R | 1.94 |
| 52F2 ATRAS | 0.466 | 52EL2-2 | 0.445 | 52F2 ATRAS | 0.476 | 52EL2-2 | 0.416 | 52EB2-1 | 2.585 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.657 | 52EL1-2 | 0.445 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.629 | 52EL1-2 | 0.416 | 52E5-R | 4.87 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.657 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.629 | 52F2 ATRAS | 0.472 | 52E6-R | 4.975 |
| 52F7-COH-AY | 0.708 | 52E5-R | 0.864 | 52F7-COH-AY | 0.829 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.689 | 52EB1-1 | 5.203 |
| 52EL2-2 | 0.773 | 52E6-R | 0.867 | 52EL2-2 | 0.857 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.689 | 52F2 ATRAS | 5.212 |
| 52EL1-2 | 0.773 | 52EG1 hacia | 0.983 | 52EL1-2 | 0.857 | 52F7-COH-AY | 0.782 | RE-6 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CENTRAL | | | | | | | |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.973 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.983 | 52FG1-ALIM-CH | 0.96 | 52E5-R | 0.825 | R-15 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.136 | 52EB2-1 | 1.173 | 52F7-AY-COH | 1.265 | 52E6-R | 0.828 | RE7 | - |
| 52E5-R | 1.206 | 52F7-COH-AY | 1.239 | 52E5-R | 1.318 | 52FG1-ALIM-CH | 1.019 | RE7 ATRAS | - |
| 52E6-R | 1.255 | 52FG1-ALIM-CH | 1.32 | RE7 ATRAS | 1.369 | 52EB2-1 | 1.113 | 52EG1 SIST | - |
| 52F2 | 1.315 | 52EB1-1 | 1.645 | 52E6-R | 1.377 | 52F7-AY-COH | 1.19 | 52EL1 SIST | - |
| RE7 ATRAS | 1.435 | 52F7-AY-COH | 1.877 | 52F2 | 1.523 | 52F2 | 1.438 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL1 SIST | 1.725 | RE7 ATRAS | 2.158 | 52EL1 SIST | 1.63 | 52EB1-1 | 1.531 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 SIST | 1.75 | 52F2 | 2.162 | R5 SIST | 1.652 | RE7 ATRAS | 1.576 | RBB | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.813 | R5 hacia CENTRAL | 2.792 | R5 hacia CENTRAL | 1.732 | 52EL1 SIST | 1.84 | R-AA | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | R5 SIST | 2.906 | 52EB2-1 | 1.969 | R5 SIST | 1.873 | R6 | - |
| 52EG1 SIST | 2.255 | 52EL1 SIST | 2.949 | 52EG1 SIST | 2.131 | R5 hacia CENTRAL | 1.913 | R10 | - |
| 52EB1-1 | 2.275 | 52EG1 SIST | 3.666 | 52EB1-1 | 2.327 | 52EG1 SIST | 2.406 | R3 | - |
| 52EL1-1 | 2.349 | 52EL1-1 | 4.337 | 52EL1-1 | 2.615 | 52EL1-1 | 2.769 | R5 SIST | - |
| 52EL2-1 | 2.349 | 52EL2-1 | 4.337 | 52EL2-1 | 2.615 | 52EL2-1 | 2.769 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 5.12 | RE7 | 9.465 | RE7 | 4.863 | RE7 | 5.639 | R7 | - |

En el caso de la falla 6 monofásica con 40 Ω de impedancia de falla la corriente de falla vista por 52F7-AY-COH es muy pequeña, independiente del seteo elegido, por lo que no se tendrá apertura de esta protección en dicho caso.

**Tabla 89. Actuación de relés de protección - Falla 07.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.145 |
| 52EB1-2 | 0.118 | RE2 | 0.121 | 52EB1-2 | 0.122 | 52EB1-2 | 0.116 | RE2 | 0.206 |
| RE2 | 0.146 | 52EB1-2 | 0.128 | RE2 | 0.162 | RE2 | 0.121 | 52EB1-2 | 0.288 |
| 52E5-R ATRAS | 0.256 | 52E5-R ATRAS | 0.252 | 52E5-R ATRAS | 0.271 | 52E5-R ATRAS | 0.25 | 52E2-R | 0.752 |
| 52E2-R | 0.275 | 52E2-R | 0.26 | 52E2-R | 0.289 | 52E2-R | 0.26 | 52E1-R | 0.758 |
| 52E1-R | 0.28 | 52E1-R | 0.26 | 52E1-R | 0.296 | 52E1-R | 0.26 | 52E5-R ATRAS | 1.169 |
| 52EL2-2 | 0.456 | 52E3 | 0.293 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52E3 | 0.281 | 52E3 | 1.373 |
| 52EL1-2 | 0.456 | 52EL2-2 | 0.378 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.496 | 52EL2-2 | 0.377 | 52E5-R | 1.922 |
| 52F2 ATRAS | 0.47 | 52EL1-2 | 0.378 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.496 | 52EL1-2 | 0.377 | 52E6-R | 1.938 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.497 | 52F2 ATRAS | 0.505 | 52EL2-2 | 0.527 | 52F2 ATRAS | 0.478 | 52EB2-1 | 2.49 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.497 | 52E3 ATRAS | 0.533 | 52EL1-2 | 0.527 | 52E3 ATRAS | 0.489 | 52EB1-1 | 4.454 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F7-COH-AY | 0.807 | 52E5-R | 0.655 | 52F7-COH-AY | 0.941 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.525 | 52E3 ATRAS | 5.223 |
| 52E5-R | 0.941 | 52E6-R | 0.655 | RE7 ATRAS | 1.002 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.525 | 52F2 ATRAS | 6.919 |
| 52E6-R | 0.97 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.698 | 52E5-R | 1.026 | 52E5-R | 0.655 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 0.984 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.698 | 52FG1-ALIM-CH | 1.031 | 52E6-R | 0.655 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.043 | 52EB2-1 | 0.849 | 52E6-R | 1.061 | 52EB2-1 | 0.813 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.168 | 52EB1-1 | 1.076 | 52E3 ATRAS | 1.152 | 52F7-COH-AY | 0.904 | RE7 ATRAS | - |
| 52F7-AY-COH | 1.23 | RE7 ATRAS | 1.201 | 52EL1 SIST | 1.243 | 52EB1-1 | 1.02 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1 SIST | 1.245 | 52EL1-1 | 1.304 | R5 SIST | 1.252 | RE7 ATRAS | 1.062 | 52EL1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.252 | 52FG1-ALIM-CH | 1.397 | R5 hacia CENTRAL | 1.337 | 52EL1-1 | 1.083 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.337 | 52F7-COH-AY | 1.479 | 52E3 | 1.342 | 52FG1-ALIM-CH | 1.085 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.362 | 52EL2-1 | 1.504 | 52F7-AY-COH | 1.455 | 52EL2-1 | 1.283 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.466 | R5 SIST | 1.555 | 52EG1 SIST | 1.626 | 52EL1 SIST | 1.32 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.466 | 52EL1 SIST | 1.568 | 52EL1-1 | 1.668 | R5 SIST | 1.331 | R6 | - |
| 52F2 | 1.467 | R5 hacia CENTRAL | 1.932 | 52EL2-1 | 1.668 | 52F7-AY-COH | 1.393 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 1.628 | 52EG1 SIST | 1.949 | 52F2 | 1.714 | R5 hacia CENTRAL | 1.423 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | 52F7-AY-COH | 2.228 | 52EB2-1 | 1.952 | 52F2 | 1.64 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 2.142 | 52F2 | 2.606 | 52EB1-1 | 2.194 | 52EG1 SIST | 1.726 | R5 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 90. Actuación de relés de protección - Falla 08.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.146 |
| 52EB1-2 | 0.122 | R2 | 0.112 | 52EB1-2 | 0.126 | R2 | 0.112 | R2 | 0.168 |
| R2 | 0.146 | 52EB1-2 | 0.134 | R2 | 0.157 | 52EB1-2 | 0.12 | 52EB1-2 | 0.291 |
| 52E5-R ATRAS | 0.27 | 52E2-R | 0.269 | 52E5-R ATRAS | 0.286 | 52E2-R | 0.263 | 52E2-R | 0.771 |
| 52E2-R | 0.288 | 52E1-R | 0.27 | 52E2-R | 0.306 | 52E1-R | 0.264 | 52E1-R | 0.777 |
| 52E1-R | 0.294 | 52E5-R ATRAS | 0.272 | 52E1-R | 0.314 | 52E5-R ATRAS | 0.268 | 52E5-R ATRAS | 1.2 |
| 52F2 ATRAS | 0.478 | 52E3 | 0.309 | 52F2 ATRAS | 0.492 | 52E3 | 0.301 | 52E3 | 1.418 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.537 | 52EL2-2 | 0.38 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.533 | 52EL2-2 | 0.379 | 52E5-R | 1.969 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.537 | 52EL1-2 | 0.38 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.533 | 52EL1-2 | 0.379 | 52E6-R | 1.986 |
| 52EL2-2 | 0.54 | 52F2 ATRAS | 0.53 | 52EL2-2 | 0.625 | 52F2 ATRAS | 0.488 | 52EB2-1 | 2.499 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EL1-2 | 0.54 | 52E3 ATRAS | 0.595 | 52EL1-2 | 0.625 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.562 | 52EB1-1 | 4.501 |
| 52F7-COH-AY | 0.98 | 52E5-R | 0.68 | RE7 ATRAS | 1.091 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.562 | 52E3 ATRAS | 5.489 |
| 52E5-R | 1.018 | 52E6-R | 0.682 | 52E5-R | 1.114 | 52E3 ATRAS | 0.563 | 52F2 ATRAS | 6.834 |
| 52E6-R | 1.052 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.785 | 52FG1-ALIM-CH | 1.142 | 52E5-R | 0.664 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 1.087 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.785 | 52E6-R | 1.155 | 52E6-R | 0.666 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.131 | 52EB2-1 | 0.895 | 52F7-COH-AY | 1.161 | 52EB2-1 | 0.872 | RE7 | - |
| 52EL1 SIST | 1.353 | 52EB1-1 | 1.15 | 52EL1 SIST | 1.339 | 52EB1-1 | 1.112 | RE7 ATRAS | - |
| R5 SIST | 1.364 | RE7 ATRAS | 1.31 | R5 SIST | 1.351 | 52F7-COH-AY | 1.129 | 52EG1 SIST | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.459 | 52FG1-ALIM-CH | 1.544 | 52E3 ATRAS | 1.407 | RE7 ATRAS | 1.163 | 52EL1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.488 | R5 SIST | 1.703 | R5 hacia CENTRAL | 1.445 | 52FG1-ALIM-CH | 1.185 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.512 | 52EL1 SIST | 1.718 | 52E3 | 1.71 | 52EL1 SIST | 1.423 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL1-1 | 1.704 | 52EL1-1 | 1.726 | 52EG1 SIST | 1.752 | R5 SIST | 1.438 | RBB | - |
| 52EL2-1 | 1.704 | 52EL2-1 | 1.926 | 52F7-AY-COH | 1.769 | 52EL1-1 | 1.503 | R-AA | - |
| 52F2 | 1.739 | RE2 | 2.036 | 52EL1-1 | 1.932 | R5 hacia CENTRAL | 1.533 | R6 | - |
| 52EG1 SIST | 1.769 | 52F7-COH-AY | 2.064 | 52EL2-1 | 1.932 | 52EL2-1 | 1.703 | R10 | - |
| 52E3 | 1.835 | 52EG1 SIST | 2.136 | 52EB2-1 | 1.952 | 52F7-AY-COH | 1.723 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | R5 hacia CENTRAL | 2.197 | 52F2 | 2.057 | RE2 | 1.75 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 2.187 | 52F7-AY-COH | 3.125 | 52EB1-1 | 2.239 | 52EG1 SIST | 1.86 | R5 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 91. Actuación de relés de protección - Falla 09.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.145 |
| 52EB1-2 | 0.118 | RE1 | 0.128 | 52EB1-2 | 0.122 | 52EB1-2 | 0.116 | 52EB1-2 | 0.288 |
| RE1 | 0.133 | 52EB1-2 | 0.128 | RE1 | 0.146 | RE1 | 0.127 | RE1 | 0.393 |
| 52E5-R ATRAS | 0.256 | 52E5-R ATRAS | 0.252 | 52E5-R ATRAS | 0.271 | 52E5-R ATRAS | 0.249 | 52E2-R | 0.751 |
| 52E2-R | 0.275 | 52E2-R | 0.26 | 52E2-R | 0.289 | 52E2-R | 0.26 | 52E1-R | 0.758 |
| 52E1-R | 0.279 | 52E1-R | 0.26 | 52E1-R | 0.295 | 52E1-R | 0.26 | 52E5-R ATRAS | 1.168 |
| 52EL2-2 | 0.454 | 52E3 | 0.292 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52E3 | 0.28 | 52E3 | 1.371 |
| 52EL1-2 | 0.454 | 52EL2-2 | 0.378 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52EL2-2 | 0.377 | 52E5-R | 1.919 |
| 52F2 ATRAS | 0.47 | 52EL1-2 | 0.378 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52EL1-2 | 0.377 | 52E6-R | 1.935 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52F2 ATRAS | 0.505 | 52EL2-2 | 0.524 | 52F2 ATRAS | 0.478 | 52EB2-1 | 2.489 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.495 | 52E3 ATRAS | 0.531 | 52EL1-2 | 0.524 | 52E3 ATRAS | 0.486 | 52EB1-1 | 4.452 |
| 52F7-COH-AY | 0.802 | 52E5-R | 0.655 | 52F7-COH-AY | 0.935 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.524 | 52E3 ATRAS | 5.21 |
| 52E5-R | 0.939 | 52E6-R | 0.655 | RE7 ATRAS | 0.998 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.524 | 52F2 ATRAS | 6.927 |
| 52E6-R | 0.967 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.693 | 52E5-R | 1.024 | 52E5-R | 0.655 | RE-6 | - |
| RE7 ATRAS | 0.98 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.693 | 52FG1-ALIM-CH | 1.028 | 52E6-R | 0.655 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.041 | 52EB2-1 | 0.847 | 52E6-R | 1.058 | 52EB2-1 | 0.811 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.16 | 52EB1-1 | 1.073 | 52E3 ATRAS | 1.145 | 52F7-COH-AY | 0.899 | RE7 ATRAS | - |
| 52F7-AY-COH | 1.223 | RE7 ATRAS | 1.197 | 52EL1 SIST | 1.24 | 52EB1-1 | 1.017 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1 SIST | 1.241 | 52EL1-1 | 1.29 | R5 SIST | 1.249 | RE7 ATRAS | 1.058 | 52EL1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.248 | 52FG1-ALIM-CH | 1.39 | R5 hacia CENTRAL | 1.334 | 52EL1-1 | 1.069 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.332 | 52F7-COH-AY | 1.462 | 52E3 | 1.335 | 52FG1-ALIM-CH | 1.082 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.353 | 52EL2-1 | 1.49 | 52F7-AY-COH | 1.447 | RE2 | 1.22 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.458 | RE2 | 1.519 | 52EG1 SIST | 1.621 | 52EL2-1 | 1.269 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.458 | R5 SIST | 1.55 | 52EL1-1 | 1.66 | 52EL1 SIST | 1.316 | R6 | - |
| 52F2 | 1.46 | 52EL1 SIST | 1.562 | 52EL2-1 | 1.66 | R5 SIST | 1.327 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 1.623 | R5 hacia CENTRAL | 1.92 | 52F2 | 1.705 | 52F7-AY-COH | 1.384 | R3 | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | 52EG1 SIST | 1.942 | 52EB2-1 | 1.952 | R5 hacia CENTRAL | 1.419 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 2.14 | 52F7-AY-COH | 2.201 | 52EB1-1 | 2.192 | 52F2 | 1.631 | R5 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 92. Actuación de relés de protección - Falla 10.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.125 | 52EB1-2 | 0.116 | 52EB2-2 | 0.125 | 52EB1-2 | 0.114 | 52EB2-2 | 0.17 |
| 52E5-R ATRAS | 0.197 | 52EB2-2 | 0.122 | 52E5-R ATRAS | 0.208 | 52EB2-2 | 0.123 | 52EB1-2 | 0.277 |
| 52EB1-2 | 0.224 | 52E5-R ATRAS | 0.187 | 52EB1-2 | 0.224 | 52E5-R ATRAS | 0.174 | 52E5-R ATRAS | 0.68 |
| 52E2-R | 0.311 | 52E2-R | 0.266 | 52E2-R | 0.332 | 52E2-R | 0.266 | 52E5-R | 1.028 |
| 52EL2-2 | 0.425 | 52E3 | 0.346 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.478 | 52E3 | 0.326 | 52E2-R | 1.468 |
| 52EL1-2 | 0.425 | 52EL2-2 | 0.377 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.478 | 52EL2-2 | 0.376 | 52EB1-1 | 2.237 |
| 52F2 ATRAS | 0.474 | 52EL1-2 | 0.377 | 52F2 ATRAS | 0.487 | 52EL1-2 | 0.376 | 52E3 | 2.585 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.475 | 52E1-R | 0.468 | 52EL2-2 | 0.488 | 52E1-R | 0.421 | 52EB2-1 | 2.807 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.475 | 52F2 ATRAS | 0.512 | 52EL1-2 | 0.488 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52F2 ATRAS | 7.231 |
| 52E5-R | 0.649 | 52E5-R | 0.564 | 52E5-R | 0.699 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.505 | 52E6-R | 7.878 |
| 52F7-COH-AY | 0.879 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.651 | RE7 ATRAS | 0.959 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.505 | 52E1-R | 12.599 |
| RE7 ATRAS | 0.936 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.651 | 52F7-COH-AY | 1.038 | 52E5-R | 0.564 | 52E3 ATRAS | 14.175 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.107 | 52E3 ATRAS | 0.732 | 52FG1-ALIM-CH | 1.088 | 52E3 ATRAS | 0.657 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.19 | 52E6-R | 0.757 | 52EL1 SIST | 1.196 | 52E6-R | 0.716 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.195 | 52EB1-1 | 0.79 | R5 SIST | 1.204 | 52EB1-1 | 0.79 | RE7 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.27 | 52EL1-1 | 0.996 | 52E3 ATRAS | 1.243 | 52EL1-1 | 0.825 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.272 | RE7 ATRAS | 1.089 | R5 hacia CENTRAL | 1.282 | 52F7-COH-AY | 0.987 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.365 | 52EB2-1 | 1.193 | 52E1-R | 1.455 | RE7 ATRAS | 1.012 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.365 | 52EL2-1 | 1.196 | 52E3 | 1.462 | 52EL2-1 | 1.025 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.435 | R5 SIST | 1.404 | 52EL1-1 | 1.563 | 52EB2-1 | 1.12 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.522 | 52EL1 SIST | 1.414 | 52EL2-1 | 1.563 | 52FG1-ALIM-CH | 1.152 | RBB | - |
| 52EG1 SIST | 1.556 | 52FG1-ALIM-CH | 1.463 | 52EG1 SIST | 1.564 | R5 hacia CENTRAL | 1.236 | R-AA | - |
| 52E1-R | 1.559 | R5 hacia CENTRAL | 1.589 | 52F7-AY-COH | 1.594 | 52EL1 SIST | 1.266 | R6 | - |
| 52F2 | 1.584 | 52F7-COH-AY | 1.627 | 52F2 | 1.863 | R5 SIST | 1.275 | R10 | - |
| 52EB2-1 | 2.236 | 52EG1 SIST | 1.758 | 52EB2-1 | 2.225 | 52F7-AY-COH | 1.521 | R3 | - |
| RE7 | 2.986 | 52F7-AY-COH | 2.455 | RE7 | 3.089 | 52EG1 SIST | 1.64 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 3.539 | 52F2 | 2.929 | 52EB1-1 | 3.536 | 52F2 | 1.77 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52E6-R | 16.22 | RE2 | 3.504 | 52E6-R | 11.948 | RE2 | 2.663 | R7 | - |

En el caso de la falla 10 monofásica y bifásica a tierra, se mantiene la coordinación con la línea adyacente, pues por un lado 52E1-R abriría más de 150 mseg después 52E2-R, pero el punto más importante es que al abrir 52E2-R en primer término, se modifica la impedancia del sistema y el valor de la corriente de falla por la doble terna Divisadero, por lo que, en la secuencia de operación real, abren 52E2-R y 52E5-R, antes que 52E1-R o 52E6-R, tal como debe ocurrir.

**Tabla 93. Actuación de relés de protección - Falla 11.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB1-2 | 0.108 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.112 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.2 |
| 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.139 | 52EL2-2 | 0.131 | 52EB1-2 | 0.327 |
| 52EB2-2 | 0.19 | 52EB2-2 | 0.184 | 52EB2-2 | 0.164 | 52EB2-2 | 0.176 | 52EL2-2 | 0.378 |
| 52EL2-1 | 0.453 | 52EL2-1 | 0.455 | 52EL2-1 | 0.502 | 52EL2-1 | 0.452 | 52EL2-1 | 1.412 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F2 ATRAS | 0.488 | 52F2 ATRAS | 0.554 | 52F2 ATRAS | 0.504 | 52F2 ATRAS | 0.499 | 52EB1-1 | 2.241 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.512 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.778 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.509 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52EB2-1 | 3.21 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.512 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.778 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.509 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.536 | 52E5-R ATRAS | 6.649 |
| RE7 ATRAS | 1.02 | 52EB1-1 | 0.79 | RE7 ATRAS | 1.031 | 52EB1-1 | 0.79 | 52F2 ATRAS | 7.986 |
| 52F7-COH-AY | 1.227 | 52E3 | 0.862 | 52EL1 SIST | 1.276 | 52E3 | 0.803 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.285 | 52E2-R | 1.125 | 52FG1-ALIM-CH | 1.285 | 52E2-R | 1.029 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.293 | RE7 ATRAS | 1.387 | R5 SIST | 1.286 | RE7 ATRAS | 1.092 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.305 | 52FG1-ALIM-CH | 1.77 | R5 hacia CENTRAL | 1.375 | 52FG1-ALIM-CH | 1.338 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.383 | R5 SIST | 1.809 | 52F7-COH-AY | 1.431 | 52EL1 SIST | 1.35 | 52EG1 SIST | - |
| 52EG1 SIST | 1.68 | 52EL1 SIST | 1.826 | 52E3 ATRAS | 1.625 | R5 SIST | 1.362 | 52EL1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.813 | 52E1-R | 1.896 | 52EG1 SIST | 1.668 | 52F7-COH-AY | 1.408 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.861 | R5 hacia CENTRAL | 2.175 | 52E5-R ATRAS | 1.914 | R5 hacia CENTRAL | 1.456 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 2.011 | 52EG1 SIST | 2.27 | 52E3 | 2.034 | 52E1-R | 1.637 | RBB | - |
| 52F2 | 2.128 | 52E3 ATRAS | 2.715 | 52EB1-1 | 2.063 | 52E3 ATRAS | 1.707 | R-AA | - |
| 52E3 | 2.311 | 52E5-R | 2.88 | 52F7-AY-COH | 2.154 | 52EG1 SIST | 1.765 | R6 | - |
| 52EB2-1 | 3.073 | 52EB2-1 | 2.999 | 52F2 | 2.568 | 52F7-AY-COH | 2.118 | R10 | - |
| RE7 | 3.346 | 52E5-R ATRAS | 3.671 | 52EB2-1 | 2.728 | 52F2 | 2.491 | R3 | - |
| 52E5-R ATRAS | 3.914 | 52F7-AY-COH | 4.024 | RE7 | 3.393 | 52E5-R | 2.632 | R5 SIST | - |
| RE-6 | - | 52E6-R | 4.863 | RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 2.663 | R5 hacia CENTRAL | - |
| R-15 | - | RE7 | 6.543 | R-15 | - | 52EB2-1 | 2.892 | R7 | - |
| RBB | - | 52F2 | 7.572 | RBB | - | RE7 | 3.66 | RF5 | - |
| R-AA | - | RE-6 | - | R-AA | - | 52E6-R | 4.196 | R16 | - |
| R6 | - | R-15 | - | R6 | - | RE-6 | - | R17 | - |
| R10 | - | RBB | - | R10 | - | R-15 | - | R21 | - |

