



SEGUNDO TRANSFORMADOR HINCAPIÉ 66/13,8 kV 13 MVA

ANEXO 1 RESUMEN DE AJUSTES RECOMENDADOS

DOCUMENTO IEB-G004-23-13

REVISIÓN 0
VERSIÓN a



Medellín, junio de 2024

Medellín

Cll. 8B No. 65-191 C.E Puerto Seco. OF. 331

+57 (4) 604 32 72 propuestas@ieb.co

Colombia: Medellín | Bogotá | Barranquilla | Cartagena

USA - Houston | **Perú** - Lima | **Chile** - Santiago | **Guatemala** - Ciudad de Guatemala

www.ieb.co



CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas a:

Nombre	Dependencia	Empresa	Copias
		TRELEC	1
Gestión Documental Proyecto	Director	Ingeniería Especializada S.A.	1

Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a **Ingeniería Especializada S.A.**

CONTROL DE REVISIONES

Revisión	Versión	Fecha	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó
0	a	13/06/2024	Primera emisión	LGE	AMR	LFG
				11/06/2024	12/06/2024	12/06/2024

Participaron en la elaboración de este informe:

LGE	Leidy García Esparza	LFG	Luis Felipe Gaitán	AMR	Ana María Restrepo

TABLA DE CONTENIDO

1. AJUSTES DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN	8
1.1. SUBESTACIÓN HINCAPIÉ 69 kV.....	8
1.1.1. Línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV.....	8
1.1.2. Línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	15
1.1.3. Línea Hincapié – Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV.....	21
1.1.4. Transformador 1 Hincapié 28 MVA 66/13,8 kV	25
1.1.5. Transformador 2 Hincapié 13 MVA 66/13,8 kV	28
1.1.6. Protección de sobrecorriente de reconectores	30
1.1.7. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)	32
1.2. SUBESTACIÓN GUADALUPE 69 kV	33
1.2.1. Línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	33
1.3. SUBESTACIÓN SECTOR INDUSTRIAL PETAPA 69 kV	40
1.3.1. Línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	40
1.4. SUBESTACIÓN BOMBEO HINCAPIÉ 69 kV	45
2. CONCLUSIONES.....	46
3. REFERENCIAS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	8
Tabla 2. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 87L Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV.....	8
Tabla 3. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV.....	9
Tabla 4. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	10
Tabla 5. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV.....	11
Tabla 6. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV.....	11
Tabla 7. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	11
Tabla 8. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	11

Tabla 9. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	12
Tabla 10. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	12
Tabla 11. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	12
Tabla 12. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	13
Tabla 13. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	14
Tabla 14. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV	14
Tabla 15. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV	15
Tabla 16. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	16
Tabla 17. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	17
Tabla 18. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV	17
Tabla 19. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	17
Tabla 20. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	18
Tabla 21. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	18
Tabla 22. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	19
Tabla 23. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	19
Tabla 24. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV	20
Tabla 25. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	21
Tabla 26. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	21
Tabla 27. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	22
Tabla 28. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	23

Tabla 29. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	23
Tabla 30. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	23
Tabla 31. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	24
Tabla 32. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	24
Tabla 33. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	24
Tabla 34. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	25
35. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV	25
Tabla 36. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 387, Transformador 1 Hincapié 28 MVA	26
Tabla 37. Ajustes actuales y recomendados función sobrecorriente no direccional ANSI 50 – 51/51N devanado de 69 kV, Transformador 1 Hincapié 28 MVA	26
Tabla 38. Ajustes actuales y recomendados función sobrecorriente no direccional ANSI 50 – 51/51N devanado de 13,8 kV, Transformador 1 Hincapié 28 MVA	27
Tabla 39. Ajustes recomendados función ANSI 87T Relé SIEMENS 7UT8 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA	28
Tabla 40. Resumen de ajustes para la característica diferencial de falla a tierra restringida (ANSI 87TN) Relé SIEMENS 7UT8 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA	29
Tabla 41. Ajustes actuales y recomendados funciones sobrecorriente devanado 69 kV relé SIEMENS 7UT85 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA.....	29
Tabla 42. Ajustes actuales y recomendados funciones sobrecorriente devanado de 13,8 kV Relé SIEMENS 7UT85 F003 y F004 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA	30
Tabla 43. Ajustes actuales y recomendados para la protección de sobrecorriente de los reconectores asociados al Transformador Hincapié 1 69/13,8 kV 28 MVA.....	30
Tabla 44. Ajustes actuales y recomendados para la protección de sobrecorriente de los reconectores asociados al Transformador Hincapié 2 66/13,8 kV 13 MVA.....	31
Tabla 45. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV.....	31
Tabla 46. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV	31
Tabla 47. Ajustes recomendados función ANSI 50BF relé SIEMENS 7UT85 F003 y F004 Transformador Hincapié 2 66/13,8 kV 13 MVA	32
Tabla 48. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	33

Tabla 49. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 87L Relé SEL 311L línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	33
Tabla 50. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	34
Tabla 51. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	35
Tabla 52. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	36
Tabla 53. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	36
Tabla 54. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	36
Tabla 55. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	36
Tabla 56. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	37
Tabla 57. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	37
Tabla 58. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	37
Tabla 59. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	38
Tabla 60. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	39
Tabla 61. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV	39
Tabla 62. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	40
Tabla 63. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	41
Tabla 64. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	42
Tabla 65. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	42
Tabla 66. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	43
Tabla 67. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	43
Tabla 68. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV	43

Tabla 69. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV 44

Tabla 70. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV 44

1. AJUSTES DE LAS FUNCIONES DE PROTECCIÓN

1.1. SUBESTACIÓN HINCAPIÉ 69 kV

1.1.1. Línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

La línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV, es protegida por un relé marca SEL referencia 311L como dispositivo principal.

Relación PT: 69000/115

Relación CT: 1200/5

Corriente de límite térmica: 1188 A

1.1.1.1. SEL 311L

1.1.1.1.1. Ajustes generales

Tabla 1. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Settings	CTR	--	240	240
	APP	--	311L	311L
	EADVS	--	Y	Y
Backup Protection and Line Parameters	CTRP	--	240	240
	PTR	--	600	600
	PTRS	--	600	600
	Z1MAG	Ω_{SEC}	0,593	0,593
	Z1ANG	deg	75,275	75,275
	Z0MAG	Ω_{SEC}	1,914	1,914
	Z0ANG	deg	72,831	72,831
	LL	km	3,323	3,323
	EFLOC	--	Y	Y
Other Settings	TDURD	cyc	0	0
Trip/Comm. Assisted Trip Logic ^{(1) (2)}	TR	--	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6

Notas:

- 1) Los disparos en la ecuación de disparo, TR, deberán agruparse de manera adecuada en caso de poseer límite de caracteres en la escritura. Estos se agrupan, como se observa a continuación, solo de manera indicativa por tipo o grupos de funciones: TRIP_1: M1P+Z1G+Z1T; TRIP_2: M2PT+Z2GT+Z2T; TRIP_3: M3PT+Z3GT+Z3T; TRIP_4: M4PT+Z4GT+Z4T; TRIP_5: 51PT+51GT; TRIP_6: SVxT+SVyT (la SVx corresponde a apertura remota o disparos adicionales (50BF E2, DDT, etc)); la SVy, corresponde a disparo por 85.67N el cual se define en la 67NCD).
- 2) Las funciones SOTF y POTT no se direccionan manualmente a la ecuación de disparo o al contacto de salida, dado que estas activan internamente, en paralelo con la Wordbit TR, el disparo del relé o Wordbit TRIP.
- 3) El símbolo "--" significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es proyecto nuevo.
- 4) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 5) No se recomiendan ajustes.

1.1.1.1.2. Función Diferencial de Línea (ANSI 87L)

Tabla 2. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 87L Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Line Current Differential Settings	E87L	--	2	2
	EHST ⁽¹⁾	--	⁽¹⁾	⁽¹⁾
	EHSDDT	--	N	N

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	EDD	--	N	N
	ETAP	--	N	N
	EOCTL	--	N	N
	PCHAN	--	X	X
	EHSC	--	N	N
	CTR_X ⁽²⁾	--	240	240
87L Settings	87LPP	A _{SEC}	1,485	1,485
	87L2P	A _{SEC}	2,48	2,48
	87LGP	A _{SEC}	2,48	2,48
	CTALARM	A _{SEC}	5,45	5,45
	87LR	--	6	6
	87LANG	deg	195	195
87L Torque Control Equations	87LTC	--	1	1

Nota:

- 1) Validar en campo la disponibilidad de salidas rápidas y ajustar este parámetro
- 2) Relación de transformación del extremo remoto
- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 4) No se recomiendan ajustes.

1.1.1.1.3. Función distancia (ANSI 21/21N)

En la siguiente tabla se presentan los ajustes recomendados para la función distancia.

Tabla 3. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
Phase Distance	E21P	--	4	4
	ECCVT	--	N	N
	Z1P	Ω_{SEC}	0,415	0,474
	Z2P	Ω_{SEC}	1,288	0,742
	Z3P	Ω_{SEC}	0,372	0,142
	Z4P	Ω_{SEC}	2,26	2,261
	50PP1	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾
	50PP2	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾
	50PP3	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾
	50PP4	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾
Ground Distance	E21MG	--	4	4
	Z1MG	Ω_{SEC}	0,415	0,474
	Z2MG	Ω_{SEC}	1,288	0,742
	Z3MG	Ω_{SEC}	0,372	0,142
	Z4MG	Ω_{SEC}	2,26	2,26
	E21XG	--	4	4
	XG1	Ω_{SEC}	0,401	0,459
	XG2	Ω_{SEC}	1,246	0,718
	XG3	Ω_{SEC}	0,353	0,138
	XG4	Ω_{SEC}	2,187	2,187
	RG1	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG2	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG3	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG4	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	XGPOL	--	IG	IG
	TANG	deg	0	0
	50L1	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾
	50L2	A _{SEC}	⁽¹⁾	⁽¹⁾

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
	50L3	Asec	(1)	(1)
	50L4	Asec	(1)	(1)
	50GZ1	Asec	(1)	(1)
	50GZ2	Asec	(1)	(1)
	50GZ3	Asec	(1)	(1)
	50GZ4	Asec	(1)	(1)
	k0M1	--	0,743	0,743
	k0A1	deg	-3,541	-3,541
	k0M	--	0,743	0,743
	k0A	deg	-3,541	-3,541
	Z1PD, Z1GD, Z1D	cyc	0	0
	Z2PD, Z2GD, Z2D	cyc	18	18
	Z3PD, Z3GD, Z3D	cyc	48	48
	Z4PD, Z4GD, Z4D	cyc	36	36
Directional Elements	DIR 3 Level 3 Direction	--	R	R
	DIR 3 Level 4 Direction	--	F	F

Nota:

- 1) Ajustar en el mínimo valor permitido por el relé.
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.1.1.4. Funciones de sobrecorriente direccional (ANSI 67/67N)

Tabla 4. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Time Overcurrent	E51P	--	Y	Y
	51PP	Asec	3,8 Asec (912 Aprim)	3,8 Asec (912 Aprim)
	51PC	--	U5	U5
	51PTD	--	1,08	1,08
	51PRS	--	N	N
Residual Ground Time Overcurrent	E51G	--	Y	Y
	51GP	Asec	0,99 Asec (237,6 Aprim)	0,99 Asec (237,6 Aprim)
	51GC	--	U1	U1
	51GTD	--	1,08	1,08
	51GRS	--	N	N
Torque Control Equations	51PTC	--	M2P+32GF+F32Q	M2P+32GF+F32Q
	51GTC	--	Z2G+32GF+F32Q	Z2G+32GF+F32Q
	67P1TC	--	M2P+32GF+F32Q	M2P+32GF+F32Q
	67P2TC	--	Z2G+32GF+F32Q	Z2G+32GF+F32Q

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e [1]. Estos ajustes, a su vez, fueron tomados de las recomendaciones dadas en el Estudio de Coordinación de Protecciones de la Subestación Sector Industrial Petapa IEB G014-20-20 R8.

