




4	Se agregó reles Chinos en Chuyapi	16/02/18	A.J.F.	B.R.V.	
3	Observaciones en Campo	04/12/17	A.J.F.	B.R.V.	
2	Observaciones en Campo	02/12/17	A.J.F.	B.R.V.	
1	Emitido para Revisión	26/11/17	A.J.F.	B.R.V.	
REV.	DESCRIPCION	FECHA	EJEC.	REV.	APRO.
<p align="center">CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA</p> <p align="center">ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN A NIVEL EMPRESARIAL</p>					
<p align="center">Machupicchu – Santa Teresa – Santa María – Urpipata - Chahuares</p>					
		<p>Título:</p> <p align="center">Estudio de Coordinación de las Protecciones</p>			
		<p>Informe N°:</p> <p align="center">EDP-ES-026-17/Anexo A</p>			<p>Revisión</p> <p align="center">4</p>
		<p>Responsable Técnico:</p> <p align="center">Ing. Alfredo Jacinto Florián CIP 153948</p>			<p>Página 1</p>

COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES
Machupicchu – Santa Teresa – Santa María – Urpipata – Chahuares

INDICE

1. OBJETIVO.....	5
2. ALCANCES.....	5
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	6
3.1 REFERIDO A LA PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L-6004.....	6
3.2 REFERIDO A LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE Y ESQUEMA DE RECIERRE	7
4. DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE MACHUPICCHU – SANTA MARIA – URPIPATA - CHAHUARES.....	14
5. INFORMACION UTILIZADA.....	14
5.1 SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO NACIONAL.....	14
5.2 INFORMACIÓN PROPORSIONADA POR ELSE.....	14
5.3 INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA VISITA TÉCNICA A LAS INSTALACIONES DE ELSE.....	14
5.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA	15
5.5 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL	15
6. ANALISIS DE FLUJO DE CARGA.....	16
6.1 METODOLOGIA Y CRITERIOS.....	16
6.2 CRITERIOS DE OPERACION	16
6.3 CONSIDERACIONES	16
7. ANALISIS DE FLUJOS DE POTENCIA EN OPERACIÓN NORMAL.....	17
8. ANALISIS DE CORTOCIRCUITO.....	19
8.1 METODOLOGIAS Y CRITERIOS	19
8.2 ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO	20
9. SUBESTACION MACHUPICCHU 138/60/10 KV.....	22
9.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES	22
9.2 PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L6004 MACHUPICCHU – SANTA TERESA – SANTA MARIA – URPIPATA - CHAHUARES.....	24
9.2.1 FILOSOFÍA DE PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L-6004	24
9.2.2 PRINCIPALES DATOS DE LA LÍNEA	25
9.2.3 VERIFICACIÓN DE LAS IMPEDANCIAS “VISTAS” POR LA PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE LA LÍNEA L-6002/L-6004.....	26
9.3 AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	39
9.4 AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	40
9.5 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. MACHUPICCHU.....	41

9.6	VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	53
9.6.1	Alimentador 10KV: MA01	53
10.	SUBESTACION SANTA TERESA 60/10 KV	55
10.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES	55
10.2	RESUMEN AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	56
10.3	RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	57
10.4	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. SANTA TERESA.....	58
10.5	VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	63
10.5.1	Alimentador 10 KV: ST01.....	63
11.	SUBESTACION SANTA MARIA 60/22.9 KV.....	65
11.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES	65
11.2	RESUMEN DE AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA	66
11.3	RESUMEN DE AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	67
11.4	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. SANTA MARÍA	68
11.5	VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	76
11.5.1	Alimentador 22.9 KV: SM01	76
11.5.2	Alimentador 22.9 KV: SM02	84
11.5.3	Alimentador 22.9 KV: SM03	88
12.	SUBESTACION URPIPATA 60/22.9/10 KV – CH CHUYAPI 2.3 KV.....	92
12.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES	92
12.2	RESUMEN AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	94
12.3	RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	96
12.4	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. URPIPATA	98
12.5	VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	107
12.5.1	Alimentador 10KV: UP01	107
12.5.2	Alimentador 10KV: UP02	111
12.5.3	Alimentador 22.9KV: UP04	123
12.5.4	Alimentador 22.9KV: UP05	127
13.	SUBESTACION CHAHUARES 60/22.9/10 KV	129
13.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES	129
13.2	RESUMEN AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	130
13.3	RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA.....	131

	Estudio de Coordinación de Protecciones		Página 4
	EDP-ES-026-17	Rev: 4	

13.4	PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. CHAHUARES.....	132
13.5	VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	144
13.5.1	Alimentador 22.9 KV: CH02	144
13.5.2	Alimentador 22.9 KV: CH03	150

ANEXOS

Anexo N° 1: Flujos de carga

Anexo N° 2: Niveles de corriente de cortocircuito en máxima demanda

Anexo N° 2: Niveles de corriente de cortocircuito en mínima demanda

1. OBJETIVO

En el presente documento tiene por objeto analizar los esquemas de protecciones del sistema eléctrico de Machupicchu – Santa Teresa – Santa María – Urpipata – Chahuares.

2. ALCANCES

Entre los principales puntos a tratar en el presente documento se pueden destacar los siguientes:

- a) Flujos de carga en los niveles de 60KV, 22.9KV, 10.5KV incluidos las redes de los alimentadores.
- b) Cálculo de los niveles de corriente de cortocircuito para diferentes escenarios de operación en los niveles de 60KV, 22.9KV, 10.5KV incluidos las redes de los alimentadores.
- c) Revisión de los ajustes de los reles de protección de la línea L-6002 Machupicchu – Santa Teresa- Santa María – Urpipata – Chahuares.
- d) Revisión de los ajustes de los reles de protección del transformador de potencia de Machupicchu 60/22.9/10.5 KV.
- e) Revisión de los ajustes de los reles de protección del transformador de potencia de Santa María 60/22.9 KV y verificación de la selectividad de la protección de sobrecorriente en los alimentadores: SM01, SM02 y SM03
- f) Revisión de los ajustes de los reles de protección del transformador de potencia de Urpipata 60/23/10 KV y verificación de la selectividad de la protección de sobrecorriente en los alimentadores: UR01, UR02, UR04 y UR05. En este punto también se verifica la selectividad con los reles de la C. H. Chuyapi.
- g) Revisión de los ajustes de los reles de protección del transformador de potencia de Chahuares 60/22.9/10 KV y verificación de la selectividad de la protección de sobrecorriente en los alimentadores: CH01, CH02 y CH03

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El archivo Digsilent publicado por el COES fue usado para obtener los equivalentes en la barra de 138 KV de Machupicchu para luego simular los flujos de carga, cortocircuito y selectividad de las protecciones, dichos equivalentes fueron agregados a los archivos Digsilent proporcionados por ELSE donde previamente se habían modelado las redes de distribución usando coordenadas georreferenciadas.
- Los ajustes recomendados en este informe deben ser implementados en todos los relés involucrados de manera que la selectividad propuesta trabaje adecuadamente garantizando la eliminación de las fallas de manera coordinada.

3.1 REFERIDO A LA PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L-6004

- Actualmente en la línea L-6002/L-6004 solo existe rele de distancia en el extremo de Machupicchu, no se tiene ningún esquema de teleprotección, ni esquema de recierre, lo cual se considera suficiente para la topología radial de la red en 60 KV.
- Actualmente la temporización de la zona 1 es instantánea. En este punto cabe mencionar que, al existir varias derivaciones en "T" a lo largo de toda la línea, el alcance de zona 1 llega hasta los devanados de los transformadores de Santa Teresa, Santa Maria y Uripipata, esto implica que cuando se produzca una falla en alguno de los transformadores, la línea en 60 KV se desconectará desde Machupicchu sacando de servicio a todas las subestaciones de la radial. Una alternativa sería temporizar la zona 1, sin embargo, la tasa de probabilidad de ocurrencia de fallas en línea es mucho más alta que fallas en transformadores, por lo tanto, se considera adecuado que se mantenga el tiempo de operación en instantáneo.
- En el punto 6.2.3 se ha realizado la verificación de las impedancias vistas para diversos tipos de fallas a diferentes distancias de la línea en 60KV, donde se proponen los siguientes cambios de ajustes:

Ajustes Propuestos – Relé SEL311C

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse
ZP (Ω)	13.88	19.50	23.20	1.60
ZMG (Ω)	-	-	-	-
XG (Ω)	13.88	19.50	23.20	1.36
RG (Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00
Tan	-	-	-	-
ZPD	0 ciclos (0.00 s)	27 ciclos (0.45 s)	60 ciclos (1.00 s)	108 ciclos (1.80 s)
ZGD	0 ciclos (0.00 s)	27 ciclos (0.45 s)	60 ciclos (1.00 s)	108 ciclos (1.80 s)

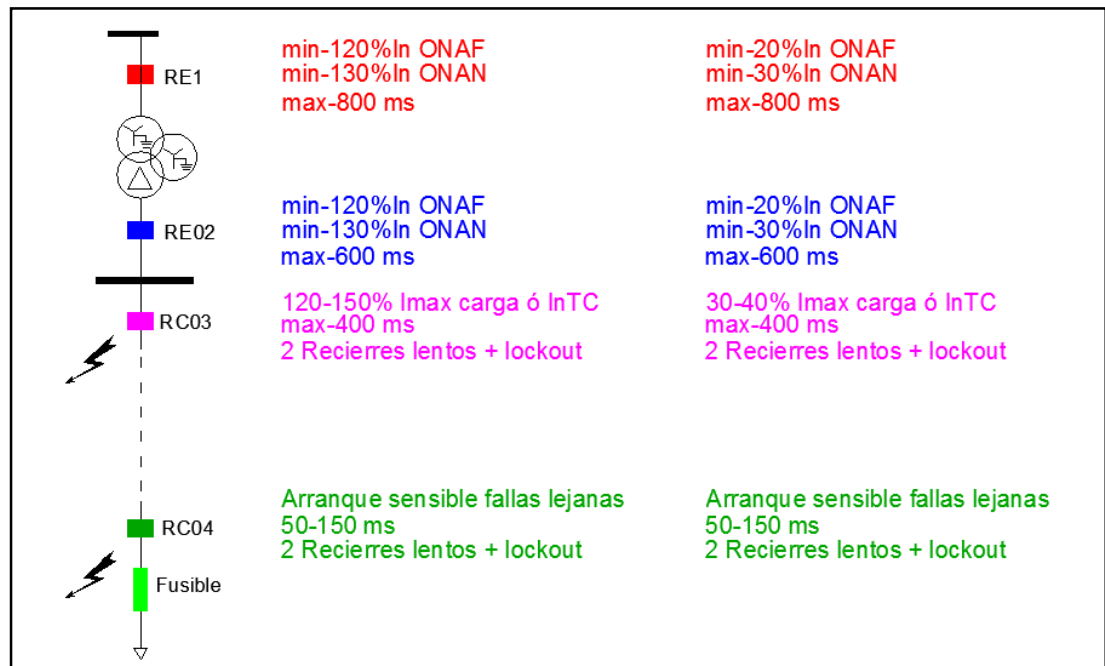
Ajustes Propuestos – Relé EPAC3000

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1X	Zona de Reversa Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse
Z (Ω)	13.88	19.50	23.20	23.20	-	1.60
RP(Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00	-	60.00
RE (Ω)	60.00				-	
T (s)	0.00	0.45	1.00	1.00	-	1.80

- La protección diferencial de línea 87L no se puede ser aplicada a la líneas líneas L-6002/L-6004 debido a que existen muchas derivaciones en T las cuales primero deben ser convertidas a PI, equipándolas con equipos de protección y maniobra en líneas y subestaciones, lo cual significa un alto costo económico teniendo en cuenta que actualmente la protección de distancia, aunque menos precisa, cumple igualmente la función de proteger la línea. De aplicarse la protección de línea, sin convertir las conexiones "T" a "PI", no mejoraría la selectividad para fallas en la línea.