**Tabla 94. Actuación de relés de protección - Falla 12.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-4 | 0.094 | RE-4 | 0.087 | RE-4 | 0.1 | RE-4 | 0.086 | 52EB2-2 | 0.2 |
| 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.23 |
| 52EB2-2 | 0.164 | 52EB2-2 | 0.161 | 52EB2-2 | 0.151 | 52EB2-2 | 0.156 | RE-4 | 0.246 |
| 52EL2-2 | 0.342 | 52EL2-2 | 0.365 | 52EL2-2 | 0.4 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.235 | 52EB1-1 | 1.545 |
| 52EL1-2 | 0.342 | 52EL1-2 | 0.365 | 52EL1-2 | 0.4 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.235 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.08 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.423 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL2-2 | 0.339 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.08 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.423 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL1-2 | 0.339 | 52EB2-1 | 3.21 |
| 52F2 ATRAS | 0.473 | 52E3 | 0.456 | 52F2 ATRAS | 0.485 | 52E3 | 0.371 | 52E5-R ATRAS | 6.593 |
| RE7 ATRAS | 0.812 | 52F2 ATRAS | 0.493 | RE7 ATRAS | 0.847 | 52E2-R | 0.433 | 52F2 ATRAS | 7.806 |
| 52F7-COH-AY | 0.854 | 52E2-R | 0.532 | 52F7-COH-AY | 1.005 | R5 hacia CENTRAL | 0.454 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.043 | 52EL1-1 | 0.654 | 52FG1-ALIM-CH | 1.067 | 52F2 ATRAS | 0.478 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.046 | 52E1-R | 0.658 | 52EL1 SIST | 1.069 | 52E1-R | 0.512 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.083 | 52EB1-1 | 0.79 | R5 SIST | 1.074 | 52EL1-1 | 0.545 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.095 | R5 hacia CENTRAL | 0.802 | R5 hacia CENTRAL | 1.126 | 52E5-R ATRAS | 0.714 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.113 | 52EL2-1 | 0.854 | 52E3 ATRAS | 1.215 | 52EL2-1 | 0.745 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.113 | RE7 ATRAS | 0.896 | 52E5-R ATRAS | 1.258 | RE7 ATRAS | 0.789 | RBB | - |
| 52E3 ATRAS | 1.233 | 52E5-R ATRAS | 0.98 | 52EL1-1 | 1.284 | 52EB1-1 | 0.79 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.364 | 52E3 ATRAS | 1.145 | 52EL2-1 | 1.284 | 52E3 ATRAS | 0.83 | R6 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.389 | 52EL1 SIST | 1.157 | 52EG1 SIST | 1.397 | 52F7-COH-AY | 0.919 | R10 | - |
| 52E3 | 1.466 | R5 SIST | 1.16 | 52E3 | 1.419 | R5 SIST | 1.005 | R3 | - |
| 52F2 | 1.543 | 52F7-COH-AY | 1.185 | 52F7-AY-COH | 1.548 | 52EL1 SIST | 1.01 | R5 SIST | - |
| 52E5-R ATRAS | 1.835 | 52FG1-ALIM-CH | 1.233 | 52F2 | 1.812 | 52E5-R | 1.1 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52EB1-1 | 1.952 | 52E5-R | 1.356 | 52EB1-1 | 1.992 | 52FG1-ALIM-CH | 1.14 | R7 | - |
| RE7 | 2.423 | 52EG1 SIST | 1.456 | 52EB2-1 | 2.559 | RE7 | 1.145 | RF5 | - |
| 52EB2-1 | 2.73 | 52E6-R | 1.678 | RE7 | 2.587 | 52EG1 SIST | 1.256 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52F7-AY-COH | 1.803 | RE-6 | - | 52E6-R | 1.303 | R17 | - |
| R-15 | - | RE7 | 1.945 | R-15 | - | 52F7-AY-COH | 1.42 | R21 | - |
| RBB | - | 52F2 | 2.065 | RBB | - | 52F2 | 1.662 | 52FG1-CH-ALIM | - |

**Tabla 95. Actuación de relés de protección - Falla 13.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.2 |
| 52EB2-2 | 0.165 | 52EB2-2 | 0.164 | 52EB2-2 | 0.152 | 52EB2-2 | 0.157 | 52EB1-2 | 0.231 |
| RE7 | 0.224 | RE7 | 0.204 | RE7 | 0.243 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.194 | RE7 | 0.51 |
| RE7 ATRAS | 0.236 | RE7 ATRAS | 0.218 | RE7 ATRAS | 0.249 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.194 | RE7 ATRAS | 0.59 |
| 52EL2-2 | 0.346 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.339 | 52EL2-2 | 0.405 | RE7 | 0.203 | 52EB1-1 | 1.55 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EL1-2 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.339 | 52EL1-2 | 0.405 | RE7 ATRAS | 0.217 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.057 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL2-2 | 0.376 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL2-2 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.057 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL1-2 | 0.376 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL1-2 | 0.346 | 52EB2-1 | 3.21 |
| 52F2 ATRAS | 0.473 | 52E3 | 0.462 | 52F2 ATRAS | 0.486 | R5 hacia CENTRAL | 0.379 | R5 hacia CENTRAL | 6.018 |
| 52F7-COH-AY | 0.868 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52F7-COH-AY | 1.023 | 52E3 | 0.38 | 52E5-R ATRAS | 6.591 |
| 52EL1 SIST | 1.033 | 52E2-R | 0.54 | 52EL1 SIST | 1.059 | 52E2-R | 0.443 | 52F2 ATRAS | 7.822 |
| R5 SIST | 1.035 | R5 hacia CENTRAL | 0.647 | R5 SIST | 1.064 | 52F2 ATRAS | 0.479 | R5 SIST | 29.273 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.083 | 52EL1-1 | 0.666 | 52FG1-ALIM-CH | 1.076 | 52E1-R | 0.526 | 52EL1 SIST | 34.293 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.09 | 52E1-R | 0.67 | R5 hacia CENTRAL | 1.116 | 52EL1-1 | 0.554 | 52EG1 SIST | 42.634 |
| 52EL1-1 | 1.127 | 52EB1-1 | 0.79 | 52E3 ATRAS | 1.234 | 52E5-R ATRAS | 0.74 | RE-6 | - |
| 52EL2-1 | 1.127 | 52EL2-1 | 0.866 | 52E5-R ATRAS | 1.292 | 52EL2-1 | 0.754 | R-15 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.271 | 52E5-R ATRAS | 1.003 | 52EL1-1 | 1.301 | 52EB1-1 | 0.79 | RBB | - |
| 52F7-AY-COH | 1.33 | R5 SIST | 1.099 | 52EL2-1 | 1.301 | 52E3 ATRAS | 0.862 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.35 | 52EL1 SIST | 1.105 | 52EG1 SIST | 1.385 | 52F7-COH-AY | 0.942 | R6 | - |
| 52E3 | 1.504 | 52E3 ATRAS | 1.171 | 52E3 | 1.448 | R5 SIST | 0.962 | R10 | - |
| 52F2 | 1.565 | 52F7-COH-AY | 1.236 | 52F7-AY-COH | 1.573 | 52EL1 SIST | 0.967 | R3 | - |
| 52E5-R ATRAS | 1.914 | 52FG1-ALIM-CH | 1.254 | 52F2 | 1.839 | 52E5-R | 1.126 | R7 | - |
| 52EB1-1 | 1.952 | 52EG1 SIST | 1.374 | 52EB1-1 | 1.995 | 52FG1-ALIM-CH | 1.145 | RF5 | - |
| 52EB2-1 | 2.748 | 52E5-R | 1.377 | 52EB2-1 | 2.57 | 52EG1 SIST | 1.202 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52E6-R | 1.711 | RE-6 | - | RE-4 | 1.325 | R17 | - |
| R-15 | - | 52F7-AY-COH | 1.874 | R-15 | - | 52E6-R | 1.339 | R21 | - |
| RBB | - | 52F2 | 2.15 | RBB | - | 52F7-AY-COH | 1.457 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R-AA | - | RE-4 | 2.547 | R-AA | - | 52F2 | 1.699 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 96. Actuación de relés de protección - Falla 14.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-AA | 0.092 | R-AA | 0.046 | R-AA | 0.092 | R-AA | 0.047 | R-AA | 0.054 |
| 52EB1-2 | 0.12 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.093 | 52EB1-2 | 0.125 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.097 | 52EB2-2 | 0.2 |
| RE7 ATRAS | 0.289 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.093 | 52EB2-2 | 0.198 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.097 | 52EB1-2 | 0.282 |
| RE7 | 0.311 | 52EB1-2 | 0.109 | RE7 ATRAS | 0.306 | 52EB1-2 | 0.11 | RE7 | 0.592 |
| 52EG1 hacia | 0.425 | R5 hacia CENTRAL | 0.192 | RE7 | 0.345 | R5 hacia CENTRAL | 0.201 | RE7 ATRAS | 0.633 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRAL | | | | | | | | | |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EB2-2 | 0.202 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.436 | 52EB2-2 | 0.233 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.639 |
| 52EB2-2 | 0.456 | RE7 ATRAS | 0.297 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.436 | RE7 ATRAS | 0.286 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.639 |
| 52F2 ATRAS | 0.543 | RE7 | 0.326 | 52F2 ATRAS | 0.574 | RE7 | 0.304 | R5 SIST | 1.714 |
| 52EL2-2 | 0.84 | 52EL2-2 | 0.385 | 52EL2-2 | 0.963 | 52EL2-2 | 0.386 | 52EL1 SIST | 1.729 |
| 52EL1-2 | 0.84 | 52EL1-2 | 0.385 | 52EL1-2 | 0.963 | 52EL1-2 | 0.386 | 52EB1-1 | 1.819 |
| 52EL1 SIST | 1.068 | 52F2 ATRAS | 0.782 | 52EL1 SIST | 1.097 | 52F2 ATRAS | 0.567 | 52EG1 SIST | 2.15 |
| R5 SIST | 1.071 | 52EB1-1 | 0.813 | R5 SIST | 1.102 | 52EB1-1 | 0.824 | R5 hacia CENTRAL | 3.039 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.123 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.16 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 3.209 |
| 52EG1 SIST | 1.396 | R5 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.434 | R5 SIST | 0.839 | 52E5-R ATRAS | 6.602 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.662 | 52E3 | 0.985 | 52FG1-ALIM-CH | 1.776 | 52E3 | 1.029 | 52F2 ATRAS | 7.604 |
| 52EB1-1 | 2.172 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52EB1-1 | 2.226 | 52EG1 SIST | 1.043 | RE-6 | - |
| 52EL1-1 | 2.563 | 52E2-R | 1.345 | 52EL1-1 | 2.958 | 52E2-R | 1.438 | R-15 | - |
| 52EL2-1 | 2.563 | 52EL2-1 | 2 | 52EL2-1 | 2.958 | 52FG1-ALIM-CH | 1.808 | RBB | - |
| 52F7-AY-COH | 4.383 | 52FG1-ALIM-CH | 2.53 | 52EB2-1 | 3.183 | 52EL2-1 | 2 | R6 | - |
| 52E3 ATRAS | 5.993 | 52EL1-1 | 2.611 | 52E3 ATRAS | 3.818 | 52EL1-1 | 2.837 | R10 | - |
| 52EB2-1 | 7.186 | 52E1-R | 2.623 | 52F7-AY-COH | 4.698 | 52E1-R | 3.001 | R3 | - |
| 52F2 | 9.265 | 52EB2-1 | 3.235 | 52E5-R ATRAS | 6.313 | 52E3 ATRAS | 3.605 | R7 | - |
| RE-6 | - | 52E3 ATRAS | 3.42 | 52F2 | 14.982 | 52EB2-1 | 3.668 | RF5 | - |
| R-15 | - | 52E5-R | 3.446 | RE-6 | - | 52E5-R | 3.684 | R16 | - |
| RBB | - | 52E5-R ATRAS | 5.053 | R-15 | - | 52F7-AY-COH | 4.745 | R17 | - |
| R6 | - | 52E6-R | 6.731 | RBB | - | 52E5-R ATRAS | 5.656 | R21 | - |
| R10 | - | RE-6 | - | R6 | - | 52E6-R | 7.702 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R3 | - | R-15 | - | R10 | - | 52F2 | 14.727 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 97. Actuación de relés de protección - Falla 15.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB1-2 | 0.124 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.06 | 52EB1-2 | 0.128 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB2-2 | 0.2 |
| RE7 ATRAS | 0.299 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.06 | 52EB2-2 | 0.198 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB1-2 | 0.307 |
| RE7 | 0.331 | 52EB1-2 | 0.113 | RE7 ATRAS | 0.316 | 52EB1-2 | 0.114 | RE7 | 0.631 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | R5 hacia CENTRAL | 0.131 | RE7 | 0.366 | R5 hacia CENTRAL | 0.14 | RE7 ATRAS | 0.651 |
| 52EL1 | 0.37 | 52EB2-2 | 0.202 | 52EG1 | 0.387 | 52EB2-2 | 0.229 | 52EG1 | 0.754 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| hacia CENTRAL | | | | hacia CENTRAL | | | | hacia CENTRAL | |
| 52EB2-2 | 0.559 | RE7 ATRAS | 0.312 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.387 | RE7 ATRAS | 0.296 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.754 |
| 52F2 ATRAS | 0.562 | RE7 | 0.345 | 52F2 ATRAS | 0.595 | RE7 | 0.325 | R5 SIST | 1.358 |
| 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL2-2 | 0.392 | 52EL1 SIST | 0.974 | 52EL2-2 | 0.399 | 52EL1 SIST | 1.367 |
| R5 SIST | 0.934 | 52EL1-2 | 0.392 | R5 SIST | 0.977 | 52EL1-2 | 0.399 | R5 hacia CENTRAL | 1.41 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.961 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.015 | 52F2 ATRAS | 0.588 | 52EG1 SIST | 1.7 |
| 52EL2-2 | 0.976 | R5 SIST | 0.839 | 52EL2-2 | 1.182 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 1.945 |
| 52EL1-2 | 0.976 | 52EB1-1 | 0.859 | 52EL1-2 | 1.182 | R5 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 3.207 |
| 52EG1 SIST | 1.22 | 52F2 ATRAS | 0.873 | 52EG1 SIST | 1.274 | 52EB1-1 | 0.878 | 52E5-R ATRAS | 6.575 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.784 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 1.932 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52F2 ATRAS | 7.787 |
| 52EB1-1 | 2.211 | 52E3 | 1.186 | 52EB1-1 | 2.266 | 52E3 | 1.276 | RE-6 | - |
| 52EL1-1 | 2.992 | 52E2-R | 1.828 | 52EB2-1 | 3.183 | 52FG1-ALIM-CH | 1.969 | R-15 | - |
| 52EL2-1 | 2.992 | 52FG1-ALIM-CH | 2.774 | 52EL1-1 | 3.408 | 52E2-R | 2.123 | RBB | - |
| 52F7-AY-COH | 5.276 | 52EB2-1 | 3.233 | 52EL2-1 | 3.408 | 52EL1-1 | 3.491 | R-AA | - |
| 52E3 ATRAS | 7.525 | 52EL1-1 | 3.672 | 52E3 ATRAS | 4.375 | 52EL2-1 | 3.491 | R6 | - |
| 52EB2-1 | 9.129 | 52EL2-1 | 3.872 | 52F7-AY-COH | 5.523 | 52EB2-1 | 3.611 | R10 | - |
| 52F2 | 27.284 | 52E3 ATRAS | 4.246 | 52E5-R ATRAS | 6.309 | 52E3 ATRAS | 4.662 | R3 | - |
| RE-6 | - | 52E5-R | 4.688 | RE-6 | - | 52E5-R | 5.445 | R7 | - |
| R-15 | - | 52E1-R | 5.433 | R-15 | - | 52F7-AY-COH | 5.591 | RF5 | - |
| RBB | - | 52E5-R ATRAS | 7.368 | RBB | - | 52E5-R ATRAS | 10.083 | R16 | - |
| R-AA | - | 52E6-R | 13.953 | R-AA | - | 52E6-R | 23.808 | R17 | - |
| R6 | - | RE-6 | - | R6 | - | RE-6 | - | R21 | - |
| R10 | - | R-15 | - | R10 | - | R-15 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R3 | - | RBB | - | R3 | - | RBB | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 98. Actuación de relés de protección - Falla 16.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB1-2 | 0.141 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB1-2 | 0.145 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.076 | 52EB2-2 | 0.2 |
| RBB | 0.174 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | 52EB2-2 | 0.198 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.076 | RBB | 0.302 |
| RE7 ATRAS | 0.35 | 52EB1-2 | 0.13 | RBB | 0.201 | 52EB1-2 | 0.129 | 52EB1-2 | 0.352 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.416 | R5 hacia CENTRAL | 0.141 | RE7 ATRAS | 0.371 | R5 hacia CENTRAL | 0.161 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.501 |
| 52EL1 hacia | 0.416 | RBB | 0.181 | 52EG1 hacia | 0.429 | RBB | 0.173 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.501 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRAL | | | | CENTRAL | | | | | |
| RE7 | 0.446 | 52EB2-2 | 0.204 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.429 | 52EB2-2 | 0.218 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| 52F2 ATRAS | 0.718 | RE7 | 0.371 | RE7 | 0.498 | RE7 ATRAS | 0.346 | RE7 | 0.73 |
| 52EL1 SIST | 1.047 | RE7 ATRAS | 0.383 | 52F2 ATRAS | 0.768 | RE7 | 0.381 | R5 hacia CENTRAL | 0.947 |
| R5 SIST | 1.049 | 52EL2-2 | 0.523 | 52EL1 SIST | 1.08 | 52EL2-2 | 0.61 | R5 SIST | 1.22 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.099 | 52EL1-2 | 0.523 | R5 SIST | 1.085 | 52EL1-2 | 0.61 | 52EL1 SIST | 1.228 |
| 52EG1 SIST | 1.369 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.139 | 52F2 ATRAS | 0.758 | 52EG1 SIST | 1.527 |
| 52EB2-2 | 1.759 | R5 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.412 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB1-1 | 2.247 |
| 52EB1-1 | 2.432 | 52EB1-1 | 1.025 | 52EB1-1 | 2.485 | R5 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 3.208 |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.471 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 2.757 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52E5-R ATRAS | 6.598 |
| RE-6 | - | 52F2 ATRAS | 1.748 | 52EB2-1 | 3.188 | 52EB1-1 | 1.079 | 52F2 ATRAS | 7.53 |
| R-15 | - | 52E3 | 2.221 | 52E5-R ATRAS | 6.379 | 52E3 | 2.753 | RE-6 | - |
| R-AA | - | 52EB2-1 | 3.264 | RE-6 | - | 52FG1-ALIM-CH | 2.784 | R-15 | - |
| R6 | - | 52E5-R ATRAS | 7.677 | R-15 | - | 52EB2-1 | 3.462 | R-AA | - |
| R10 | - | 52E3 ATRAS | 11.025 | R-AA | - | 52E5-R ATRAS | 10.778 | R6 | - |
| R3 | - | 52EL1-1 | 11.056 | R6 | - | 52EL1-1 | 15.327 | R10 | - |
| R7 | - | 52EL2-1 | 11.256 | R10 | - | 52EL2-1 | 15.527 | R3 | - |
| RF5 | - | RE-6 | - | R3 | - | 52E3 ATRAS | 16.251 | R7 | - |
| R16 | - | R-15 | - | R7 | - | RE-6 | - | RF5 | - |
| R17 | - | R-AA | - | RF5 | - | R-15 | - | R16 | - |
| R21 | - | R6 | - | R16 | - | R-AA | - | R17 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R10 | - | R17 | - | R6 | - | R21 | - |
| R14 | - | R3 | - | R21 | - | R10 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R18 | - | R7 | - | 52FG1-CH-ALIM | - | R3 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 99. Actuación de relés de protección - Falla 17.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| 52EB1-2 | 0.134 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.047 | 52EB1-2 | 0.138 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.051 | 52EB2-2 | 0.2 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.241 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.047 | 52EB2-2 | 0.198 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.051 | R5 hacia CENTRAL | 0.214 |
| RE7 ATRAS | 0.33 | R5 hacia CENTRAL | 0.07 | R5 hacia CENTRAL | 0.266 | R5 hacia CENTRAL | 0.071 | 52EB1-2 | 0.357 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.35 | 52EB1-2 | 0.124 | RE7 ATRAS | 0.35 | 52EB1-2 | 0.124 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.383 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.35 | 52EB2-2 | 0.203 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | 52EB2-2 | 0.222 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.383 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RE7 | 0.396 | RE7 ATRAS | 0.356 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.37 | RE7 ATRAS | 0.327 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| R5 SIST | 0.43 | RE7 | 0.362 | RE7 | 0.445 | RE7 | 0.37 | RE7 | 0.73 |
| 52F2 ATRAS | 0.643 | R5 SIST | 0.463 | R5 SIST | 0.454 | R5 SIST | 0.425 | R5 SIST | 0.84 |
| 52EL1 SIST | 0.888 | 52EL2-2 | 0.468 | 52F2 ATRAS | 0.687 | 52EL2-2 | 0.509 | 52EL1 SIST | 1.141 |
| 52EG1 SIST | 1.161 | 52EL1-2 | 0.468 | 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL1-2 | 0.509 | 52EG1 SIST | 1.418 |
| 52EB2-2 | 1.36 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.22 | 52F2 ATRAS | 0.678 | 52EB1-1 | 2.247 |
| 52EL2-2 | 1.751 | 52EB1-1 | 0.979 | 52EB1-1 | 2.399 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EB2-1 | 3.205 |
| 52EL1-2 | 1.751 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52FG1-ALIM-CH | 2.44 | 52EB1-1 | 1.015 | 52E5-R ATRAS | 6.567 |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.225 | 52F2 ATRAS | 1.29 | 52EB2-1 | 3.185 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52F2 ATRAS | 7.814 |
| 52EB1-1 | 2.344 | 52E3 | 1.818 | 52E5-R ATRAS | 6.338 | 52E3 | 2.127 | RE-6 | - |
| RE-6 | - | 52EB2-1 | 3.249 | 52E3 ATRAS | 7.082 | 52FG1-ALIM-CH | 2.475 | R-15 | - |
| R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | 3.344 | RE-6 | - | 52EB2-1 | 3.517 | RBB | - |
| RBB | - | 52E5-R ATRAS | 7.477 | R-15 | - | 52EL1-1 | 10.341 | R-AA | - |
| R-AA | - | 52EL1-1 | 8.128 | RBB | - | 52E3 ATRAS | 10.374 | R6 | - |
| R6 | - | 52E3 ATRAS | 8.305 | R-AA | - | 52EL2-1 | 10.541 | R10 | - |
| R10 | - | 52EL2-1 | 8.328 | R6 | - | 52E5-R ATRAS | 11.923 | R3 | - |
| R3 | - | 52E5-R | 21.741 | R10 | - | RE-6 | - | R7 | - |
| R7 | - | RE-6 | - | R3 | - | R-15 | - | RF5 | - |
| RF5 | - | R-15 | - | R7 | - | RBB | - | R16 | - |
| R16 | - | RBB | - | RF5 | - | R-AA | - | R17 | - |
| R17 | - | R-AA | - | R16 | - | R6 | - | R21 | - |
| R21 | - | R6 | - | R17 | - | R10 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R10 | - | R21 | - | R3 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 100. Actuación de relés de protección - Falla 18.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.154 |
| 52EB2-2 | 0.154 | 52EB2-2 | 0.149 | 52EB2-2 | 0.144 | 52EB2-2 | 0.145 | 52EB2-2 | 0.2 |
| 52EL2-2 | 0.34 | 52EL2-2 | 0.359 | 52EL2-2 | 0.398 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.24 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.084 |
| 52EL1-2 | 0.34 | 52EL1-2 | 0.359 | 52EL1-2 | 0.398 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.24 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.084 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.414 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.453 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.424 | 52EL2-2 | 0.338 | 52EB1-1 | 2.596 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.414 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.453 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.424 | 52EL1-2 | 0.338 | 52EB2-1 | 3.212 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F2 ATRAS | 0.472 | 52E3 | 0.455 | 52F2 ATRAS | 0.485 | 52E3 | 0.366 | 52E5-R ATRAS | 6.585 |
| RE7 ATRAS | 0.81 | 52F2 ATRAS | 0.491 | RE7 ATRAS | 0.845 | 52E1-R | 0.449 | 52F2 ATRAS | 7.829 |
| 52F7-COH-AY | 0.843 | 52E1-R | 0.568 | 52F7-COH-AY | 0.991 | R5 hacia CENTRAL | 0.463 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.042 | 52E2-R | 0.602 | 52FG1-ALIM-CH | 1.059 | 52E2-R | 0.469 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.044 | 52EL1-1 | 0.677 | 52EL1 SIST | 1.067 | 52F2 ATRAS | 0.477 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.077 | R5 hacia CENTRAL | 0.858 | R5 SIST | 1.072 | 52EL1-1 | 0.548 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.093 | 52EB1-1 | 0.869 | R5 hacia CENTRAL | 1.125 | 52EL2-1 | 0.748 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.109 | 52EL2-1 | 0.877 | 52E3 ATRAS | 1.198 | 52EB1-1 | 0.79 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL2-1 | 1.109 | RE7 ATRAS | 0.884 | 52EL1-1 | 1.279 | RE7 ATRAS | 0.793 | RBB | - |
| 52E3 ATRAS | 1.226 | 52E3 ATRAS | 1.109 | 52EL2-1 | 1.279 | 52E3 ATRAS | 0.808 | R-AA | - |
| 52F7-AY-COH | 1.289 | 52F7-COH-AY | 1.129 | 52EG1 SIST | 1.395 | 52E5-R ATRAS | 0.809 | R6 | - |
| 52EG1 SIST | 1.362 | 52EL1 SIST | 1.143 | 52E3 | 1.399 | 52F7-COH-AY | 0.898 | R10 | - |
| 52E3 | 1.436 | R5 SIST | 1.146 | 52E5-R ATRAS | 1.515 | R5 SIST | 1.01 | R3 | - |
| 52F2 | 1.526 | 52E5-R ATRAS | 1.189 | 52F7-AY-COH | 1.527 | 52EL1 SIST | 1.015 | R5 SIST | - |
| 52EB1-1 | 1.952 | 52FG1-ALIM-CH | 1.207 | 52F2 | 1.79 | 52FG1-ALIM-CH | 1.139 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 2.415 | 52E6-R | 1.448 | 52EB1-1 | 1.952 | 52E6-R | 1.141 | R7 | - |
| 52E5-R ATRAS | 2.494 | 52EG1 SIST | 1.484 | 52EB2-1 | 2.477 | RE7 | 1.166 | RF5 | - |
| 52EB2-1 | 2.594 | 52E5-R | 1.535 | RE7 | 2.58 | 52E5-R | 1.194 | R16 | - |
| RE-6 | - | 52F7-AY-COH | 1.724 | RE-6 | - | RE-4 | 1.258 | R17 | - |
| R-15 | - | 52F2 | 1.975 | R-15 | - | 52EG1 SIST | 1.262 | R21 | - |
| RBB | - | RE7 | 2.079 | RBB | - | 52F7-AY-COH | 1.382 | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R-AA | - | 52EB2-1 | 2.138 | R-AA | - | 52EB2-1 | 1.61 | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 101. Actuación de relés de protección - Falla 19.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.106 | 52EB2-2 | 0.129 |
| 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.106 | 52EB1-2 | 0.197 |
| 52E1-R | 0.303 | 52E1-R | 0.266 | 52E1-R | 0.323 | 52E1-R | 0.266 | 52E6-R | 1.032 |
| 52EL2-2 | 0.43 | 52E3 | 0.346 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.48 | 52E3 | 0.326 | 52E1-R | 1.74 |
| 52EL1-2 | 0.43 | 52EL2-2 | 0.377 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.48 | 52EL2-2 | 0.376 | 52EB2-1 | 2.03 |
| 52F2 ATRAS | 0.474 | 52EL1-2 | 0.377 | 52F2 ATRAS | 0.487 | 52EL1-2 | 0.376 | 52E3 | 2.566 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.478 | 52E2-R | 0.462 | 52EL2-2 | 0.494 | 52E2-R | 0.417 | 52E5-R ATRAS | 2.59 |
| 52EL1 | 0.478 | 52E5-R | 0.494 | 52EL1-2 | 0.494 | 52E5-R | 0.449 | 52EB1-1 | 3.175 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| hacia CENTRAL | | ATRAS | | | | ATRAS | | | |
| 52E5-R ATRAS | 0.564 | 52F2 ATRAS | 0.512 | 52E5-R ATRAS | 0.555 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52F2 ATRAS | 7.216 |
| 52E6-R | 0.659 | 52E6-R | 0.574 | 52E6-R | 0.711 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.508 | 52E5-R | 7.26 |
| 52F7-COH-AY | 0.882 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.659 | RE7 ATRAS | 0.966 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.508 | 52E2-R | 11.405 |
| RE7 ATRAS | 0.943 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.659 | 52F7-COH-AY | 1.042 | 52E6-R | 0.574 | 52E3 ATRAS | 13.953 |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.109 | 52E3 ATRAS | 0.733 | 52FG1-ALIM-CH | 1.091 | 52E3 ATRAS | 0.734 | RE-6 | - |
| 52EL1 SIST | 1.198 | 52E5-R | 0.752 | 52E2-R | 1.159 | 52E5-R | 0.742 | R-15 | - |
| R5 SIST | 1.204 | 52EB2-1 | 0.79 | 52EL1 SIST | 1.203 | 52EB2-1 | 0.79 | RE7 | - |
| 52E2-R | 1.206 | 52EL1-1 | 1.06 | R5 SIST | 1.212 | 52EL1-1 | 0.879 | RE7 ATRAS | - |
| 52E3 ATRAS | 1.275 | RE7 ATRAS | 1.114 | 52E3 ATRAS | 1.247 | 52F7-COH-AY | 0.99 | 52EG1 SIST | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.282 | 52EL2-1 | 1.26 | R5 hacia CENTRAL | 1.291 | RE7 ATRAS | 1.02 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL1-1 | 1.38 | R5 SIST | 1.437 | 52E3 | 1.468 | 52EL2-1 | 1.079 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL2-1 | 1.38 | 52EL1 SIST | 1.448 | 52EG1 SIST | 1.574 | 52FG1-ALIM-CH | 1.155 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F7-AY-COH | 1.441 | 52FG1-ALIM-CH | 1.467 | 52EL1-1 | 1.579 | 52EL1 SIST | 1.275 | RBB | - |
| 52E3 | 1.53 | 52F7-COH-AY | 1.636 | 52EL2-1 | 1.579 | R5 SIST | 1.284 | R-AA | - |
| 52EG1 SIST | 1.567 | R5 hacia CENTRAL | 1.727 | 52F7-AY-COH | 1.6 | R5 hacia CENTRAL | 1.345 | R6 | - |
| 52F2 | 1.589 | 52EG1 SIST | 1.8 | 52F2 | 1.87 | 52F7-AY-COH | 1.526 | R10 | - |
| 52EB2-1 | 1.952 | 52EB1-1 | 1.952 | 52EB2-1 | 1.952 | 52EG1 SIST | 1.667 | R3 | - |
| 52EB1-1 | 1.952 | 52F7-AY-COH | 2.469 | 52EB1-1 | 1.952 | 52F2 | 1.776 | R5 SIST | - |
| RE7 | 3.017 | 52F2 | 2.95 | RE7 | 3.116 | 52EB1-1 | 1.952 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52E5-R | 6.886 | RE2 | 3.508 | 52E5-R | 6.299 | RE2 | 2.672 | R7 | - |