1.1.1.1.5. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

Tabla 5. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	--	(1)	(1)
	50PxP ⁽²⁾	ASEC	0,25	0,62
Residual Ground Instantaneous Overcurrent	E50G	--	(1)	(1)
	50GxP ⁽²⁾	ASEC	0,25	0,77

Nota:

- 1) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 2) El valor "x" hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función ANSI 50BF.
- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 4) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

Tabla 6. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311L línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables	SVx	--	(TRIP)*(50Px+50Gx)	(TRIP)*(50Px+50Gx)
	SVy	--	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)
SELogic Control Equation Variables Timers	SVxPU	cyc	7,2	7,2
	SVxDO	cyc	0	0
	SVyPU	cyc	12	12
	SVyDO	cyc	0	0

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e [1].
- 2) Se implementa la función mediante las variables "x" y "y" ante la indisponibilidad de las variables recomendadas por el fabricante.
- 3) Se debe verificar en sitio si estas variables "x" y "y" están disponibles.
- 4) El elemento 50Px es el asociado a la función ANSI 50BF.

1.1.1.1.6. Función de cierre en falla (SOTF)

Tabla 7. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	NA	(1)	(1)
	50PxP ⁽⁴⁾	ASEC	6,93	6,93
Phase Definite-Time Overcurrent Elements	67PxP ⁽⁴⁾	cyc	3	3

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 2) El elemento de sobrecorriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 3) La cantidad de elementos se deben ajustar acorde a los requerimientos de campo, para la función es necesario solo un elemento
- 4) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF

Tabla 8. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Switch Onto Fault	ESOTF	NA	Y	Y
	CLOEND	Ciclos	10	10
	52AEND	Ciclos	10	10
	SOTFD	Ciclos	30	30

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Trip/Comm, Assisted Trip Logic	TRSOTF	NA	M2P + Z2G + 50Px	M2P + Z2G + 50Px

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 2) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF

1.1.1.1.7. Función de sobretensión (ANSI 59/27)

1.1.1.1.7.1. Función de Sobretensión (ANSI 59)

Tabla 9. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	59P	V _{sec}	69,71	69,71
	59SP	V _{sec}	69,71	69,71
	59PP	V _{sec}	120,75	120,75
SELogic Control Equation Variables	SVx	NA	3P59	3P59
	SVy	NA	59S	59S
	SVz	NA	59AB + 59BC + 59CA	59AB + 59BC + 59CA
SELogic Control Equation Variable Timers	SVxPU	ciclos	3600	3600
	SVxDO	ciclos	0	0
	SVyPU	ciclos	3600	3600
	SVyDO	ciclos	0	0
	SVzPU	ciclos	3600	3600
	SVzDO	ciclos	0	0

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no se debe incluir en la matriz de disparos.
- 3) El elemento 59P (SVx) se utiliza para dar disparo al interruptor, pero por requerimientos de TREC, este se excluye de la lógica de disparo, el 59PP (SVz) se utiliza para generar alarma, por tanto, este deberá programarse acorde a lo requerido por TREC para señalización o envío al centro de control y el 59S (SVy) se utiliza para bloquear el recierre por sobretensión en la línea.
- 4) Las variables "x", "y" y "z" corresponden a las variables lógicas del SEL 311L, pero estas deberán ser validadas en campo.

1.1.1.1.7.2. Función de Baja Tensión (ANSI 27)

Tabla 10. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	27P	V _{SEC}	6,64	6,64
	27SP	V _{SEC}	6,64	6,64
	27PP	V _{SEC}	11,5	11,5

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no debe dar disparos.
- 3) El elemento 27P se utiliza en la lógica de recierre.

1.1.1.1.8. Función de Verificación de Sincronismo (ANSI 25)

Tabla 11. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Synchronism Check	E25	--	Y	Y
	25VLO	V _{SEC}	59,76	59,76

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	25VHI	V _{SEC}	73,03	73,03
	25SF	Hz	0,1	0,1
	25ANG1	deg	25	25
	25ANG2	deg	30	30
	SYNCP	--	(1)	(1)
	TCLOSD	cyc	1	1
Other Equations	BSYNCH	--	52A (contacto auxiliar) + TRIP	52A (contacto auxiliar) + TRIP

Nota:

- 1) Validar en la ingeniería la tensión usada para sincronismo
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.

1.1.1.1.9. Función de Recierre (ANSI 79)

Teniendo en cuenta los niveles de cortocircuito, se establece que en el extremo Hincapié se efectúa el cierre con verificación de sincronismo en 500 ms, mientras que el extremo de Guadalupe realiza el recierre barra viva – línea muerta en 700 ms.

Tabla 12. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Reclosing Relay	E79	--	1	1
	79OI1 ⁽⁹⁾	cyc	30	30
	79RSD	cyc	10800	10800
	79RSLD	cyc	10800	10800
	79CLSD	cyc	0	0
Other Settings	CFD	Ciclos	60	60
SELogic Control Equation Variables (1)(2)(3)	SVx	--	COMM*(M2P + Z2G)	COMM*(M2P + Z2G)
	SVxPU	cyc	0	0
	SVxDO	cyc	0	0
	SVy	--	51G * R2X * !Z3RB * !LOP	51G * R2X * !Z3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	0	0
	SVyDO	cyc	0	0
	SVz	--	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * !LBn	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * !LBn
	SVzPU	cyc	0	0
	SVzDO	cyc	0	0
Close/Reclose Logic	ULCL	--	TRIP	TRIP
	79RI	--	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87
	79RIS	--	52A + 79CY	52A + 79CY
	79DTL	--	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SVpT + SVqT	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SVpT + SVqT
	79DLS	--	79LO	79LO
	79SKP	Ciclos	0	0
	79STL	--	TRIP	TRIP
	79BRS	--	(51P+51G)*79CY	(51P+51G)*79CY
	79SEQ	--	0	0
	79CLS	--	25A1 + 25A2 + (27S*3P27*!LOP) (59VS*3P27*!LOP) +	25A1 + 25A2 + (27S*3P27*!LOP) (59VS*3P27*!LOP) +

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales (59VP*27S*!LOP)	Ajustes Recomendados (59VP*27S*!LOP)
---------	-----------	--------	-------------------------------------	---

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.
- 2) Las variables "x", "z" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible.
- 3) SVx: ANSI 85-21 (POTT); SVz: bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 87L (87L...) y, de igual manera, bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 21 (M2P).
- 4) La variable n corresponde a la LB del SEL 311L disponible. A esta LBn en la SVz, se le asigna el "Recierre ante Falla Trifásica Habilitado". Solo se implementa localmente dado que no se conoce un Remote Bit designado para esto.
- 5) La SVy corresponde al disparo por 67NCD y esta definido en la tabla de dicha función.
- 6) Las Wordbits RB4 y LB1 en la ecuación del 79DLT, corresponden a los bloqueos de recierre Remoto y Local, respectivamente. Importante: nótese que se implementa el bloqueo local y remoto general de la función ANSI 79 y, además, se implementa el bloqueo local del recierre ante fallas trifásicas, por tanto, el bloqueo general funciona tanto para fallas monofásicas como para fallas trifásicas.
- 7) Las variables "p" y "q" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible. Estas variables se utilizan para bloqueo por sobretensión en línea y por sobretensión en barra, utilizando SV's con el fin de implementar retardos.
- 8) Las Wordbits 25A1 y 25A2 controlan condiciones "Vivo Vivo"; la lógica (27S*3P27*!LOP) controla condición "Muerto Muerto"; la lógica (59VS*3P27*!LOP) controla condición "Vivo Muerto", verificando tensión monofásica "Sana" a través del 59VS y baja tensión trifásica a través del 3P27; la lógica (27S*59VP*!LOP) controla condición "Muerto Vivo", verificando baja tensión monofásica a través del 27S y tensión trifásica "Sana" a través del 59VP. No se especifica Barra o Línea dado que dependerá a qué PT corresponda cada entrada (monofásica o trifásica) y esto es particular de cada subestación.

1.1.1.1.10. Ajustes Generales Esquemas de Teleprotección

Adicionalmente, según lo establecido en los criterios se recomienda habilitar el esquema permisivo de comparación direccional, aprovechando la función 67N habilitada en ambos extremos de la línea. En la siguiente tabla se muestran los ajustes recomendados.

Tabla 13. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Comm. Assisted Trip Schemes	ECOMM	--	POTT	POTT
	Z3RBD	cyc	5	5
	EBLKD	cyc	10	10
	ETDPU	cyc	2	2
	EDURD	cyc	4	4
	EWFC	--	N	N
	27PWI	Vsec	53,1	53,1
	27PPW	V _{SEC}	92	92
	59NW	V _{SEC}	5	5
Trip Logic	TRCOMM	--	M2P+Z2G	M2P+Z2G
87L Transmit Equations ⁽¹⁾	T1X	--	KEY	KEY

Nota:

- 1) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo.
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.

Tabla 14. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Hincapié - Guadalupe, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables ⁽¹⁾	SVy		51G * R2X * !Z3RB * !LOP	51G * R2X * !Z3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	0	0
	SVyDO	cyc	0	0

87L Transmit Equations ⁽¹⁾	T2X	--	51G * !Z3RB * !LOP	51G * !Z3RB * !LOP
---------------------------------------	-----	----	--------------------	--------------------

Notas:

- 1) Las variables "y" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible.
- 2) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo.
- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.

1.1.2. Línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

La línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV, es protegida por un relé marca SEL referencia 311L como dispositivo principal.

Relación PT: 69000/115

Relación CT: 1200/5

Corriente de límite térmica: 659 A

1.1.2.1. SEL 311L

1.1.2.1.1. Ajustes generales

Tabla 15. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Settings	CTR	--	240	240
	APP	--	311L	311L
	EADVS	--	Y	Y
Backup Protection and Line Parameters	CTRP	--	240	240
	PTR	--	600	600
	PTRS	--	600	600
	Z1MAG	Ω_{SEC}	0,60	0,624
	Z1ANG	deg	81,88	75,412
	Z0MAG	Ω_{SEC}	2,49	2,081
	Z0ANG	deg	84,09	72,039
	LL	km	3,60	3,630
Other Settings	EFLOC	--	Y	Y
	TDURD	cyc	9	0
Trip/Comm. Assisted Trip Logic ^{(1) (2)}	TR	--	M1P+Z1G+Z1T+M2PT+Z2GT+Z2T+M3PT+Z3GT+Z3T+51GT+51PT+SV3+LB3+67P1T	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6

Notas:

- 1) Los disparos en la ecuación de disparo, TR, deberán agruparse de manera adecuada en caso de poseer límite de caracteres en la escritura. Estos se agrupan, como se observa a continuación, solo de manera indicativa por tipo o grupos de funciones: TRIP_1: M1P+Z1G+Z1T; TRIP_2: M2PT+Z2GT+Z2T; TRIP_3: M3PT+Z3GT+Z3T;
- 2) TRIP_4: M4PT+Z4GT+Z4T; TRIP_5: 51PT+51GT; TRIP_6: SVxT+SVyT (la SVx corresponde a apertura remota o disparos adicionales (50BF E2, DDT, etc)); la SVy, corresponde a disparo por 85.67N el cual se define en la 67NCD).
- 3) Las funciones SOTF y POTT no se direccionan manualmente a la ecuación de disparo o al contacto de salida, dado que estas activan internamente, en paralelo con la Wordbit TR, el disparo del relé o Wordbit TRIP.
- 4) El símbolo "--" significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es proyecto nuevo.
- 5) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes del relé.
- 6) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.2.1.2. Función Diferencial de Línea (ANSI 87L)

Dado que en la línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV opera un relé SEL modelo 311L, y en el extremo de Sector Industrial Petapa 69 kV opera un relé SEL modelo 311C, no es posible ajustar esta función de protección. Se sugiere evaluar la implementación de relés que permitan realizar este ajuste, ya que, según los resultados

del análisis de la relación selectividad interna (SIR) de la línea, el esquema de protección propuesto para la bahía de línea garantiza un despeje de falla totalmente selectivo si se considera la función diferencial de línea ANSI 87L como la protección principal.

1.1.2.1.3. Función distancia (ANSI 21/21N)

En la siguiente tabla se presentan los ajustes recomendados para la función distancia.