3.2 REFERIDO A LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE Y ESQUEMA DE RECIERRE

- Para la verificación de la selectividad de la protección de sobrecorriente en las subestaciones y alimentadores se ha considerado el siguiente criterio:

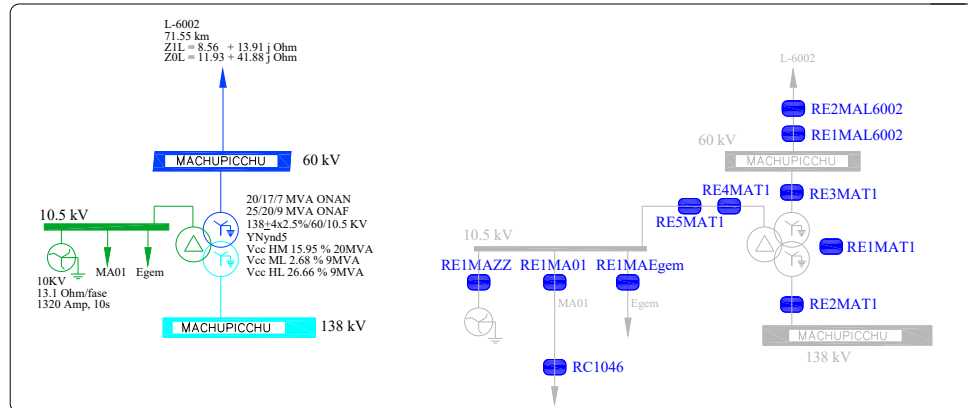


- El esquema de recierre automático en líneas de distribución generalmente no obedece a una regla general, la aplicación es según las condiciones geográficas y operativas de acuerdo a la necesidad del operador. En el caso del presente estudio no se está aplicando el esquema que salva los fusibles, debido a que ELSE tiene instalado fusibles de repetición que simulan hasta 3 intentos de recierre, por lo tanto en el presente estudio solo se aplica recierres lentos. Generalmente los tiempos muertos para recierres lentos son más grandes que los tiempos para recierres con curvas rápidas. La experiencia de varios autores indican que si la coordinación está asociada con reles y no con fusibles, los tiempos muertos pueden ser ajustados desde 5 hasta 15 segundos.

Para las redes de ELSE básicamente lo que cuenta es la experiencia que han tenido a lo largo del tiempo, sin embargo, la recomendación en el presente informe será habilitar 2 recierres con curvas lentas mas el disparo definitivo, el primer recierre temporizado 0.5 segundos y el segundo recierre en 10 segundos.

- Como parte de la verificación de la selectividad de sobrecorriente en las subestaciones a continuación se resumen los ajustes propuestos:

• S.E. Machupicchu 138/60/10.5 KV



SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	Ciclo de recierre
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1MAL6002	SEL	311C	60	200/1	1.10	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAL6002	ALSTOM	EPAC300	60.0	200/1	1.10	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAT1	SEL	351	138.0	150/1	0.80	120.00	0.16	IEC NI	6.00	900	0.15	---
RE3MAT1	SEL	351	60.0	250/1	0.88	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE4MAT1	SEL	351	10.5	500/1	0.48	240.00	0.14	IEC NI	---	---	---	---
RE5MAT1	MICOM	P123	10.5	200/1	1.20	240.00	0.15	IEC NI	---	---	---	---
RE1MAZZ	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.30	IEC VI	4	400	0.10	---
RE1MA01	MICOM	P121	10.5	100/1	1.50	150.00	0.18	IEC VI	15	1500	0.05	---
RE1MAEgem	MICOM	P123	10.5	200/1	1.00	200.00	0.10	IEC-VI	---	---	---	---
SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	Ciclo de recierre
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC1046	NOJA	RC10	10.5	1/1	150.0	150	0.09	IEC VI	800.0	800	0.05	2R+Lock
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	Ciclo de recierre
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1MAL6002	SEL	311C	60	200/1	0.32	64.00	0.10	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAL6002	ALSTOM	EPAC300	60.0	200/1	---	---	---	---	---	---	---	---
RE2MAT1	SEL	351	138.0	150/1	0.30	45.00	0.15	IEC NI	4.50	675	0.10	---
RE3MAT1	SEL	351	60.0	250/1	0.26	65.00	0.10	IEC NI	---	---	---	---
RE4MAT1	SEL	351	10.5	500/1	0.10	50.00	0.05	IEC VI	---	---	---	---
RE1MAZZ	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.30	IEC NI	---	---	---	---
RE1MA01	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.175	IEC NI	8	800	0.05	---
RE1MAEgem	MICOM	P123	10.5	200/1	0.20	40.00	0.50	TD	1.2	240	0.1	---
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	Ciclo de recierre
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC1046	NOJA	RC10	10.5	1/1	20.0	20	0.09	IEC NI	400	400	0.05	2R+Lock

• S.E. Teresa 60/10KV



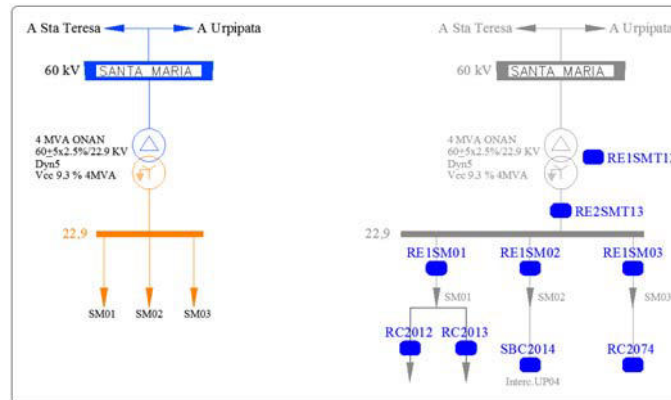
SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	150/5	2.20	66	2.40	ANSI VI	22	660	0.1	N/A
	TPU2000R	10.0	300/5	6.30	378	1.40	ANSI VI	--	--	--	N/A

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	225	225	0.07	IEC VI	--	--	--	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	150/5	1	30	1.00	ANSI VI	--	--	--	N/A
	TPU2000R	10.0	300/5	--	--	--	--	--	--	--	N/A

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	10	10	0.4	DT	4	4	1	2R+Lock

S.E. Santa Maria 60/22.9KV



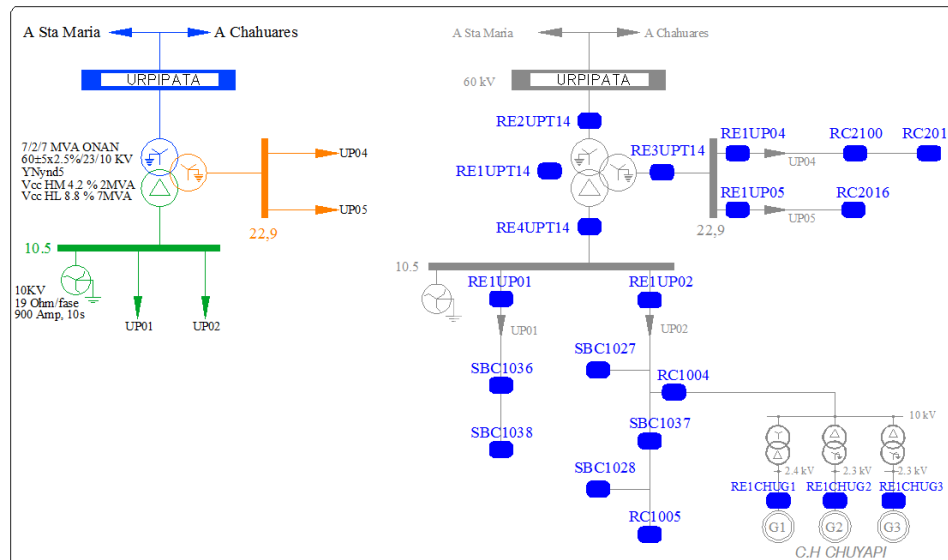
SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	0.70	56.00	0.18	IEC SI	5.62	449.60	0.03	N/A
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.90	135.00	0.13	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.90	135.00	0.13	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.16	80.00	0.16	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.10	50.00	0.16	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.20	100.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	50.00	50.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	50.00	50.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2074	R05	SM03	1/1	40.00	40.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA												
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre	
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo				
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷		
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)		
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	N/A	
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.20	30.00	0.25	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A	
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.20	30.00	0.25	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A	
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.12	IEC SI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock	
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.10	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock	
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.19	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock	

SOBRECORRIENTE DE TIERRA											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				IO>		TMS	Curva	IO>>		t0>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2074	R05	SM03	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

S.E. Uripipata 60/22.9/10.5 KV – CH Chuyapi 2.3 KV



SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTO											
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	
RE2UPT14	SEG	CPM1	60	100/1	0.90	90	0.16	IEC-NI	5.50	550	0.10
RE3UPT14	SEG	CPM1	22.9	80/1	0.82	65.6	0.20	IEC-NI	--	--	--
RE4UPT14	SEG	CPM1	10.5	500/1	1.00	500	0.12	IEC-VI	--	--	--
RE1UP01	ABB	REX521	10.5	120/1	1.50	180	0.12	IEC-NI	16.00	1920	0.05
RE1UP02	ABB	REX521	10.5	120/1	1.50	180	0.13	IEC-NI	16.00	1920	0.05
RE1UP04	Schneider	NULEC	22.9	1/1	50.00	50	0.14	IEC-NI	800.00	800	0.05
RE1UP05	Schneider	NULEC	22.9	1/1	45.00	45	0.16	IEC-NI	700.00	700	0.05

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	
RE1CHUG1	Rele Chino	***	2.4	200/5	--	--	--	--	7.50	300	0.01
RE1CHUG2	Rele Chino	***	2.3	200/5	--	--	--	--	7.50	300	0.01
RE1CHUG3	SEL	700G	2.3	200/5	3.40	136	3.20	U2-US Inv	--	--	--

Luego de las pruebas en campo en la C. H. Chuyapi, se observó que los reles de procedencia China de los generadores G1 y G2 no permiten ajustar curvas de tiempo inverso, además tampoco permiten temporizar la etapa de tiempo definido. Actualmente están ajustados en 1.5, que entendemos es pu, lo que representaría una corriente de 300 Amp Prim con un TC de 200/5; y temporizado en instantáneo, sin opción a temporizar.