**Tabla 102. Actuación de relés de protección - Falla 20.** 89EBA abierto y 89EBG cerrado

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EB1-2 | 0.174 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EB1-2 | 0.176 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.105 | 52EB2-2 | 0.199 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EB2-2 | 0.198 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.105 | 52EB1-2 | 0.896 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EB1-2 | 0.173 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EB1-2 | 0.165 | RE7 ATRAS | 1.44 |
| 52EB2-2 | 0.345 | 52EB2-2 | 0.201 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EB2-2 | 0.231 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.646 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.449 | R5 hacia CENTRAL | 0.359 | RE7 ATRAS | 0.483 | R5 hacia CENTRAL | 0.254 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.646 |
| RE7 | 0.457 | RE7 | 0.496 | R5 hacia | 0.498 | RE7 | 0.452 | 52EL1 SIST | 1.732 |

| ATRAS | | ATRAS | | CENTRAL | | ATRAS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R5 SIST | 0.598 | R5 SIST | 0.651 | 52EL1 SIST | 0.63 | R5 SIST | 0.591 | R5 SIST | 1.742 |
| 52EL1 SIST | 0.599 | 52EL1 SIST | 0.652 | R5 SIST | 0.63 | 52EL1 SIST | 0.592 | 52EG1 SIST | 2.154 |
| RE7 | 0.77 | 52EG1 SIST | 0.852 | 52EG1 SIST | 0.824 | RE7 | 0.748 | 52EB2-1 | 3.196 |
| 52EG1 SIST | 0.784 | RE7 | 0.934 | RE7 | 0.876 | 52EG1 SIST | 0.774 | R5 hacia CENTRAL | 3.704 |
| 52F2 ATRAS | 1.379 | 52F2 ATRAS | 1.943 | 52F2 ATRAS | 1.261 | 52F2 ATRAS | 1.299 | 52E5-R ATRAS | 6.505 |
| 52EB1-1 | 2.868 | 52EB1-1 | 2.842 | 52EB1-1 | 2.889 | 52EB1-1 | 2.299 | 52F2 ATRAS | 7.126 |
| 52EB2-1 | 5.335 | 52EB2-1 | 3.225 | 52EB2-1 | 3.187 | 52EB2-1 | 3.639 | RE7 | 9.813 |
| RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 6.815 | 52E5-R ATRAS | 6.372 | 52E5-R ATRAS | 15.155 | 52EB1-1 | 17.628 |
| R-15 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - |
| RBB | - | R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - |
| R-AA | - | RBB | - | RBB | - | RBB | - | RBB | - |
| R6 | - | R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - |
| R10 | - | R6 | - | R6 | - | R6 | - | R6 | - |
| R3 | - | R10 | - | R10 | - | R10 | - | R10 | - |
| R7 | - | R3 | - | R3 | - | R3 | - | R3 | - |
| RF5 | - | R7 | - | R7 | - | R7 | - | R7 | - |
| R16 | - | RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - |
| R17 | - | R16 | - | R16 | - | R16 | - | R16 | - |
| R21 | - | R17 | - | R17 | - | R17 | - | R17 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R21 | - | R21 | - | R21 | - | R21 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R14 | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

A continuación se muestran las corrientes de falla para el escenario 89EBA abierto y 89EBG cerrado.

**Tabla 103.** Corrientes de Falla - Falla 01. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F1.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short Circuit Location | | Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | |
| F1 | | 0.00 | 0.00 | | 76.705 | | 1.342 | 77.12 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 | U1 | 11.60 | -28.33 | A | 30.869 | 1.620 | 76.05 | I1 0.540 | 76.05 |
| | U2 | 8.68 | 149.10 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 0.540 | 76.05 |
| | U0 | 2.96 | 159.22 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 1.620 | 76.05 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 | U1 | 10.22 | -29.42 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 0.636 | 77.53 |
| | U2 | 10.22 | -29.42 | B | 20.979 | 1.101 | -12.47 | I2 0.636 | -102.47 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.979 | 1.101 | 167.53 | 3*I0 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 | U1 | 4.29 | -23.77 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 1.047 | 75.63 |
| | U2 | 4.29 | -23.77 | B | 30.010 | 1.575 | -60.92 | I2 0.267 | -96.82 |
| | U0 | 4.29 | -23.77 | C | 32.237 | 1.692 | -149.00 | 3*I0 2.350 | -106.94 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 | U1 | 18.41 | -34.64 | A | 8.284 | 0.435 | 135.93 | I1 0.145 | 135.93 |
| | U2 | 2.33 | -151.02 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 0.145 | 135.93 |
| | U0 | 0.79 | -140.89 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 0.435 | 135.93 |

**Tabla 104.** Corrientes de Falla - Falla 02. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F2.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | | | |
| F2 | 0.00 | 0.00 | | | 71.963 | | 1.259 | 77.47 | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F2 | U1 | 11.59 | -28.28 | A | 29.051 | | 1.525 | 76.01 | I1 | 0.508 | 76.01 |
| | U2 | 8.51 | 149.22 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.508 | 76.01 |
| | U0 | 3.11 | 158.58 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.525 | 76.01 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F2 | U1 | 10.11 | -29.29 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.604 | 77.50 |
| | U2 | 10.11 | -29.29 | B | 19.929 | | 1.046 | -12.50 | I2 | 0.604 | -102.50 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 19.929 | | 1.046 | 167.50 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F2 | U1 | 4.39 | -24.00 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.976 | 75.94 |
| | U2 | 4.39 | -24.00 | B | 27.901 | | 1.464 | -59.70 | I2 | 0.262 | -97.21 |
| | U0 | 4.39 | -24.00 | C | 29.893 | | 1.569 | -149.49 | 3*I0 | 2.150 | -106.56 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [ ] | | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
| F2 | U1 | 18.33 | -35.11 | A | 8.213 | | 0.431 | 134.91 | I1 | 0.144 | 134.91 |
| | U2 | 2.41 | -151.88 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.144 | 134.91 |
| | U0 | 0.88 | -142.52 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.431 | 134.91 |

**Tabla 105.** Corrientes de Falla - Falla 03. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F3_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | |
| F3 | | 0.00 | 0.00 | | 73.099 | 1.279 | 76.91 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 11.35 | -28.08 | A | 30.473 | 1.599 | 75.36 | I1 0.533 75.36 |
| | U2 | 8.80 | 149.19 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 0.533 75.36 |
| | U0 | 2.59 | 161.25 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 1.599 75.36 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 10.13 | -29.22 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 0.613 76.95 |
| | U2 | 10.13 | -29.22 | B | 20.236 | 1.062 | -13.05 | I2 0.613 -103.05 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.236 | 1.062 | 166.95 | 3*I0 0.000 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 3.87 | -21.76 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 1.027 75.08 |
| | U2 | 3.87 | -21.76 | B | 29.603 | 1.554 | -63.26 | I2 0.234 -95.59 |
| | U0 | 3.87 | -21.76 | C | 31.994 | 1.679 | -148.00 | 3*I0 2.390 -107.66 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F3 | U1 | 18.40 | -35.07 | A | 8.304 | 0.436 | 135.52 | I1 0.145 135.52 |
| | U2 | 2.40 | -150.65 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 0.145 135.52 |
| | U0 | 0.71 | -138.58 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 0.436 135.52 |

**Tabla 106.** Corrientes de Falla - Falla 04. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\IM 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F4_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| | | | | Voltages | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | | [kV] | [deg] | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F4 | | | | 0.00 | 0.00 | 54.552 | 0.954 | 95.21 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | | |
| F4 | U1 | 13.71 | -24.73 | A | 16.267 | 0.854 | 89.25 | I1 | 0.285 | 89.25 |
| | U2 | 6.09 | 147.45 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.285 | 89.25 |
| | U0 | 7.72 | 161.43 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.854 | 89.25 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | | |
| F4 | U1 | 9.96 | -26.93 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.466 | 94.88 |
| | U2 | 9.96 | -26.93 | B | 15.377 | 0.807 | 4.88 | I2 | 0.466 | -85.12 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 15.377 | 0.807 | -175.12 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | | |
| F4 | U1 | 7.24 | -22.96 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.601 | 92.68 |
| | U2 | 7.24 | -22.96 | B | 16.022 | 0.841 | -23.04 | I2 | 0.339 | -81.16 |
| | U0 | 7.24 | -22.96 | C | 18.413 | 0.966 | -151.04 | 3*I0 | 0.800 | -95.14 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | | |
| F4 | U1 | 17.53 | -31.88 | A | 6.848 | 0.359 | 130.62 | I1 | 0.120 | 130.62 |
| | U2 | 2.56 | -171.18 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.120 | 130.62 |
| | U0 | 3.25 | -157.20 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.359 | 130.62 |

**Tabla 107.** Corrientes de Falla - Falla 05. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\IM 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F5_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | |
| F5 | 0.00 | 0.00 | | | 53.321 | | 0.933 | 96.83 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F5 | U1 | 11.51 | -23.29 | A | 22.011 | 1.155 | 92.95 | I1 | 0.385 | 92.95 |
| | U2 | 8.34 | 150.68 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.385 | 92.95 |
| | U0 | 3.33 | 171.96 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.155 | 92.95 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F5 | U1 | 9.93 | -25.73 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.459 | 96.54 |
| | U2 | 9.93 | -25.73 | B | 15.137 | 0.794 | 6.54 | I2 | 0.459 | -83.46 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 15.137 | 0.794 | -173.46 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F5 | U1 | 4.53 | -13.81 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.723 | 93.20 |
| | U2 | 4.53 | -13.81 | B | 19.566 | 1.027 | -42.41 | I2 | 0.209 | -71.55 |
| | U0 | 4.53 | -13.81 | C | 23.085 | 1.212 | -133.61 | 3*I0 | 1.572 | -92.83 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F5 | U1 | 17.56 | -31.71 | A | 7.386 | 0.388 | 136.92 | I1 | 0.129 | 136.92 |
| | U2 | 2.80 | -165.35 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.129 | 136.92 |
| | U0 | 1.12 | -144.07 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.388 | 136.92 |

**Tabla 108.** Corrientes de Falla - Falla 06. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F6_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| | | | | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | |
| Short Circuit Location | | | | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] |
| F6 | | | | | 0.00 | 0.00 | | 73.152 | | 1.836 | 96.84 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 8.46 | -20.14 | A | 26.068 | 1.963 | 93.02 | I1 | 0.654 | 93.02 | |
| | U2 | 4.86 | 154.32 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.654 | 93.02 | |
| | U0 | 3.66 | 167.21 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.963 | 93.02 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 6.68 | -22.06 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.901 | 96.64 | |
| | U2 | 6.68 | -22.06 | B | 20.719 | 1.560 | 6.64 | I2 | 0.901 | -83.36 | |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 20.719 | 1.560 | -173.36 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 4.07 | -16.90 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.270 | 94.44 | |
| | U2 | 4.07 | -16.90 | B | 23.767 | 1.790 | -30.57 | I2 | 0.549 | -78.21 | |
| | U0 | 4.07 | -16.90 | C | 26.988 | 2.032 | -141.14 | 3*I0 | 2.186 | -91.09 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents | | | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F6 | U1 | 12.70 | -24.86 | A | 4.026 | 0.303 | 149.72 | I1 | 0.101 | 149.72 | |
| | U2 | 0.75 | -148.98 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.101 | 149.72 | |
| | U0 | 0.56 | -136.10 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.303 | 149.72 | |

**Tabla 109.** Corrientes de Falla - Falla 07. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F7_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F7 | | 0.00 | 0.00 | | 87.098 | | 2.186 | 91.89 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 8.58 | -19.83 | A | 30.984 | 2.333 | I1 | 0.778 | 89.55 |
| | U2 | 4.96 | 156.72 | B | 0.000 | 0.000 | I2 | 0.778 | 89.55 |
| | U0 | 3.64 | 164.87 | C | 0.000 | 0.000 | 3*I0 | 2.333 | 89.55 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 6.80 | -21.03 | A | 0.000 | 0.000 | I1 | 1.068 | 91.80 |
| | U2 | 6.80 | -21.03 | B | 24.564 | 1.850 | I2 | 1.068 | -88.20 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.564 | 1.850 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 4.10 | -17.74 | A | 0.000 | 0.000 | I1 | 1.515 | 90.39 |
| | U2 | 4.10 | -17.74 | B | 29.079 | 2.190 | I2 | 0.643 | -84.91 |
| | U0 | 4.10 | -17.74 | C | 31.492 | 2.372 | 3*I0 | 2.625 | -93.06 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F7 | U1 | 12.99 | -23.55 | A | 4.171 | 0.314 | I1 | 0.105 | 151.64 |
| | U2 | 0.67 | -141.18 | B | 0.000 | 0.000 | I2 | 0.105 | 151.64 |
| | U0 | 0.49 | -133.04 | C | 0.000 | 0.000 | 3*I0 | 0.314 | 151.64 |

**Tabla 110.** Corrientes de Falla - Falla 08. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F8_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F8 | | | 0.00 | 0.00 | 78.611 | | 1.973 | 98.64 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 8.75 | -19.85 | A | 26.931 | 2.028 | 96.19 | I1 | 0.676 | 96.19 |
| | U2 | 4.75 | 156.87 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.676 | 96.19 |
| | U0 | 4.02 | 164.04 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.028 | 96.19 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 6.79 | -20.91 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.966 | 98.42 |
| | U2 | 6.79 | -20.91 | B | 22.228 | 1.674 | 8.42 | I2 | 0.966 | -81.58 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 22.228 | 1.674 | -171.58 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 4.31 | -18.20 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.335 | 97.24 |
| | U2 | 4.31 | -18.20 | B | 25.675 | 1.933 | -25.61 | I2 | 0.613 | -78.87 |
| | U0 | 4.31 | -18.20 | C | 27.585 | 2.077 | -140.10 | 3*I0 | 2.174 | -86.04 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F8 | U1 | 12.89 | -23.55 | A | 4.069 | 0.306 | 151.16 | I1 | 0.102 | 151.16 |
| | U2 | 0.72 | -148.16 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.102 | 151.16 |
| | U0 | 0.61 | -140.99 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.306 | 151.16 |

**Tabla 111.** Corrientes de Falla - Falla 09. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F9_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | Sk" | Ikss | | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | [kA] | [deg] | | | |
| F9 | | | 0.00 | 0.00 | 87.360 | 2.193 | 91.75 | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 8.57 | -19.81 | A | 31.147 | 2.346 | 89.41 | I1 | 0.782 | 89.41 |
| | U2 | 4.97 | 156.73 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.782 | 89.41 |
| | U0 | 3.62 | 164.93 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.346 | 89.41 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 6.81 | -21.02 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.071 | 91.65 |
| | U2 | 6.81 | -21.02 | B | 24.636 | 1.855 | 1.65 | I2 | 1.071 | -88.35 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.636 | 1.855 | -178.35 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 4.09 | -17.70 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.521 | 90.24 |
| | U2 | 4.09 | -17.70 | B | 29.209 | 2.200 | -35.18 | I2 | 0.643 | -85.02 |
| | U0 | 4.09 | -17.70 | C | 31.646 | 2.383 | -144.77 | 3*I0 | 2.646 | -93.22 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F9 | U1 | 13.00 | -23.54 | A | 4.175 | 0.314 | 151.68 | I1 | 0.105 | 151.68 |
| | U2 | 0.67 | -141.00 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.105 | 151.68 |
| | U0 | 0.49 | -132.79 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.314 | 151.68 |

**Tabla 112.** Corrientes de Falla - Falla 10. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F10_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | | | |
| F10 | 0.00 | 0.00 | | 88.467 | | 2.221 | 90.93 | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F10 | U1 | 8.60 | -19.07 | A 31.664 | 2.385 | 88.27 | I1 | 0.795 | 88.27 |
| | U2 | 5.02 | 156.93 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.795 | 88.27 |
| | U0 | 3.61 | 166.50 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.385 | 88.27 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F10 | U1 | 6.85 | -20.48 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.084 | 90.86 |
| | U2 | 6.85 | -20.48 | B 24.932 | 1.878 | 0.86 | I2 | 1.084 | -89.14 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C 24.932 | 1.878 | -179.14 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F10 | U1 | 4.09 | -16.58 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.544 | 89.18 |
| | U2 | 4.09 | -16.58 | B 29.454 | 2.218 | -36.53 | I2 | 0.648 | -85.24 |
| | U0 | 4.09 | -16.58 | C 32.334 | 2.435 | -145.61 | 3*I0 | 2.705 | -94.82 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) 1.00 s | | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents [ ] | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F10 | U1 | 13.09 | -23.00 | A 4.216 | 0.317 | 152.21 | I1 | 0.106 | 152.21 |
| | U2 | 0.67 | -139.13 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.106 | 152.21 |
| | U0 | 0.48 | -129.56 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.317 | 152.21 |