**Tabla 16. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L
línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
Phase Distance	E21P	--	4	4
	ECCVT	--	N	N
	Z1P	Ω_{SEC}	0,437	0,474
	Z2P	Ω_{SEC}	1,408	0,742
	Z3P	Ω_{SEC}	0,332	0,142
	Z4P	Ω_{SEC}	3,562	2,261
	50PP1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
Ground Distance	E21MG	--	4	4
	Z1MG	Ω_{SEC}	0,437	0,474
	Z2MG	Ω_{SEC}	1,408	0,742
	Z3MG	Ω_{SEC}	0,332	0,142
	Z4MG	Ω_{SEC}	3,562	2,261
	E21XG	--	4	4
	XG1	Ω_{SEC}	0,423	0,459
	XG2	Ω_{SEC}	1,364	0,718
	XG3	Ω_{SEC}	0,330	0,138
	XG4	Ω_{SEC}	3,446	2,187
	RG1	Ω_{SEC}	2,114	6,036
	RG2	Ω_{SEC}	6,821	6,036
	RG3	Ω_{SEC}	1,650	6,036
	RG4	Ω_{SEC}	10,881	6,036
	XGPOL	--	IG	IG
	TANG	deg	0	0
	50L1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50GZ1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50GZ2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50GZ3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50GZ4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	k0M1	--	0,779	0,743
	k0A1	deg	-4,816	-3,541
	k0M	--	0,779	0,743
	k0A	deg	-4,816	-3,541
	Z1PD, Z1GD, Z1D	cyc	0	0
	Z2PD, Z2GD, Z2D	cyc	18	18
	Z3PD, Z3GD, Z3D	cyc	48	48
	Z4PD, Z4GD, Z4D	cyc	36	36
Directional Elements	DIR 3 Level 3 Direction	--	R	R
	DIR 3 Level 4 Direction	--	F	F

Nota:

- 1) Ajustar en el mínimo valor permitido por el relé.
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G014-20-020.R8 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Sector Industrial Petapa 69 kV Versión 8 del 30 de septiembre de 2022.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.2.1.4. Funciones de sobrecorriente direccional (ANSI 67/67N)

**Tabla 17. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L
línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Time Overcurrent	E51P	--	Y	
	51PP	A _{SEC}	3,3 A _{SEC} (792 A _{PRIM})	3,57 A_{SEC} (857 A_{PRIM})
	51PC	--	U1	U1
	51PTD	--	0,82	0,50
	51PRS	--	N	N
Residual Ground Time Overcurrent	E51G	--	Y	Y
	51GP	A _{SEC}	0,99 A _{SEC} (237,6 A _{PRIM})	0,55 A_{SEC} (132 A_{PRIM})
	51GC	--	U1	U1
	51GTD	--	1,13	0,90
	51GRS	--	N	N
Torque Control Equations	51PTC	--	LOP+(M2P+32GF+32QF+F32Q) *!(M3P+Z3G)	M2P+32GF+F32Q
	51GTC	--	(LOP+32GF+32QF+F32Q) *!LT1*!(M3P+Z3G)	Z2G+32GF+F32Q
	67P1TC	--	32GF+F32Q+F32V	--
	67P2TC	--	32GR+R32Q+R32V	--

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G014-20-020.R8 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Sector Industrial Petapa 69 kV Versión 8 del 30 de septiembre de 2022.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.2.1.5. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

**Tabla 18. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé
SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	--	--	⁽¹⁾
	50PxP ⁽²⁾	A _{SEC}	--	6,49
Residual Ground Instantaneous Overcurrent	E50G	--	--	⁽¹⁾
	50GxP ⁽²⁾	A _{SEC}	--	1,69

Nota:

- 1) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 2) El valor "x" hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función ANSI 50BF.
- 3) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TREC.
- 4) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

**Tabla 19. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea
Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables	SVx	--	--	(TRIP)*(50Px+50Gx)
	SVy	--	--	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)
SELogic Control Equation Variables	SVxPU	cyc	--	7,2
	SVxDO	cyc	--	0

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Timers	SVyPU	cyc	--	12
	SVyDO	cyc	--	0

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se implementa la función mediante las variables "x" y "y" ante la indisponibilidad de las variables recomendadas por el fabricante.
- 3) Se debe verificar en sitio si estas variables "x" y "y" están disponibles.
- 4) El elemento 50Px es el asociado a la función ANSI 50BF.

1.1.2.1.6. Función de sobretensión (ANSI 59/27)

1.1.2.1.6.1. Función de Sobretensión (ANSI 59)

Tabla 20. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	59P	V _{sec}	73,70	69,71
	59SP	V _{sec}	73,70	69,71
	59PP	V _{sec}	126,50	120,75
SELogic Control Equation Variables	SVx	NA	--	3P59
	SVy	NA	--	59S
	SVz	NA	--	59AB + 59BC + 59CA
SELogic Control Equation Variable Timers	SVxPU	ciclos	--	3600
	SVxDO	ciclos	--	0
	SVyPU	ciclos	--	3600
	SVyDO	ciclos	--	0
	SVzPU	ciclos	--	3600
	SVzDO	ciclos	--	0

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no se debe incluir en la matriz de disparos.
- 3) El elemento 59P (SVx) se utiliza para dar disparo al interruptor, pero por requerimientos de TRELEC, este se excluye de la lógica de disparo, el 59PP (SVz) se utiliza para generar alarma, por tanto, este deberá programarse acorde a lo requerido por TRELEC para señalización o envío al centro de control y el 59S (SVy) se utiliza para bloquear el recierre por sobretensión en la línea.
- 4) Las variables "x", "y" y "z" corresponden a las variables lógicas del SEL 311, pero estas deberán ser validadas en campo.
- 5) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.2.1.6.2. Función de Baja Tensión (ANSI 27)

Tabla 21. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	27P	V _{SEC}	40,00	6,64
	27SP	V _{SEC}	57,00	6,64
	27PP	V _{SEC}	60,00	11,5

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no debe dar disparos.
- 3) El elemento 27P se utiliza en la lógica de recierre.
- 4) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.2.1.7. Función de Verificación de Sincronismo (ANSI 25)

Tabla 22. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Synchronism Check	E25	--	Y	Y
	25VLO	V _{SEC}	57,00	59,76
	25VHI	V _{SEC}	73,70	73,03
	25SF	Hz	25,00	0,1
	25ANG1	deg	25,00	25
	25ANG2	deg	40,00	30
	SYNCP	--	VB	(1)
Other Equations	TCLOSD	cyc	3,00	1
	BSYNCH	--	RB1+TRIP	52A(contacto auxiliar) + TRIP

Nota:

- 1) Validar en la ingeniería la tensión usada para sincronismo
- 2) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 3) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.2.1.8. Función de Recierre (ANSI 79)

Teniendo en cuenta los niveles de cortocircuito, se establece que en el extremo Sector Industrial Petapa se efectúa el cierre con verificación de sincronismo en 500 ms, mientras que el extremo de Hincapié realiza el recierre barra viva – línea muerta en 700 ms.

Tabla 23. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Reclosing Relay	E79	--	1	1
	79OI1 ⁽²⁾	cyc	30	45
	79RSD	cyc	1800	10800
	79RSLD	cyc	300	10800
	79CLSD	cyc	1	0
Other Settings	CFD	Ciclos	60	60
SELogic Control Equation Variables ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	SVx	--	--	COMM*(M2P + Z2G)
	SVxPU	cyc	--	0
	SVxDO	cyc	--	0
	SVy	--	--	51G * R2X * !Z3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	--	0
	SVyDO	cyc	--	0
	SVz	--	--	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * !LBn
	SVzPU	cyc	--	0
	SVzDO	cyc	--	0
Close/Reclose Logic	ULCL	--	TRIP	TRIP
	79RI	--	TRIP*(M1P+Z1G)	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87
	79RIS	--	52A+79CY	52A + 79CY
	79DTL	--	LT2+SV3T+!LB1	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SVpT + SVqT
	79DLS	--	79LO	79LO
	79SKP	Ciclos	0	0

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	79STL	--	TRIP	TRIP
	79BRS	--	(51P+51G)*79CY	(51P+51G)*79CY
	79SEQ	--	0	0
	79CLS	--	!3P59*!3P27*27S+ 25A1+25A2	25A1 + 25A2 + (27S*3P27*!LOP)

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Las variables "x", "z" corresponde a la variable lógica del SEL 311C disponible.
- 3) SVx: ANSI 85-21 (POTT); SVz: bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 87L (87L...) y, de igual manera, bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 21 (M2P).
- 4) La variable n corresponde a la LB del SEL 311L disponible. A esta LBn en la SVz, se le asigna el "Recierre ante Falla Trifásica Habilitado". Solo se implementa localmente dado que no se conoce un Remote Bit designado para esto.
- 5) La SVy corresponde al disparo por 67NCD y esta definido en la tabla de dicha función.
- 6) Las Wordbits RB4 y LB1 en la ecuación del 79DLT, corresponden a los bloqueos de recierre Remoto y Local, respectivamente. Importante: nótese que se implementa el bloqueo local y remoto general de la función ANSI 79 y, además, se implementa el bloqueo local del recierre ante fallas trifásicas, por tanto, el bloqueo general funciona tanto para fallas monofásicas como para fallas trifásicas.
- 7) Las variables "p" y "q" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible. Estas variables se utilizan para bloqueo por sobretensión en línea y por sobretensión en barra, utilizando SV's con el fin de implementar retardos.
- 8) Las Wordbits 25A1 y 25A2 controlan condiciones "Vivo Vivo": la lógica (27S*3P27*!LOP) controla condición "Muerto Muerto"; la lógica (59VS*3P27*!LOP) controla condición "Vivo Muerto", verificando tensión monofásica "Sana" a través del 59VS y baja tensión trifásica a través del 3P27; la lógica (27S*59VP*!LOP) controla condición "Muerto Vivo", verificando baja tensión monofásica a través del 27S y tensión trifásica "Sana" a través del 59VP. No se especifica Barra o Línea dado que dependerá a qué PT corresponda cada entrada (monofásica o trifásica) y esto es particular de cada subestación.
- 9) En rojo se presentan los parámetros recomendados.

1.1.2.1.9. Ajustes Generales Esquemas de Teleprotección

Adicionalmente, según lo establecido en los criterios se recomienda habilitar el esquema permisivo de comparación direccional, aprovechando la función 67N habilitada en ambos extremos de la línea. En la siguiente tabla se muestran los ajustes recomendados.

Tabla 24. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Comm. Assisted Trip Schemes	ECOMM	--	N	POTT
	Z3RBD	cyc	--	5
	EBLKD	cyc	--	10
	ETDPU	cyc	--	2
	EDURD	cyc	--	4
	EWFC	--	--	Y
	27PWI	Vsec	--	53,1
	27PPW	VSEC	--	92
	59NW	VSEC	--	5
Trip Logic	TRCOMM	--	--	M2P+Z2G
87L Transmit Equations ⁽¹⁾	R1X	--	--	R1X
	T1X	--	--	ECTT + KEY

Nota:

- 1) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo.

Tabla 25. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables ⁽¹⁾	SVy		--	51G * R2X * IZ3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	--	0
	SVyDO	cyc	--	0
87L Transmit Equations ⁽¹⁾	T2X	--	--	51G * IZ3RB * !LOP

Notas:

- 1) Las variables “y” corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible.
- 2) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo

1.1.3. Línea Hincapié – Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

La línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV, es protegida por un relé marca SEL referencia 311L como dispositivo principal.

Relación PT: 69000/115

Relación CT: 600/5

Corriente de límite térmica: 210 A

1.1.3.1. SEL 311L

1.1.3.1.1. Ajustes generales

Tabla 26. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Settings	CTR	--	120	120
	APP	--	311L	311L
	EADVS	--	Y	Y
Backup Protection and Line Parameters	CTRP	--	120	120
	PTR	--	600	600
	PTRS	--	600	600
	Z1MAG	Ω _{SEC}	0,16	0,162
	Z1ANG	deg	34,05	34,280
	Z0MAG	Ω _{SEC}	0,33	0,33
	Z0ANG	deg	84,09	84,09
	LL	km	0,95	0,95
Other Settings	EFLOC	--	Y	Y
	TDURD	cyc	9	9
Trip/Comm. Assisted Trip Logic ^{(1) (2)}	TR	--	M1P+Z1G+Z1T+M2PT+Z2GT+Z2T+M3PT+Z3GT+Z3T+51GT+51PT+SV3+LB3+67P1T	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6

Notas:

- 1) Los disparos en la ecuación de disparo, TR, deberán agruparse de manera adecuada en caso de poseer límite de caracteres en la escritura. Estos se agrupan, como se observa a continuación, solo de manera indicativa por tipo o grupos de funciones: TRIP_1: M1P+Z1G+Z1T; TRIP_2: M2PT+Z2GT+Z2T; TRIP_3: M3PT+Z3GT+Z3T;
- 2) TRIP_4: M4PT+Z4GT+Z4T; TRIP_5: 51PT+51GT; TRIP_6: SVxT+SVyT (la SVx corresponde a apertura remota o disparos adicionales (50BF E2, DDT, etc)); la SVy, corresponde a disparo por 85.67N el cual se define en la 67NCD).
- 3) Las funciones SOTF y POTT no se direccionan manualmente a la ecuación de disparo o al contacto de salida, dado que estas activan internamente, en paralelo con la Wordbit TR, el disparo del relé o Wordbit TRIP.
- 4) El símbolo “--” significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es proyecto nuevo.
- 5) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes del relé.
- 6) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.3.1.2. Función Diferencial de Línea (ANSI 87L)

Debido que el extremo Bombeo Hincapié no cuenta con un relé de protección , no se recomienda ajustes para esta función.