También no se contó con algún manual de referencia para poder manipular los ajustes, por lo explicado no se pudo modificar los ajustes existentes, con lo cual las curvas de estos reles no estarían coordinando para fallas que ocurran en los alimentadores.

Se recomienda instalar reles para los generadores G1 y G2 que permitan ajustar con curvas de sobrecorriente de tiempo inverso

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTO

COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
SBC1036	SEL	751	UP01	1/1	150.00	150	0.07	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1038	SEL	751		1/1	100.00	100.0	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
SBC1027	ENTEC	ETNFC101	UP02	1/1	180.00	180	0.06	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
RC1004	NOJA	RC10		1/1	140.00	140	0.07	IEC-NI	1200.00	1200	0.05	2R+Lock
SBC1037	SEL	751		1/1	150.00	150	0.08	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1028	ENTEC	ETNFC101		1/1	100.00	100	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC1005	NOJA	RC10		1/1	100.00	100	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2100	NOJA	RC10		UP04	1/1	50.00	50	0.08	IEC-NI	600.00	600	0.05
RC2015	SEL	751	1/1		40.00	40	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2016	SEL	351R	UP05	1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	560.00	560	0.05	2R+Lock

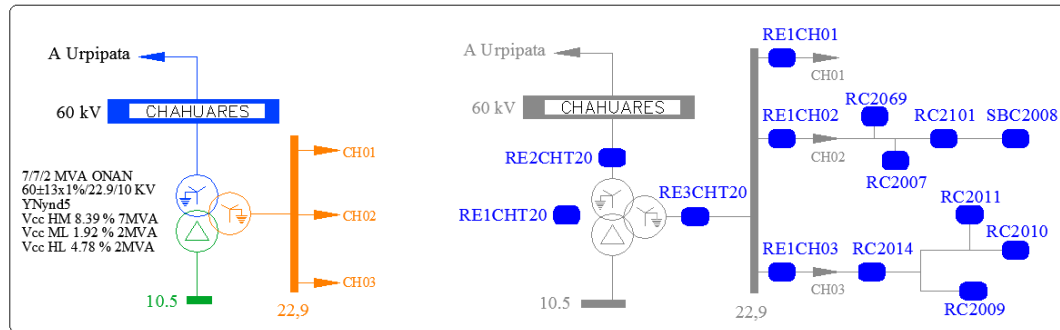
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTO

COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2UPT14	SEG	CPM1	60	100/1	0.11	11	0.38	IEC-NI	6.00	600	0.05	--
RE3UPT14	SEG	CPM1	22.9	80/1	0.40	32.0	0.27	IEC-NI	12.00	960	0.05	--
RE4UPT14	SEG	CPM1	10.5	500/1	0.10	50	0.05	IEC-VI	--	--	--	--
RE1UP01	ABB	REX521	10.5	120/1	0.34	40.8	0.17	IEC-NI	5.50	660	0.05	
RE1UP02	ABB	REX521	10.5	120/1	0.30	36	0.17	IEC-NI	6.00	720	0.05	
RE1UP04	Schneider	NULEC	22.9	1/1	30.00	30	0.16	IEC-NI	810.00	810	0.05	2R+Lock
RE1UP05	Schneider	NULEC	22.9	1/1	30.00	30	0.15	IEC-NI	690.00	690	0.05	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTO

COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
SBC1036	SEL	751	UP01	1/1	40.00	40	0.09	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1038	SEL	751		1/1	40.00	40.0	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
SBC1027	ENTEC	ETNFC101	UP02	1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
RC1004	NOJA	RC10		1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	500.00	500	0.05	2R+Lock
SBC1037	SEL	751		1/1	40.00	40	0.09	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1028	ENTEC	ETNFC101		1/1	30.00	30	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC1005	NOJA	RC10		1/1	30.00	30	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2100	NOJA	RC10		UP04	1/1	20.00	20	0.10	IEC-NI	500.00	500	0.05
RC2015	SEL	751	1/1		20.00	20	0.07	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2016	SEL	351R	UP05	1/1	20.00	20	0.09	IEC-NI	460.00	460	0.05	2R+Lock

S.E. Chahuares 60/22.9/10.5 KV



SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS										
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
				I>		TMS	Curva	I>>		Ciclo de recierre
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim (s)	
RE2CHT20	SEG CSP2	60	75/5	6.00	90	0.14	IEC SI	25.74	386.10	0.15
RE3CHT20	SEG CSP2	229	200/5	6.00	240	0.10	IEC SI	--	--	--
RE1CH01	SEL351R	229	500/1	0.20	100	0.08	IEC SI	1.24	620	0.05
RE1CH02	SEL351R	229	500/1	0.20	100	0.12	IEC SI	--	--	--
RE1CH03	SEL351R	229	500/1	0.28	140	0.06	IEC SI	1.24	620	0.05

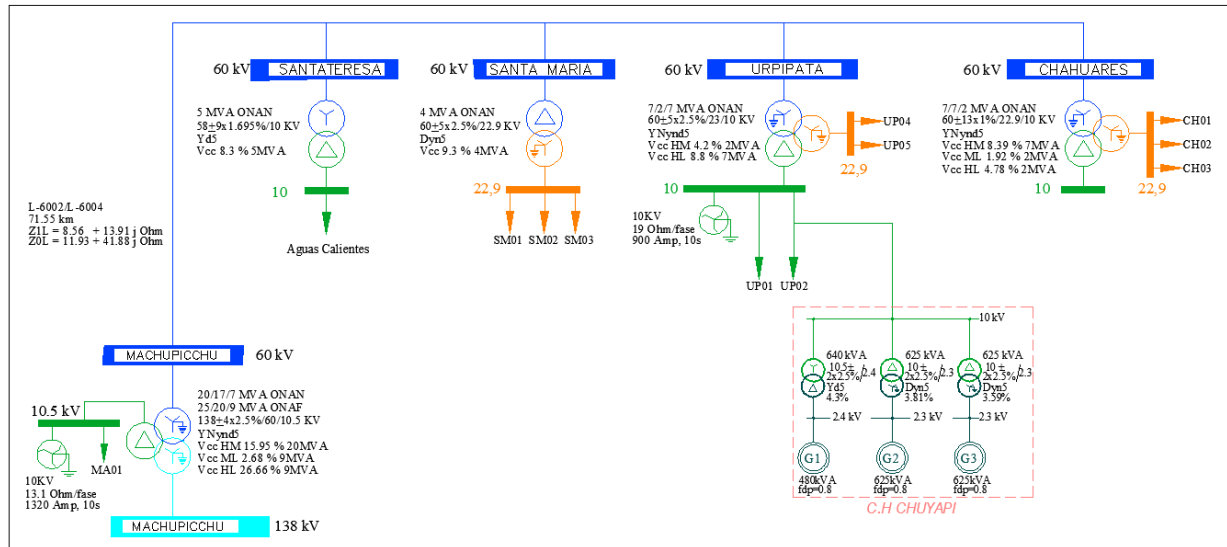
SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS										
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
				I>		TMS	Curva	I>>		Ciclo de recierre
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim (s)	
RC2007	SEL351R	CH02	1/1	50	50	0.10	IEC SI	320	320	0.05
RC2069	NOJA		1/1	50	50	0.18	IEC VI	500	500	0.05
RC2101	NOJA		1/1	80	80	0.07	IEC SI	--	--	--
SBC2008	SEL751		1/1	50	50	0.05	IEC EI	--	--	--
RC2009	KYLE	CH03	1/1	40	40	0.05	IEC EI	--	--	--
RC2010	KYLE		1/1	40	40	0.05	IEC VI	--	--	--
RC2011	SEL351R		1/1	40	40	0.05	IEC VI	--	--	--
RC2014	ADVC		1/1	80	80	0.05	IEC VI	--	--	--

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS										
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
				I>		TMS	Curva	I>>		Ciclo de recierre
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim (s)	
RE2CHT20	SEG CSP2	60	75/5	1	15	0.17	IEC VI	11.5	172.5	0.05
RE3CHT20	SEG CSP2	229	200/5	1.25	50	0.27	IEC SI	--	--	--
RE1CH01	SEL351R	229	500/1	0.04	20	0.12	IEC SI	--	--	--
RE1CH02	SEL351R	229	500/1	0.04	20	0.19	IEC SI	--	--	--
RE1CH03	SEL351R	229	500/1	0.052	26	0.14	IEC SI	--	--	--

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS										
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo		
				I>		TMS	Curva	I>>		Ciclo de recierre
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim (s)	
RC2007	SEL351R	CH02	1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--
RC2069	NOJA		1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--
RC2101	NOJA		1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--
SBC2008	SEL751		1/1	20	20	0.05	IEC VI	--	--	--
RC2009	KYLE	CH03	1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--
RC2010	KYLE		1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--
RC2011	SEL351R		1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--
RC2014	ADVC		1/1	20	20	0.14	IEC VI	--	--	--

4. DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE MACHUPICCHU – SANTA MARIA – URPIPATA - CHAHUARES

En el siguiente gráfico se resume el sistema eléctrico que será parte del análisis en el presente informe:



5. INFORMACION UTILIZADA

5.1 SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

La información del sistema eléctrico interconectado nacional fue suministrada por el organismo operador (COES-SINAC), en formato *.dz (archivo generado por el programa Digsilent Power Factory), del cual se obtuvo la siguiente información:

- Modelo de la topología de red del SEIN para el año 2018
- Biblioteca de los equipos con sus parámetros eléctricos, capacidad nominal de transmisión de las líneas, potencia nominal de los transformadores de potencia y generadores síncronos del SEIN.
- Despachos de generadores y distribución de demandas del SEIN para el año 2018 en avenida y estiaje, **en máxima, media y mínima demanda** respectivamente.
- Equipos de compensación reactiva del SEIN.
- Motores asíncronos de las plantas de algunas compañías mineras e industriales.

El archivo Digsilent publicado por el COES fue usado para obtener los equivalentes en la barra de 138 KV de Machupicchu para luego simular los flujos de carga, cortocircuito y selectividad de las protecciones, dichos equivalentes fueron agregados a los archivos Digsilent proporcionados por ELSE donde previamente se habían modelado las redes de distribución usando coordenadas georreferenciadas.