**Tabla 113.** Corrientes de Falla - Falla 11. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F11_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | | | | |
| F11 | 0.00 | 0.00 | | 88.907 | 2.232 | 89.34 | | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] | |
| F11 | U1 | 9.03 | -18.11 | A | 30.063 | 2.264 | 87.34 | I1 | 0.755 | 87.34 |
| | U2 | 4.84 | 158.93 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.755 | 87.34 |
| | U0 | 4.20 | 165.31 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.264 | 87.34 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] | |
| F11 | U1 | 6.99 | -19.10 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.088 | 89.31 |
| | U2 | 6.99 | -19.10 | B | 25.034 | 1.885 | -0.69 | I2 | 1.088 | -90.69 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 25.034 | 1.885 | 179.31 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] | |
| F11 | U1 | 4.48 | -16.80 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.500 | 88.20 |
| | U2 | 4.48 | -16.80 | B | 28.944 | 2.180 | -34.24 | I2 | 0.698 | -88.38 |
| | U0 | 4.48 | -16.80 | C | 30.856 | 2.324 | -149.52 | 3*I0 | 2.414 | -94.77 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] | |
| F11 | U1 | 13.36 | -21.67 | A | 4.302 | 0.324 | 152.98 | I1 | 0.108 | 152.98 |
| | U2 | 0.69 | -135.43 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | 152.98 |
| | U0 | 0.60 | -129.05 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.324 | 152.98 |

**Tabla 114.** Corrientes de Falla - Falla 12. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F12_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F12 | | 0.00 | 0.00 | | 97.190 | | 2.440 | 89.62 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 7.92 | -18.69 | A | 40.011 | 3.013 | 87.74 | I1 1.004 | 87.74 |
| | U2 | 5.84 | 158.18 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 1.004 | 87.74 |
| | U0 | 2.11 | 169.96 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 3.013 | 87.74 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 6.90 | -19.97 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 1.188 | 89.58 |
| | U2 | 6.90 | -19.97 | B | 27.315 | 2.057 | -0.42 | I2 1.188 | -90.42 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 27.315 | 2.057 | 179.58 | 3*I0 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 2.96 | -13.19 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 1.908 | 87.71 |
| | U2 | 2.96 | -13.19 | B | 37.690 | 2.838 | -48.25 | I2 0.509 | -83.64 |
| | U0 | 2.96 | -13.19 | C | 41.091 | 3.094 | -137.69 | 3*I0 4.220 | -95.42 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F12 | U1 | 13.20 | -22.34 | A | 4.294 | 0.323 | 154.12 | I1 0.108 | 154.12 |
| | U2 | 0.63 | -135.44 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 0.108 | 154.12 |
| | U0 | 0.23 | -123.66 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 0.323 | 154.12 |

**Tabla 115.** Corrientes de Falla - Falla 13. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F13_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short Circuit Location | | | Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | | Ikss [kA] | [deg] | |
| F13 | | | 0.00 | 0.00 | | 96.541 | | 2.423 | 90.01 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F13 | U1 | 7.98 | -18.73 | A | 39.313 | 2.961 | 88.21 | I1 | 0.987 | 88.21 |
| | U2 | 5.78 | 158.35 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.987 | 88.21 |
| | U0 | 2.23 | 168.86 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.961 | 88.21 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F13 | U1 | 6.91 | -19.91 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.180 | 89.95 |
| | U2 | 6.91 | -19.91 | B | 27.135 | 2.043 | -0.05 | I2 | 1.180 | -90.05 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 27.135 | 2.043 | 179.95 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F13 | U1 | 3.07 | -14.02 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.875 | 88.26 |
| | U2 | 3.07 | -14.02 | B | 37.014 | 2.787 | -46.78 | I2 | 0.524 | -84.15 |
| | U0 | 3.07 | -14.02 | C | 40.098 | 3.020 | -137.88 | 3*I0 | 4.070 | -94.67 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |

| Short Circuit Location | | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [ ] | Ikss [ ] | [ ] | 0-1-2 Sequence Currents | [ ] | [ ] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F13 | U1 | 13.21 | -22.29 | A | 4.291 | 0.323 | 154.09 | I1 | 0.108 | 154.09 |
| | U2 | 0.63 | -135.77 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | 154.09 |
| | U0 | 0.24 | -125.26 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.323 | 154.09 |

**Tabla 116.** Corrientes de Falla - Falla 14. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\IM 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F14_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F14 | | | 0.00 | 0.00 | 61.772 | | 1.551 | 108.68 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 9.37 | -17.15 | A | 19.189 | 1.445 | 104.57 | I1 | 0.482 | 104.57 |
| | U2 | 4.36 | 157.61 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.482 | 104.57 |
| | U0 | 5.04 | 167.38 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.445 | 104.57 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 6.90 | -18.65 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.762 | 108.31 |
| | U2 | 6.90 | -18.65 | B | 17.523 | 1.320 | 18.31 | I2 | 0.762 | -71.69 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 17.523 | 1.320 | -161.69 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 4.86 | -15.63 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.997 | 106.80 |
| | U2 | 4.86 | -15.63 | B | 18.902 | 1.423 | -10.68 | I2 | 0.536 | -68.67 |
| | U0 | 4.86 | -15.63 | C | 20.849 | 1.570 | -135.48 | 3*I0 | 1.393 | -78.44 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | |

| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F14 | U1 | 12.95 | -21.58 | A | 3.929 | 0.296 | 151.17 | I1 | 0.099 | 151.17 |
| | U2 | 0.89 | -155.78 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.099 | 151.17 |
| | U0 | 1.03 | -146.01 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.296 | 151.17 |

**Tabla 117.** Corrientes de Falla - Falla 15. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F15_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| | | Voltages | | | Sk" | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | [kA] | [deg] | | |
| F15 | | 0.00 | 0.00 | | 59.541 | 1.495 | 106.69 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 9.53 | -16.46 | A | 18.032 | 1.358 | 102.11 | I1 | 0.453 | 102.11 |
| | U2 | 4.29 | 157.56 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.453 | 102.11 |
| | U0 | 5.29 | 168.39 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.358 | 102.11 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 6.95 | -18.16 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.734 | 106.39 |
| | U2 | 6.95 | -18.16 | B | 16.874 | 1.271 | 16.39 | I2 | 0.734 | -73.61 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 16.874 | 1.271 | -163.61 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 4.99 | -14.99 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.950 | 104.71 |
| | U2 | 4.99 | -14.99 | B | 17.931 | 1.350 | -11.61 | I2 | 0.527 | -70.45 |
| | U0 | 4.99 | -14.99 | C | 19.974 | 1.504 | -138.60 | 3*I0 | 1.281 | -81.27 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| F15 | U1 | 13.01 | -21.21 | A | 3.945 | 0.297 | 150.70 | I1 | 0.099 | 150.70 |
| | U2 | 0.94 | -153.85 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.099 | 150.70 |
| | U0 | 1.16 | -143.02 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.297 | 150.70 |

**Tabla 118.** Corrientes de Falla - Falla 16. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F16_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | | |
| F16 | | 0.00 | 0.00 | | 44.897 | | 1.127 | 112.43 | | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | 0.10 s | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F16 | U1 | 9.81 | -15.15 | A 12.892 | 0.971 | 105.59 | I1 | 0.324 | 105.59 |
| | U2 | 4.05 | 155.82 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.324 | 105.59 |
| | U0 | 5.84 | 171.11 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.971 | 105.59 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F16 | U1 | 6.95 | -17.62 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.555 | 112.15 |
| | U2 | 6.95 | -17.62 | B 12.770 | 0.962 | 22.15 | I2 | 0.555 | -67.85 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C 12.770 | 0.962 | -157.85 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F16 | U1 | 5.22 | -13.67 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.700 | 109.85 |
| | U2 | 5.22 | -13.67 | B 12.979 | 0.977 | -3.61 | I2 | 0.417 | -63.90 |
| | U0 | 5.22 | -13.67 | C 15.055 | 1.134 | -135.79 | 3*I0 | 0.867 | -79.18 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | | |

| | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short Circuit Location | [kV] | [deg] | | [ ] | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F16 | U1 | 12.81 | -20.85 | A 3.698 | 0.278 | 148.27 | I1 | 0.093 | 148.27 |
| | U2 | 1.16 | -161.50 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.093 | 148.27 |
| | U0 | 1.68 | -146.21 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.278 | 148.27 |

**Tabla 119.** Corrientes de Falla - Falla 17. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\F17_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| F17 | | | | | 0.00 | 0.00 | 50.844 | | 1.276 | 107.88 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 9.71 | -15.30 | A | 14.986 | | 1.129 | 102.15 | I1 | 0.376 | 102.15 |
| | U2 | 4.19 | 157.05 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.376 | 102.15 |
| | U0 | 5.59 | 170.44 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.129 | 102.15 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 6.99 | -17.45 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.627 | 107.64 |
| | U2 | 6.99 | -17.45 | B | 14.418 | | 1.086 | 17.64 | I2 | 0.627 | -72.36 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 14.418 | | 1.086 | -162.36 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 5.13 | -13.80 | A | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.801 | 105.57 |
| | U2 | 5.13 | -13.80 | B | 14.954 | | 1.126 | -9.33 | I2 | 0.461 | -68.70 |
| | U0 | 5.13 | -13.80 | C | 17.064 | | 1.285 | -138.90 | 3*I0 | 1.037 | -82.08 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | | [ ] | [ ] |
| F17 | U1 | 12.97 | -20.74 | A | 3.859 | | 0.291 | 149.41 | I1 | 0.097 | 149.41 |
| | U2 | 1.08 | -155.69 | B | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.097 | 149.41 |
| | U0 | 1.44 | -142.30 | C | 0.000 | | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.291 | 149.41 |

**Tabla 120.** Corrientes de Falla - Falla 18. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\IM 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\Generacion 2_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | |
| Short Circuit Location | | | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | |
| Generacion 2 | | | | | 0.00 | 0.00 | 97.689 | | 2.452 | -90.83 | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | | U1 | 7.83 | -18.56 | A | 40.853 | 3.076 | -92.84 | I1 | 1.025 | -92.84 |
| | | U2 | 5.93 | 158.03 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 1.025 | -92.84 |
| | | U0 | 1.94 | 171.90 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 3.076 | -92.84 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | | U1 | 6.91 | -19.98 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.194 | -90.86 |
| | | U2 | 6.91 | -19.98 | B | 27.451 | 2.067 | 179.14 | I2 | 1.194 | 89.14 |
| | | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 27.451 | 2.067 | -0.86 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | | U1 | 2.80 | -11.66 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.949 | -93.00 |
| | | U2 | 2.80 | -11.66 | B | 38.556 | 2.904 | 129.67 | I2 | 0.483 | 97.46 |
| | | U0 | 2.80 | -11.66 | C | 42.428 | 3.195 | 42.70 | 3*I0 | 4.429 | 83.59 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | | 40.00 Ohm | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | | 0.00 Ohm | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | [kA] | [deg] |
| Generacion 2 | | U1 | 13.21 | -22.34 | A | 4.304 | 0.324 | -25.79 | I1 | 0.108 | -25.79 |
| | | U2 | 0.63 | -134.91 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.108 | -25.79 |
| | | U0 | 0.20 | -121.04 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.324 | -25.79 |

**Tabla 121.** Corrientes de Falla - Falla 19. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2)_3-Phase Short-Circuit.txt

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | | Voltages | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | | | 0.00 | 0.00 | 86.941 | | 2.182 | 91.40 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 8.65 | -19.39 | A | 30.642 | 2.308 | 88.74 | I1 | 0.769 | 88.74 |
| | U2 | 4.93 | 156.66 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.769 | 88.74 |
| | U0 | 3.75 | 165.81 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.308 | 88.74 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 6.83 | -20.76 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.066 | 91.32 |
| | U2 | 6.83 | -20.76 | B | 24.516 | 1.846 | 1.32 | I2 | 1.066 | -88.68 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | 24.516 | 1.846 | -178.68 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 4.17 | -17.15 | A | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.502 | 89.73 |
| | U2 | 4.17 | -17.15 | B | 28.662 | 2.158 | -34.99 | I2 | 0.651 | -85.07 |
| | U0 | 4.17 | -17.15 | C | 31.368 | 2.362 | -145.96 | 3*I0 | 2.567 | -94.23 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 13.04 | -23.29 | A | 4.190 | 0.316 | 151.76 | I1 | 0.105 | 151.76 |
| | U2 | 0.67 | -140.32 | B | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.105 | 151.76 |
| | U0 | 0.51 | -131.16 | C | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.316 | 151.76 |

**Tabla 122.** Corrientes de Falla - Falla 20. 89EBA abierto y 89EBG cerrado

D:\M 1432\SM AYSEN\corrientes\abierto\Nodo612_3-Phase Short-Circuit.txt

| Short Circuit Location | Voltages [kV] | [deg] | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | 0.00 | 0.00 | 37.802 | 0.949 | -80.81 |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 8.60 | -11.55 | A 14.576 | 1.098 | -85.24 | I1 | 0.366 | -85.24 |
| | U2 | 5.66 | 161.14 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.366 | -85.24 |
| | U0 | 3.07 | -177.98 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 1.098 | -85.24 |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — 2-Phase Short-Circuit / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 7.15 | -14.37 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.462 | -80.76 |
| | U2 | 7.15 | -14.37 | B 10.635 | 0.801 | -170.76 | I2 | 0.462 | 99.24 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C 10.635 | 0.801 | 9.24 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — 2-Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 0.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 3.83 | -4.52 | A 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 0.694 | -84.48 |
| | U2 | 3.83 | -4.52 | B 12.715 | 0.958 | 144.46 | I2 | 0.248 | 109.09 |
| | U0 | 3.83 | -4.52 | C 15.346 | 1.156 | 44.67 | 3*I0 | 1.370 | 88.21 |

Currents/Voltages with short-circuit location(s)
Short-Circuit Calculation complete — Single Phase to Ground / Max. Short-Circuit Currents

| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | |
|---|---|---|---|
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | 40.00 Ohm |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | 0.00 Ohm |

| Short Circuit Location | 0-1-2 Sequence Voltages [kV] | [deg] | | Sk" [MVA] | Ikss [kA] | [deg] | 0-1-2 Sequence Currents | [kA] | [deg] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nodo612 | U1 | 13.07 | -19.44 | A 4.049 | 0.305 | -29.54 | I1 | 0.102 | -29.54 |
| | U2 | 1.57 | -143.15 | B 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.102 | -29.54 |
| | U0 | 0.85 | -122.27 | C 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.305 | -29.54 |

### 9.2.2. ESCENARIO SIN CONSIDERAR PROYECTO DIVISADERO

En este caso no se tiene en cuenta la puesta en servicio del proyecto Divisadero, por lo que la transmisión de potencia entre Tehuelche y la barra de Coyhaique se hace por una única línea y no se tienen en cuenta los relés adicionales 52E6, 52E2, 52E1, 52B2 Y 52B1

#### *9.2.2.1. Seteos de los relés*

Los seteos utizados para el caso anterior presentaron una respuesta coordinada para el presente escenario. En la tabla siguiente se muestran los seteos, obviamndo los reles que correspondían al proyecto de Divisadero:

**Tabla 123.** Seteos de los relés para caso sin Divisadero.

| Nombre Equipo | 52E3 | 52E3 | 52E5-R | 52E5-R |
|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | SR-750 | SR-750 |
| **Dirección** | Adelante +45º | Atrás -135º | Adelante +60º | Atrás -60º |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 4,913 | - | 2,190 | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 41,1 | - | 58,3 | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 14,982 | - | 8,685 | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 70,7 | - | 77,1 | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 8,5 | - | 5,3 | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | |
| **I pick up [A]** | 250 | 165 | 340 | 100 |
| **Curva** | 113 | 120 | IEC C1 | ANSI VI |
| **Multiplicador** | **1,18** | **0,76** | **0,12** | 1,51 |
| **Sumador [seg]** | **0,19** | 0,19 | 0,065 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | |
| **Reconexión** | - | - | - | |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | |
| **RESIDUAL** | | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | **40** | 40 | 40 |
| **Curva** | 201 | 201 | IEC C1 | ANSI |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Multiplicador** | 0,15 | **0.42** | **0,24** | 2,00 |
| **Sumador [seg]** | 0,19 | **0.18** | - | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | |
| **Reconexión** | - | - | - | |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | |

| **Nombre Equipo** | **52EL1-1** | **52EL2-1** | **52EL1-2** | **52EL2-2** | **RE-4** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | F6 | F6 | F6 | F6 | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante +42º | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 9,741 | 9,741 | 9,741 | 9,741 | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 53,9 | 53,9 | 53,9 | 53,9 | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 34,520 | 34,520 | 34,520 | 34,520 | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 75,2 | 75,2 | 75,2 | 75,2 | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 340 | 340 | 340 | 340 | 150 |
| **Curva** | 134 | 134 | 106 | 106 | 120 |
| **Multiplicador** | 0,29 | 0,29 | 1.31 | 1.31 | **0.60** |
| **Sumador [seg]** | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | **0.02** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | ON | ON | ON | ON | - |
| **Pick up HCT [A]** | 697 | 697 | 585 | 585 | - |
| **Tiempo min [seg]** | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 50 | 50 | 50 | 50 | 35 |
| **Curva** | 134 | 134 | 102 | 102 | 120 |
| **Multiplicador** | 1.2 | 1.2 | 1 | 1 | **0.50** |
| **Sumador [seg]** | 0 | 0 | 0.36 | 0.36 | 0.15 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | - |

| **Nombre Equipo** | **52F2** | **52F2** | **52F7** | **52F7** | **R8** | **RE2** | **RE1** | **52FG1** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SR-750 | SR-750 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | Form 4C | F6 | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante +45º | Atrás -45º | Atrás -135º | Adelante +45º | - | Adelante | Adelante | Hacia Chac. |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | 3,225 | - | - | 3,225 | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | 41,0 | - | - | 41,0 | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | 9,846 | - | - | 9,846 | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | 70,7 | - | - | 70,7 | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | 55,86 | - | - | 55,86 | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 23 | 23 | 33 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 140 | 120 | 125 | 160 | 50 | 140 | 140 | 120 |
| **Curva** | IEC C1 | ANSI EI | 120 | 113 | 117 | 120 | 120 | 117 |
| **Multiplicador** | **0,15** | **0.87** | **0,75** | **0.75** | 1.5 | **1.05** | **0.80** | 0,56 |
| **Sumador [seg]** | **-** | **0.380** | **0.15** | **0.15** | 0.12 | **0.01** | 0.03 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | 0.01 | 0,10 | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 22.5 | **15** | **30** | 35 | 20 | 35 | 35 | 16 |
| **Curva** | IEC C1 | IEC C1 | 201 | 201 | 117 | 120 | 120 | 113 |
| **Multiplicador** | **0.21** | **0.19** | **0,15** | 0.15 | 1.70 | **0.75** | 1.03 | 0,80 |
| **Sumador [seg]** | - | **-** | **0.10** | 0.10 | 0.18 | **0.05** | 0.18 | - |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |

| **Nombre Equipo** | **52FG1** | **R14** | **R16** | **GRANEROS** | **PESCA CHILE** | **R21** | **RF5** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | F6 | F6 | F6 | F6 | Panacea | SEL-351 |
| **Dirección** | Hacia aliment. | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| **FASE** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **220** | 120 | 110 | 40 | 80 | 170 | 150 |
| **Curva** | **119** | 111 | 111 | **111** | **103** | 117 | **116** |
| **Multiplicador** | **0.95** | 0.51 | 0.40 | **0.84** | **0.7** | 0.13 | **0.42** |
| **Sumador [seg]** | **0.15** | 0.07 | 0.05 | **0.03** | **0.02** | 0.13 | **0.14** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | ON | ON | ON | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | 600 | 660 | 400 | - | - | - |
| **Tiempo min resp (TMR) [seg]** | - | 0.12 | 0.06 | **0.04** | - | - | 0.038 |
| **Reconexión** | - | 1 | 1 | - | - | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | 7 | - | - | 5 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **35** | 20 | 20 | 15 | **20** | 20 | 20 |
| **Curva** | **119** | 117 | 117 | **117** | 117 | 133 | 117 |
| **Multiplicador** | **1.80** | 1.03 | 1.03 | **0.53** | 0.70 | 0.60 | 0.50 |
| **Sumador [seg]** | - | 0.08 | **0.05** | **0.03** | **0.03** | 0.11 | 0.11 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | ON | ON | ON | ON | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | 200 | 240 | **100** | 100 | - | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tiempo min [seg]** | - | 0.18 | **0.06** | **0.05** | **0.05** | 0.22 | 0.38 |
| **Reconexión** | - | 1 | 1 | - | - | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | 7 | - | - | 5 | - |

| **Nombre Equipo** | **R-AA** | **R-10** | **R3** | **R5** | **R5** | **R6** | **R7** | **RBB** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | Panacea | SEL-351 | SEL-351 | F6 | Form 4C | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante | - | - | Adelante | Atrás | - | - | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | 11,617 | - | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | - | - | - | 52,2 | - | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | - | - | - | 39,405 | - | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | - | - | - | 74,3 | - | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | - | - | - | 24,038 | - | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **30** | 40 | 50 | 100 | 120 | 45 | 45 | 75 |
| **Curva** | **139** | 115 | **133** | 138 | IEC C1 | 132 | 132 | **138** |
| **Multiplicador** | **1.40** | **1.76** | **2** | **0.29** | 0.13 | **1.50** | **1.50** | **0.60** |
| **Sumador [seg]** | **0.07** | **0.02** | **0.01** | **0.12** | 0.00 | **0.04** | **0.04** | **0.04** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | **-** | OFF | ON | - | - | - | OFF | - |
| **Pick up HCT [A]** | **-** | | 20 | - | - | - | - | - |
| **Tiempo op. [seg]** | | | 0.17 | | | | | |
| **Tiempo min [seg]** | **0.08** | | - | - | - | - | - | **0** |
| **Reconexión** | **2** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | **5** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | **10** | 8 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 25 |
| **Curva** | **139** | 161 | 133 | 133 | IEC-C1 | **132** | **132** | 133 |
| **Multiplicador** | **1.17** | 1.41 | 1.50 | 1.43 | 0.37 | 2 | 2 | **1.25** |
| **Sumador [seg]** | **0.03** | 0.01 | **0.06** | 0.02 | 0.00 | **0.05** | **0.05** | **0.13** |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | **-** | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pick up HCT [A]** | **-** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo op. [seg]** | | | - | | | | | |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| **Nombre** | **52EL1** | **52EL1** | **52EG1** | **52EG1** | **R2** | **RE7** | **RE7** | **RE6** | **R15** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C |
| **Dirección** | Adelante (Hacia Monreal) | Atrás (Hacia sist) | Adelante (Hacia Monreal) | Atrás (Hacia sist.) | Adelante | Adelante | Atrás | Adelante | Adelante |
| **Z1 línea asoc. (Ω)** | - | 11,617 | - | 11,617 | - | 8,468 | - | - | - |
| **Angulo Z1 línea asoc. (º)** | - | 52,2 | - | 52,2 | - | 27,9 | - | - | - |
| **Z0 línea asoc. (Ω)** | - | 39,405 | - | 39,405 | - | 18,438 | - | - | - |
| **Angulo Z0 línea asoc. (º)** | - | 74,3 | - | 74,3 | - | 61,0 | - | - | - |
| **Longitud línea asoc. (km)** | - | 24,038 | - | 24,038 | - | 9,912 | - | - | - |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 100 | 120 | 100 | 120 | 105 | 120 | 120 | 140 | 80 |
| **Curva** | 138 | IEC C1 | 138 | IEC C1 | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.10 | 0,13 | 0.10 | 0.17 | 1.00 | 1.55 | 0.10 | 0.26 | 0.80 |
| **Sumador** | 0.08 | 0,00 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.19 | 0.17 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 20 | 10 | 20 | 10 | 30 | 35 | 10 | 30 | 30 |
| **Curva** | 133 | IEC C1 | 133 | IEC C1 | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.65 | 0.37 | 0.65 | 0.46 | **0.65** | **1.50** | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| **Sumador** | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | **0.05** | **0.20** | 0.00 | 0.12 | **0.30** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |

| **Nombre Equipo** | **52EL11 DIFERENCIAL** | **52EL22 DIFERENCIAL** |
|---|---|---|
| **Relé** | Diferencial | Diferencial |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 |
| **I diferencial pick up [A]** | 0.2 | 0.2 |
| **Pendiente de bloqueo [%]** | 20 | 20 |
| **Delay [s]** | 0.1 | 0.1 |