1.1.3.1.3. Función distancia (ANSI 21/21N)

**Tabla 27. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L
línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
Phase Distance	E21P	--	4	4
	ECCVT	--	N	N
	Z1P	Ω_{SEC}	0,14	0,114
	Z2P	Ω_{SEC}	0,18	0,195
	Z3P	Ω_{SEC}	0,20	0,178
	Z4P	Ω_{SEC}	0,57	0,195
	50PP1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
Ground Distance	E21MG	--	4	4
	Z1MG	Ω_{SEC}	0,14	0,114
	Z2MG	Ω_{SEC}	0,18	0,195
	Z3MG	Ω_{SEC}	0,20	0,178
	Z4MG	Ω_{SEC}	0,57	0,195
	E21XG	--	4	4
	XG1	Ω_{SEC}	0,08	0,064
	XG2	Ω_{SEC}	0,10	0,110
	XG3	Ω_{SEC}	0,11	0,172
	XG4	Ω_{SEC}	0,32	0,110
	RG1	Ω_{SEC}	4,11	17,073
	RG2	Ω_{SEC}	4,15	17,073
	RG3	Ω_{SEC}	4,17	17,073
	RG4	Ω_{SEC}	4,47	17,073
	XGPOL	--	IG	IG
	TANG	deg	0,0	0,0
	50L1	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50L2	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50L3	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50L4	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50GZ1	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50GZ2	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50GZ3	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	50GZ4	A _{SEC}	0,50	⁽¹⁾
	k0M1	--	0,522	0,525
	k0A1	deg	79,3	78,849
	k0M	--	0,522	0,525
	k0A	deg	79,30	78,849
	Z1PD, Z1GD, Z1D	cyc	0,00	0
	Z2PD, Z2GD, Z2D	cyc	18,00	18
	Z3PD, Z3GD, Z3D	cyc	36,00	48
	Z4PD, Z4GD, Z4D	cyc	60,00	36
Directional Elements	DIR 3 Level 3 Direction	--	F	R
	DIR 3 Level 4 Direction	--	F	F

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes del relé.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.3.1.4. Funciones de sobrecorriente direccional (ANSI 67/67N)

**Tabla 28. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L
línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Time Overcurrent	E51P	--	Y	Y
	51PP	A _{SEC}	2,52 A _{SEC} (302,4 A _{PRIM})	2,28 A_{SEC} (273 A_{PRIM})
	51PC	--	U1	U1
	51PTD	--	0,70	0,70
	51PRS	--	N	N
Residual Ground Time Overcurrent	E51G	--	Y	Y
	51GP	A _{SEC}	0,61 A _{SEC} (73,2 A _{PRIM})	0,50 A_{SEC} ⁽³⁾ (60 A_{PRIM})
	51GC	--	U1	U1
	51GTD	--	1,50	1,50
	51GRS	--	N	N
Torque Control Equations	51PTC	--	LOP+(M2P+32GF+32QF+F32Q) *(M3P+Z3G)	M2P+32GF+F32Q
	51GTC	--	(LOP+32GF+32QF+F32Q) *!LT1*(M3P+Z3G)	Z2G+32GF+F32Q
	67P1TC	--	32GF+F32Q+F32V	M2P+32GF+F32Q
	67P2TC	--	32GR+R32Q+R32V	Z2G+32GF+F32Q

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes del relé.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.
- 3) Mínimo valor permitido por el relé

1.1.3.1.5. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

**Tabla 29. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé
SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	--	---	⁽¹⁾
	50PxP ⁽²⁾	A _{SEC}	---	13,31
Residual Ground Instantaneous Overcurrent	E50G	--	---	⁽¹⁾
	50GxP ⁽²⁾	A _{SEC}	---	3,45

Nota:

- 1) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 2) El valor "x" hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función ANSI 50BF.
- 3) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.

**Tabla 30. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea
Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables	SVx	--	--	(TRIP)*(50Px+50Gx)
	SVy	--	--	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)
SELogic Control Equation Variables Timers	SVxPU	cyc	--	7,2
	SVxDO	cyc	--	0
	SVyPU	cyc	--	12
	SVyDO	cyc	--	0

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se implementa la función mediante las variables "x" y "y" ante la indisponibilidad de las variables recomendadas por el fabricante.
- 3) Se debe verificar en sitio si estas variables "x" y "y" están disponibles.
- 4) El elemento 50Px es el asociado a la función ANSI 50BF.

1.1.3.1.6. Función de cierre en falla (SOTF)

Tabla 31. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	NA	3	3
	50PxP ⁽⁴⁾	ASEC	--	2,45
Phase Definite-Time Overcurrent Elements	67PxP ⁽⁴⁾	cyc	--	3

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 3) La cantidad de elementos se deben ajustar acorde a los requerimientos de campo, para la función es necesario solo un elemento
- 4) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF
- 5) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

Tabla 32. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Switch Onto Fault	ESOTF	NA	Y	Y
	CLOEND	Ciclos	OFF	10
	52AEND	Ciclos	OFF	10
	SOTFD	Ciclos	30	30
Trip/Comm, Assisted Trip Logic	TRSOTF	NA	M2P+Z2G+50P1	M2P + Z2G + 50Px

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF
- 3) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.3.1.7. Función de sobretensión (ANSI 59/27)

1.1.3.1.7.1. Función de Sobretensión (ANSI 59)

Tabla 33. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	59P	V _{sec}	73,70	69,71
	59SP	V _{sec}	73,70	69,71
	59PP	V _{sec}	126,50	120,75
SELogic Control Equation Variables	SVx	NA	--	3P59
	SVy	NA	--	59S
	SVz	NA	--	59AB + 59BC + 59CA
SELogic Control Equation Variable Timers	SVxPU	ciclos	--	3600
	SVxDO	ciclos	--	0
	SVyPU	ciclos	--	3600
	SVyDO	ciclos	--	0
	SVzPU	ciclos	--	3600
	SVzDO	ciclos	--	0

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no se debe incluir en la matriz de disparos.
- 3) El elemento 59P (SVx) se utiliza para dar disparo al interruptor, pero por requerimientos de TRELEC, este se excluye de la lógica de disparo, el 59PP (SVz) se utiliza para generar alarma, por tanto, este deberá programarse acorde a lo requerido por TRELEC para señalización o envío al centro de control y el 59S (SVy) se utiliza para bloquear el recierre por sobretensión en la línea.
- 4) Las variables "x", "y" y "z" corresponden a las variables lógicas del SEL 311, pero estas deberán ser validadas en campo.
- 5) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.3.1.7.2. Función de Baja Tensión (ANSI 27)

Tabla 34. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	27P	VSEC	40,00	6,64
	27SP	VSEC	57,00	6,64
	27PP	VSEC	60,00	11,5

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no debe dar disparos.
- 3) El elemento 27P se utiliza en la lógica de recierre.
- 4) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.3.1.8. Función de Verificación de Sincronismo (ANSI 25)

35. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié - Bombeo Hincapié, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Synchronism Check	E25	--	Y	Y
	25VLO	VSEC	57,00	59,76
	25VHI	VSEC	73,70	73,03
	25SF	Hz	0,042	0,1
	25ANG1	deg	25,00	25
	25ANG2	deg	40,00	30
	SYNCP	--	VB	-1
	TCLOSD	cyc	3,00	1
Other Equations	BSYNCH	--	RB1+TRIP	52A(contacto auxiliar) + TRIP

Nota:

- 1) Validar en la ingeniería la tensión usada para sincronismo
- 2) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 3) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.4. Transformador 1 Hincapié 28 MVA 66/13,8 kV

1.1.4.1. SEL 387E

El transformador Hincapié 69/13,8 kV 28 MVA es protegido por una protección marca SEL 387E (ANSI 50 – 51/51N) como protección principal.

Relación PT Devanado de 66 kV: 66000/110.

Relación CT Devanado de 66 kV: 400/5.

Relación CT de fases Devanado de 13,8 kV: 1200/5.

Relación CT de neutro Devanado de 13,8 kV: 600/5.

1.1.4.1.1. Ajustes generales

Para la correcta operación de la protección, se deben configurar los parámetros del transformador, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 36. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 387, Transformador 1 Hincapié 28 MVA

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Data	W1CT	--	Y	Y
	W2CT	--	Y	Y
	W3CT	--	Y	Y
	CTR1	--	80	80
	CTR2	--	240	400
	CTR3	--	120	120
	MVA	--	28	28
	ICOM	--	Y	Y
	W1CTC	--	0	0
	W2CTC	--	1	1
	W3CTC	--	--	--
	VWDG1	--	66	66
	VWDG2	--	13,8	13,8
	VWDG3	--	--	--
	PTR	--	600	600
	COMPANG	--	0	0
	VIWDG	--	1	1
	TPVI	--	Y	Y

Notas

1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.

1.1.4.1.2. Funciones de sobrecorriente no direccional (ANSI 50 – 51/51N)

1.1.4.1.2.1. Funciones de sobrecorriente no direccional devanado de 69 kV

A continuación, se relacionan los valores de las funciones de sobrecorriente no direccional devanado de 69 kV tomados del archivo de ajustes del relé.

Tabla 37. Ajustes actuales y recomendados función sobrecorriente no direccional ANSI 50 – 51/51N devanado de 69 kV, Transformador 1 Hincapié 28 MVA

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actual	Ajuste Recomendado
Winding 1 Overcurrent	50P11P	A _{SEC}	19,30 A _{SEC} (1544 A _{PRIM})	19,30 A _{SEC} (1544 A _{PRIM})
	50P11D	cyc	12,00	12,00
	50P12P	A _{SEC}	21,70 A _{SEC} (1736 A _{PRIM})	21,70 A _{SEC} (1736 A _{PRIM})
	51P1P	A _{SEC}	3,50 A _{SEC} (280 A _{PRIM})	3,50 A _{SEC} (280 A _{PRIM})
	51P1C	--	U4	U4
	51P1TD	--	1,20	1,20
	51P1RS	--	N	N
	50Q11P	A _{SEC}	OFF	OFF
	50Q11D	cyc	--	--
	50Q12P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51Q1P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51Q1C	--	--	--
	51Q1TD	cyc	--	--

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actual	Ajuste Recomendado
	50N11P	A _{SEC}	OFF	OFF
	50N11D	cyc	--	--
	50N12P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51N1P	A _{SEC}	1,00 A _{SEC} (80 A _{PRIM})	1,00 A _{SEC} (80 A _{PRIM})
	51N1C	--	U2	U2
	51N1TD	--	3,00	3,00
	51N1RS	--	N	N

Notas

2) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.

1.1.4.1.2.2. Funciones de sobrecorriente no direccional devanado de 13,8 kV

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se subrayan los cambios a aplicar en el relé de protección del transformador.