5.2 INFORMACIÓN PROPORSIONADA POR ELSE

- Archivos Digsilent de la topología de las redes de distribución de todos los alimentadores de Santa María, Urpipata y Chahuares, con nodos georreferenciados.
- Base de datos del sistema eléctrico de ELSE en el software ArcGIS.
- Acceso a las lecturas de todos los medidores integrados de ELSE.
- Diagramas unifilares de protección de sus instalaciones.
- Demandas registradas por sus medidores de todas sus instalaciones.

5.3 INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA VISITA TÉCNICA A LAS INSTALACIONES DE ELSE

- Toma de data de las placas de los transformadores de potencia, transformadores de corriente, transformadores de tensión.
- Ajustes de los rele en formato del propio rele en aquellos que se tiene su software de comunicación y a mano o foto donde no se pudo comunicarse.
- No se tomó ajustes en campo de los rele y reclosers ubicados aguas debajo de los alimentadores, esta información fue extraída del ArcGIS y de información física entregada por ELSE

5.4 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Para el desarrollo del presente informe se tomaron como referencia los siguientes documentos:

- Estudio de Operatividad Proyecto Ampliación S. E. Machupicchu 2014 – EO-DELC-ELSE-14 Rev 1 – Julio 2014.
- Estudio de Operatividad del Proyecto Línea de Transmisión Machupicchu – Abancay – Cotaruse a 220 KV – PE-MACO-0004-D015-01 Rev R – Marzo 2015
- Estudio de Coordinación de las protecciones del SEIN AECP 2014 – COES - 2014
- Reglamento de Transmisión.
- Decreto Supremo N° 027-2007-EM
- COES/DO/SEV-INF-063-2010: Alcances de estudio de operatividad y requisitos para las pruebas, puesta en servicio y operación.
- Requisitos mínimos para los sistemas de protección del SEIN – Marzo 2008.
- Procedimiento Técnico COES PR-20 “Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN”, aprobado mediante resolución N°035-2013-OS/CD.
- Plan de Transmisión 2017-2026 (información recibida entre Julio y Agosto de 2015)
- Informe de Diagnóstico 2015-2026 (Información recibida entre agosto y octubre de 2014)
- Proyectos Vinculantes resultado de la Actualización del Plan de Transmisión 2013-2022 y aprobados por el MINEM con Resolución Ministerial N° 583-2012-MEN/DM

5.5 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Las simulaciones de Flujo de Potencia, Contingencias, Niveles de corriente de cortocircuito y tiempo crítico de despeje de falla se efectuaron mediante la ayuda del programa de análisis de sistemas eléctricos de potencia, Digsilent Power Factory Versión 16.

Los resultados gráficos del programa sólo muestran la zona de influencia del proyecto a partir del equivalente.

6. ANALISIS DE FLUJO DE CARGA

6.1 METODOLOGIA Y CRITERIOS

Horizonte de Análisis

El horizonte de análisis considerado es el año 2018.

Análisis en Estado Estacionario

Para los escenarios hidrológicos y condiciones de demanda establecidos para el horizonte de análisis se simuló flujos de potencia en operación normal para verificar las tensiones de operación, niveles de carga de los transformadores de potencia y líneas de transmisión, operación de los equipos de compensación reactiva y operación de los sistemas automáticos de regulación de tensión bajo carga de los autotransformadores de potencia del proyecto.

6.2 CRITERIOS DE OPERACION

Para la condición de operación normal y en estado de emergencia del sistema eléctrico en estudio se tomarán los siguientes criterios de operación:

Operación Normal

- Límites de tensión admisibles en barras:

Barras con carga : $\pm 5\% V_n$
Barras sin carga : $\pm 10\% V_n$

Independientemente de la potencia transmitida deben estar comprendidos en el rango establecido.

- Capacidad de transporte de líneas y capacidad de carga de transformadores:

Líneas de transmisión : 100% de su potencia nominal
Transformadores de potencia : 100% de su potencia nominal

6.3 CONSIDERACIONES

- Se considera un equivalente en la barra de Machupicchu 138KV sin reducir los 4 generadores de Machupicchu.
- Para los flujos de carga se está considerando la generación de C. H. Chuyapi que se conecta en el alimentador UP02 de Uripipata.
- Para la solución matemática del flujo de potencia se considera como máquina de referencia a los grupos de Machupicchu
- El equivalente usado en Machupicchu para cada escenario incluye los despachos de los generadores existentes del SEIN para los escenarios hidrológicos y condiciones de demanda considerados en el horizonte de análisis tienen como base el despacho del parque generador del SEIN, establecida para el año 2018 en el archivo *.pdf proporcionado por el organismo operador (COES-SINAC).
- La demanda de las cargas en las instalaciones de ELSE considerados en el horizonte de análisis, fueron proporcionados por ELSE así como acceso a las lecturas vía internet de todos los medidores integrados de ELSE.

7. ANALISIS DE FLUJOS DE POTENCIA EN OPERACIÓN NORMAL

A continuación se describen los resultados de los escenarios simulados:

Los resultados gráficos de las simulaciones de flujos de potencia en operación normal, se muestra en el anexo 01

A continuación se describen los resultados obtenidos para los escenarios hidrológicos y condiciones de demanda considerados:

Cuadro resumen de cargabilidad de líneas

El siguiente cuadro muestra de manera resumida el porcentaje de variación de carga de las principales líneas en el área de influencia del mismo:

Niveles de Carga en Líneas														
Escenario			Avenida 2018						Estiaje 2018					
Línea de Transmisión	Código	KV	Máxima Demanda		Media Demanda		Mínima Demanda		Máxima Demanda		Media Demanda		Mínima Demanda	
			MW	(%)	MW	(%)	MW	(%)	MW	(%)	MW	(%)	MW	(%)
Machupichu-Sta. Teresa	6002/1	60	2.66	28.70	1.49	16.50	1.02	11.64	3.14	34.51	1.80	19.84	1.18	13.36
Uripata - Chahuares	6004	60	1.06	12.49	0.59	8.10	0.52	7.77	1.06	12.69	0.59	8.10	0.52	7.77
Sta. Maria - Uripata	6002/3	60	2.13	23.55	1.18	13.25	0.77	8.98	2.59	29.26	1.48	16.58	0.93	10.70
Sta. Teresa - Sta. Maria	6002/1b	60	2.56	27.85	1.40	15.58	0.94	10.71	3.04	33.65	1.71	18.92	1.09	12.44

- De las simulaciones se puede observar que los niveles de carga de las líneas existentes del área de influencia del proyecto perteneciente a la empresa distribuidora ELSE se encuentran operando por debajo de su máxima capacidad de transporte.

Cuadro resumen de cargabilidad de transformadores de potencia

El siguiente cuadro muestra de manera resumida el porcentaje de variación de carga de algunos transformadores de potencia en el área de influencia del mismo:

Nivel de Carga en Transformadores de Potencia						
Escenario	Avenida 2018			Estiaje 2018		
	Máxima Demanda	Media Demanda	Mínima Demanda	Máxima Demanda	Media Demanda	Mínima Demanda
Transformador	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Transformador TR3 Machupichu 25/20/9MVA, 138/60/10.5kV	38.64	23.52	15.62	45.69	27.12	17.71
Transformador TR3 Chahuares 7/7/2MVA, 60/22.9/10kV	46.18	28.35	26.47	47.08	28.37	26.46
Transformador TR3 Uripata 7/2/7MVA, 60/23/10kV	51.06	31.76	16.33	70.06	42.26	20.72
Transformador TR Santa Maria 4MVA, 60/22.9kV	32.91	17.63	14.41	33.60	17.63	14.34
Transformador TR Santa Teresa 5MVA, 58/10kV	4.72	4.85	4.90	4.80	4.84	4.87


- La cargabilidad de los transformadores existentes ubicados en el área del proyecto se encuentran operando por debajo de su máxima capacidad de transporte.

Cuadro resumen de niveles de tensión

El siguiente cuadro muestra de manera resumida cuales son los niveles de tensión en el área de influencia del mismo:

Tensiones de Operación													
Escenario		Avenida 2018						Estiaje 2018					
Subestación	Tensión Nominal (kV)	Máxima Demanda		Media Demanda		Mínima Demanda		Máxima Demanda		Media Demanda		Mínima Demanda	
		(kV)	p.u.	(kV)	p.u.	(kV)	p.u.	(kV)	p.u.	(kV)	p.u.	(kV)	p.u.
MACHUPICHU	138	139.86	1.01	138.71	1.01	138.60	1.00	138.27	1.00	139.13	1.01	139.33	1.01
SANTA MARIA	60	61.51	1.03	60.43	1.01	60.04	1.00	60.19	1.01	60.41	1.01	60.29	1.01
URPIPATA	60	60.69	1.02	59.99	1.00	59.83	1.00	59.17	0.99	59.86	1.00	60.04	1.00
CHAHUARES	60	60.21	1.01	59.86	1.00	59.78	1.00	58.66	0.99	59.73	1.00	59.99	1.01
MACHUPICHU	60	62.90	1.05	61.16	1.02	60.44	1.01	61.88	1.04	61.28	1.02	60.75	1.01
SANTA TERESA	60	62.53	1.05	60.96	1.02	60.33	1.01	61.42	1.03	61.04	1.02	60.62	1.01
URPIPATA	22.9	24.17	1.07	23.87	1.05	23.67	1.04	23.61	1.04	23.83	1.05	23.75	1.04
CHAHUARES	22.9	24.02	1.06	23.95	1.05	23.96	1.05	23.39	1.04	23.90	1.05	24.04	1.06
SANTA MARIA	22.9	23.85	1.05	23.52	1.03	23.30	1.02	23.33	1.03	23.51	1.03	23.40	1.03
MACHUPICHU	10.5	10.84	1.04	10.59	1.02	10.58	1.01	10.63	1.02	10.61	1.02	10.64	1.02
URPIPATA	10	10.15	1.02	10.06	1.01	10.11	1.02	9.88	1.00	10.04	1.01	10.15	1.02
SANTA TERESA	10	10.75	1.08	10.48	1.05	10.38	1.04	10.57	1.06	10.50	1.05	10.43	1.05

- ♦ Las barras donde se tenga tensiones de 1.06-1.07pu, estos valores han sido considerados con la finalidad de mantener tensiones óptimas a lo largo de los alimentadores de mayor longitud.
- ♦ De las simulaciones se observa en todos los escenarios y condiciones de demanda establecida que los niveles de tensión en barras se encuentran dentro de los límites permitidos de operación normal, por lo cual no se observa problema alguno de operación en la red de Machupicchu 60kV.