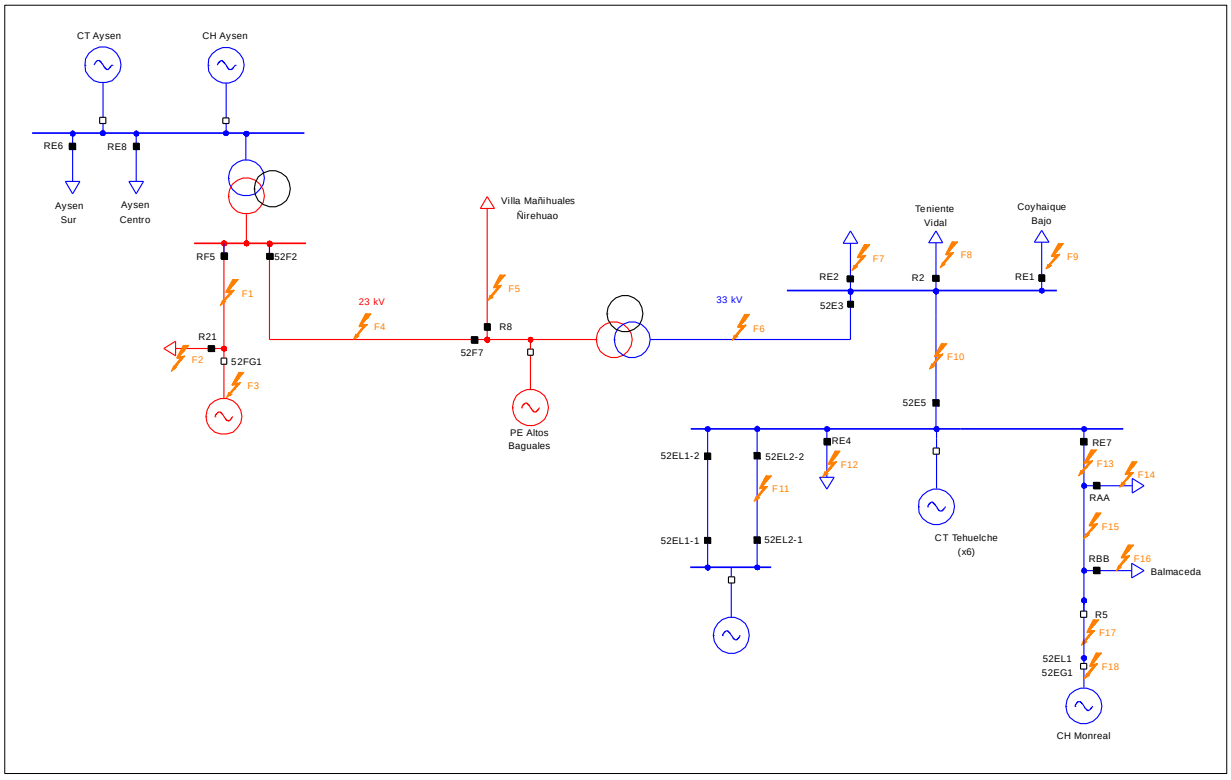



**Figura 111**. Unifilar SM Aysen sin considerar Divisadero

**Tabla 124.** Fallas a considerar para caso sin Divisadero

| Falla Nº | de | hasta | Elemento que debe operar |
|---|---|---|---|
| 1 | Aysén 33 kV | Nodo 10 (Red Chacabuco) | RF5 y 52FG1 CH-ALIM |
| 2 | Nodo 10 (Red Chacabuco) | Nodo 28 (Red Chacabuco) | R21 |
| 3 | Nodo 52FG1 | C. Chacabuco 33kV | 52FG1 ALIM-CH |
| 4 | Aysén 33kV | Baguales 33kV | 52F2 y 52F7 COH-AY |
| 5 | Baguales 33kV | Arranque Mañihuales | R8 |
| 6 | Baguales 33kV | Coyhaique 23kV (Divisadero) | 52F7 AY-COH y 52E3 |
| 7 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique medio | RE2 |
| 8 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Teniente Vidal | R2 |
| 9 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Coyhaique bajo | RE1 |
| 10 | Coyhaique 23kV (Divisadero) | Tehuelche 23kV | 52E2 y 52E5 |
| 11 | Tehuelche 23kV | L. Atravesado 23kV | 52EL1-2 y 52EL1-1 |
| 12 | Tehuelche 23kV | Isla Alto | RE4 |
| 13 | Tehuelche 23kV | Nodo 22 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 14 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Alimentador S/N | RAA |
| 15 | Nodo 22 (Red Balmaceda) | Nodo 228 (Red Balmaceda) | RE7 y R5 SIST/52EL1 SIST |
| 16 | Nodo 228 (Red Balmaceda) | Alimentador Balmaceda | RBB |
| 17 | Valle Simpson | Alimentador Balmaceda (entre R5 y Ch Monreal) | R5 HACIA CENTRAL Y 52EL1 SIST |
| 18 | Nodo 612 (Ch Monreal) | Ch Monreal | 52EL1 y 52EG1 CENTRAL |

#### *9.2.2.2. Resultados de la coordinación de protecciones*

**Tabla 125. Actuación de relés de protección - Falla 01 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.181 | 52FG1-ALIM-CH | 0.133 | 52FG1-ALIM-CH | 0.198 | 52FG1-ALIM-CH | 0.132 | 52FG1-ALIM-CH | 0.145 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52E5-R ATRAS | 0.398 | 52E5-R ATRAS | 0.447 | 52E5-R ATRAS | 0.374 | 52E5-R ATRAS | 0.399 | 52F2 ATRAS | 0.453 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52E5-R ATRAS | 0.646 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F7-COH-AY | 0.901 | 52FG1-CH-ALIM | 0.786 | 52F7-COH-AY | 1.02 | 52FG1-CH-ALIM | 0.766 | 52FG1-CH-ALIM | 1.471 |
| 52E3 ATRAS | 1.102 | 52F7-COH-AY | 1.062 | 52E3 ATRAS | 1.086 | 52F7-COH-AY | 0.949 | 52E3 ATRAS | 4.078 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.264 | 52E3 ATRAS | 1.395 | 52E3 | 1.277 | 52F2 | 1.088 | 52E5-R | 29.188 |
| 52E3 | 1.297 | 52F2 | 1.499 | 52FG1-CH-ALIM | 1.33 | 52E3 ATRAS | 1.179 | RE-6 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.476 | 52E3 | 1.717 | 52F7-AY-COH | 1.67 | 52F7-AY-COH | 1.217 | R-15 | - |
| 52F2 | 1.648 | 52F7-AY-COH | 1.735 | 52E5-R | 1.81 | 52E3 | 1.392 | RE7 | - |
| 52E5-R | 2.07 | 52E5-R | 2.776 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.858 | 52E5-R | 2.089 | RE7 ATRAS | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.858 | R18 | 2.326 | 52EG1 SIST | - |
| R-15 | - | R-15 | - | 52F2 | 1.861 | R21 | 7.831 | 52EL1 SIST | - |
| RE7 | - | RE7 | - | R5 hacia CENTRAL | 5.452 | RE-6 | - | 52EG1 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 126. Actuación de relés de protección - Falla 02 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| R21 | 0.149 | 52FG1-ALIM-CH | 0.084 | R21 | 0.154 | 52FG1-ALIM-CH | 0.085 | 52FG1-ALIM-CH | 0.135 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.164 | R21 | 0.133 | 52FG1-ALIM-CH | 0.18 | R21 | 0.133 | R21 | 0.146 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52E5-R ATRAS | 0.429 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52E5-R ATRAS | 0.399 | R18 | 0.338 | 52F2 ATRAS | 0.48 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E5-R ATRAS | 0.481 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E5-R ATRAS | 0.427 | 52E5-R ATRAS | 0.667 |
| 52FG1-CH-ALIM | 1.191 | R18 | 0.621 | 52FG1-CH-ALIM | 1.259 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 0.838 |
| 52F7-COH-AY | 1.194 | 52FG1-CH-ALIM | 0.757 | 52E3 ATRAS | 1.264 | 52FG1-CH-ALIM | 0.756 | 52E3 ATRAS | 4.431 |
| 52E3 ATRAS | 1.32 | 52F7-COH-AY | 1.579 | 52F7-COH-AY | 1.313 | 52E3 ATRAS | 1.387 | RE-6 | - |
| 52E3 | 1.599 | 52E3 ATRAS | 1.684 | 52E3 | 1.514 | 52F7-COH-AY | 1.39 | R-15 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.934 | 52E3 | 2.148 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.976 | R14 | 1.404 | RE7 | - |
| 52F2 | 2.141 | R14 | 2.519 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.976 | 52E3 | 1.703 | RE-6 | - |
| 52E5-R | 2.487 | 52F7-AY-COH | 2.541 | 52E5-R | 2.09 | 52F7-AY-COH | 2.23 | R-15 | - |
| RE-6 | - | 52F2 | 2.961 | 52F7-AY-COH | 2.111 | 52E5-R | 2.458 | RE7 | - |
| R-15 | - | 52E5-R | 3.472 | 52F2 | 2.399 | 52F2 | 2.544 | RE7 ATRAS | - |
| RE7 | - | RE-6 | - | R5 hacia CENTRAL | 5.807 | RE-6 | - | 52EG1 SIST | - |

## Tabla 127. Actuación de relés de protección - Falla 03 sin DIV.

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.118 | 52FG1-ALIM-CH | 0.122 | 52FG1-ALIM-CH | 0.154 | 52FG1-ALIM-CH | 0.108 | 52FG1-ALIM-CH | 0.149 |
| RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 | RF5 | 0.3 |
| 52E5-R ATRAS | 0.427 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52E5-R ATRAS | 0.397 | 52E5-R ATRAS | 0.428 | 52F2 ATRAS | 0.481 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E5-R ATRAS | 0.47 | 52F2 ATRAS | 0.452 | R18 | 0.442 | 52E5-R ATRAS | 0.665 |
| 52FG1-CH-ALIM | 0.991 | 52FG1-CH-ALIM | 0.803 | 52FG1-CH-ALIM | 1.152 | 52F2 ATRAS | 0.451 | 52FG1-CH-ALIM | 1.646 |
| 52F7-COH-AY | 1.165 | R18 | 0.911 | 52E3 ATRAS | 1.248 | 52FG1-CH-ALIM | 0.769 | 52E3 ATRAS | 4.385 |
| 52E3 ATRAS | 1.301 | 52F7-COH-AY | 1.448 | 52F7-COH-AY | 1.284 | R21 | 1.151 | RE-6 | - |
| 52E3 | 1.57 | 52E3 ATRAS | 1.586 | 52E3 | 1.489 | 52F7-COH-AY | 1.334 | R-15 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.89 | 52E3 | 2.004 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.967 | 52E3 ATRAS | 1.379 | RE7 | - |
| 52F2 | 2.088 | 52F7-AY-COH | 2.324 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.967 | 52E3 | 1.691 | RE7 ATRAS | - |
| 52E5-R | 2.451 | R21 | 2.47 | 52E5-R | 2.063 | R14 | 1.83 | 52EG1 SIST | - |
| RE-6 | - | 52F2 | 2.647 | 52F7-AY-COH | 2.067 | 52F7-AY-COH | 2.141 | 52EL1 SIST | - |
| R-15 | - | 52E5-R | 3.215 | 52F2 | 2.339 | 52F2 | 2.389 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | - | R14 | 3.923 | R5 hacia CENTRAL | 5.781 | 52E5-R | 2.468 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| RE7 ATRAS | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RBB | - |

## Tabla 128. Actuación de relés de protección - Falla 04 sin DIV.

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52E5-R ATRAS | 0.326 | 52FG1-ALIM-CH | 0.176 | 52E5-R ATRAS | 0.318 | 52FG1-ALIM-CH | 0.186 | 52F7-AY-COH | 0.461 |
| 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F7-AY-COH | 0.237 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F7-AY-COH | 0.247 | 52F2 ATRAS | 0.501 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.463 | 52F7-COH-AY | 0.263 | 52FG1-ALIM-CH | 0.479 | 52F7-COH-AY | 0.273 | 52F7-COH-AY | 0.535 |
| 52F7-COH-AY | 0.547 | RF5 | 0.332 | 52F7-COH-AY | 0.631 | 52E5-R ATRAS | 0.331 | 52FG1-ALIM-CH | 0.548 |
| 52E3 ATRAS | 0.723 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52E3 ATRAS | 0.758 | RF5 | 0.357 | 52E5-R ATRAS | 0.572 |
| 52F2 | 0.757 | 52E5-R ATRAS | 0.466 | 52F2 | 0.846 | 52F2 ATRAS | 0.452 | 52F2 | 0.769 |
| RF5 | 0.809 | 52F2 | 0.533 | 52E3 | 0.869 | 52F2 | 0.545 | RF5 | 1.173 |
| 52E3 | 0.826 | 52E3 ATRAS | 1.457 | RF5 | 0.927 | 52E3 ATRAS | 0.801 | 52E3 ATRAS | 2.98 |
| 52F7-AY-COH | 0.855 | 52E3 | 1.813 | 52F7-AY-COH | 1.002 | 52E3 | 0.924 | 52E5-R | 7.511 |
| 52E5-R | 1.394 | 52FG1-CH-ALIM | 2.375 | 52E5-R | 1.335 | 52E5-R | 1.426 | RE-6 | - |
| 52EG1 hacia | 1.951 | 52E5-R | 3.143 | 52EG1 hacia | 1.526 | 52EG1 hacia | 1.694 | R-15 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRAL | | | | CENTRAL | | CENTRAL | | | |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.951 | RE-6 | - | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.526 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.694 | RE7 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | 2.742 | R-15 | - | 52FG1-CH-ALIM | 2.843 | 52FG1-CH-ALIM | 2.597 | RE7 ATRAS | - |
| R5 hacia CENTRAL | 5.78 | RE7 | - | R5 hacia CENTRAL | 4.446 | R5 hacia CENTRAL | 4.969 | 52EG1 SIST | - |
| RE-6 | - | RE7 ATRAS | - | RE-6 | - | RE-6 | - | 52EL1 SIST | - |
| R-15 | - | 52EG1 SIST | - | R-15 | - | R-15 | - | 52EG1 hacia CENTRAL | - |

**Tabla 129. Actuación de relés de protección - Falla 05 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** | **Elemento actuante** | **Tiempo de disparo [S]** |
| R8 | 0.169 | R8 | 0.155 | R8 | 0.186 | R8 | 0.154 | R8 | 0.231 |
| 52E5-R ATRAS | 0.281 | 52E5-R ATRAS | 0.318 | 52E5-R ATRAS | 0.28 | 52E5-R ATRAS | 0.295 | 52E5-R ATRAS | 0.48 |
| 52F2 ATRAS | 0.454 | 52F2 ATRAS | 0.459 | 52F2 ATRAS | 0.461 | 52F2 ATRAS | 0.455 | 52F2 ATRAS | 0.647 |
| 52F7-COH-AY | 0.478 | 52F7-COH-AY | 0.536 | 52F7-COH-AY | 0.552 | 52F7-COH-AY | 0.479 | 52E3 ATRAS | 1.936 |
| 52E3 ATRAS | 0.549 | 52E3 ATRAS | 0.666 | 52E3 ATRAS | 0.58 | 52E3 ATRAS | 0.597 | 52FG1-ALIM-CH | 2.065 |
| 52E3 | 0.628 | 52E3 | 0.754 | 52E3 | 0.666 | 52E3 | 0.685 | 52E3 | 2.531 |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.693 | 52FG1-ALIM-CH | 0.782 | 52FG1-ALIM-CH | 0.707 | 52F7-AY-COH | 0.722 | 52E5-R | 3.45 |
| 52F7-AY-COH | 0.719 | 52F7-AY-COH | 0.837 | 52F7-AY-COH | 0.865 | 52FG1-ALIM-CH | 0.758 | 52F2 | 4.762 |
| 52F2 | 0.967 | 52F2 | 1.065 | 52E5-R | 1.078 | 52F2 | 0.868 | RE-6 | - |
| 52E5-R | 1.086 | 52E5-R | 1.332 | 52F2 | 1.096 | 52E5-R | 1.17 | R-15 | - |
| RF5 | 1.445 | RF5 | 1.738 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.253 | RF5 | 1.445 | RE7 | - |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 1.568 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.745 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.253 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.548 | RE7 ATRAS | - |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 1.568 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.745 | RF5 | 1.668 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.548 | 52EG1 SIST | - |
| R5 hacia CENTRAL | 4.592 | R5 hacia CENTRAL | 5.086 | R5 hacia CENTRAL | 3.617 | R5 hacia CENTRAL | 4.529 | 52EL1 SIST | - |
| 52FG1-CH-ALIM | 4.64 | 52FG1-CH-ALIM | 5.951 | 52FG1-CH-ALIM | 4.771 | 52FG1-CH-ALIM | 5.501 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | 52EL1 SIST | 7.605 | RE-6 | - | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R-15 | - | R-15 | - | R5 SIST | 8.68 | R-15 | - | RBB | - |
| RE7 | - | RE7 | - | 52EG1 SIST | 9.945 | RE7 | - | R-AA | - |
| RE7 ATRAS | - | RE7 ATRAS | - | RE-6 | - | RE7 ATRAS | - | R6 | - |
| 52EG1 SIST | - | 52EG1 SIST | - | R-15 | - | 52EG1 SIST | - | R10 | - |
| 52EL1 SIST | - | 52EL1 SIST | - | RE7 | - | 52EL1 SIST | - | R3 | - |
| RBB | - | RBB | - | RE7 ATRAS | - | RBB | - | R5 SIST | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R-AA | - | R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | R5 hacia CENTRAL | - |
| R6 | - | R6 | - | R-AA | - | R6 | - | R7 | - |
| R10 | - | R10 | - | R6 | - | R10 | - | RF5 | - |

**Tabla 130. Actuación de relés de protección - Falla 06 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52E5-R ATRAS | 0.211 | 52E5-R ATRAS | 0.225 | 52E5-R ATRAS | 0.217 | 52E5-R ATRAS | 0.216 | 52E5-R ATRAS | 0.49 |
| 52E3 ATRAS | 0.368 | 52E3 | 0.292 | 52E3 ATRAS | 0.392 | 52E3 | 0.282 | 52E3 | 1.05 |
| 52E3 | 0.441 | 52E3 ATRAS | 0.398 | 52E3 | 0.465 | 52E3 ATRAS | 0.376 | 52E5-R | 1.897 |
| 52F2 ATRAS | 0.466 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52F2 ATRAS | 0.477 | 52F2 ATRAS | 0.472 | 52E3 ATRAS | 2.056 |
| 52F7-COH-AY | 0.706 | 52EL2-2 | 0.591 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.707 | 52EL2-2 | 0.52 | 52F2 ATRAS | 5.229 |
| 52E5-R | 0.714 | 52EL1-2 | 0.591 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.707 | 52EL1-2 | 0.52 | RE-6 | - |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.759 | 52E5-R | 0.628 | 52E5-R | 0.742 | 52E5-R | 0.606 | R-15 | - |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.759 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.159 | 52F7-COH-AY | 0.827 | 52F7-COH-AY | 0.778 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 0.971 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.159 | 52FG1-ALIM-CH | 0.963 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.788 | RE7 ATRAS | - |
| 52EL2-2 | 0.997 | 52F7-COH-AY | 1.237 | 52EL2-2 | 1.119 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.788 | 52EG1 SIST | - |
| 52EL1-2 | 0.997 | 52FG1-ALIM-CH | 1.325 | 52EL1-2 | 1.119 | 52FG1-ALIM-CH | 1.021 | 52EL1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.132 | 52F7-AY-COH | 1.999 | 52F7-AY-COH | 1.341 | 52F7-AY-COH | 1.256 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52F2 | 1.312 | 52F2 | 2.16 | 52F2 | 1.519 | 52F2 | 1.431 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| RE7 ATRAS | 1.832 | RE7 ATRAS | 2.969 | RE7 ATRAS | 1.652 | RE7 ATRAS | 2.015 | RBB | - |
| 52EL1 SIST | 2.112 | R5 hacia CENTRAL | 3.331 | 52EL1 SIST | 1.905 | R5 hacia CENTRAL | 2.211 | R-AA | - |
| R5 hacia CENTRAL | 2.123 | R5 SIST | 4.137 | R5 SIST | 1.941 | 52EL1 SIST | 2.236 | R6 | - |
| R5 SIST | 2.158 | 52EL1 SIST | 4.225 | R5 hacia CENTRAL | 1.966 | R5 SIST | 2.294 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 2.762 | RE2 | 4.339 | 52EG1 SIST | 2.491 | 52EG1 SIST | 2.924 | R3 | - |
| 52EL1-1 | 3.034 | 52EG1 SIST | 5.253 | 52EL1-1 | 3.282 | RE2 | 3.519 | R5 SIST | - |
| 52EL2-1 | 3.034 | RE7 | 12.806 | 52EL2-1 | 3.282 | 52EL1-1 | 3.571 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 6.456 | 52EL1-1 | 14.416 | RE7 | 5.899 | 52EL2-1 | 3.571 | R7 | - |
| RE-6 | - | 52EL2-1 | 14.416 | RE-6 | - | RE7 | 6.96 | RF5 | - |
| R-15 | - | RE-6 | - | R-15 | - | RE-6 | - | R16 | - |
| RBB | - | R-15 | - | RBB | - | R-15 | - | R17 | - |
| R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | RBB | - | R21 | - |
| R6 | - | R-AA | - | R6 | - | R-AA | - | 52FG1-CH- | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | ALIM | |
| R10 | - | R6 | - | R10 | - | R6 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R3 | - | R10 | - | R3 | - | R10 | - | R14 | - |

En el caso de la falla 6 monofásica con 40 Ω de impedancia de falla la corriente de falla vista por 52F7-AY-COH es muy pequeña, independiente del seteo elegido, por lo que no se tendrá apertura de esta protección en dicho caso.