Tabla 38. Ajustes actuales y recomendados función sobrecorriente no direccional ANSI 50 – 51/51N devanado de 13,8 kV, Transformador 1 Hincapié 28 MVA

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actual	Ajuste Recomendado
Winding 2 Overcurrent	50P21P	A _{SEC}	13,00 A _{SEC} (3120 A _{PRIM})	13,00 A _{SEC} (3120 A _{PRIM})
	50P21D	cyc	6,00	6,00
	50P22P	A _{SEC}	15,60 A _{SEC} (3744 A _{PRIM})	15,60 A _{SEC} (3744 A _{PRIM})
	51P2P	A _{SEC}	3,60 A _{SEC} (864 A _{PRIM})	3,60 A _{SEC} (864 A _{PRIM})
	51P2C	--	U4	U4
	51P2TD	--	2,00	2,00
	51P2RS	--	N	N
	50Q21P	A _{SEC}	OFF	OFF
	50Q21D	cyc	--	--
	50Q22P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51Q2P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51Q2C	--	--	--
	51Q2TD	cyc	--	--
	50N21P	A _{SEC}	0,90 A _{SEC} (216 A _{PRIM})	0,90 A _{SEC} (216 A _{PRIM})
	50N21D	cyc	10800	10800
	50N22P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51N2P	A _{SEC}	0,90 A _{SEC} (216 A _{PRIM})	0,90 A _{SEC} (216 A _{PRIM})
	51N2C	--	U2	U2
	51N2TD	--	6,00	6,00
	51N2RS	--	N	N
Winding 3 Overcurrent	50P31P	A _{SEC}	3,00 A _{SEC} (360 A _{PRIM})	3,00 A _{SEC} (360 A _{PRIM})
	50P31D	cyc	10800,00	10800,00
	50P32P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51P3P	A _{SEC}	3,00 A _{SEC} (360 A _{PRIM})	3,00 A _{SEC} (360 A _{PRIM})
	51P3C	--	U2	U2
	51P3TD	--	6,00	6,00
	51P3RS	--	N	N
	50Q31P	A _{SEC}	OFF	OFF
	50Q31D	cyc	--	--
	50Q32P	A _{SEC}	OFF	OFF

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actual	Ajuste Recomendado
	51Q3P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51Q3C	--	--	--
	51Q3TD	cyc	--	--
	50N31P	A _{SEC}	OFF	OFF
	50N31D	cyc	--	--
	50N32P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51N3P	A _{SEC}	OFF	OFF
	51N3C	--	--	--
	51N3TD	--	--	--
	51N3RS	--	--	--

Notas

1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TREC.

1.1.5. Transformador 2 Hincapié 13 MVA 66/13,8 kV

El transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA es protegido por un relé marca SIEMENS referencia 7UT85 como protección principal (ANSI 87T), un 7UT85 (ANSI 50 – 51/51N) como protección de respaldo para el devanado de 69 kV y un 7SJ85 (51/51N) como protección de respaldo para el devanado de 13,8 kV.

Relación CT Devanado de 66 kV: 300/1

Relación CT Devanado de 13,8 kV fases: 1200/1

Relación CT Devanado de 13,8 kV neutro: 600/5

1.1.5.1. SIEMENS 7UT85

1.1.5.1.1. Cálculo función diferencial de transformador (ANSI 87T)

**Tabla 39. Ajustes recomendados función ANSI 87T Relé SIEMENS 7UT8
Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA**

Dirección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajuste Recomendado
_:11041:3	I-DIFF:Threshold	I/IrObj	--	0,18
_:11041:100	I-DIFF:Slope 1	--	--	0,17
_:11041:101	I-DIFF:Intersection 1 Irest	I/IrObj	--	1,08
_:11041:102	I-DIFF:Slope 2	--	--	0,70
_:11041:103	I-DIFF:Intersection 2 Irest	I/IrObj	--	11,93
_:11041:106	I-DIFF:Starting detection	--	--	no
_:11041:107	I-DIFF:Thresh. startup detection	I/IrObj	--	0,1
_:11041:108	I-DIFF:Factor increasing char.	--	--	1,0
_:11041:109	I-DIFF:Max. perm. Start. time	s	--	5,0
_:11041:110	I-DIFF: Factor increasing char. DC	--	--	2,0
_:11041:115	I-DIFF:Blocking with 2. harmonic	--	--	yes
_:11041:116	I-DIFF:2nd harmonic content	%	--	15
_:11041:117	I-DIFF:Crossblock. time 2nd har.	s	--	0,05
_:11041:118	I-DIFF:Blocking with CWA	--	--	yes
_:11041:121	I-DIFF:Blocking with 3rd harm.	--	--	no
_:11041:122	I-DIFF:3rd harmonics content	%	--	30
_:11041:123	I-DIFF:Crossblock. time 3rd har.	--	--	0,0
_:11041:124	I-DIFF:Blocking with 5th harm.	--	--	yes

Dirección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajuste Recomendado
_:11041:125	I-DIFF:5th harmonics content	%	--	30
_:11041:126	I-DIFF:Crossblock. time 5th har.	s	--	0,5
_:11041:127	I-DIFF:Limit Idiff 3., 5. harmonics	I/IrObj	--	1,50
_:11041:128	I-DIFF:Additional stabilization threshold value	I/IrObj	--	2,00 I/IrObj
_:11041:129	I-DIFF:Time of add-on stabiliz.	s	--	0,30
_:11041:130	I-DIFF:Cross-blk. time add-on st.	s	--	0,30
_:11071:1	I-DIFF fast:Mode	--	--	on
_:11071:3	I-DIFF fast:Threshold	I/IrObj	--	13,80
_:11071:6	I-DIFF fast:Operate delay	s	--	0,00
_:11071:100	I-DIFF fast:Operate & flt.rec. blocked	--	--	no

1.1.5.1.2. Cálculo función diferencial de Neutro en el transformador (ANSI 87TN)

Es importante resaltar que para ajustar esta función se deberá revisar en campo la polaridad de los CTs y confirmar que sea tal cual como lo requiere el relé. Adicionalmente, se deberá verificar que no se tengan corrientes residuales antes de ponerla en servicio.

La función diferencial de falla a tierra restringida (ANSI 87TN - REF) se ajusta en el relé SIEMENS 7UT85 para el neutro del transformador Hincapié 13 MVA.

Tabla 40. Resumen de ajustes para la característica diferencial de falla a tierra restringida (ANSI 87TN) Relé SIEMENS 7UT8 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA

Dirección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajuste Recomendado
_:1 87N REF #	Mode	--	--	On
_:2 87N REF #	Operate&flt.rec.blocked	--	--	No
_:103 87N REF #	Threshold	I/IrObj	--	0,15
_:105 87N REF #	Slope	--	--	0,08
_:191 87N REF #	Reference side is	--	--	(1)

Nota:

- 1) El lado de referencia es el correspondiente al devanado de 13,8 kV, por lo tanto, se debe corroborar en campo que este ajuste corresponda al nivel de tensión de 13,8 kV.
- 2) Es importante resaltar que para ajustar esta función se deberá revisar en campo la polaridad de los CTs y que sea tal cual como lo requiere el relé. Adicionalmente, se deberá verificar que no se tengan corrientes residuales antes de ponerla en servicio.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.5.1.3. Función de sobrecorriente no direccional (ANSI 50 – 51/51N)

1.1.5.1.3.1. Devanado de 66 kV

Tabla 41. Ajustes actuales y recomendados funciones sobrecorriente devanado 69 kV relé SIEMENS 7UT85 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA

Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajuste Recomendados
_:661:1 Definite-T 1:Mode	--	--	On
_:661:3 Definite-T 1:Threshold	Asec	--	5,045 Asec (1513,5 Aprim)
_:661:6 Definite-T 1:Pickup delay	--	--	0,10
_:691:1 Inverse-T 1:Mode	--	--	On
_:691:3 Inverse-T 1:Threshold	Asec	--	0,474 Asec (142,15 Aprim)

Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajuste Recomendados
_:691:130 Inverse-T 1: Type of character. curve	--	--	ANSI EI
_:691:101 Inverse-T 1:Time dial	--	--	1,03
_:751:1 Definite-T 1:Mode	--	--	Off
_:781:1 Inverse-T 1:Mode	--	--	On
_:781:3 Inverse-T 1:Threshold	Asec	--	0,150 Asec (45 Aprim)
_:781:108 Inverse-T 1: Type of character. curve	--	--	ANSI EI
_:781:101 Inverse-T 1:Time dial	--	--	1,04

Notas:

- 1) Por ser un relé nuevo, no cuenta con ajustes actuales.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.5.1.3.2. Devanado de 13,8 kV

Tabla 42. Ajustes actuales y recomendados funciones sobrecorriente devanado de 13,8 kV Relé SIEMENS 7UT85 F003 y F004 Transformador 2 Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA

Dirección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
_:661:1	Definite-T 1:Mode	--	--	Off
_:691:1	Inverse-T 1:Mode	Asec	--	On
_:691:3	Inverse-T 1:Threshold	--	--	0,57 Asec (679,85 Aprim)
_:691:130	Inverse-T 1: Type of character. Curve	--	--	ANSI EI
_:691:101	Inverse-T 1:Time dial	--	--	0,70
_:751:1	Definite-T 1:Mode	--	--	Off
_:781:1	Inverse-T 1:Mode	--	--	On
_:781:3	Inverse-T 1:Threshold	Asec	--	0,113 Asec (135,97 Aprim)
_:781:108	Inverse-T 1: Type of character. curve	--	--	ANSI VI
_:781:101	Inverse-T 1:Time dial	--	--	2,37
_:12661:1	Definite-T 1:Mode	--	--	Off
_:781:1	Inverse-T 1:Mode	--	--	On ⁽²⁾
_:781:3	Inverse-T 1:Threshold	Asec	--	1,113 Asec (135,97 Aprim)
_:781:108	Inverse-T 1: Type of character. curve	--	--	ANSI VI
_:781:101	Inverse-T 1:Time dial	--	--	2,37

Notas:

- 1) Por ser un relé nuevo, no cuenta con ajustes actuales.
- 2) La función ANSI 51G deberá estar asociada a un grupo funcional que tenga como entrada la corriente monofásica del CT de neutro.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.1.6. Protección de sobrecorriente de reconectadores

Tabla 43. Ajustes actuales y recomendados para la protección de sobrecorriente de los reconectadores asociados al Transformador Hincapié 1 69/13,8 kV 28 MVA

Alimentador	Relé	Función	RCT [A]	Arranque [Apm]	Arranque [Asec]	High Current			TCC1		TCC2	
						Pickup [Apm]	Pickup [Asec]	T [s]	Curva	Dial	Curva	Dial
CTO 46	EATON COOPER – Forma 6	Fases	1000/1	560	0,56	4000	4	0,01	101	1	133	1
		Tierra		100	0,1	NA	NA	NA	102	1	140	1
CTO NVO 6 (517)	EATON COOPER – Forma 6	Fases	1000/1	560	0,56	4000	4	0,01	101	1	133	1
		Tierra		100	0,1	NA	NA	NA	102	1	140	1

Alimentador	Relé	Función	RCT [A]	ANSI 50/50N			ANSI 51/51N							
				Pickup [A]	Pickup [Asec]	Delay [cyc]	Pickup [A]	Pickup [Asec]	Curva	Dial	Pickup [A]	Pickup [Asec]	Curva	Dial
CTO 47	SEL-	Fases	1000/1	4000	4	0,01	560	0,56	101	1	560	0,56	133	1
		Tierra		NA	NA	NA	100	0,1	102	1	100	0,1	140	1
CTO NVO 5 (516)	SEL-651R	Fases	1000/1	4000	4	0,01	560	0,56	101	1	560	0,56	133	1
		Tierra		NA	NA	NA	100	0,1	102	1	100	0,1	140	1

Notas:

- 1) Ajustes actuales fueron tomados del proyecto Plan de Choque [4].
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados para los dos nuevos circuitos.

Tabla 44. Ajustes actuales y recomendados para la protección de sobrecorriente de los reconectores asociados al Transformador Hincapié 2 66/13,8 kV 13 MVA

Alimentador	Relé	Función	RCT [A]	Arranque [Apri]	Arranque [Asec]	High Current			TCC1		TCC2	
						Pickup [Apri]	Pickup [Asec]	T [s]	Curva	Dial	Curva	Dial
CTO 44	EATON COOPER – Forma 6	Fases	1000/1	560	0,56	4000	4	0,01	101	1	133	1
		Tierra		100	0,1	NA	NA	NA	102	1	140	1
CTO 45	EATON COOPER – Forma 6	Fases	1000/1	560	0,56	4000	4	0,01	101	1	133	1
		Tierra		100	0,1	NA	NA	NA	102	1	140	1

Notas:

- 1) Ajustes actuales fueron tomados del proyecto Plan de Choque [4].