	Estudio de Coordinación de Protecciones		Página 19
	EDP-ES-026-17	Rev: 4	

8. ANALISIS DE CORTOCIRCUITO

8.1 METODOLOGIAS Y CRITERIOS

Horizonte de Análisis

El horizonte de análisis considerado es el periodo comprendido en el año 2018, en el cual se incluye los proyectos de generación, transmisión, ampliaciones de cargas y conexión de nuevas cargas mineras establecidas para dicho horizonte.

Escenarios de Generación

Para el cálculo de las máximas corrientes de cortocircuito para el año 2018, se tomará como base la topología de red del SEIN establecida para el escenario hidrológico de avenida donde todas las centrales de Machupicchu están en servicio incluido la generación en Chuyapi

Para el cálculo de las mínimas corrientes de cortocircuito para el año 2018, se tomará como base la topología de red del SEIN establecida para el escenario hidrológico de estiaje donde solo 1 de los 4 grupos de la central Machupicchu. Se considera C. H. Chuyapi fuera de servicio también.

Tipos de Falla Considerados

Los tipos de falla considerados en los escenarios de generación establecidos son:

- Cortocircuito trifásico franco.
- Cortocircuito bifásico franco.
- Cortocircuito bifásico con $R_f=10\text{ohm}$.
- Cortocircuito monofásico con franco.
- Cortocircuito monofásico con $R_f=50\text{ohm}$.

Análisis de los Niveles de Corriente de Cortocircuito Año 2018

Para el año 2018, los niveles de corriente de cortocircuito fueron calculados con el método completo, basado en el método de la superposición, con una evaluación previa de flujo de potencia para obtener las tensiones prefalla, este método permite incluir el efecto de la corriente prefalla o de carga.

8.2 ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO

Los tipos de cortocircuito simulados para el año de puesta en servicio de las instalaciones del proyecto son:

Topología de red de Máxima demanda Avenida año 2018

- Cortocircuito trifásico franco (Figura AvMax18-3f-00).
- Cortocircuito bifásico franco (Figura AvMax18-2f-00).
- Cortocircuito bifásico con resistencia 10 ohm (Figura AvMax18-2f-10).
- Cortocircuito monofásico franco (Figura AvMax18-1f-00).
- Cortocircuito monofásico con resistencia de 50 ohm (Figura AvMax18-1f-50).

Cada uno de los tipos de cortocircuito considerados para el año 2018 en el escenario de máxima demanda en avenida son mostrados en el Anexo N° 2 y presentan las salidas gráficas con resúmenes de fallas en barras que muestran la corriente total subtransitoria de falla en barras (I''_k) y la contribución que llega a cada barra a través de líneas, transformadores y generadores.

Topología de red de Mínima demanda Estiaje año 2018

- Cortocircuito trifásico franco (Figura EsMin18-3f-00).
- Cortocircuito bifásico franco (Figura EsMin 18-2f-00).
- Cortocircuito bifásico con resistencia 10 ohm (Figura EsMin18-2f-10).
- Cortocircuito monofásico franco (Figura EsMin18-1f-00).
- Cortocircuito monofásico con resistencia de 50 ohm (Figura EsMin18-1f-50).

Cada uno de los tipos de cortocircuito considerados para el año 2018 en el escenario de mínima demanda en estiaje son mostrados en el Anexo N° 3 y presentan las salidas gráficas con resúmenes de fallas en barras que muestran la corriente total subtransitoria de falla en barras (I''_k) y la contribución que llega a cada barra a través de líneas, transformadores y generadores.

Las variables mostradas en los resultados gráficos son:

- Para falla trifásica se muestra la corriente inicial de cortocircuito I_k .
- Para falla bifásica se muestra la corriente inicial de cortocircuito en la fase B I_{k-B}
- Para falla monofásica se muestra la corriente inicial de falla a tierra $3xI_0$.

En los siguientes cuadros se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada tipo de cortocircuito simulado para el año 2018 en las instalaciones de ELSE:

Niveles de corriente de cortocircuito en Avenida Máxima Demanda 2018

RESULTADOS DE CORTOCIRCUITO - 2018						
Subestación	V nom kV	AVENIDA MÁXIMA DEMANDA				
		Falla Trifásica	Falla Bifásica		Falla Monofásica	
		Rf = 0 ohm Ik-ABC (kA)	Rf = 0 ohm Ik-B (kA)	Rf = 10 ohm Ik-B (kA)	Rf = 0 ohm 3 x Io (kA)	Rf = 50 ohm 3 x Io (kA)
MACHUPICHU	138	6.52	4.77	4.34	6.88	1.53
SANTA MARIA	60	0.85	0.73	0.70	0.99	0.51
URPIPATA	60	0.71	0.60	0.58	0.86	0.47
CHAHUARES	60	0.48	0.41	0.40	0.56	0.37
MACHUPICHU	60	1.24	1.06	1.02	2.12	0.66
SANTA TERESA	60	1.11	0.95	0.91	1.55	0.61
URPIPATA	22.9	0.73	0.63	0.59	0.75	0.25
CHAHUARES	22.9	0.78	0.67	0.59	1.06	0.25
SANTA MARIA	22.9	0.75	0.66	0.60	0.85	0.25
MACHUPICHU	10.5	2.04	1.77	0.89	0.98	0.12
URPIPATA	10	2.57	2.23	0.85	0.75	0.11
SANTA TERESA	10	2.38	2.07	0.93	0.00	0.00

Niveles de corriente de cortocircuito en Estiaje Mínima Demanda 2018

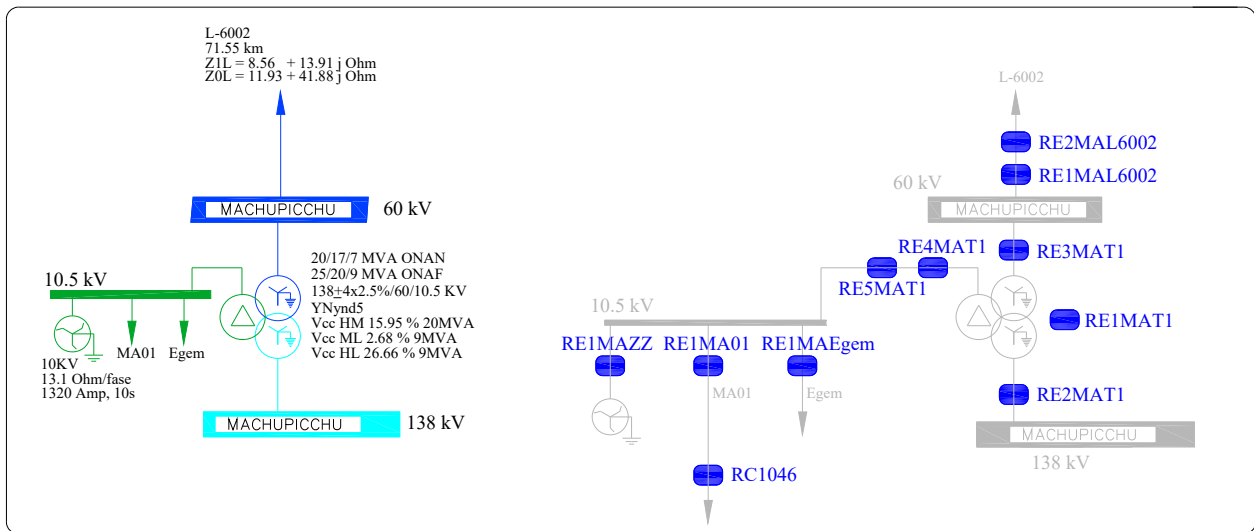
RESULTADOS DE CORTOCIRCUITO - 2018						
Subestación	V nom kV	ESTIAJE MINIMA DEMANDA				
		Falla Trifásica	Falla Bifásica		Falla Monofásica	
		Rf = 0 ohm Ik-ABC (kA)	Rf = 0 ohm Ik-B (kA)	Rf = 10 ohm Ik-B (kA)	Rf = 0 ohm 3 x Io (kA)	Rf = 50 ohm 3 x Io (kA)
MACHUPICHU	138	5.54	4.29	3.94	6.30	1.51
SANTA MARIA	60	0.75	0.65	0.63	0.89	0.49
URPIPATA	60	0.61	0.53	0.51	0.77	0.45
CHAHUARES	60	0.44	0.37	0.36	0.52	0.36
MACHUPICHU	60	1.11	0.95	0.93	1.89	0.64
SANTA TERESA	60	0.99	1.80	0.82	1.40	0.59
URPIPATA	22.9	0.70	0.60	0.56	0.72	0.25
CHAHUARES	22.9	0.72	0.62	0.56	0.98	0.25
SANTA MARIA	22.9	0.71	1.59	0.87	0.81	0.25
MACHUPICHU	10.5	1.83	0.62	0.57	0.93	0.12
URPIPATA	10	2.08	0.85	0.83	0.72	0.11
SANTA TERESA	10	2.23	1.93	0.90	0.00	0.00

9. SUBESTACION MACHUPICCHU 138/60/10 KV

9.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES

En la S. E. Machupicchu, como parte de las instalaciones de ELSE, se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

- Transformador de potencia
- Transformador de puesta a tierra (zig-zag)
- Bahía de salida en 60 kV de la línea L-6002
- Alimentador MA01 en 10KV



- Relés de protección

S.E. MACHUPICCHU								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	TC	VT	OBSERVACIONES
RE1MAL6002	Línea L-6002	60	SEL	311C	21/21N, 50/51, 50N/51N	200/1	60/0.1	Ok
RE2MAL6002	Línea L-6002	60	GEC ALSTOM	EPAC300	21/21N	200/1	60/0.1	Ok
RE1MAT1	T1	138	SEL	487E	87T	100/1	138/0.1	Ok
		60				200/1	--	Ok
		10.5				200/1	--	Ok
RE2MAT1		138	SEL	351	50/51, 50N/51N	150/1	138/0.1	Ok
RE3MAT1		60	SEL	351	50/51, 50N/51N	250/1	60/0.1	Ok
RE4MAT1		10.5	SEL	351	50/51, 50N/51N	500/1	10.5/0.1	Ok
RE5MAT1		10.5	MICOM	P123	50/51, 50N/51N	200/1	--	Dato pruebas
RE1MAZZ	Zig-Zag	10.5	MICOM	P121	50/51, 50N/51N	100/1	--	Dato de ECP
RE1MA01	Salida MA01	10.5	MICOM	P121	50/51, 50N/51N	100/1	--	Dato de ECP
RE1MAZZ	Salida Egemsa	10.5	MICOM	P121	50/51, 50N/51N	200/1	--	Dato de ECP

No se pudo comunicar con el rele EPC300, los datos fueron extraídos manualmente.