**Tabla 131. Actuación de relés de protección - Falla 07 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE2 | 0.156 | RE2 | 0.121 | RE2 | 0.173 | RE2 | 0.121 | RE2 | 0.211 |
| 52E5-R ATRAS | 0.192 | 52E5-R ATRAS | 0.199 | 52E5-R ATRAS | 0.198 | 52E5-R ATRAS | 0.194 | 52E5-R ATRAS | 0.439 |
| 52F2 ATRAS | 0.47 | 52E3 | 0.277 | 52F2 ATRAS | 0.483 | 52E3 | 0.274 | 52E3 | 0.942 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.584 | 52EL2-2 | 0.385 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.568 | 52EL2-2 | 0.384 | 52E5-R | 1.125 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.584 | 52EL1-2 | 0.385 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.568 | 52EL1-2 | 0.384 | 52E3 ATRAS | 3.42 |
| 52EL2-2 | 0.609 | 52E3 ATRAS | 0.509 | 52E5-R | 0.656 | 52F2 ATRAS | 0.479 | 52F2 ATRAS | 7.154 |
| 52EL1-2 | 0.609 | 52F2 ATRAS | 0.513 | 52EL2-2 | 0.687 | 52E3 ATRAS | 0.495 | RE-6 | - |
| 52E5-R | 0.628 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.687 | 52E5-R | 0.564 | R-15 | - |
| 52F7-COH-AY | 0.804 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.926 | 52F7-COH-AY | 0.936 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.61 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.041 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.926 | 52FG1-ALIM-CH | 1.035 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.61 | RE7 ATRAS | - |
| 52E3 ATRAS | 1.151 | 52FG1-ALIM-CH | 1.491 | 52E3 ATRAS | 1.136 | 52F7-COH-AY | 0.905 | 52EG1 SIST | - |
| RE7 ATRAS | 1.202 | RE7 ATRAS | 1.507 | RE7 ATRAS | 1.185 | 52FG1-ALIM-CH | 1.082 | 52EL1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.301 | 52F7-COH-AY | 1.666 | 52E3 | 1.338 | RE7 ATRAS | 1.298 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.357 | R5 SIST | 1.976 | 52EL1 SIST | 1.441 | 52F7-AY-COH | 1.484 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F2 | 1.461 | 52EL1 SIST | 1.996 | R5 SIST | 1.457 | 52EL1 SIST | 1.567 | RBB | - |
| 52EL1 SIST | 1.488 | 52EG1 SIST | 2.481 | 52F7-AY-COH | 1.54 | R5 SIST | 1.587 | R-AA | - |
| R5 SIST | 1.503 | R5 hacia CENTRAL | 2.619 | R5 hacia CENTRAL | 1.552 | 52F2 | 1.643 | R6 | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.597 | 52EL1-1 | 2.645 | 52F2 | 1.706 | R5 hacia CENTRAL | 1.675 | R10 | - |
| 52EL1-1 | 1.889 | 52EL2-1 | 2.645 | 52EG1 SIST | 1.884 | 52EG1 SIST | 2.049 | R3 | - |
| 52EL2-1 | 1.889 | 52F7-AY-COH | 2.683 | 52EL1-1 | 2.098 | 52EL1-1 | 2.138 | R5 SIST | - |
| 52EG1 SIST | 1.946 | 52F2 | 3.021 | 52EL2-1 | 2.098 | 52EL2-1 | 2.138 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 4.158 | RE1 | 5.011 | RE7 | 4.085 | RE7 | 4.571 | R7 | - |
| RE-6 | - | RE7 | 8.538 | RE-6 | - | RE1 | 4.63 | RF5 | - |
| R-15 | - | RE-6 | - | R-15 | - | RE-6 | - | R16 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RBB | - | R-15 | - | RBB | - | R-15 | - | R17 | - |
| R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | RBB | - | R21 | - |
| R6 | - | R-AA | - | R6 | - | R-AA | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R10 | - | R6 | - | R10 | - | R6 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 132. Actuación de relés de protección - Falla 08 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R2 | 0.151 | R2 | 0.111 | R2 | 0.166 | R2 | 0.111 | R2 | 0.171 |
| 52E5-R ATRAS | 0.198 | 52E5-R ATRAS | 0.208 | 52E5-R ATRAS | 0.205 | 52E5-R ATRAS | 0.201 | 52E5-R ATRAS | 0.444 |
| 52F2 ATRAS | 0.477 | 52E3 | 0.289 | 52F2 ATRAS | 0.492 | 52E3 | 0.288 | 52E3 | 0.97 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.628 | 52EL2-2 | 0.391 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.607 | 52EL2-2 | 0.39 | 52E5-R | 1.144 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.628 | 52EL1-2 | 0.391 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.607 | 52EL1-2 | 0.39 | 52E3 ATRAS | 3.542 |
| 52E5-R | 0.656 | 52F2 ATRAS | 0.536 | 52E5-R | 0.685 | 52F2 ATRAS | 0.487 | 52F2 ATRAS | 7.135 |
| 52EL2-2 | 0.718 | 52E3 ATRAS | 0.556 | 52EL2-2 | 0.804 | 52E3 ATRAS | 0.553 | RE-6 | - |
| 52EL1-2 | 0.718 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.804 | 52E5-R | 0.564 | R-15 | - |
| 52F7-COH-AY | 0.961 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.013 | 52F7-COH-AY | 1.138 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.65 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.127 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.013 | 52FG1-ALIM-CH | 1.142 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.65 | RE7 ATRAS | - |
| RE7 ATRAS | 1.341 | RE2 | 1.373 | RE7 ATRAS | 1.299 | 52F7-COH-AY | 1.103 | 52EG1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.438 | 52FG1-ALIM-CH | 1.624 | 52E3 ATRAS | 1.365 | 52FG1-ALIM-CH | 1.185 | 52EL1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.579 | RE7 ATRAS | 1.658 | 52EL1 SIST | 1.559 | RE2 | 1.357 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52EL1 SIST | 1.626 | R5 SIST | 2.187 | R5 SIST | 1.578 | RE7 ATRAS | 1.438 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 SIST | 1.648 | 52EL1 SIST | 2.211 | R5 hacia CENTRAL | 1.667 | 52EL1 SIST | 1.701 | RBB | - |
| 52F2 | 1.711 | 52F7-COH-AY | 2.223 | 52E3 | 1.669 | R5 SIST | 1.728 | R-AA | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.728 | 52EG1 SIST | 2.749 | 52F7-AY-COH | 1.849 | R5 hacia CENTRAL | 1.795 | R6 | - |
| 52E3 | 1.784 | R5 hacia CENTRAL | 2.883 | 52F2 | 2.017 | 52F7-AY-COH | 1.796 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 2.127 | 52EL1-1 | 3.497 | 52EG1 SIST | 2.038 | 52F2 | 1.946 | R3 | - |
| 52EL1-1 | 2.18 | 52EL2-1 | 3.497 | 52EL1-1 | 2.449 | 52EG1 SIST | 2.225 | R5 SIST | - |
| 52EL2-1 | 2.18 | 52F7-AY-COH | 3.596 | 52EL2-1 | 2.449 | 52EL1-1 | 2.515 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 4.752 | 52F2 | 4.821 | RE7 | 4.578 | 52EL2-1 | 2.515 | R7 | - |
| RE-6 | - | RE1 | 6.519 | RE-6 | - | RE7 | 5.132 | RF5 | - |
| R-15 | - | RE7 | 9.993 | R-15 | - | RE1 | 6.426 | R16 | - |
| RBB | - | RE-6 | - | RBB | - | RE-6 | - | R17 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R-AA | - | R-15 | - | R-AA | - | R-15 | - | R21 | - |
| R6 | - | RBB | - | R6 | - | RBB | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R10 | - | R-AA | - | R10 | - | R-AA | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 133. Actuación de relés de protección - Falla 09 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE1 | 0.141 | RE1 | 0.142 | RE1 | 0.155 | RE1 | 0.138 | RE1 | 0.4 |
| 52E5-R ATRAS | 0.191 | 52E5-R ATRAS | 0.198 | 52E5-R ATRAS | 0.198 | 52E5-R ATRAS | 0.193 | 52E5-R ATRAS | 0.438 |
| 52F2 ATRAS | 0.47 | 52E3 | 0.276 | 52F2 ATRAS | 0.482 | 52E3 | 0.273 | 52E3 | 0.941 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.583 | 52EL2-2 | 0.385 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.567 | 52EL2-2 | 0.384 | 52E5-R | 1.124 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.583 | 52EL1-2 | 0.385 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.567 | 52EL1-2 | 0.384 | 52E3 ATRAS | 3.414 |
| 52EL2-2 | 0.606 | 52E3 ATRAS | 0.507 | 52E5-R | 0.655 | 52F2 ATRAS | 0.478 | 52F2 ATRAS | 7.159 |
| 52EL1-2 | 0.606 | 52F2 ATRAS | 0.513 | 52EL2-2 | 0.683 | 52E3 ATRAS | 0.493 | RE-6 | - |
| 52E5-R | 0.627 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.683 | 52E5-R | 0.564 | R-15 | - |
| 52F7-COH-AY | 0.8 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.922 | 52F7-COH-AY | 0.931 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.608 | RE7 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.039 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.922 | 52FG1-ALIM-CH | 1.032 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.608 | RE7 ATRAS | - |
| 52E3 ATRAS | 1.145 | RE2 | 1.089 | 52E3 ATRAS | 1.13 | 52F7-COH-AY | 0.901 | 52EG1 SIST | - |
| RE7 ATRAS | 1.197 | 52FG1-ALIM-CH | 1.485 | RE7 ATRAS | 1.181 | RE2 | 1.015 | 52EL1 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.294 | RE7 ATRAS | 1.502 | 52E3 | 1.331 | 52FG1-ALIM-CH | 1.079 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.349 | 52F7-COH-AY | 1.649 | 52EL1 SIST | 1.437 | RE7 ATRAS | 1.293 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52F2 | 1.455 | R5 SIST | 1.968 | R5 SIST | 1.452 | 52F7-AY-COH | 1.476 | RBB | - |
| 52EL1 SIST | 1.483 | 52EL1 SIST | 1.988 | 52F7-AY-COH | 1.532 | 52EL1 SIST | 1.562 | R-AA | - |
| R5 SIST | 1.498 | 52EG1 SIST | 2.472 | R5 hacia CENTRAL | 1.548 | R5 SIST | 1.582 | R6 | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.592 | R5 hacia CENTRAL | 2.605 | 52F2 | 1.698 | 52F2 | 1.635 | R10 | - |
| 52EL1-1 | 1.88 | 52EL1-1 | 2.615 | 52EG1 SIST | 1.879 | R5 hacia CENTRAL | 1.67 | R3 | - |
| 52EL2-1 | 1.88 | 52EL2-1 | 2.615 | 52EL1-1 | 2.088 | 52EG1 SIST | 2.043 | R5 SIST | - |
| 52EG1 SIST | 1.94 | 52F7-AY-COH | 2.656 | 52EL2-1 | 2.088 | 52EL1-1 | 2.127 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 4.137 | 52F2 | 2.982 | RE7 | 4.067 | 52EL2-1 | 2.127 | R7 | - |
| RE-6 | - | RE7 | 8.471 | RE-6 | - | RE7 | 4.552 | RF5 | - |
| R-15 | - | RE-6 | - | R-15 | - | RE-6 | - | R16 | - |
| RBB | - | R-15 | - | RBB | - | R-15 | - | R17 | - |
| R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | RBB | - | R21 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R6 | - | R-AA | - | R6 | - | R-AA | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R10 | - | R6 | - | R10 | - | R6 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |

**Tabla 134. Actuación de relés de protección - Falla 10 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52E5-R ATRAS | 0.182 | 52E5-R ATRAS | 0.175 | 52E5-R ATRAS | 0.188 | 52E5-R ATRAS | 0.165 | 52E5-R ATRAS | 0.409 |
| 52EL2-2 | 0.448 | 52E3 | 0.316 | 52F2 ATRAS | 0.485 | 52E3 | 0.303 | 52E5-R | 0.948 |
| 52EL1-2 | 0.448 | 52EL2-2 | 0.378 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.492 | 52EL2-2 | 0.377 | 52E3 | 1.747 |
| 52F2 ATRAS | 0.472 | 52EL1-2 | 0.378 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.492 | 52EL1-2 | 0.377 | 52E3 ATRAS | 8.081 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.491 | 52F2 ATRAS | 0.509 | 52EL2-2 | 0.517 | 52F2 ATRAS | 0.48 | 52F2 ATRAS | 8.228 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.491 | 52E5-R | 0.564 | 52EL1-2 | 0.517 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.521 | RE-6 | - |
| 52E5-R | 0.583 | 52E3 ATRAS | 0.664 | 52E5-R | 0.612 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.521 | R-15 | - |
| 52F7-COH-AY | 0.837 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.695 | 52F7-COH-AY | 0.98 | 52E5-R | 0.564 | RE7 | - |
| RE7 ATRAS | 0.971 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.695 | RE7 ATRAS | 0.991 | 52E3 ATRAS | 0.611 | RE7 ATRAS | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.071 | RE7 ATRAS | 1.156 | 52FG1-ALIM-CH | 1.061 | 52F7-COH-AY | 0.933 | 52EG1 SIST | - |
| 52E3 ATRAS | 1.203 | 52EL1-1 | 1.172 | 52E3 ATRAS | 1.177 | 52EL1-1 | 1 | 52EL1 SIST | - |
| 52EL1 SIST | 1.231 | 52EL2-1 | 1.172 | 52EL1 SIST | 1.231 | 52EL2-1 | 1 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| R5 SIST | 1.238 | 52FG1-ALIM-CH | 1.44 | R5 SIST | 1.24 | RE7 ATRAS | 1.051 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.321 | R5 SIST | 1.495 | R5 hacia CENTRAL | 1.324 | 52FG1-ALIM-CH | 1.118 | RBB | - |
| 52F7-AY-COH | 1.358 | 52EL1 SIST | 1.506 | 52E3 | 1.389 | 52EL1 SIST | 1.308 | R-AA | - |
| 52E3 | 1.422 | 52F7-COH-AY | 1.56 | 52F7-AY-COH | 1.609 | R5 SIST | 1.319 | R6 | - |
| 52EL1-1 | 1.439 | 52EG1 SIST | 1.873 | 52EG1 SIST | 1.61 | R5 hacia CENTRAL | 1.41 | R10 | - |
| 52EL2-1 | 1.439 | R5 hacia CENTRAL | 1.923 | 52EL1-1 | 1.64 | 52F7-AY-COH | 1.536 | R3 | - |
| 52F2 | 1.514 | RE2 | 2.18 | 52EL2-1 | 1.64 | 52F2 | 1.691 | R5 SIST | - |
| 52EG1 SIST | 1.61 | 52F7-AY-COH | 2.509 | 52F2 | 1.773 | 52EG1 SIST | 1.711 | R5 hacia CENTRAL | - |
| RE7 | 3.141 | 52F2 | 2.777 | RE7 | 3.224 | RE2 | 1.73 | R7 | - |
| RE-6 | - | RE7 | 4.641 | RE-6 | - | RE7 | 3.473 | RF5 | - |
| R-15 | - | RE-6 | - | R-15 | - | RE1 | 9.065 | R16 | - |
| RBB | - | R-15 | - | RBB | - | RE-6 | - | R17 | - |
| R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | R-15 | - | R21 | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R6 | - | R-AA | - | R6 | - | RBB | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R10 | - | R6 | - | R10 | - | R-AA | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R3 | - | R10 | - | R3 | - | R6 | - | R14 | - |

**Tabla 135. Actuación de relés de protección - Falla 11 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EL2-1 | 0.12 | 52EL2-1 | 0.12 | 52EL2-1 | 0.12 | 52EL2-1 | 0.12 | 52EL2-2 | 0.378 |
| 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.131 | 52EL2-2 | 0.142 | 52EL2-2 | 0.131 | 52E5-R ATRAS | 1.028 |
| 52F2 ATRAS | 0.49 | 52F2 ATRAS | 0.558 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.507 | 52F2 ATRAS | 0.502 | 52EL2-1 | 1.214 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.51 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.774 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.507 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.534 | 52F2 ATRAS | 10.052 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.51 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.774 | 52F2 ATRAS | 0.507 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.534 | RE-6 | - |
| 52E5-R ATRAS | 0.871 | 52E5-R ATRAS | 0.794 | 52E5-R ATRAS | 0.563 | 52E5-R ATRAS | 0.686 | R-15 | - |
| RE7 ATRAS | 1.016 | 52E3 | 1.071 | RE7 ATRAS | 1.028 | 52E3 | 0.988 | RE7 | - |
| 52EL1 SIST | 1.28 | RE7 ATRAS | 1.397 | 52EL1 SIST | 1.272 | RE7 ATRAS | 1.087 | RE7 ATRAS | - |
| 52F7-COH-AY | 1.288 | 52E5-R | 1.58 | R5 SIST | 1.282 | 52EL1 SIST | 1.343 | 52EG1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.289 | 52FG1-ALIM-CH | 1.803 | 52FG1-ALIM-CH | 1.324 | R5 SIST | 1.355 | 52EL1 SIST | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.336 | R5 SIST | 1.823 | R5 hacia CENTRAL | 1.371 | 52FG1-ALIM-CH | 1.374 | 52EG1 hacia CENTRAL | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.378 | 52EL1 SIST | 1.84 | 52F7-COH-AY | 1.494 | R5 hacia CENTRAL | 1.449 | 52EL1 hacia CENTRAL | - |
| 52EG1 SIST | 1.674 | R5 hacia CENTRAL | 2.163 | 52EG1 SIST | 1.664 | 52F7-COH-AY | 1.471 | RBB | - |
| 52E3 ATRAS | 1.887 | 52EG1 SIST | 2.288 | 52E3 ATRAS | 1.672 | 52E5-R | 1.489 | R-AA | - |
| 52F7-AY-COH | 2.074 | 52E3 ATRAS | 2.926 | 52E3 | 2.131 | 52EG1 SIST | 1.757 | R6 | - |
| 52F2 | 2.232 | 52F7-AY-COH | 4.451 | 52F7-AY-COH | 2.401 | 52E3 ATRAS | 1.771 | R10 | - |
| 52E3 | 2.456 | RE7 | 6.492 | 52F2 | 2.701 | 52F7-AY-COH | 2.363 | R3 | - |
| RE7 | 3.33 | 52F2 | 8.407 | RE7 | 3.38 | 52F2 | 2.619 | R5 SIST | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | 52E5-R | 6.819 | RE7 | 3.634 | R5 hacia CENTRAL | - |
| R-15 | - | R-15 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | R7 | - |
| RBB | - | RBB | - | R-15 | - | R-15 | - | RF5 | - |
| R-AA | - | R-AA | - | RBB | - | RBB | - | R16 | - |
| R6 | - | R6 | - | R-AA | - | R-AA | - | R17 | - |
| R10 | - | R10 | - | R6 | - | R6 | - | R21 | - |
| R3 | - | R3 | - | R10 | - | R10 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R7 | - | R7 | - | R3 | - | R3 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| RF5 | - | RF5 | - | R7 | - | R7 | - | R14 | - |

**Tabla 136. Actuación de relés de protección - Falla 12 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-4 | 0.094 | RE-4 | 0.087 | RE-4 | 0.1 | RE-4 | 0.086 | RE-4 | 0.246 |
| 52EL2-2 | 0.341 | 52EL2-2 | 0.365 | 52EL2-2 | 0.399 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.238 | 52E5-R ATRAS | 1.026 |
| 52EL1-2 | 0.341 | 52EL1-2 | 0.365 | 52EL1-2 | 0.399 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.238 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.075 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.431 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL2-2 | 0.339 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.075 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.415 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.431 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.425 | 52EL1-2 | 0.339 | 52F2 ATRAS | 9.602 |
| 52F2 ATRAS | 0.475 | 52F2 ATRAS | 0.495 | 52E5-R ATRAS | 0.455 | 52E3 | 0.411 | RE-6 | - |
| 52E5-R ATRAS | 0.571 | 52E3 | 0.517 | 52F2 ATRAS | 0.488 | 52F2 ATRAS | 0.48 | R-15 | - |
| RE7 ATRAS | 0.811 | 52E5-R ATRAS | 0.543 | RE7 ATRAS | 0.847 | 52E5-R ATRAS | 0.488 | RE7 | - |
| 52F7-COH-AY | 0.893 | 52EL1-1 | 0.66 | 52F7-COH-AY | 1.057 | R5 hacia CENTRAL | 0.532 | RE7 ATRAS | - |
| 52EL1 SIST | 1.043 | 52EL2-1 | 0.66 | 52EL1 SIST | 1.068 | 52EL1-1 | 0.547 | 52EG1 SIST | - |
| R5 SIST | 1.046 | RE7 ATRAS | 0.895 | R5 SIST | 1.074 | 52EL2-1 | 0.75 | 52EL1 SIST | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.095 | 52E5-R | 0.922 | 52FG1-ALIM-CH | 1.106 | 52E5-R | 0.778 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.112 | R5 hacia CENTRAL | 0.948 | R5 hacia CENTRAL | 1.126 | RE7 ATRAS | 0.791 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.112 | 52EL1 SIST | 1.156 | 52E3 ATRAS | 1.252 | 52F7-COH-AY | 0.963 | R6 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.116 | R5 SIST | 1.159 | 52EL1-1 | 1.283 | R5 SIST | 1.008 | R10 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.298 | 52F7-COH-AY | 1.241 | 52EL2-1 | 1.283 | 52EL1 SIST | 1.013 | R3 | - |
| 52EG1 SIST | 1.364 | 52E3 ATRAS | 1.241 | 52EG1 SIST | 1.397 | 52E3 ATRAS | 1.042 | R5 SIST | - |
| 52F7-AY-COH | 1.462 | 52FG1-ALIM-CH | 1.262 | 52E3 | 1.495 | RE7 | 1.158 | R5 hacia CENTRAL | - |
| 52E3 | 1.565 | 52EG1 SIST | 1.464 | 52F7-AY-COH | 1.727 | 52FG1-ALIM-CH | 1.177 | R7 | - |
| 52F2 | 1.608 | RE7 | 1.983 | 52F2 | 1.892 | 52EG1 SIST | 1.26 | RF5 | - |
| RE7 | 2.421 | 52F7-AY-COH | 2.004 | RE7 | 2.586 | 52F7-AY-COH | 1.582 | R16 | - |
| 52E5-R | 7.412 | 52F2 | 2.157 | 52E5-R | 2.914 | 52F2 | 1.729 | R17 | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE2 | 7.147 | R21 | - |
| R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | RE-6 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| RBB | - | RBB | - | RBB | - | R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - | RBB | - | R14 | - |
| R6 | - | R6 | - | R6 | - | R-AA | - | R18 | - |
| R10 | - | R10 | - | R10 | - | R6 | - | RE1 | - |

**Tabla 137. Actuación de relés de protección - Falla 13 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE7 | 0.225 | RE7 | 0.204 | RE7 | 0.244 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.197 | RE7 | 0.51 |
| RE7 ATRAS | 0.236 | RE7 ATRAS | 0.218 | RE7 ATRAS | 0.25 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.197 | RE7 ATRAS | 0.59 |
| 52EL2-2 | 0.346 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.346 | 52EL2-2 | 0.405 | RE7 | 0.203 | 52E5-R ATRAS | 1.026 |
| 52EL1-2 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.346 | 52EL1-2 | 0.405 | RE7 ATRAS | 0.217 | 52EG1 hacia CENTRAL | 2.052 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL2-2 | 0.376 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL2-2 | 0.345 | 52EL1 hacia CENTRAL | 2.052 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.411 | 52EL1-2 | 0.376 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.421 | 52EL1-2 | 0.345 | R5 hacia CENTRAL | 6.004 |
| 52F2 ATRAS | 0.475 | 52F2 ATRAS | 0.498 | 52E5-R ATRAS | 0.461 | 52E3 | 0.422 | 52F2 ATRAS | 9.629 |
| 52E5-R ATRAS | 0.584 | 52E3 | 0.526 | 52F2 ATRAS | 0.489 | R5 hacia CENTRAL | 0.443 | R5 SIST | 32.062 |
| 52F7-COH-AY | 0.907 | 52E5-R ATRAS | 0.566 | 52EL1 SIST | 1.059 | 52F2 ATRAS | 0.481 | 52EL1 SIST | 38.186 |
| 52EL1 SIST | 1.032 | 52EL1-1 | 0.673 | R5 SIST | 1.064 | 52E5-R ATRAS | 0.502 | 52EG1 SIST | 47.475 |
| R5 SIST | 1.035 | 52EL2-1 | 0.673 | 52F7-COH-AY | 1.075 | 52EL1-1 | 0.556 | RE-6 | - |
| R5 hacia CENTRAL | 1.082 | R5 hacia CENTRAL | 0.763 | 52FG1-ALIM-CH | 1.115 | 52EL2-1 | 0.75 | R-15 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.123 | 52E5-R | 0.933 | R5 hacia CENTRAL | 1.116 | 52E5-R | 0.792 | RBB | - |
| 52EL1-1 | 1.126 | R5 SIST | 1.104 | 52E3 ATRAS | 1.272 | R5 SIST | 0.965 | R-AA | - |
| 52EL2-1 | 1.126 | 52EL1 SIST | 1.111 | 52EL1-1 | 1.3 | 52EL1 SIST | 0.97 | R6 | - |
| 52E3 ATRAS | 1.323 | 52FG1-ALIM-CH | 1.283 | 52EL2-1 | 1.3 | 52F7-COH-AY | 0.989 | R10 | - |
| 52EG1 SIST | 1.35 | 52E3 ATRAS | 1.29 | 52EG1 SIST | 1.385 | 52E3 ATRAS | 1.083 | R3 | - |
| 52F7-AY-COH | 1.488 | 52F7-COH-AY | 1.293 | 52E3 | 1.526 | 52FG1-ALIM-CH | 1.181 | R7 | - |
| 52E3 | 1.605 | 52EG1 SIST | 1.381 | 52F7-AY-COH | 1.755 | 52EG1 SIST | 1.206 | RF5 | - |
| 52F2 | 1.631 | 52F7-AY-COH | 2.082 | 52F2 | 1.921 | RE-4 | 1.342 | R16 | - |
| 52E5-R | 8.668 | 52F2 | 2.248 | 52E5-R | 3.033 | 52F7-AY-COH | 1.623 | R17 | - |
| RE-6 | - | RE-4 | 2.607 | RE-6 | - | 52F2 | 1.768 | R21 | - |
| R-15 | - | RE-6 | - | R-15 | - | RE-6 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| RBB | - | R-15 | - | RBB | - | R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R-AA | - | RBB | - | R-AA | - | RBB | - | R14 | - |
| R6 | - | R-AA | - | R6 | - | R-AA | - | R18 | - |
| R10 | - | R6 | - | R10 | - | R6 | - | RE1 | - |
| R3 | - | R10 | - | R3 | - | R10 | - | RE2 | - |