1.1.6.1.1. Función de cierre en falla (SOTF)

Tabla 45. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	NA	3	3
	50PxP ⁽⁴⁾	Asec	--	3,84
Phase Definite-Time Overcurrent Elements	67PxP ⁽⁴⁾	cyc	--	3

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 3) La cantidad de elementos se deben ajustar acorde a los requerimientos de campo, para la función es necesario solo un elemento
- 4) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF

Tabla 46. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Switch Onto Fault	ESOTF	NA	Y	Y
	CLOEND	Ciclos	OFF	10
	52AEND	Ciclos	OFF	10
	SOTFD	Ciclos	30	30
Trip/Comm, Assisted Trip Logic	TRSOTF	NA	M2P+Z2G+50P1	M2P + Z2G + 50Px

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF
- 3) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.1.7. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

Como la subestación Hincapié 69 kV tiene un relé diferencial de barras de alta impedancia, donde no es posible ajustar esta función, la ANSI 50BF se deberá ajustar en el relé del segundo transformador.

De acuerdo con los criterios definidos, en la siguiente tabla se muestran los ajustes para esta función.

Tabla 47. Ajustes recomendados función ANSI 50BF relé SIEMENS 7UT85 F003 y F004 Transformador Hincapié 2 66/13,8 kV 13 MVA

Dirección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
_:1	Mode	--	--	On
_:105	Holding int. start signal	--	--	Yes
_:107	Start via binary input	--	--	De acuerdo con ingeniería
_:106	Holding ext- start signal	--	--	No
_:103	CB aux.cont. crit. Allowed	--	--	No
_:104	50BF Ad.CBF #:Dropout	--	--	w. aux.c. and curr.crit.
_:108	Retrip after t1	--	--	Parallel start T2, T1
_:102	Threshold phase current	A _{SEC}	--	(1)
_:101	Threshold sensitive	A _{SEC}	--	(1)
_:109	Delay T1 for 3-pole retrip	s	--	0,12
_:110	Delay T2 for 3-pole trip	s	--	0,20
_:112	Minimum operate time	s	--	0,10
_:120	3I0 criterion	--	--	Plausibility Check
_:121	I2 criterion	--	--	Plausibility Check
_:122	Threshold 3I0 dir. release	A _{SEC}	--	1,25
_:123	Threshold I2 dir. release	A _{SEC}	--	1,25

Notas:

- 1) Ajustar al mínimo permitido por el relé.
- 2) El símbolo "--" significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es un transformador nuevo.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.2. SUBESTACIÓN GUADALUPE 69 kV

1.2.1. Línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

La línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV, es protegida por un relé marca SEL referencia 311L como dispositivo principal.

Relación PT: 69000/115

Relación CT: 1200/5

Corriente de límite térmica: 1188A

1.2.1.1. SEL 311L

1.2.1.1.1. Ajustes generales

Para la correcta operación de la protección, se deben configurar los parámetros de la línea, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 48. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Settings	CTR	--	240	240
	APP	--	311L	311L
	EADVS	--	Y	Y
Backup Protection and Line Parameters	CTRP	--	240	240
	PTR	--	600	600
	PTRS	--	600	600
	Z1MAG	Ω_{SEC}	0,593	0,593
	Z1ANG	deg	75,275	75,270
	Z0MAG	Ω_{SEC}	1,914	1,914
	Z0ANG	deg	72,831	72,826
	LL	km	3,323	3,323
	EFLOC	--	Y	Y
Other Settings	TDURD	cyc	0	0
Trip/Comm. Assisted Trip Logic ^{(1) (2)}	TR	--	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6

Notas:

- 1) Los disparos en la ecuación de disparo, TR, deberán agruparse de manera adecuada en caso de poseer límite de caracteres en la escritura. Estos se agrupan, como se observa a continuación, solo de manera indicativa por tipo o grupos de funciones: TRIP_1: M1P+Z1G+Z1T; TRIP_2: M2PT+Z2GT+Z2T; TRIP_3: M3PT+Z3GT+Z3T;
- 2) TRIP_4: M4PT+Z4GT+Z4T; TRIP_5: 51PT+51GT; TRIP_6: SVxT+SVyT (la SVx corresponde a apertura remota o disparos adicionales (50BF E2, DDT, etc)); la SVy, corresponde a disparo por 85.67N el cual se define en la 67NCD).
- 3) Las funciones SOTF y POTT no se direccionan manualmente a la ecuación de disparo o al contacto de salida, dado que estas activan internamente, en paralelo con la Wordbit TR, el disparo del relé o Wordbit TRIP.
- 4) El símbolo "--" significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es proyecto nuevo.
- 5) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV V Versión 0e.

1.2.1.1.2. Función Diferencial de Línea (ANSI 87L)

Tabla 49. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 87L Relé SEL 311L línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Line Current Differential Settings	E87L	--	2	2
	EHST ⁽¹⁾	--	(1)	(1)
	EHSDDT	--	N	N

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	EDD	--	N	N
	ETAP	--	N	N
	EOCTL	--	N	N
	PCHAN	--	X	X
	EHSC	--	N	N
	CTR_X ⁽²⁾	--	240	240
87L Settings	87LPP	A _{SEC}	1,485	1,485
	87L2P	A _{SEC}	2,48	2,48
	87LGP	A _{SEC}	2,48	2,48
	CTALARM	A _{SEC}	5,45	5,45
	87LR	--	6	6
	87LANG	deg	195	195
87L Torque Control Equations	87LTC	--	1	1

Nota:

- 1) Validar en campo la disponibilidad de salidas rápidas y ajustar este parámetro
- 2) Relación de transformación del extremo remoto
- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e .

1.2.1.1.3. Función distancia (ANSI 21/21N)

**Tabla 50. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L
línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
Phase Distance	E21P	--	4	4
	ECCVT	--	N	N
	Z1P	Ω_{SEC}	0,415	0,415
	Z2P	Ω_{SEC}	0,902	0,712
	Z3P	Ω_{SEC}	0,834	0,178
	Z4P	Ω_{SEC}	1,336	1,342
	50PP1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50PP4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
Ground Distance	E21MG	--	4	4
	Z1MG	Ω_{SEC}	0,415	0,415
	Z2MG	Ω_{SEC}	0,902	0,712
	Z3MG	Ω_{SEC}	0,834	0,178
	Z4MG	Ω_{SEC}	1,336	1,342
	E21XG	--	4	4
	XG1	Ω_{SEC}	0,401	0,402
	XG2	Ω_{SEC}	0,868	0,688
	XG3	Ω_{SEC}	0,807	0,174
	XG4	Ω_{SEC}	1,28	1,298
	RG1	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG2	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG3	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	RG4	Ω_{SEC}	6,036	6,036
	XGPOL	--	IG	IG
	TANG	deg	0	0
	50L1	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L2	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L3	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾
	50L4	A _{SEC}	0,5	⁽¹⁾

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
	50GZ1	Asec	0,5	(1)
	50GZ2	Asec	0,5	(1)
	50GZ3	Asec	0,5	(1)
	50GZ4	Asec	0,5	(1)
	k0M1	--	0,743	0,743
	k0A1	deg	-3,541	-3,541
	k0M	--	0,743	0,743
	k0A	deg	-3,541	-3,541
	Z1PD, Z1GD, Z1D	cyc	0	0
	Z2PD, Z2GD, Z2D	cyc	24	24
	Z3PD, Z3GD, Z3D	cyc	48	48
	Z4PD, Z4GD, Z4D	cyc	36	36
Directional Elements	DIR 3 Level 3 Direction	--	R	R
	DIR 3 Level 4 Direction	--	F	F

Nota:

- 1) Ajustar en el mínimo valor permitido por el relé.
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.2.1.1.4. Funciones de sobrecorriente direccional (ANSI 67/67N)

Tabla 51. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Time Overcurrent	E51P	--	Y	Y
	51PP	Asec	6,19 Asec (1485,6 Aprim)	6, Asec (1485,6 Aprim)
	51PC	--	U1	U1
	51PTD	--	0,99	0,99
	51PRS	--	N	N
Residual Ground Time Overcurrent	E51G	--	Y	Y
	51GP	Asec	1,49 Asec (357,6 Aprim)	0,99 Asec (238 Aprim)
	51GC	--	U1	U1
	51GTD	--	1,65	1,65
	51GRS	--	N	N
Torque Control Equations	51PTC	--	M2P+32GF+F32Q	M2P+32GF+F32Q
	51GTC	--	Z2G+32GF+F32Q	Z2G+32GF+F32Q
	67P1TC	--	--	--
	67P2TC	--	--	--

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.2.1.1.5. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

Tabla 52. Ajustes actuales y recomendados función funciones 50PxP y 50GxP Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	--	(1)	(1)
	50PxP ⁽²⁾	ASEC	7,26	7,60
Residual Ground Instantaneous Overcurrent	E50G	--	(1)	(1)
	50GxP ⁽²⁾	ASEC	2,02	2,54

Nota:

- 1) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 2) El valor "x" hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función ANSI 50BF.
- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.

Tabla 53. Ajuste actuales y recomendados función ANSI 50BF relé SEL 311C línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables	SVx	--	(TRIP)*(50Px+50Gx)	(TRIP)*(50Px+50Gx)
	SVy	--	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)	(SVy+TRIP)*(50Px+50Gx)
SELogic Control Equation Variables Timers	SVxPU	cyc	7,2	7,2
	SVxDO	cyc	0	0
	SVyPU	cyc	12	12
	SVyDO	cyc	0	0

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e [1].
- 2) Se implementa la función mediante las variables "x" y "y" ante la indisponibilidad de las variables recomendadas por el fabricante.
- 3) Se debe verificar en sitio si estas variables "x" y "y" están disponibles.
- 4) El elemento 50Px es el asociado a la función ANSI 50BF.

1.2.1.1.6. Función de cierre en falla (SOTF)

Tabla 54. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	NA	(1)	(1)
	50PxP ⁽⁴⁾	ASEC	6,93	6,93
Phase Definite-Time Overcurrent Elements	67PxP ⁽⁴⁾	cyc	3	3

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.
- 2) El elemento de sobrecorriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 3) La cantidad de elementos se deben ajustar acorde a los requerimientos de campo, para la función es necesario solo un elemento
- 4) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF

Tabla 55. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Switch Onto Fault	ESOTF	NA	Y	Y
	CLOEND	Ciclos	10	10
	52AEND	Ciclos	10	10
	SOTFD	Ciclos	30	30
Trip/Comm, Assisted Trip Logic	TRSOTF	NA	M2P+Z2G+50P1	M2P + Z2G + 50Px

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.
- 2) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF

1.2.1.1.7. Función de sobretensión (ANSI 59/27)

1.2.1.1.7.1. Función de Sobretensión (ANSI 59)

Tabla 56. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	59P	V _{sec}	69,71	69,71
	59SP	V _{sec}	69,71	69,71
	59PP	V _{sec}	120,75	120,75
SELogic Control Equation Variables	SVx	NA	3P59	3P59
	SVy	NA	59S	59S
	SVz	NA	59AB + 59BC + 59CA	59AB + 59BC + 59CA
SELogic Control Equation Variable Timers	SVxPU	ciclos	3600	3600
	SVxDO	ciclos	0	0
	SVyPU	ciclos	3600	3600
	SVyDO	ciclos	0	0
	SVzPU	ciclos	3600	3600
	SVzDO	ciclos	0	0

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e [1].
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no se debe incluir en la matriz de disparos.
- 3) El elemento 59P (SVx) se utiliza para dar disparo al interruptor, pero por requerimientos de TREC, este se excluye de la lógica de disparo, el 59PP (SVz) se utiliza para generar alarma, por tanto, este deberá programarse acorde a lo requerido por TREC para señalización o envío al centro de control y el 59S (SVy) se utiliza para bloquear el recierre por sobretensión en la línea.
- 4) Las variables "x", "y" y "z" corresponden a las variables lógicas del SEL 311, pero estas deberán ser validadas en campo.

1.2.1.1.7.2. Función de Baja Tensión (ANSI 27)

Tabla 57. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	27P	V _{SEC}	6,64	6,64
	27SP	V _{SEC}	6,64	6,64
	27PP	V _{SEC}	11,5	11,5

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e [1].
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no debe dar disparos.
- 3) El elemento 27P se utiliza en la lógica de recierre.