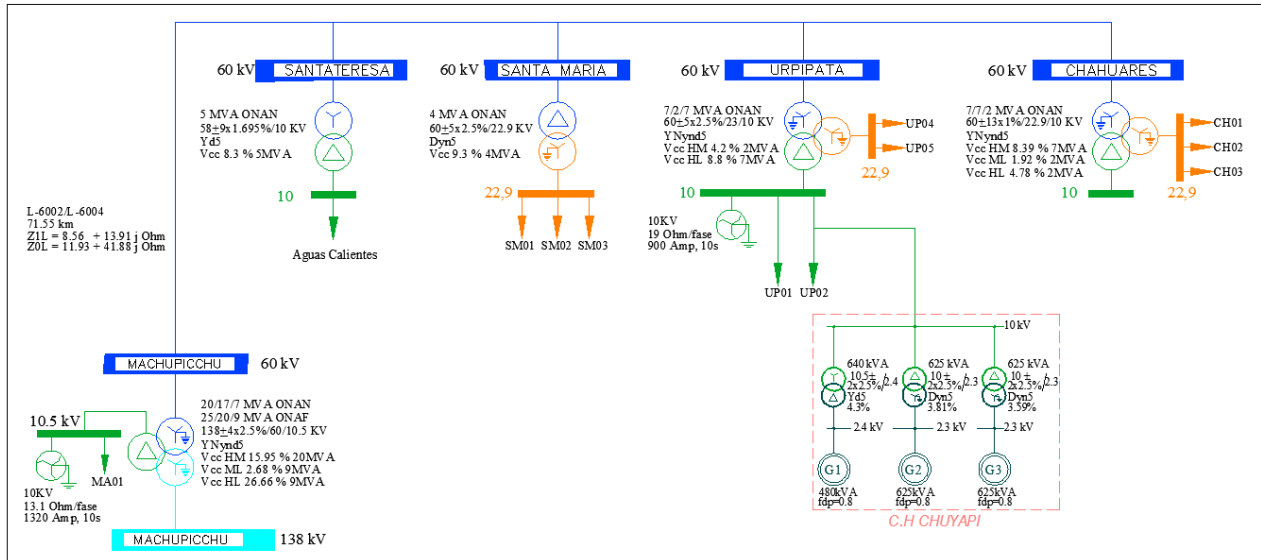
S.E. MACHUPICCHU								
COD. RELE	ALIMENTADOR	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RC1046	MA01	10.5	NOJA	RC10	50/51, 50N/51N, 79	1/1		Ok

A este recloser no se tomó data en campo.

9.2 PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L6004 MACHUPICCHU – SANTA TERESA – SANTA MARIA – URPIPATA – CHAHUARES

La línea L-6002 es una línea simple terna cuyos extremos son las subestaciones de Machupicchu y Chahuares, existiendo actualmente 3 derivaciones intermedias: Santa Teresa (4MVA), Santa María y Uripata.

En el siguiente gráfico se puede observar de manera resumida sistema eléctrico en 60KV.



9.2.1 FILOSOFÍA DE PROTECCIÓN DE LA LÍNEA L-6002/L-6004

La línea L-6002 solo tiene equipos de protección en el extremo de Machupicchu 60KV.

La bahía de la línea L-6002 está equipada con los siguientes dispositivos de protección en el extremo de Machupicchu:

SEL311C:	relé primario de línea	(21/21N, 50/51, 50N/51N)
EPAC300:	relé secundario de línea	(21/21N)

A continuación se enumera los principales criterios a tomar en cuenta para revisar la protección de la línea L-6002/L-6004:

- Como solo existe rele de distancia en el extremo de Machupicchu, no se tiene ningún esquema de teleprotección, ni esquema de recierre.
- Verificar que las protecciones de sobrecorriente coordinen con los rele ubicados en los transformadores de las subestaciones intermedias.
- Verificar la sensibilidad de la protección de distancia a tierra y/o sobrecorriente a tierra para fallas de alta impedancia.
- El alcance de primera zona debe estar ajustado entre 80 y 90% de la impedancia de la línea. La temporización será instantánea. En este punto cabe mencionar que, al existir varias derivaciones en "T" a lo largo de toda la línea, el alcance de zona 1 llega hasta los devanados de los transformadores de Santa Teresa, Santa María y Uripata, esto implica que cuando se produzca una falla en alguno de los transformadores, la línea en 60 KV se desconectará desde Machupicchu sacando de servicio a todas las subestaciones de la radial. Una alternativa sería temporizar la zona 1, sin embargo, la tasa de probabilidad de ocurrencia de fallas en línea es mucho más alta que fallas en transformadores, por lo tanto, se considera adecuado que se mantenga el tiempo de operación en instantáneo.

- e) Como criterio general, el alcance de segunda zona se ajustará de manera que cubra el 100 % de la impedancia de la línea protegida.
- f) La tercera zona será ajustada para cubrir la totalidad de la línea adyacente más corta o en su defecto será limitada por la impedancia de transformador remoto y cuyos alcances serán verificados con gráficos de impedancias vistas.
- g) La cuarta zona será ajustado hacia atrás y será ajustada teniendo en cuenta la impedancia del transformador local de manera que no se vea fallas en otro nivel de tensión.
- h) La protección diferencial de línea 87L no se puede ser aplicada a la líneas líneas L-6002/L-6004 debido a que existen muchas derivaciones en T las cuales primero deben ser convertidas a PI, equipándolas con equipos de protección y maniobra en líneas y subestaciones, lo cual significa un alto costo económico teniendo en cuenta que actualmente la protección de distancia, aunque menos precisa, cumple igualmente la función de proteger la línea. De aplicarse la protección de línea, sin convertir las conexiones "T" a "PI", no mejoraría la selectividad para fallas en la línea.

9.2.2 PRINCIPALES DATOS DE LA LÍNEA

En en extremo de Machupicchu 60KV

Los datos de los transformadores de medida son:

Transformador de corriente de línea (CT): 200/1
 Transformador de tensión línea (VT): 60/0.10
 Por lo tanto la relación transformación será: VT/CT = 3

Los principales parámetros eléctricos de la línea son:

LINEA MACHUPICCHU-CHAHUARES L-6002/L-6004		P.U.		Primario		Secundario	
S.E. MACHUPICCHU (60/0.10 KV)(200/1 A)		Valor	Unid.	Valor	Unid.	Valor	Unid.
Longitud de la línea	L	71.55	km	71.6	km	71.6	km
Resistencia de secuencia positiva	R1	0.3589	Ω/km	25.68	Ω	8.56	Ω
Reactancia de secuencia positiva	X1	0.5832	Ω/km	41.73	Ω	13.91	Ω
Magnitud impedancia secuencia positiva	Z1	0.68482	Ω/km	49.00	Ω	16.33	Ω
Angulo impedancia secuencia positiva	$\angle Z1$	58.39	$^\circ$	58.39	$^\circ$	58.39	$^\circ$
Resistencia de secuencia cero	R0	0.5002	Ω/km	35.79	Ω	11.93	Ω
Reactancia de secuencia cero	X0	1.7560	Ω/km	125.64	Ω	41.88	Ω
Magnitud impedancia secuencia cero	Z0	1.82583	Ω/km	130.64	Ω	43.55	Ω
Angulo impedancia secuencia cero	$\angle Z0$	74.10	$^\circ$	74.10	$^\circ$	74.10	$^\circ$
Magnitud factor compensación	K0	0.57		0.57		0.57	
Angulo factor compensación	$\angle K0$	24.74	$^\circ$	24.74	$^\circ$	24.74	$^\circ$
Susceptancia de secuencia positiva	B1	2.878	$\mu\text{S}/\text{km}$	205.92	μS	617.76	μS
Susceptancia de secuencia zero	B0	1.495	$\mu\text{S}/\text{km}$	106.97	μS	320.90	μS

9.2.3 VERIFICACIÓN DE LAS IMPEDANCIAS “VISTAS” POR LA PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE LA LÍNEA L-6002/L-6004

a) Resumen de ajustes actuales y propuestos

Ajustes Actuales – Relé SEL311C

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse
ZP (Ω)	13.88	17.96	23.20	1.60
ZMG (Ω)	-	-	-	-
XG (Ω)	11.82	15.30	19.76	1.36
RG (Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00
Tan	-	-	-	-
ZPD	0 ciclos (0.0 s)	27 ciclos (0.45 s)	54 ciclos (0.90 s)	108 ciclos (1.80 s)
ZGD	0 ciclos (0.0 s)	27 ciclos (0.45 s)	54 ciclos (0.90 s)	108 ciclos (1.80 s)

Ajustes Propuestos – Relé SEL311C

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse
ZP (Ω)	13.88	19.50	23.20	1.60
ZMG (Ω)	-	-	-	-
XG (Ω)	13.88	19.50	23.20	1.36
RG (Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00
Tan	-	-	-	-
ZPD	0 ciclos (0.00 s)	27 ciclos (0.45 s)	60 ciclos (1.00 s)	108 ciclos (1.80 s)
ZGD	0 ciclos (0.00 s)	27 ciclos (0.45 s)	60 ciclos (1.00 s)	108 ciclos (1.80 s)

Ajustes Actuales – Relé EPAC3000

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1X	Zona de Reversa Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse
Z (Ω)	16.30	17.10	23.20	23.20	-	1.60
RP(Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00	-	60.00
RE (Ω)	60.00				-	
T (s)	0.00	0.45	0.90	1.20	-	1.80

Propuestos – Relé EPAC3000

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 1X	Zona de Reversa Z5
Dirección	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Reverse
Z (Ω)	13.88	19.50	23.20	23.20	-	1.60
RP(Ω)	60.00	60.00	60.00	60.00	-	60.00
RE (Ω)	60.00				-	
T (s)	0.00	0.45	1.00	1.00	-	1.80

b) Alcances elemento distancia para lazo Fase-Fase (21):
Zona 1:
Ajustes Actuales:

SEL 311C: El ajuste actual permite cubrir fallas trifásicas y bifásicas resistivas (10 ohm) hasta el 80% del total de la impedancia de la línea protegida (L-6002 Machupicchu – Cháhuare).

EPAC 3000: El ajuste actual permite cubrir fallas trifásicas y bifásicas resistivas (10 ohm) a lo largo de toda la línea protegida.

Actualmente la temporización de la zona 1 de ambos relés se encuentra en instantáneo.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C: Se recomienda mantener el ajuste actual debido a que representa el 80% de la impedancia total de la línea protegida (L-6002 Machupicchu – Cháhuare).

EPAC 3000: Se recomienda implementar el mismo ajuste de zona 1 del relé SEL311C con la finalidad de asegurar el despeje ante fallas ocurridas hasta el 80% de la línea protegida.

Zona 2:
Ajustes Actuales:

SEL 311C: El ajuste actual permite cubrir fallas trifásicas y bifásicas francas en barra de Cháhuare 60kV. Las fallas bifásicas resistivas en barras de Cháhuare 60kV son cubiertas por la actuación de la zona 3. El ajuste actual no detecta fallas en los niveles de media y baja tensión de los transformadores de potencia de las subestaciones de Santa Teresa, Santa María, Uripata y Cháhuare.