**Tabla 138. Actuación de relés de protección - Falla 14 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-AA | 0.092 | R-AA | 0.046 | R-AA | 0.092 | R-AA | 0.047 | R-AA | 0.054 |
| RE7 ATRAS | 0.29 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.093 | RE7 ATRAS | 0.306 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.098 | RE7 | 0.592 |
| RE7 | 0.312 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.093 | RE7 | 0.346 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.098 | RE7 ATRAS | 0.633 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.424 | R5 hacia CENTRAL | 0.221 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.436 | R5 hacia CENTRAL | 0.231 | 52E5-R ATRAS | 1.026 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.424 | RE7 ATRAS | 0.297 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.436 | RE7 ATRAS | 0.286 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.645 |
| 52F2 ATRAS | 0.546 | RE7 | 0.327 | 52F2 ATRAS | 0.578 | RE7 | 0.305 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.645 |
| 52EL2-2 | 0.831 | 52EL2-2 | 0.385 | 52EL2-2 | 0.954 | 52EL2-2 | 0.386 | R5 SIST | 1.717 |
| 52EL1-2 | 0.831 | 52EL1-2 | 0.385 | 52EL1-2 | 0.954 | 52EL1-2 | 0.386 | 52EL1 SIST | 1.732 |
| 52EL1 SIST | 1.066 | 52F2 ATRAS | 0.777 | 52E5-R ATRAS | 0.995 | 52F2 ATRAS | 0.57 | 52EG1 SIST | 2.153 |
| R5 SIST | 1.07 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EL1 SIST | 1.096 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 3.545 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.122 | R5 SIST | 0.839 | R5 SIST | 1.102 | R5 SIST | 0.839 | 52F2 ATRAS | 9.621 |
| 52EG1 SIST | 1.394 | 52EG1 SIST | 1.043 | R5 hacia CENTRAL | 1.159 | 52EG1 SIST | 1.043 | RE-6 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.695 | 52E5-R ATRAS | 1.062 | 52EG1 SIST | 1.433 | 52E3 | 1.286 | R-15 | - |
| 52EL1-1 | 2.535 | 52E3 | 1.229 | 52FG1-ALIM-CH | 1.844 | 52E5-R ATRAS | 1.726 | RBB | - |
| 52EL2-1 | 2.535 | 52E5-R | 1.762 | 52EL1-1 | 2.931 | 52E5-R | 1.83 | R6 | - |
| 52F7-AY-COH | 4.886 | 52FG1-ALIM-CH | 2.561 | 52EL2-1 | 2.931 | 52FG1-ALIM-CH | 1.868 | R10 | - |
| 52E3 ATRAS | 6.282 | 52EL1-1 | 2.664 | 52E3 ATRAS | 3.888 | 52EL1-1 | 2.888 | R3 | - |
| 52F2 | 10.881 | 52EL2-1 | 2.664 | 52F7-AY-COH | 5.158 | 52EL2-1 | 2.888 | R7 | - |
| 52E5-R ATRAS | 11.929 | 52E3 ATRAS | 4.656 | 52F2 | 17.62 | 52E3 ATRAS | 4.655 | RF5 | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | 52F7-AY-COH | 5.225 | R16 | - |
| R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | 52F2 | 17.615 | R17 | - |
| RBB | - | RBB | - | RBB | - | RE-6 | - | R21 | - |
| R6 | - | R6 | - | R6 | - | R-15 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R10 | - | R10 | - | R10 | - | RBB | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R3 | - | R3 | - | R3 | - | R6 | - | R14 | - |
| R7 | - | R7 | - | R7 | - | R10 | - | R18 | - |
| RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - | R3 | - | RE1 | - |
| R16 | - | R16 | - | R16 | - | R7 | - | RE2 | - |

**Tabla 139. Actuación de relés de protección - Falla 15 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE7 ATRAS | 0.299 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.06 | RE7 ATRAS | 0.317 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | RE7 | 0.631 |
| RE7 | 0.331 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.06 | RE7 | 0.367 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | RE7 ATRAS | 0.65 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | R5 hacia CENTRAL | 0.149 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.387 | R5 hacia CENTRAL | 0.16 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.756 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.37 | RE7 ATRAS | 0.313 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.387 | RE7 ATRAS | 0.296 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.756 |
| 52F2 ATRAS | 0.564 | RE7 | 0.345 | 52F2 ATRAS | 0.599 | RE7 | 0.325 | 52E5-R ATRAS | 1.023 |
| 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL2-2 | 0.393 | 52EL1 SIST | 0.974 | 52EL2-2 | 0.4 | R5 SIST | 1.359 |
| R5 SIST | 0.933 | 52EL1-2 | 0.393 | R5 SIST | 0.977 | 52EL1-2 | 0.4 | 52EL1 SIST | 1.368 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.961 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52E5-R ATRAS | 0.995 | 52F2 ATRAS | 0.591 | R5 hacia CENTRAL | 1.64 |
| 52EL2-2 | 0.962 | R5 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.014 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.701 |
| 52EL1-2 | 0.962 | 52F2 ATRAS | 0.864 | 52EL2-2 | 1.165 | R5 SIST | 0.839 | 52F2 ATRAS | 9.943 |
| 52EG1 SIST | 1.22 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52EL1-2 | 1.165 | 52EG1 SIST | 1.043 | RE-6 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 1.828 | 52E5-R ATRAS | 1.058 | 52EG1 SIST | 1.274 | 52E3 | 1.609 | R-15 | - |
| 52EL1-1 | 2.956 | 52E3 | 1.492 | 52FG1-ALIM-CH | 2.001 | 52E5-R ATRAS | 1.621 | RBB | - |
| 52EL2-1 | 2.956 | 52E5-R | 2.092 | 52EL1-1 | 3.374 | 52FG1-ALIM-CH | 2.029 | R-AA | - |
| 52F7-AY-COH | 5.857 | 52FG1-ALIM-CH | 2.8 | 52EL2-1 | 3.374 | 52E5-R | 2.252 | R6 | - |
| 52F2 | 44.452 | 52EL1-1 | 3.746 | 52E3 ATRAS | 4.446 | 52EL1-1 | 3.446 | R10 | - |
| RE-6 | - | 52EL2-1 | 3.746 | 52F7-AY-COH | 6.037 | 52EL2-1 | 3.446 | R3 | - |
| R-15 | - | 52E3 ATRAS | 6.246 | RE-6 | - | 52E3 ATRAS | 5.43 | R7 | - |
| RBB | - | RE-6 | - | R-15 | - | 52F7-AY-COH | 6.127 | RF5 | - |
| R-AA | - | R-15 | - | RBB | - | RE-6 | - | R16 | - |
| R6 | - | RBB | - | R-AA | - | R-15 | - | R17 | - |
| R10 | - | R-AA | - | R6 | - | RBB | - | R21 | - |
| R3 | - | R6 | - | R10 | - | R-AA | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R7 | - | R10 | - | R3 | - | R6 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| RF5 | - | R3 | - | R7 | - | R10 | - | R14 | - |
| R16 | - | R7 | - | RF5 | - | R3 | - | R18 | - |
| R17 | - | RF5 | - | R16 | - | R7 | - | RE1 | - |
| R21 | - | R16 | - | R17 | - | RF5 | - | RE2 | - |

**Tabla 140. Actuación de relés de protección - Falla 16 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RBB | 0.174 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.065 | RBB | 0.201 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.076 | RBB | 0.302 |
| RE7 ATRAS | 0.351 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.065 | RE7 ATRAS | 0.371 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.076 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.502 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.416 | R5 hacia CENTRAL | 0.161 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.429 | RBB | 0.174 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.502 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.416 | RBB | 0.181 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.429 | R5 hacia CENTRAL | 0.185 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| RE7 | 0.446 | RE7 | 0.371 | RE7 | 0.498 | RE7 ATRAS | 0.347 | RE7 | 0.729 |
| 52F2 ATRAS | 0.716 | RE7 ATRAS | 0.383 | 52F2 ATRAS | 0.768 | RE7 | 0.381 | 52E5-R ATRAS | 1.024 |
| 52EL1 SIST | 1.046 | 52EL2-2 | 0.528 | 52E5-R ATRAS | 1.001 | 52EL2-2 | 0.618 | R5 hacia CENTRAL | 1.1 |
| R5 SIST | 1.048 | 52EL1-2 | 0.528 | 52EL1 SIST | 1.079 | 52EL1-2 | 0.618 | R5 SIST | 1.221 |
| R5 hacia CENTRAL | 1.098 | 52EL1 SIST | 0.839 | R5 SIST | 1.085 | 52F2 ATRAS | 0.757 | 52EL1 SIST | 1.229 |
| 52EG1 SIST | 1.367 | R5 SIST | 0.839 | R5 hacia CENTRAL | 1.139 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52EG1 SIST | 1.527 |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.516 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52EG1 SIST | 1.411 | R5 SIST | 0.839 | 52F2 ATRAS | 9.744 |
| RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 1.097 | 52FG1-ALIM-CH | 2.834 | 52EG1 SIST | 1.043 | RE-6 | - |
| R-15 | - | 52F2 ATRAS | 1.695 | RE-6 | - | 52E5-R ATRAS | 1.376 | R-15 | - |
| R-AA | - | 52E3 | 3.231 | R-15 | - | 52FG1-ALIM-CH | 2.85 | R-AA | - |
| R6 | - | 52E5-R | 4.552 | R-AA | - | 52E3 | 4.299 | R6 | - |
| R10 | - | 52EL1-1 | 11.334 | R6 | - | 52E5-R | 6.536 | R10 | - |
| R3 | - | 52EL2-1 | 11.334 | R10 | - | 52EL1-1 | 15.694 | R3 | - |
| R7 | - | 52E3 ATRAS | 22.469 | R3 | - | 52EL2-1 | 15.694 | R7 | - |
| RF5 | - | RE-6 | - | R7 | - | 52E3 ATRAS | 45.778 | RF5 | - |
| R16 | - | R-15 | - | RF5 | - | RE-6 | - | R16 | - |
| R17 | - | R-AA | - | R16 | - | R-15 | - | R17 | - |
| R21 | - | R6 | - | R17 | - | R-AA | - | R21 | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R10 | - | R21 | - | R6 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R14 | - | R3 | - | 52FG1-CH-ALIM | - | R10 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| R18 | - | R7 | - | R14 | - | R3 | - | R14 | - |
| RE1 | - | RF5 | - | R18 | - | R7 | - | R18 | - |
| RE2 | - | R16 | - | RE1 | - | RF5 | - | RE1 | - |
| 52F2 | - | R17 | - | RE2 | - | R16 | - | RE2 | - |

**Tabla 141. Actuación de relés de protección - Falla 17 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R5 hacia CENTRAL | 0.242 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.047 | R5 hacia CENTRAL | 0.266 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.051 | R5 hacia CENTRAL | 0.245 |
| RE7 ATRAS | 0.33 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.047 | RE7 ATRAS | 0.35 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.051 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.384 |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.35 | R5 hacia CENTRAL | 0.078 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.37 | R5 hacia CENTRAL | 0.079 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.384 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.35 | RE7 ATRAS | 0.357 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.37 | RE7 ATRAS | 0.328 | RE7 ATRAS | 0.688 |
| RE7 | 0.396 | RE7 | 0.362 | RE7 | 0.445 | RE7 | 0.369 | RE7 | 0.73 |
| R5 SIST | 0.43 | R5 SIST | 0.463 | R5 SIST | 0.455 | R5 SIST | 0.426 | R5 SIST | 0.84 |
| 52F2 ATRAS | 0.644 | 52EL2-2 | 0.472 | 52F2 ATRAS | 0.689 | 52EL2-2 | 0.514 | 52E5-R ATRAS | 1.021 |
| 52EL1 SIST | 0.888 | 52EL1-2 | 0.472 | 52EL1 SIST | 0.933 | 52EL1-2 | 0.514 | 52EL1 SIST | 1.141 |
| 52EG1 SIST | 1.161 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52E5-R ATRAS | 0.997 | 52F2 ATRAS | 0.679 | 52EG1 SIST | 1.419 |
| 52EL2-2 | 1.718 | 52EG1 SIST | 1.043 | 52EG1 SIST | 1.22 | 52EL1 SIST | 0.839 | 52F2 ATRAS | 10.114 |
| 52EL1-2 | 1.718 | 52E5-R ATRAS | 1.077 | 52FG1-ALIM-CH | 2.513 | 52EG1 SIST | 1.043 | RE-6 | - |
| 52FG1-ALIM-CH | 2.269 | 52F2 ATRAS | 1.242 | 52E3 ATRAS | 7.093 | 52E5-R ATRAS | 1.462 | R-15 | - |
| RE-6 | - | 52E3 | 2.544 | RE-6 | - | 52FG1-ALIM-CH | 2.538 | RBB | - |
| R-15 | - | 52E5-R | 3.528 | R-15 | - | 52E3 | 3.046 | R-AA | - |
| RBB | - | 52EL1-1 | 8.305 | RBB | - | 52E5-R | 4.28 | R6 | - |
| R-AA | - | 52EL2-1 | 8.305 | R-AA | - | 52EL1-1 | 10.589 | R10 | - |
| R6 | - | 52E3 ATRAS | 14.417 | R6 | - | 52EL2-1 | 10.589 | R3 | - |
| R10 | - | RE-6 | - | R10 | - | 52E3 ATRAS | 20.383 | R7 | - |
| R3 | - | R-15 | - | R3 | - | RE-6 | - | RF5 | - |
| R7 | - | RBB | - | R7 | - | R-15 | - | R16 | - |
| RF5 | - | R-AA | - | RF5 | - | RBB | - | R17 | - |
| R16 | - | R6 | - | R16 | - | R-AA | - | R21 | - |
| R17 | - | R10 | - | R17 | - | R6 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| R21 | - | R3 | - | R21 | - | R10 | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | R7 | - | 52FG1-CH-ALIM | - | R3 | - | R14 | - |
| R14 | - | RF5 | - | R14 | - | R7 | - | R18 | - |
| R18 | - | R16 | - | R18 | - | RF5 | - | RE1 | - |
| RE1 | - | R17 | - | RE1 | - | R16 | - | RE2 | - |

**Tabla 142. Actuación de relés de protección - Falla 18 sin DIV.**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | | Falla Monofásica Rf=40 Ω | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EG1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EG1 hacia CENTRAL | 0.105 | 52E5-R ATRAS | 1.012 |
| 52EL1 hacia CENTRAL | 0.194 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.152 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.211 | 52EL1 hacia CENTRAL | 0.105 | RE7 ATRAS | 1.44 |
| R5 hacia CENTRAL | 0.45 | R5 hacia CENTRAL | 0.359 | RE7 ATRAS | 0.483 | R5 hacia CENTRAL | 0.254 | 52EG1 hacia CENTRAL | 1.644 |
| RE7 ATRAS | 0.457 | RE7 ATRAS | 0.497 | R5 hacia CENTRAL | 0.499 | RE7 ATRAS | 0.453 | 52EL1 hacia CENTRAL | 1.644 |
| R5 SIST | 0.599 | R5 SIST | 0.651 | R5 SIST | 0.63 | 52EL1 SIST | 0.592 | 52EL1 SIST | 1.732 |
| 52EL1 SIST | 0.6 | 52EL1 SIST | 0.652 | 52EL1 SIST | 0.631 | R5 SIST | 0.592 | R5 SIST | 1.742 |
| RE7 | 0.771 | 52EG1 SIST | 0.853 | 52EG1 SIST | 0.825 | RE7 | 0.748 | 52EG1 SIST | 2.153 |
| 52EG1 SIST | 0.784 | RE7 | 0.936 | RE7 | 0.878 | 52EG1 SIST | 0.775 | R5 hacia CENTRAL | 3.701 |
| 52F2 ATRAS | 1.315 | 52E5-R ATRAS | 1.042 | 52E5-R ATRAS | 1.001 | 52F2 ATRAS | 1.261 | RE7 | 9.801 |
| 52E5-R ATRAS | 5.714 | 52F2 ATRAS | 2.088 | 52F2 ATRAS | 1.248 | 52E5-R ATRAS | 1.64 | RE-6 | - |
| RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | RE-6 | - | R-15 | - |
| R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | R-15 | - | RBB | - |
| RBB | - | RBB | - | RBB | - | RBB | - | R-AA | - |
| R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - | R-AA | - | R6 | - |
| R6 | - | R6 | - | R6 | - | R6 | - | R10 | - |
| R10 | - | R10 | - | R10 | - | R10 | - | R3 | - |
| R3 | - | R3 | - | R3 | - | R3 | - | R7 | - |
| R7 | - | R7 | - | R7 | - | R7 | - | RF5 | - |
| RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - | RF5 | - | R16 | - |
| R16 | - | R16 | - | R16 | - | R16 | - | R17 | - |
| R17 | - | R17 | - | R17 | - | R17 | - | R21 | - |
| R21 | - | R21 | - | R21 | - | R21 | - | 52FG1-CH-ALIM | - |
| 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-CH-ALIM | - | 52FG1-ALIM-CH | - |
| 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | 52FG1-ALIM-CH | - | R14 | - |
| R14 | - | R14 | - | R14 | - | R14 | - | R18 | - |
| R18 | - | R18 | - | R18 | - | R18 | - | RE1 | - |
| RE1 | - | RE1 | - | RE1 | - | RE1 | - | RE2 | - |
| RE2 | - | RE2 | - | RE2 | - | RE2 | - | 52F2 | - |

Para el presente escenario solo se muestra la corriente correspondiente a la falla 10, que es la que reviste mayor interés, dado que en este caso se tiene una única línea de transmisión entre Coyahque y Tehuelche. Para el resto de las fallas, el valor de la corriente de falla es prácticamente igual a la obtenida en el escenario que tiene en cuenta el proyecto Divisadero.

## Tabla 143. Corrientes de falla - Falla 10 sin DIV.

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 3-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| | | | Voltages | | | Sk" | | Ikss | | | |
| Short Circuit Location | | | [kV] | [deg] | | [MVA] | | [kA] | [deg] | | |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | | | 0.00 | 0.00 | | 86.941 | | 2.182 | 91.40 | | |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 8.65 | -19.39 | A | | 30.642 | 2.308 | 88.74 | I1 | 0.769 | 88.74 |
| | U2 | 4.93 | 156.66 | B | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.769 | 88.74 |
| | U0 | 3.75 | 165.81 | C | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 2.308 | 88.74 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase Short-Circuit | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 6.83 | -20.76 | A | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.066 | 91.32 |
| | U2 | 6.83 | -20.76 | B | | 24.516 | 1.846 | 1.32 | I2 | 1.066 | -88.68 |
| | U0 | 0.00 | 0.00 | C | | 24.516 | 1.846 | -178.68 | 3*I0 | 0.000 | 0.00 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | 2-Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 4.17 | -17.15 | A | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I1 | 1.502 | 89.73 |
| | U2 | 4.17 | -17.15 | B | | 28.662 | 2.158 | -34.99 | I2 | 0.651 | -85.07 |
| | U0 | 4.17 | -17.15 | C | | 31.368 | 2.362 | -145.96 | 3*I0 | 2.567 | -94.23 |

| Currents/Voltages with short-circuit location(s) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Short-Circuit Calculation complete | | | | | | Single Phase to Ground | | / Max. Short-Circuit Currents | | | |
| Short-Circuit Duration | | Fault Impedance | | | | | | | | | |
| Break Time | 0.10 s | Resistance, Rf | | 40.00 Ohm | | | | | | | |
| Fault Clearing Time (Ith) | 1.00 s | Reactance, Xf | | 0.00 Ohm | | | | | | | |
| | | 0-1-2 Sequence Voltages | | | | Sk" | | Ikss | | 0-1-2 Sequence Currents | |
| Short Circuit Location | | [kV] | [deg] | | | [ ] | | [ ] | [ ] | [ ] | [ ] |
| Linea 2 Tehuelche-Divisadero(2) | U1 | 13.04 | -23.29 | A | | 4.190 | 0.316 | 151.76 | I1 | 0.105 | 151.76 |
| | U2 | 0.67 | -140.32 | B | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | I2 | 0.105 | 151.76 |
| | U0 | 0.51 | -131.16 | C | | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 3*I0 | 0.316 | 151.76 |