1.2.1.1.8. Función de Verificación de Sincronismo (ANSI 25)

Tabla 58. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Synchronism Check	E25	--	Y	Y
	25VLO	V _{SEC}	59,76	59,76
	25VHI	V _{SEC}	73,03	73,03
	25SF	Hz	0,1	0,1

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	25ANG1	deg	25	25
	25ANG2	deg	30	30
	SYNCP	--	(1)	(1)
	TCLOSD	cyc	1	1
Other Equations	BSYNCH	--	52A(contacto auxiliar) + TRIP	52A(contacto auxiliar) + TRIP

Nota:

- 1) Validar en la ingeniería la tensión usada para sincronismo
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e.

1.2.1.1.9. Función de Recierre (ANSI 79)

Teniendo en cuenta los niveles de cortocircuito, se establece que en el extremo Hincapie se efectúa el cierre con verificación de sincronismo en 500 ms, mientras que el extremo de Guadalupe realiza el recierre barra viva – línea muerta en 700 ms.

Tabla 59. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Reclosing Relay	E79	--	1	1
	79OI1 ⁽³⁾	cyc	45	45
	79RSD	cyc	10800	10800
	79RSLD	cyc	10800	10800
	79CLSD	cyc	0	0
Other Settings	CFD	Ciclos	60	60
SELogic Control Equation Variables (1)(2)(3)	SVx	--	COMM*(M2P + Z2G)	COMM*(M2P + Z2G)
	SVxPU	cyc	0	0
	SVxDO	cyc	0	0
	SVy	--	51G * R2X * !Z3RB * !LOP	51G * R2X * !Z3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	0	0
	SVyDO	cyc	0	0
	SVz	--	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * !LBn	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * !LBn
	SVzPU	cyc	0	0
	SVzDO	cyc	0	0
Close/Reclose Logic	ULCL	--	TRIP	TRIP
	79RI	--	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87
	79RIS	--	52A + 79CY	52A + 79CY
	79DTL	--	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SvPT + SvqT	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SvPT + SvqT
	79DLS	--	79LO	79LO
	79SKP	Ciclos	0	0
	79STL	--	TRIP	TRIP
	79BRS	--	(51P+51G)*79CY	(51P+51G)*79CY
	79SEQ	--	0	0
	79CLS	--	25A1 + 25A2 + (27S*3P27*!LOP)	25A1 + 25A2 + (27S*3P27*!LOP)

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e [1].
- 2) Las variables "x", "z" corresponde a la variable lógica del SEL 311C disponible.
- 3) SVx: ANSI 85-21 (POTT); SVz: bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 87L (87L...) y, de igual manera, bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 21 (M2P).
- 4) La variable n corresponde a la LB del SEL 311L disponible. A esta LBn en la SVz, se le asigna el "Recierre ante Falla Trifásica Habilitado". Solo se implementa localmente dado que no se conoce un Remote Bit designado para esto.
- 5) La SVy corresponde al disparo por 67NCD y esta definido en la tabla de dicha función.
- 6) Las Wordbits RB4 y LB1 en la ecuación del 79DLT, corresponden a los bloqueos de recierre Remoto y Local, respectivamente. Importante: nótese que se implementa el bloqueo local y remoto general de la función ANSI 79 y, además, se implementa el bloqueo local del recierre ante fallas trifásicas, por tanto, el bloqueo general funciona tanto para fallas monofásicas como para fallas trifásicas.
- 7) Las variables "p" y "q" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible. Estas variables se utilizan para bloqueo por sobretensión en línea y por sobretensión en barra, utilizando SV's con el fin de implementar retardo.
- 8) Las Wordbits 25A1 y 25A2 controlan condiciones "Vivo Vivo"; la lógica (27S*3P27*!LOP) controla condición "Muerto Muerto"; la lógica (59VS*3P27*!LOP) controla condición "Vivo Muerto", verificando tensión monofásica "Sana" a través del 59VS y baja tensión trifásica a través del 3P27; la lógica (27S*59VP*!LOP) controla condición "Muerto Vivo", verificando baja tensión monofásica a través del 27S y tensión trifásica "Sana" a través del 59VP. No se especifica Barra o Línea dado que dependerá a qué PT corresponda cada entrada (monofásica o trifásica) y esto es particular de cada subestación.

1.2.1.1.10. Ajustes Generales Esquemas de Teleprotección

Adicionalmente, según lo establecido en los criterios se recomienda habilitar el esquema permisivo de comparación direccional, aprovechando la función 67N habilitada en ambos extremos de la línea. En la siguiente tabla se muestran los ajustes recomendados.

Tabla 60. Esquema de Teleprotección – POTT relé SEL 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Comm. Assisted Trip Schemes	ECOMM	--	POTT	POTT
	Z3RBD	cyc	5	5
	EBLKD	cyc	10	10
	ETDPU	cyc	2	2
	EDURD	cyc	4	4
	EWFC	--	N	N
	27PWI	Vsec	53,1	53,1
	27PPW	VSEC	92	92
	59NW	VSEC	5	5
Trip Logic	TRCOMM	--	M2P+Z2G	M2P+Z2G
87L Transmit Equations ⁽¹⁾	T1X	--	KEY	KEY

Nota:

- 1) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo.
- 2) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e .

Tabla 61. Esquema de Teleprotección – ANSI 67NCD, relé 311L, línea Guadalupe - Hincapié, extremo Guadalupe 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
SELogic Control Equation Variables ⁽¹⁾	SVy		51G * R2X * !Z3RB * !LOP	51G * R2X * !Z3RB * !LOP
	SVyPU	cyc	0	0
	SVyDO	cyc	0	0
87L Transmit Equations ⁽¹⁾	T2X	--	51G * !Z3RB * !LOP	51G * !Z3RB * !LOP

Notas:

- 1) Las variables "y" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible.
- 2) Usar los canales de comunicación disponibles para la transmisión y recepción del comando permisivo

- 3) Ajustes actuales tomados del documento IEB-G021-19-00 Informe Definitivo Estudio de Coordinación de Protecciones Subestación Guadalupe 69/13,8 kV Versión 0e .

1.3. SUBESTACIÓN SECTOR INDUSTRIAL PETAPA 69 kV

1.3.1. Línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

La línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV, es protegida por un relé marca SEL referencia 311C como dispositivo principal.

Relación PT: 69000/115

Relación CT: 800/5

Corriente de límite térmica: 659 A

1.3.1.1. SEL 311C

Los ajustes actuales son tomados de las recomendaciones del documento IEB-G014-20-020 Estudio de Coordinación de Protecciones Proyecto Ampliación de la Subestación Sector Industrial Petapa 69/13,8 kV Versión 8, específicamente para las funciones Distancia (ANSI 21/21N) y Sobrecorriente Direccional (ANSI 67/67N). las demás funciones son tomadas del archivo de ajustes compartido por TREC

1.3.1.1.1. Ajustes generales

Tabla 62. Ajustes Generales actuales y recomendados SEL 311 C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
General Settings	CTR	--	160	160
	APP	--	311C	311C
	EADVS	--	Y	Y
Backup Protection and Line Parameters	CTRP	--	160	160
	PTR	--	600	600
	PTRS	--	600	600
	Z1MAG	Ω_{SEC}	1,73	0,416
	Z1ANG	deg	66,64	75,412
	Z0MAG	Ω_{SEC}	8,68	1,387
	Z0ANG	deg	79,47	72,039
	LL	km	13,11	3,630
Other Settings	EFLOC	--	Y	Y
	TDURD	cyc	9	9
Trip/Comm. Assisted Trip Logic ^{(1) (2)}	TR	--	M1P+Z1G+Z1T+M2PT+Z2GT+Z2T+M3PT+Z3GT+Z3T+51GT+51PT+OC+LB3+SV2T	TRIP_1 + TRIP_2 + TRIP_3 + TRIP_4 + TRIP_5 + TRIP_6

Notas:

- 1) Los disparos en la ecuación de disparo, TR, deberán agruparse de manera adecuada en caso de poseer límite de caracteres en la escritura. Estos se agrupan, como se observa a continuación, solo de manera indicativa por tipo o grupos de funciones: TRIP_1: M1P+Z1G+Z1T; TRIP_2: M2PT+Z2GT+Z2T; TRIP_3: M3PT+Z3GT+Z3T;
- 2) TRIP_4: M4PT+Z4GT+Z4T; TRIP_5: 51PT+51GT; TRIP_6: SVxT+SVyT (la SVx corresponde a apertura remota o disparos adicionales (50BF E2, DDT, etc)); la SVy, corresponde a disparo por 85.67N el cual se define en la 67NCD).
- 3) Las funciones SOTF y POTT no se direccionan manualmente a la ecuación de disparo o al contacto de salida, dado que estas activan internamente, en paralelo con la Wordbit TR, el disparo del relé o Wordbit TRIP.
- 4) El símbolo "--" significa que no se tienen ajustes actuales, debido a que es proyecto nuevo.
- 5) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes del relé.
- 6) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.3.1.1.2. Función Diferencial de Línea (ANSI 87L)

Dado que en la línea Hincapié - Sector Industrial Petapa, extremo Hincapié 69 kV opera un relé SEL modelo 311L, y en el extremo de Sector Industrial Petapa 69 kV opera un relé SEL modelo 311C, no es posible ajustar esta función de protección. Se sugiere evaluar la implementación de relés que permitan realizar este ajuste, ya que, según los resultados del análisis de la relación selectividad interna (SIR) de la línea, el esquema de protección propuesto para la bahía de línea garantiza un despeje de falla totalmente selectivo si se considera la función diferencial de línea ANSI 87L como la protección principal.

1.3.1.1.3. Función distancia (ANSI 21/21N)

En la siguiente tabla se presentan los ajustes recomendados para la función distancia.

**Tabla 63. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 21/21N Relé SEL 311L
línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV**

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
Phase Distance	E21P	--	4	4
	ECCVT	--	N	N
	Z1P	Ω_{SEC}	0,333	0,291
	Z2P	Ω_{SEC}	0,599	0,499
	Z3P	Ω_{SEC}	0,627	0,199
	Z4P	Ω_{SEC}	0,856	0,891
	50PP1	A _{SEC}	0,5	(1)
	50PP2	A _{SEC}	0,5	(1)
	50PP3	A _{SEC}	0,5	(1)
	50PP4	A _{SEC}	0,5	(1)
Ground Distance	E21MG	--	4	4
	Z1MG	Ω_{SEC}	0,333	0,291
	Z2MG	Ω_{SEC}	0,599	0,499
	Z3MG	Ω_{SEC}	0,627	0,199
	Z4MG	Ω_{SEC}	0,856	0,891
	E21XG	--	4	4
	XG1	Ω_{SEC}	0,322	0,282
	XG2	Ω_{SEC}	0,586	0,483
	XG3	Ω_{SEC}	0,608	0,192
	XG4	Ω_{SEC}	0,843	0,862
	RG1	Ω_{SEC}	1,611	7,254
	RG2	Ω_{SEC}	2,93	7,254
	RG3	Ω_{SEC}	3,041	7,254
	RG4	Ω_{SEC}	4,213	7,254
	XGPOL	--	IG	IG
	TANG	deg	0	0
	50L1	A _{SEC}	0,5	(1)
	50L2	A _{SEC}	0,5	(1)
	50L3	A _{SEC}	0,5	(1)
	50L4	A _{SEC}	0,5	(1)
	50GZ1	A _{SEC}	0,5	(1)
	50GZ2	A _{SEC}	0,5	(1)
	50GZ3	A _{SEC}	0,5	(1)
	50GZ4	A _{SEC}	0,5	(1)
	k0M1	--	0,779	0,779
	k0A1	deg	-4,816	-4,816
	k0M	--	0,779	0,779
	k0A	deg	-4,816	-4,816

Sección	Parámetro	Unidad	Ajuste Actuales	Ajuste Recomendados
	Z1PD, Z1GD, Z1D	cyc	0	0
	Z2PD, Z2GD, Z2D	cyc	12	24
	Z3PD, Z3GD, Z3D	cyc	48	48
	Z4PD, Z4GD, Z4D	cyc	36	36
Directional Elements	DIR 3 Level 3 Direction	--	Reverse	R
	DIR 3 Level 4 Direction	--	Forward	F

Nota:

- 1) Ajustar en el mínimo valor permitido por el relé.
- 2) Los ajustes actuales son tomados de las recomendaciones del documento IEB-G014-20-020 Estudio de Coordinación de Protecciones Proyecto Ampliación de la Subestación Sector Industrial Petapa 69/13,8 kV Versión 8.
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.3.1.1.4. Funciones de sobrecorriente direccional (ANSI 67/67N)

Tabla 64. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 67/67N Relé SEL 311L línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Time Overcurrent	E51P	--	Y	Y
	51PP	A _{SEC}	4,95 A _{SEC} (790 A _{PRIM})	5,35 A _{SEC} (857 A _{PRIM})
	51PC	--	U5	U5
	51PTD	--	2,32	2,32
	51PRS	--	N	N
Residual Ground Time Overcurrent	E51G	--	Y	Y
	51GP	A _{SEC}	0,85 A _{SEC} (136 A _{PRIM})	0,85 A _{SEC} (132 A _{PRIM})
	51GC	--	U1	U1
	51GTD	--	2,32	2,32
	51GRS	--	N	N
Torque Control Equations	51PTC	--	M2P+32GF+F32Q	M2P+32GF+F32Q
	51GTC	--	Z2G+32GF+F32Q	Z2G+32GF+F32Q
	67P1TC	--	--	M2P+32GF+F32Q
	67P2TC	--	--	Z2G+32GF+F32Q

Nota:

- 1) Los ajustes actuales son tomados de las recomendaciones del documento IEB-G014-20-020 Estudio de Coordinación de Protecciones Proyecto Ampliación de la Subestación Sector Industrial Petapa 69/13,8 kV Versión 8.
- 2) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

1.3.1.1.5. Función de Falla Interruptor (ANSI 50BF)

Según el documento IEB-G014-20-020 Estudio de Coordinación de Protecciones Proyecto Ampliación de la Subestación Sector Industrial Petapa 69/13,8 kV Versión 8, esta función se ajustará en el relé SEL 587Z destinado para la protección de barra.