EPAC 3000: El ajuste actual permite cubrir fallas trifásicas y bifásicas resistivas (10 ohm) a lo largo de la línea protegida.


Actualmente la temporización de la zona 2 de ambos relés se encuentra en 450 milisegundos.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C: Con el ajuste propuesto se logra cubrir fallas trifásicas y bifásicas resistivas (5-10ohm) a lo largo de toda la línea protegida y en barras de la subestación Cháhuare en 60kV. El ajuste propuesto no detecta fallas en los niveles de media y baja tensión de los transformadores de potencia de las subestaciones de Santa Teresa, Santa María, Uripata y Cháhuare.

EPAC 3000: Se recomienda implementar el mismo ajuste propuesto de zona 2 del relé SEL 311C, con la finalidad de asegurar el disparo ante fallas ocurridas a lo largo de la línea protegida.

Se recomienda mantener la temporización actual.

	Estudio de Coordinación de Protecciones		Página 28
	EDP-ES-026-17	Rev: 4	

Zona 3:

Ajustes Actuales:

SEL 311C: El ajuste actual permite cubrir fallas bifásicas resistivas en barras de Cháhuares 60kV, a su vez la protección de zona 3 no opera ante fallas ocurridas en los niveles de 10kV y 22.9kV de las subestaciones Santa María, Uripata y Cháhuares. Ante fallas en barra de 10kV de la SE Santa Teresa la zona 3 cubre la falla operando en 900ms.

EPAC 3000: Con el ajuste actual la protección de zona 3 no opera ante fallas ocurridas en los niveles de 10kV y 22.9kV de las subestaciones Santa María, Uripata y Cháhuares. Ante fallas en barra de 10kV de la SE Santa Teresa la zona 3 cubre dicha falla operando en 900ms.

Actualmente la temporización de la zona 3 de ambos relés se encuentra en 900 milisegundos.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C: Se recomienda mantener el ajuste actual, el cual equivale al 100% de la línea protegida más el 40% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Cháhuares.

EPAC 3000: Se recomienda mantener el ajuste actual, el cual equivale al 100% de la línea protegida más el 40% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Cháhuares.

Con la finalidad de brindar margen a las protecciones de sobrecorriente de la SE Santa Teresa ante fallas en el nivel de 10kV se recomienda elevar la temporización a 1000ms.

Zona 4:

Ajustes Actuales:

SEL 311C: Actualmente la zona reversa se encuentra ajustado al 45% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Machupichu. El cual actúa como respaldo de las protecciones ubicadas en el lado de 60kV de la SE Machupichu.

EPAC 3000: Actualmente el ajuste actual es el mismo que zona 3 en dirección forward.

Actualmente la temporización de la zona 4 del SEL 311C se encuentra temporizado en 1800 milisegundos.

Actualmente la temporización de la zona 4 del EPAC 3000 se encuentra temporizada en 1200 milisegundos.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C y EPAC3000: Se recomienda mantener los ajustes actuales para los alcances reactivo y resistivo.

En el relé SEL 311C se recomienda mantener la temporización actual.

En el relé EPAC 300 debido a que la zona 4 posee el mismo alcance reactivo y resistivo que la zona 3, se recomienda uniformizar los tiempos de disparo a una temporización de 1000ms (igual al tiempo propuesto de zona 3).

Zona 5:

Ajustes Actuales:

EPAC 3000: Actualmente la zona reversa se encuentra ajustado al 45% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Machupichu. El cual actúa como respaldo de las protecciones ubicadas en el lado de 60kV de la SE Machupichu.

Actualmente la temporización de la zona 5 del EPAC 3000 se encuentra temporizada en 1800 milisegundos.

Ajustes Propuestos:

EPAC3000: Se recomienda mantener el ajuste actual.

En el relé EPAC 3000 se recomienda mantener la temporización actual.

c) Alcances elemento distancia para lazo Fase- Tierra (21N):

Zona 1:

Ajustes Actuales:


SEL 311C: El ajuste actual permite cubrir fallas monofásicas francas y resistivas hasta el 70% del total de la impedancia de la línea protegida (L-6002 Machupichu – Cháhuares).

EPAC 3000: El ajuste actual permite cubrir fallas monofásicas francas y resistivas (20-50ohm) en todo el tramo de la línea protegida (L-6002 Machupichu – Cháhuares).

Actualmente la temporización de la zona 1 de ambos relés se encuentra en instantáneo.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C: Se recomienda incrementar el alcance reactivo a 41 ohm primarios (equivalente al 80% de la impedancia de la línea L-6002), el cual permitirá cubrir cortocircuitos monofásicos francos hasta el 80% de la línea protegida (L-6002 Machupichu – Cháhuares). Se recomienda mantener el alcance resistivo el cual permite cubrir fallas monofásicas resistivas de 20-50 ohm hasta el 80% del total de línea protegida.

	Estudio de Coordinación de Protecciones		Página 29
	EDP-ES-026-17	Rev: 4	

EPAC 3000: Se recomienda implementar el mismo ajuste de zona 1 del relé SEL311C con la finalidad de asegurar el despeje ante fallas ocurridas hasta el 80% de la línea protegida.

Zona 2:

Ajustes Actuales:

SEL 311C: Debido al aporte homopolar de los transformadores de potencia ubicados entre las zonas de Machupichu – Cháhuas, el ajuste actual no logra detectar fallas monofásicas francas en barras de Cháhuas 60kV, despejando la falla en un tiempo de zona 3 (900ms). El ajuste actual no detecta fallas monofásicas en barras de 22.9kV de Uripata y Cháhuas.

EPAC 3000: El ajuste actual no logra detectar fallas monofásicas francas en barras de Cháhuas 60kV, despejando la falla en un tiempo de zona 3 (900ms). El ajuste actual no detecta fallas monofásicas en barras de 22.9kV de Uripata y Cháhuas.

Actualmente la temporización de la zona 2 de ambos relés se encuentra en 450 milisegundos.

Ajustes Actuales:

SEL 311C: Se recomienda incrementar el alcance reactivo aproximadamente al 115% de la impedancia total de la línea protegida, con la finalidad de cubrir fallas monofásicas francas a lo largo de toda la línea protegida. Se recomienda mantener el alcance resistivo el cual permite cubrir fallas monofásicas resistivas de hasta 50 ohm a lo largo de toda la línea protegida y en barras de la SE Cháhuas en 60kV. El ajuste propuesto no detecta fallas monofásicas en barras de 22.9kV de Uripata y Cháhuas.

EPAC 3000: Se recomienda implementar el mismo ajuste de zona 2 del relé SEL311C con la finalidad de asegurar el despeje ante fallas ocurridas a lo largo de la línea protegida. El ajuste actual no detecta fallas monofásicas en barras de 22.9kV de Uripata y Cháhuas.

Se recomienda mantener la temporización actual.

Zona 3:

Ajustes Actuales:

SEL 311C: El ajuste actual permite cubrir fallas monofásicas a lo largo de toda la línea protegida, debido al aporte homopolar de los transformadores de potencia de la zona ante una falla monofásica en barra de Cháhuas 60kV la falla será despejada en 900ms. A su vez la protección de zona 3 no opera ante fallas ocurridas en los niveles de 22.9kV de las subestaciones Uripata y Cháhuas.

EPAC 3000: El ajuste actual no opera ante fallas ocurridas en los niveles de 22.9kV de las subestaciones Uripata y Cháhuas.

Actualmente ante fallas trifásicas o bifásicas francas en cubierta por la zona 3 operan en 900 milisegundos.

Ajustes Propuestos:

SEL 311C: El ajuste propuesto, el cual equivale al 100% de la línea protegida más el 40% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Cháhuas, este ajuste brinda respaldo a la zona 2 ante fallas ocurridas a lo largo de la línea protegida, a su vez no se detecta fallas monofásicas en barras de 22.9kV de las subestaciones de Uripata y Cháhuas.

EPAC 3000: Se recomienda implementar el mismo ajuste propuesto del SEL311C.

Con la finalidad de uniformizar los tiempos de las características de fases y tierra se recomienda temporizar la zona 3 en 1000ms.

Zona 4:

Ajustes Actuales:

SEL 311C: Actualmente la zona reversa se encuentra ajustado al 40% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Machupichu. El cual actúa como respaldo de las protecciones ubicadas en el lado de 60kV de la SE Machupichu.

EPAC 3000: Actualmente el ajuste actual es el mismo que zona 3 en dirección forward.

Actualmente la temporización de la zona 4 del SEL 311C se encuentra temporizado en 1800 milisegundos.

Actualmente la temporización de la zona 4 del EPAC 3000 se encuentra temporizada en 1200 milisegundos.


Ajustes Propuestos:

SEL 311C y EPAC3000: Se recomienda mantener los ajustes actuales para los alcances reactivo y resistivo.

En el relé SEL 311C se recomienda mantener la temporización actual.

En el relé EPAC 300 debido a que la zona 4 posee el mismo alcance reactivo y resistivo que la zona 3, se recomienda uniformizar los tiempos de disparo a una temporización de 1000ms (igual al tiempo propuesto de zona 3).

Zona 5:

	Estudio de Coordinación de Protecciones		Página 30
	EDP-ES-026-17	Rev: 4	

Ajustes Actuales:

EPAC 3000: Actualmente la zona reversa se encuentra ajustado al 45% de la impedancia del transformador de potencia de la SE Machupichu. El cual actúa como respaldo de las protecciones ubicadas en el lado de 60kV de la SE Machupichu.

Actualmente la temporización de la zona 5 del EPAC 3000 se encuentra temporizada en 1800 milisegundos.