#### 9.2.3. ESCENARIO CONSIDERANDO SETEOS ORIGINALES

En este caso se muestra la respuesta de actuación de los relés y la coordinación entre los mismos para el caso base (sin considerar Divisadero) en el escenario de demanda máxima y 10% de reserva, con los seteos originales que se tenían por defecto en una de las bases de datos e informes suministradas por SAESA. Tal como se ve en las siguientes tablas, se tenía actuación descoordinada para la mayoría de las fallas (actuación con color rojo). Ante esta situación se modificaron los ajustes originales de los relés mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 144.** Seteos originales Relés Sistema Aysén

| **Nombre** | **52E3** | **52E3** | **52E5-R** | **52E5-R** | **52EL1-1** | **52EL1-2** | **52EL2-1** | **52EL2-2** | **RE-4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL- | SR-750 | SR-750 | Form 4C | Form 4C | Form 4C | Form 4C | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante +45º | Atrás -135º | Adelante | Atrás - 60º | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 165 | 165 | 340 | 100 | 340 | 340 | 340 | 340 | 150 |
| **Curva** | 113 | 120 | IEC SI | ANSI NI | 134 | 134 | 106 | 106 | 120 |
| **Multiplicador** | 1,10 | 0,8 | 0.125 | 2.03 | 0,29 | 0,29 | 1.31 | 1.31 | 1.55 |
| **Sumador [seg]** | 0,19 | 0,19 | - | | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0.04 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | | ON | ON | ON | ON | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | | 697 | 697 | 585 | 585 | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | - |
| **Reconexión** | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 35 |
| **Curva** | 201 | 201 | IEC SI | ANSI NI | 134 | 134 | 102 | 102 | 120 |
| **Multiplicador** | 0.15 | 0.50 | 0,275 | 2,00 | 1.2 | 1.2 | 1 | 1 | 1 |
| **Sumador [seg]** | 0.19 | 0.16 | - | | 0 | 0 | 0.36 | 0.36 | 0.15 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | | - | - | - | - | - |

| **Nombre Equipo** | **52F2** | **52F7** | **52F7** | **R8** | **RE2** | **RE1** | **52FG1** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SR-750 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | Form 4C | Form 4C | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante | Atrás | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Hacia |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 23 | 23 | 33 |
| **FASE** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 140 | 125 | 160 | 50 | 140 | 140 | 120 |
| **Curva** | IEC SI | 120 | 113 | 117 | 120 | 120 | 117 |
| **Multiplicador** | 0,2 | 0,7 | 0,75 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1 |
| **Sumador [seg]** | - | 0.15 | 0,12 | 0.12 | 0.03 | 0.03 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | 0.1 | 0,10 | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 22.5 | 20 | 35 | 20 | 35 | 35 | 16 |
| **Curva** | IEC SI | 201 | 201 | 117 | 120 | 120 | 113 |
| **Multiplicador** | 0.25 | 0,15 | 0.15 | 1.7 | 1.03 | 1.03 | 1 |
| **Sumador [seg]** | - | 0.1 | 0.1 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | - | - | - | 1 | 2 | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | - | - | 2 | 2 | 5 | - |

| **Nombre Equipo** | **52FG1** | **R14** | **R16** | **GRANEROS** | **PESCA** | **R21** | **RF5** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL- | Form 4C | Form 4C | Form 4C | Form 4C | SEL-351 | SEL-351 |
| **Dirección** | Hacia | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante |
| **Tensión [kV]** | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| **FASE** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 220 | 120 | 110 | 40 | 80 | 170 | 150 |
| **Curva** | 112 | 111 | 111 | 164 | 117 | 117 | 117 |
| **Multiplicador** | 0.72 | 0.8 | 0.57 | 0.4 | 0.15 | 0.38 | 0.9 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sumador [seg]** | 0.17 | 0.12 | 0.05 | 0 | 0 | 0.14 | 0.2 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | ON | ON | ON | OFF | OFF | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | 600 | 660 | 400 | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | 0.18 | 0.06 | 0.06 | - | 0.22 | - |
| **Reconexión** | - | 1 | **1** | **-** | **-** | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | **7** | **-** | **-** | 5 | - |
| **RESIDUAL** | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 35 | 20 | 20 | 15 | 10 | 20 | 20 |
| **Curva** | 119 | 117 | 117 | 161 | 117 | 133 | 117 |
| **Multiplicador** | 1.70 | 1.03 | 1.03 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 1.65 |
| **Sumador [seg]** | - | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.13 | 0.2 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | ON | ON | ON | ON | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | 200 | 240 | 120 | 100 | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | 0.18 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.22 | 0.38 |
| **Reconexión** | - | 1 | 1 | **-** | **-** | 2 | - |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | - | 7 | 7 | **-** | **-** | 5 | - |

| **Nombre Equipo** | **R-AA** | **R-10** | **R3** | **R5** | **R5** | **R6** | **R7** | **RBB** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | SEL-351 | Form 4C | Form 4C | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante | Adelante | Adelante | Adelante | Atrás | Adelante | Adelante | Adelante |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | 40 | 50 | 100 | 120 | 45 | 45 | 75 |
| **Curva** | 139 | 115 | 138 | 138 | IEC C1 | 132 | 132 | 138 |
| **Multiplicador** | 1.40 | 1.6 | 0.95 | 0.27 | 0.13 | 0.70 | 0.7 | 0.8 |
| **Sumador [seg]** | 0 | 0.06 | 0 | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | ON | OFF | OFF | - | - | OFF | OFF | - |
| **Pick up HCT [A]** | 900 | | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo op [seg]** | 0.02 | | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | 0.08 | | | | | | | |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | | | | |
| **I pick up [A]** | 10 | 8 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 25 |
| **Curva** | 139 | 162 | 133 | 133 | IEC-C1 | 139 | 162 | 133 |
| **Multiplicador** | 1 | 1.39 | 1.5 | 1.23 | 0.37 | 2 | 1 | 1.3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sumador [seg]** | 0 | 0 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0 | 0 | 0.17 |
| **Unidad de Alta** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| **Nombre Equipo** | **R2** | **RE7** | **RE7** | **RE6** | **R15** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Relé** | Form 4C | Form 4C | Form 4C | SEL-351 | SEL-351 |
| **Dirección** | Adelante | Adelante | Atras | Adelante | Adelante |
| **Tensión [kV]** | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **FASE** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 105 | 120 | 120 | 140 | 80 |
| **Curva** | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 1.6 | 1.55 | 0.1 | 0.26 | 0.80 |
| **Sumador [seg]** | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.19 | 0.17 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |
| **RESIDUAL** | | | | | |
| **I pick up [A]** | 30 | 35 | 10 | 30 | 80 |
| **Curva** | 120 | 120 | IEC-C1 | 140 | 133 |
| **Multiplicador** | 0.75 | 1 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| **Sumador [seg]** | 0.05 | 0.15 | 0.00 | 0.12 | 0.20 |
| **Unidad de Alta Corriente (HCT)** | - | - | - | - | - |
| **Pick up HCT [A]** | - | - | - | - | - |
| **Tiempo min [seg]** | - | - | - | - | - |
| **Reconexión** | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| **Tpo. Reconexión [seg]** | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 |

### *9.2.3.1. Resultados de la coordinación de protecciones*

**Tabla 145. Actuación de relés de protección - Falla 01.Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52F2 | 0,375 | 52F2 | 0,213 | 52F2 | 0,462 | 52F2 | 0,189 |
| RF-5 | 0,542 | RF-5 | 0,542 | RF-5 | 0,542 | 52F-7 | 0,462 |
| 52E3 | 0,719 | 52F-7 | 0,572 | 52E3 | 0,877 | RF-5 | 0,542 |
| 52FG-1 | 0,953 | 52FG-1 | 0,761 | 52FG-1 | 1,062 | 52FG-1 | 0,757 |
| 52F-7 | 1,266 | 52E3 | 1,018 | 52F-7 | 1,62 | 52E3 | 0,821 |
| R-5 | 7,137 | R-5 | 11,355 | R-5 | 9,143 | R-5 | 8,503 |

**Tabla 146. Actuación de relés de protección - Falla 02. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R 21 | 0,224 | R 21 | 0,224 | R 21 | 0,224 | R 21 | 0,224 |
| RF-5 | 0,542 | RF-5 | 0,641 | RF-5 | 0,631 | RF-5 | 0,547 |
| 52F2 | 0,619 | 52FG-1 | 0,757 | 52F2 | 0,85 | 52FG-1 | 0,757 |
| 52FG-1 | 0,976 | 52F2 | 1,198 | 52FG-1 | 1,088 | 52F2 | 0,768 |
| 52E3 | 1,097 | 52E3 | 1,97 | 52E3 | 1,321 | 52E3 | 1,287 |
| 52F-7 | 2,138 | 52F-7 | 3,752 | 52F-7 | 2,737 | 52F-7 | 2,552 |
| R-5 | 11,765 | - | - | R-5 | 14,714 | R-5 | 14,224 |

**Tabla 147. Actuación de relés de protección - Falla 03. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52FG-1 | 0,21 | R-18 | 0,015 | 52FG-1 | 0,267 | R-18 | 0,012 |
| RF-5 | 0,542 | 52FG-1 | 0,167 | RE-4 | 0,417 | 52FG-1 | 0,166 |
| RE-4 | 0,622 | RE-4 | 0,438 | RF-5 | 0,62 | 52F2 | 0,417 |
| 52E3 | 0,885 | RF-5 | 0,542 | 52E3 | 0,933 | RE-4 | 0,511 |
| 52F-7 | 2,212 | 52F2 | 0,76 | 52F-7 | 2,914 | RF-5 | 0,542 |

**Tabla 148. Actuación de relés de protección - Falla 04. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52F2 | 0,177 | 52F2 | 0,122 | 52F2 | 0,196 | 52F2 | 0,126 |
| 52E3 | 0,529 | 52F-7 | 0,187 | 52E3 | 0,606 | 52F-7 | 0,197 |
| 52F-7 | 0,77 | 52E3 | 0,868 | 52F-7 | 0,963 | 52E3 | 0,583 |
| RF-5 | 1,306 | RF-5 | 0,96 | RF-5 | 1,51 | RF-5 | 0,96 |
| 52FG-1 | 2,401 | 52FG-1 | 1,205 | 52FG-1 | 2,879 | 52FG-1 | 1,314 |
| R-5 | 4,238 | 52E-5 | 1,308 | R-5 | 5,401 | 52E-5 | 2,199 |

## Tabla 149. Actuación de relés de protección - Falla 05. Seteos originales

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-8 | 0,165 | R-8 | 0,156 | R-8 | 0,179 | R-8 | 0,155 |
| 52F2 | 0,221 | 52F2 | 0,185 | 52F2 | 0,251 | 52F2 | 0,17 |
| 52E3 | 0,459 | 52E-5 | 0,385 | 52E3 | 0,497 | 52E-5 | 0,327 |
| 52F-7 | 0,577 | 52F-7 | 0,446 | 52F-7 | 0,716 | 52F-7 | 0,383 |
| RF-5 | 2,157 | 52E3 | 0,497 | RF-5 | 2,537 | 52E3 | 0,469 |
| R-5 | 2,917 | RF-5 | 2,043 | R-5 | 3,685 | RF-5 | 1,52 |
| 52FG-1 | 5,545 | R-5 | 4,313 | 52FG-1 | 8,024 | 52FG-1 | 3,223 |
| RE-7 | 8,924 | 52FG-1 | 4,47 | RE-7 | 13,291 | R-5 | 3,225 |

## Tabla 150. Actuación de relés de protección - Falla 06. Seteos originales

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52F2 | 0,289 | 52E-5 | 0,161 | 52F2 | 0,344 | 52E-5 | 0,154 |
| 52E-5 | 0,342 | 52E3 | 0,265 | 52E3 | 0,408 | 52E3 | 0,26 |
| 52E3 | 0,394 | 52F2 | 0,401 | 52E-5 | 0,49 | 52EL1-2 | 0,283 |
| 52EL2-2 | 0,804 | 52F-7 | 1,376 | 52F-7 | 1,139 | 52F2 | 0,317 |
| 52EL1-2 | 0,804 | R-5 | 2,205 | 52EL2-2 | 1,337 | 52EL2-2 | 0,643 |
| 52F-7 | 0,893 | RE-7 | 5,892 | 52EL1-2 | 1,337 | 52F-7 | 1,018 |
| R-5 | 1,313 | - | - | R-5 | 1,76 | R-5 | 1,566 |
| 52EL21 | 2,447 | - | - | 52EL21 | 3,707 | 52EL21 | 3,146 |
| 52EL1-1 | 2,447 | - | - | 52EL1-1 | 3,707 | 52EL1-1 | 3,146 |
| RE-7 | 3,223 | - | - | RE-7 | 4,553 | RE-7 | 3,925 |
| RF-5 | 3,921 | - | - | RF-5 | 4,732 | RF-5 | 4,44 |

## Tabla 151. Actuación de relés de protección - Falla 07. Seteos originales

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-2 | 0,241 | 52EL1-2 | 0,046 | RE-2 | 0,27 | 52EL1-2 | 0,028 |
| 52E-5 | 0,257 | 52E-5 | 0,132 | 52E-5 | 0,332 | 52E-5 | 0,13 |
| 52F2 | 0,317 | RE-2 | 0,222 | 52F2 | 0,384 | RE-2 | 0,221 |
| 52EL2-2 | 0,513 | 52E3 | 0,325 | 52E3 | 0,737 | 52E3 | 0,301 |
| 52EL1-2 | 0,513 | 52EL2-2 | 0,406 | 52EL2-2 | 0,767 | 52F2 | 0,351 |
| 52E3 | 0,628 | 52F2 | 0,441 | 52EL1-2 | 0,767 | 52EL2-2 | 0,388 |
| R-5 | 0,941 | R-5 | 1,414 | R-5 | 1,293 | R-5 | 1,115 |
| 52F-7 | 1,02 | 52F-7 | 1,538 | 52F-7 | 1,304 | 52F-7 | 1,17 |
| 52EL21 | 1,631 | 52EL21 | 2,691 | 52EL21 | 2,328 | 52EL21 | 1,982 |
| 52EL1-1 | 1,631 | 52EL1-1 | 2,691 | 52EL1-1 | 2,328 | 52EL1-1 | 1,982 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RE-7 | 2,324 | RE-7 | 3,467 | RE-7 | 3,176 | RE-7 | 2,75 |
| RF-5 | 4,712 | - | - | - | - | RF-5 | 5,361 |

**Tabla 152. Actuación de relés de protección - Falla 08. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R2 | 0,229 | 52EL1-2 | 0,053 | R2 | 0,254 | 52EL1-2 | 0,031 |
| 52E-5 | 0,267 | 52E-5 | 0,133 | 52E-5 | 0,348 | 52E-5 | 0,13 |
| 52F2 | 0,327 | R2 | 0,217 | 52F2 | 0,398 | R2 | 0,216 |
| 52EL2-2 | 0,55 | 52E3 | 0,33 | 52E3 | 0,764 | 52E3 | 0,308 |
| 52EL1-2 | 0,55 | 52EL2-2 | 0,413 | 52EL2-2 | 0,818 | 52F2 | 0,366 |
| 52E3 | 0,644 | 52F2 | 0,47 | 52EL1-2 | 0,818 | 52EL2-2 | 0,391 |
| R-5 | 0,987 | R-5 | 1,515 | R-5 | 1,358 | R-5 | 1,187 |
| 52F-7 | 1,065 | 52F-7 | 1,651 | 52F-7 | 1,365 | 52F-7 | 1,233 |
| 52EL21 | 1,729 | 52EL21 | 2,982 | 52EL21 | 2,493 | 52EL21 | 2,132 |
| 52EL1-1 | 1,729 | 52EL1-1 | 2,982 | 52EL1-1 | 2,493 | 52EL1-1 | 2,132 |
| RE-7 | 2,442 | RE-7 | 3,762 | RE-7 | 3,331 | RE-7 | 2,923 |
| R2 | 0,229 | 52EL1-2 | 0,053 | R2 | 0,254 | 52EL1-2 | 0,031 |

**Tabla 153. Actuación de relés de protección - Falla 09. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE1 | 0,242 | 52EL1-2 | 0,047 | RE1 | 0,271 | 52EL1-2 | 0,028 |
| 52E-5 | 0,258 | 52E-5 | 0,132 | 52E-5 | 0,334 | 52E-5 | 0,13 |
| 52F2 | 0,318 | RE1 | 0,223 | 52F2 | 0,385 | RE1 | 0,222 |
| 52EL2-2 | 0,517 | 52E3 | 0,326 | 52E3 | 0,739 | 52E3 | 0,302 |
| 52EL1-2 | 0,517 | 52EL2-2 | 0,407 | 52EL2-2 | 0,772 | 52F2 | 0,353 |
| 52E3 | 0,629 | 52F2 | 0,445 | 52EL1-2 | 0,772 | 52EL2-2 | 0,388 |
| R-5 | 0,946 | R-5 | 1,429 | R-5 | 1,299 | R-5 | 1,122 |
| 52F-7 | 1,024 | 52F-7 | 1,554 | 52F-7 | 1,309 | 52F-7 | 1,176 |
| 52EL21 | 1,641 | 52EL21 | 2,731 | 52EL21 | 2,345 | 52EL21 | 1,997 |
| 52EL1-1 | 1,641 | 52EL1-1 | 2,731 | 52EL1-1 | 2,345 | 52EL1-1 | 1,997 |
| RE-7 | 2,336 | RE-7 | 3,503 | RE-7 | 3,191 | RE-7 | 2,768 |
| RF-5 | 4,74 | - | - | - | - | RF-5 | 5,397 |

**Tabla 154. Actuación de relés de protección - Falla 10. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52E-5 | 0,152 | 52EL1-2 | 0,031 | 52E-5 | 0,173 | 52EL1-2 | 0,023 |
| 52F2 | 0,334 | 52E-5 | 0,13 | 52F2 | 0,409 | 52E-5 | 0,13 |
| 52EL2-2 | 0,485 | 52EL2-2 | 0,391 | 52EL2-2 | 0,725 | 52E3 | 0,355 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52EL1-2 | 0,485 | 52E3 | 0,395 | 52EL1-2 | 0,725 | 52F2 | 0,372 |
| 52E3 | 0,656 | 52F2 | 0,47 | 52E3 | 0,785 | 52EL2-2 | 0,383 |
| R-5 | 0,904 | R-5 | 1,301 | R-5 | 1,24 | R-5 | 1,055 |
| 52F-7 | 1,097 | 52F-7 | 1,649 | 52F-7 | 1,411 | 52F-7 | 1,255 |
| 52EL21 | 1,554 | 52EL21 | 2,397 | 52EL21 | 2,2 | 52EL21 | 1,86 |
| 52EL1-1 | 1,554 | 52EL1-1 | 2,397 | 52EL1-1 | 2,2 | 52EL1-1 | 1,86 |

**Tabla 155. Actuación de relés de protección - Falla 11. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| 52EL1-1 | 0,394 | 52EL1-2 | 0,016 | 52EL1-1 | 0,448 | 52EL1-2 | 0,016 |
| 52F2 | 0,51 | 52EL1-1 | 0,406 | 52F2 | 0,7 | 52EL1-1 | 0,399 |
| 52EL1-2 | 0,516 | 52EL2-2 | 0,571 | 52EL1-2 | 0,769 | 52EL2-2 | 0,563 |
| 52E3 | 0,951 | 52E3 | 1,738 | 52E3 | 1,187 | 52F2 | 0,663 |
| R-5 | 1,337 | R-5 | 2,664 | R-5 | 1,787 | 52E3 | 1,111 |
| 52F-7 | 1,791 | 52F-7 | 4,344 | 52F-7 | 2,375 | R-5 | 1,695 |
| RE-7 | 3,281 | RE-7 | 7,769 | RE-7 | 4,643 | 52F-7 | 2,272 |
| - | - | 52EL21 | 13,464 | - | - | RE-7 | 4,342 |

**Tabla 156. Actuación de relés de protección - Falla 12. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-4 | 0,113 | 52EL1-2 | 0,021 | RE-4 | 0,113 | 52EL1-2 | 0,016 |
| 52F2 | 0,329 | RE-4 | 0,113 | 52F2 | 0,401 | RE-4 | 0,113 |
| 52EL2-2 | 0,406 | 52EL2-2 | 0,381 | 52EL2-2 | 0,589 | 52E-5 | 0,275 |
| 52EL1-2 | 0,406 | 52F2 | 0,383 | 52EL1-2 | 0,589 | 52F2 | 0,347 |
| 52E3 | 0,647 | 52E-5 | 0,393 | 52E3 | 0,769 | 52EL2-2 | 0,376 |
| R-5 | 0,78 | 52E3 | 0,553 | R-5 | 1,062 | 52E3 | 0,416 |
| 52F-7 | 1,073 | R-5 | 0,873 | 52F-7 | 1,377 | R-5 | 0,498 |
| 52EL21 | 1,303 | 52F-7 | 1,301 | 52EL21 | 1,836 | 52EL21 | 0,923 |
| 52EL1-1 | 1,303 | 52EL21 | 1,481 | 52EL1-1 | 1,836 | 52EL1-1 | 0,923 |
| RE-7 | 1,915 | 52EL1-1 | 1,481 | RE-7 | 2,623 | RE-7 | 0,983 |
| RF-5 | 5,048 | RE-7 | 1,96 | - | - | 52F-7 | 1,153 |

**Tabla 157. Actuación de relés de protección - Falla 13. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-7 | 0,29 | 52EL1-2 | 0,031 | RE-7 | 0,328 | 52EL1-2 | 0,024 |
| 52F2 | 0,39 | RE-7 | 0,244 | 52F2 | 0,494 | R-5 | 0,206 |
| 52EL2-2 | 0,545 | R-5 | 0,282 | 52EL2-2 | 0,811 | RE-7 | 0,245 |
| 52EL1-2 | 0,545 | 52EL2-2 | 0,391 | 52EL1-2 | 0,811 | 52EL2-2 | 0,384 |
| R-5 | 0,74 | 52E-5 | 0,568 | 52E3 | 0,927 | 52E-5 | 0,441 |
| 52E3 | 0,748 | 52F2 | 0,615 | R-5 | 1,005 | 52F2 | 0,456 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52F-7 | 1,329 | 52E3 | 0,708 | 52F-7 | 1,736 | 52E3 | 0,601 |
| 52EL21 | 1,717 | 52F-7 | 2,128 | 52EL21 | 2,47 | 52F-7 | 1,597 |
| 52EL1-1 | 1,717 | 52EL21 | 2,748 | 52EL1-1 | 2,47 | 52EL21 | 2,066 |

**Tabla 158. Actuación de relés de protección - Falla 14. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-AA | 0,098 | R-AA | 0,036 | R-AA | 0,098 | R-AA | 0,036 |
| RE-7 | 0,403 | R-5 | 0,233 | RE-7 | 0,468 | R-5 | 0,242 |
| 52F2 | 0,941 | RE-7 | 0,248 | R-5 | 1,429 | RE-7 | 0,249 |
| R-5 | 1,038 | 52EL1-2 | 0,306 | 52E3 | 1,851 | 52E3 | 1,472 |
| 52E3 | 1,397 | 52EL2-2 | 0,666 | 52F2 | 1,894 | 52F2 | 1,541 |
| 52F-7 | 2,918 | 52E3 | 1,43 | 52F-7 | 3,948 | 52F-7 | 3,683 |

**Tabla 159. Actuación de relés de protección - Falla 15. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| RE-7 | 0,36 | R-5 | 0,125 | RE-7 | 0,412 | R-5 | 0,124 |
| 52F2 | 0,644 | 52EL1-2 | 0,2 | R-5 | 0,903 | 52EL1-2 | 0,199 |
| R-5 | 0,664 | RE-7 | 0,245 | 52F2 | 0,988 | RE-7 | 0,245 |
| 52E3 | 1,127 | 52EL2-2 | 0,56 | 52E3 | 1,435 | 52EL2-2 | 0,559 |
| 52EL2-2 | 1,158 | 52E3 | 1,24 | 52F-7 | 3,003 | 52F2 | 0,888 |
| 52EL1-2 | 1,158 | 52E-5 | 2,678 | - | - | 52E3 | 1,237 |
| 52F-7 | 2,215 | 52F-7 | 5,526 | - | - | 52E-5 | 2,649 |
| 52EL21 | 3,359 | 52EL21 | 12,956 | - | - | 52F-7 | 2,816 |

**Tabla 160. Actuación de relés de protección - Falla 16. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-BB | 0,262 | R-BB | 0,062 | R-BB | 0,33 | R-BB | 0,068 |
| RE-7 | 0,657 | R-5 | 0,182 | RE-7 | 0,797 | R-5 | 0,229 |
| R-5 | 1,218 | RE-7 | 0,287 | R-5 | 1,658 | RE-7 | 0,302 |
| 52E3 | 3,489 | 52E3 | 5,634 | - | - | 52E3 | 10,92 |

**Tabla 161. Actuación de relés de protección - Falla 17. Seteos originales**

| Falla Trifásica | | Falla Monofásica | | Falla Bifásica | | Falla Bifásica a Tierra | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] | Elemento actuante | Tiempo de disparo [S] |
| R-5 | 0,203 | R-5 | 0,055 | R-5 | 0,238 | R-5 | 0,058 |
| RE-7 | 0,485 | RE-7 | 0,269 | RE-7 | 0,573 | RE-7 | 0,274 |
| 52E3 | 2,039 | 52E3 | 3,212 | 52E3 | 2,744 | 52E3 | 2,379 |
| 52F-7 | 4,407 | - | - | 52F-7 | 6,156 | 52F-7 | 5,693 |

### 9.2.2. CONCLUSIONES

En este anexo II junto con el capítulo 6 del cuerpo del informe se ha presentado la información correspondiente a los ajustes de las protecciones y la respuesta de las mismas ante diversas fallas en distintos escenarios. Por un lado, en el cuerpo del informe se presentaron las curvas de los relés de fase y residual correspondientes a los subsistemas radiales, en los que la coordinación podía realizarse solo a partir de la inspección de curvas corriente-tiempo. En algunos casos estas fueran modificadas a partir de sus configuraciones originales con el fin de obtener una coordinación eficaz y según requerimientos de SAESA.

Asimismo en el caso de los relés pertenecientes al sistema de sub-transmisión, lo que se realizó inicialmente fue analizar la respuesta de los mismos con los seteos originales. En dicho caso se obtuvieron actuaciones descoordinadas para la mayoría de las fallas, analizando el caso original, es decir, sin tener en cuenta la nueva estación de Divisadero. Ante esto se modificaron los ajustes de los relés de manera de obtener una actuación selectiva y coordinada de las protecciones tanto en el caso base como considerando la nueva estación Divisadero y el seccionamiento de la barra de Tehuelche.

En relación a la configuración de las futuras protecciones diferenciales, se optó por presentar la configuración típica de un rele diferencial de línea, pues el modelo de dicho relé presente en Digislent no funcionó correctamente luego de diversas pruebas.