1.3.1.1.6. Función de cierre en falla (SOTF)

Tabla 65. Ajustes actuales y recomendados función 50PxP Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Phase Instantaneous Overcurrent	E50P	NA	3	3
	50PxP ⁽⁴⁾	A _{SEC}	--	5,77
Phase Definite-Time Overcurrent Elements	67PxP ⁽⁴⁾	cyc	--	3

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El elemento de sobre corriente a ajustar depende de la disponibilidad en campo.
- 3) La cantidad de elementos se deben ajustar acorde a los requerimientos de campo, para la función es necesario solo un elemento
- 4) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF
- 5) En rojo se presentan los ajustes recomendados.

Tabla 66. Ajustes actuales y recomendados función SOTF Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Switch Onto Fault	ESOTF	NA	Y	Y
	CLOEND	Ciclos	OFF	10
	52AEND	Ciclos	10	10
	SOTFD	Ciclos	30	30
Trip/Comm, Assisted Trip Logic	TRSOTF	NA	M2P+Z2G+50P1	M2P + Z2G + 50Px

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) El valor x hace referencia al elemento de sobre corriente seleccionado para la función SOTF
- 3) En rojo se presentan los ajustes recomendados

1.3.1.1.7. Función de sobretensión (ANSI 59/27)

1.3.1.1.7.1. Función de Sobretensión (ANSI 59)

Tabla 67. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 59 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	59P	V _{sec}	73,70	69,72
	59SP	V _{sec}	73,70	69,72
	59PP	V _{sec}	126,50	120,75
SELogic Control Equation Variables	SVx	NA	--	3P59
	SVy	NA	--	59S
	SVz	NA	--	59AB + 59BC + 59CA
SELogic Control Equation Variable Timers	SVxPU	ciclos	--	3600
	SVxDO	ciclos	--	0
	SVyPU	ciclos	--	3600
	SVyDO	ciclos	--	0
	SVzPU	ciclos	--	3600
	SVzDO	ciclos	--	0

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no se debe incluir en la matriz de disparos.
- 3) El elemento 59P (SVx) se utiliza para dar disparo al interruptor, pero por requerimientos de TRELEC, este se excluye de la lógica de disparo, el 59PP (SVz) se utiliza para generar alarma, por tanto, este deberá programarse acorde a lo requerido por TRELEC para señalización o envío al centro de control y el 59S (SVy) se utiliza para bloquear el recierre por sobretensión en la línea.
- 4) Las variables "x", "y" y "z" corresponden a las variables lógicas del SEL 311, pero estas deberán ser validadas en campo.

1.3.1.1.7.2. Función de Baja Tensión (ANSI 27)

Tabla 68. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 27 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Voltage Elements ⁽³⁾	EVOLT	Y or N	Y	Y
	27P	V _{SEC}	40,00	6,64
	27SP	V _{SEC}	40,00	6,64

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	27PP	V _{SEC}	60,00	11,5

Nota:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Se ajusta como una función de alarma y por lo tanto no debe dar disparos.
- 3) El elemento 27P se utiliza en la lógica de recierre.
- 4) En rojo se presentan los ajustes recomendados

1.3.1.1.8. Función de Verificación de Sincronismo (ANSI 25)

Tabla 69. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 25 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Synchronism Check	E25	--	Y	Y
	25VLO	V _{SEC}	57,00	59,76
	25VHI	V _{SEC}	73,70	73,03
	25SF	Hz	0,042	0,1
	25ANG1	deg	25,00	25
	25ANG2	deg	40,00	30
	SYNCP	--	VB	(1)
	TCLOSD	cyc	3,00	1
Other Equations	BSYNCH	--	IN101+TRIP	52A(contacto auxiliar) + TRIP

Nota:

- 1) Validar en la ingeniería la tensión usada para sincronismo
- 2) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 3) En rojo se presentan los parámetros recomendados

1.3.1.1.9. Función de Recierre (ANSI 79)

Teniendo en cuenta los niveles de cortocircuito, se establece que en el extremo Sector Industrial Petapa se efectúa el cierre con verificación de sincronismo en 500 ms, mientras que el extremo de Hincapié realiza el recierre barra viva – línea muerta en 700 ms..

Tabla 70. Ajustes actuales y recomendados función ANSI 79 Relé SEL 311C, línea Hincapié – Sector Industrial Petapa, extremo Sector Industrial Petapa 69 kV

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
Reclosing Relay	E79	--	1	1
	79OI1 ⁽¹⁾	cyc	30	30
	79RSD	cyc	1800	10800
	79RSLD	cyc	300	10800
	79CLSD	cyc	1	0
Other Settings	CFD	Ciclos	60	60
SELogic Control Equation Variables (1)(2)(3)	SVx	--	--	COMM*(M2P + Z2G)
	SVxPU	cyc	--	0
	SVxDO	cyc	--	0
	SVy	--	--	51G * R2X * IZ3RB * ILOP
	SVyPU	cyc	--	0
	SVyDO	cyc	--	0
	SVz	--	--	(87LA*87LB + 87LB*87LC + 87LC*87LA + 87LA*87LB*87LC + M2P) * ILBn
	SVzPU	cyc	--	0
	SVzDO	cyc	--	0
Close/Reclose Logic	ULCL	--	TRIP	TRIP
	79RI	--	TRIP*(M1P+Z1G)	TRIP*(M1P + Z1G + SVxT + SVyT) + TRIP87

Sección	Parámetro	Unidad	Ajustes Actuales	Ajustes Recomendados
	79RIS	--	52A + 79CY	52A + 79CY
	79DTL	--	!!N102+OC+LB3+!LB1	Z2T+Z3T+Z4T + 51GT + 51PT + SOTF + !RB4 + !LB1 + SVzT + SVpT + SVqT
	79DLS	--	79LO	79LO
	79SKP	Ciclos	0	0
	79STL	--	TRIP	TRIP
	79BRS	--	(51P+51G)*79CY	(51P+51G)*79CY
	79SEQ	--	0	0
	79CLS	--	!3P59*!3P27*27S+25A1+25A2	25A1+25A2+(27S*3P27*!LOP)

Notas:

- 1) Ajustes actuales tomados del archivo de ajustes compartido por TRELEC.
- 2) Las variables "x", "z" corresponde a la variable lógica del SEL 311C disponible.
- 3) SVx: ANSI 85-21 (POTT); SVz: bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 87L (87L...) y, de igual manera, bloqueo por fallas bifásicas y trifásicas por ANSI 21 (M2P).
- 4) La variable n corresponde a la LB del SEL 311L disponible. A esta LBn en la SVz, se le asigna el "Recierre ante Falla Trifásica Habilitado". Solo se implementa localmente dado que no se conoce un Remote Bit designado para esto.
- 5) La SVy corresponde al disparo por 67NCD y esta definido en la tabla de dicha función.
- 6) Las Wordbits RB4 y LB1 en la ecuación del 79DLT, corresponden a los bloqueos de recierre Remoto y Local, respectivamente. Importante: nótese que se implementa el bloqueo local y remoto general de la función ANSI 79 y, además, se implementa el bloqueo local del recierre ante fallas trifásicas, por tanto, el bloqueo general funciona tanto para fallas monofásicas como para fallas trifásicas.
- 7) Las variables "p" y "q" corresponde a la variable lógica del SEL 311L disponible. Estas variables se utilizan para bloqueo por sobretensión en línea y por sobretensión en barra, utilizando SV's con el fin de implementar retardos.
- 8) Las Wordbits 25A1 y 25A2 controlan condiciones "Vivo Vivo"; la lógica (27S*3P27*!LOP) controla condición "Muerto Muerto"; la lógica (59VS*3P27*!LOP) controla condición "Vivo Muerto", verificando tensión monofásica "Sana" a través del 59VS y baja tensión trifásica a través del 3P27; la lógica (27S*59VP*!LOP) controla condición "Muerto Vivo", verificando baja tensión monofásica a través del 27S y tensión trifásica "Sana" a través del 59VP. No se especifica Barra o Línea dado que dependerá a qué PT corresponda cada entrada (monofásica o trifásica) y esto es particular de cada subestación.
- 9) En rojo se presentan los parámetros recomendados.

1.4. SUBESTACIÓN BOMBEO HINCAPIÉ 69 kV

Para la subestación Bombeo Hincapié no se incluye cálculos debido a que cuenta con un seccionador como equipo de maniobra para la desconexión del circuito a 69 kV, y los transformadores con nivel de tensión 69/4,160 kV cuentan con Fusible como protección.

2. CONCLUSIONES

- 1) Los ajustes recomendados para las funciones de sobrecorriente para el segundo transformador Hincapié 66/13,8 kV 13 MVA , presentan un correcto desempeño bajo las condiciones de fallas evaluadas.
- 2) Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante la verificación de las funciones de sobrecorriente 67/67N se debe considerar:
 - En la Ruta 7 ruta se presenta un bajo margen de coordinación tanto para fallas trifásicas como monofásicas, pero debido a que cada uno de los extremos de las subestaciones subestaciones Guadalupe e Hincapié, cuentan con protección diferencial de línea ANSI 87L está actuaría primero realizando el despeje de la falla
 - En la Ruta 8 se presenta un bajo margen de coordinación para fallas trifásicas, pero debido a que el transformador de Guadalupe 1 , cuentan con protección diferencial ANSI 87T está actuaría primero realizando el despeje de la falla.
 - En la Ruta 10 se presenta un bajo margen de coordinación tanto para fallas trifásicas como monofásicas, pero debido a que cada uno de los extremos de las subestaciones subestaciones Guadalupe, Hincapié y Guatemala Este, cuentan con protección diferencial de línea ANSI 87L está actuaría primero realizando el despeje de la falla.
- 3) En las verificaciones de la función diferencial de transformador ANSI 87T y ANSI 87TN, y en las de sobrecorriente, se puede observar un correcto desempeño ante fallas internas y en la coordinación de protecciones, respectivamente.
- 4) Para la función distancia ajustada en las Líneas de la subestación Hincapié 69 kV bajo los escenarios descritos se encontró un correcto desempeño de la función con los ajustes recomendados.

3. REFERENCIAS

- [1] ALSTOM GRID. Network Protection & Automation Guide, Protective Relays, Measurement & Control, Edition May 2011. ISBN: 978-0-9568678-0-3.
- [2] Estudio de Coordinación de Protecciones IEB-G021-19-00 Setor Industrial Petapa Rev 0e, abril 2024.
- [3] Estudio de Coordinación de Protecciones IEB-G021-19-00 Guadalupe Rev 8, septiembre 2022.
- [4] Estudio de coordinación de protecciones Plan de choque documento IEB-G30-21_Plan_de_choque_ACT_Versión 0 Revisión 0, diciembre de 2021 realizado por IEB para TRELEC.