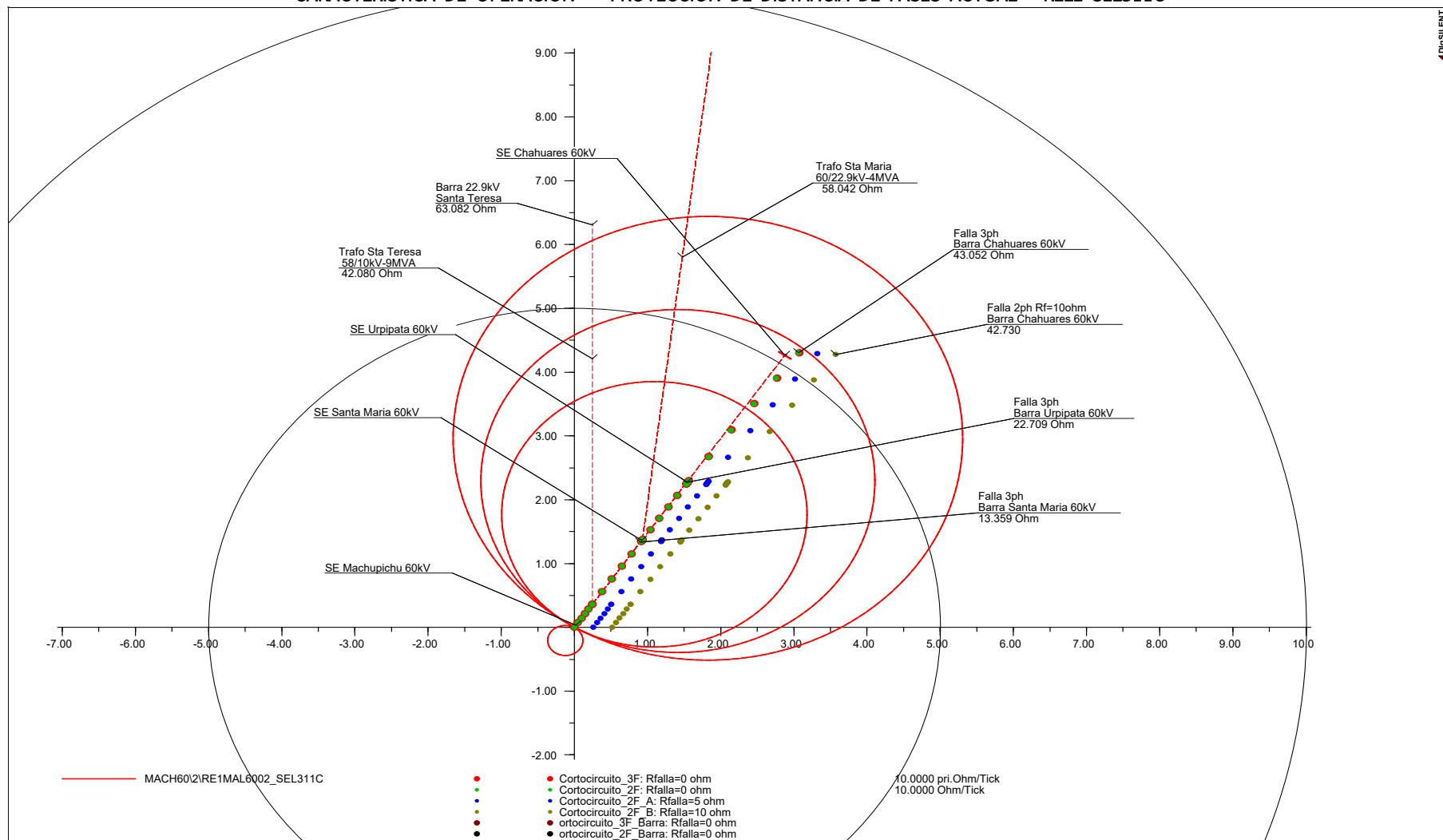
Ajustes Propuestos:

EPAC3000: Se recomienda mantener el ajuste actual.

En el relé EPAC 3000 se recomienda mantener la temporización actual.

d) Gráficos para la verificación de las impedancia vistas de la protección de distancia

CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE FASES ACTUAL - RELE SEL311C



ELSE

ESTUDIO DE CORDINACION_SE MACHUPICHU_60kV

21PMA60.1_A

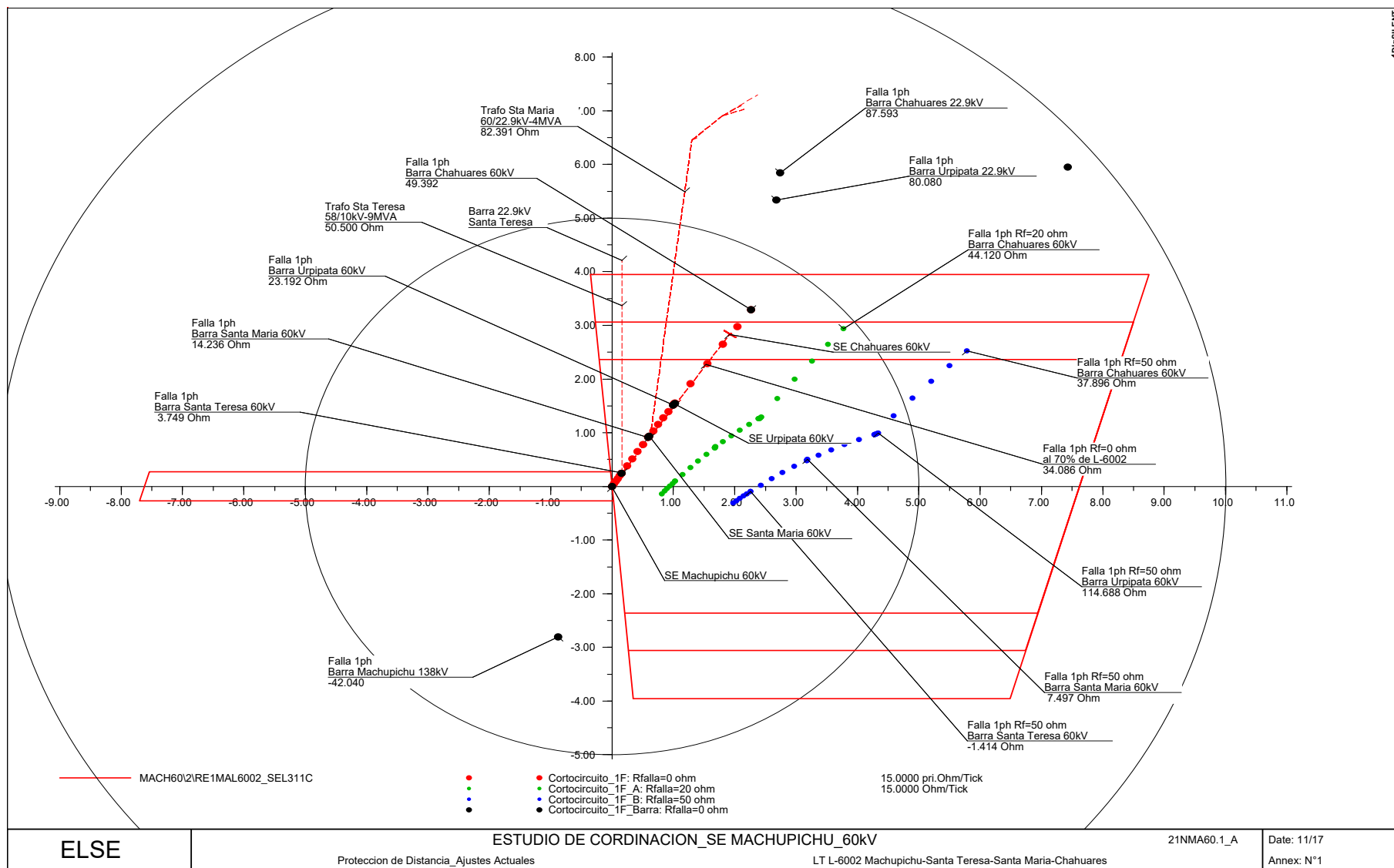
Date: 11/17

Proteccion de Distancia_Ajustes Actuales

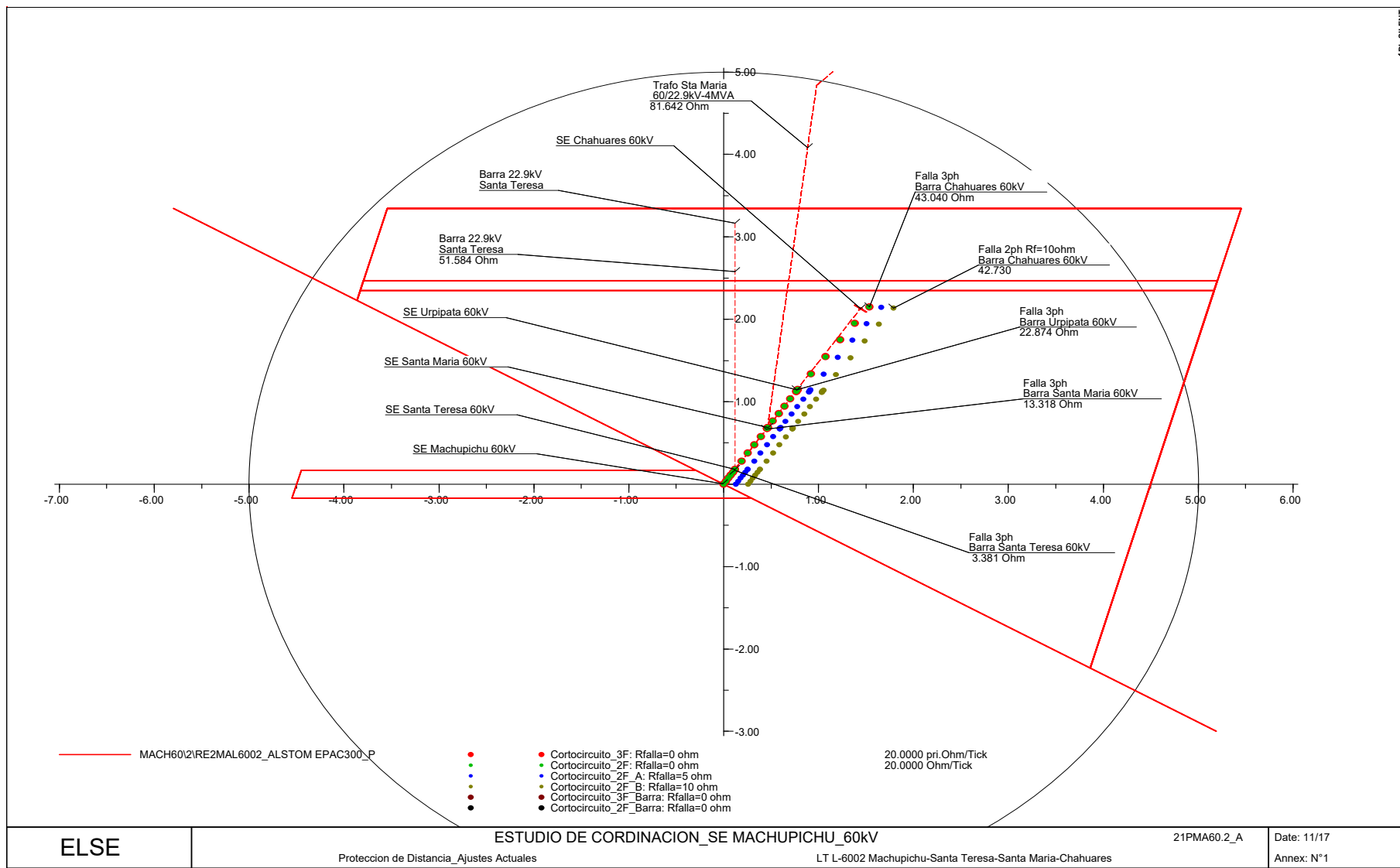
LT L-6002 Machupichu-Santa Teresa-Santa Maria-Chahuares

Annex: N°1

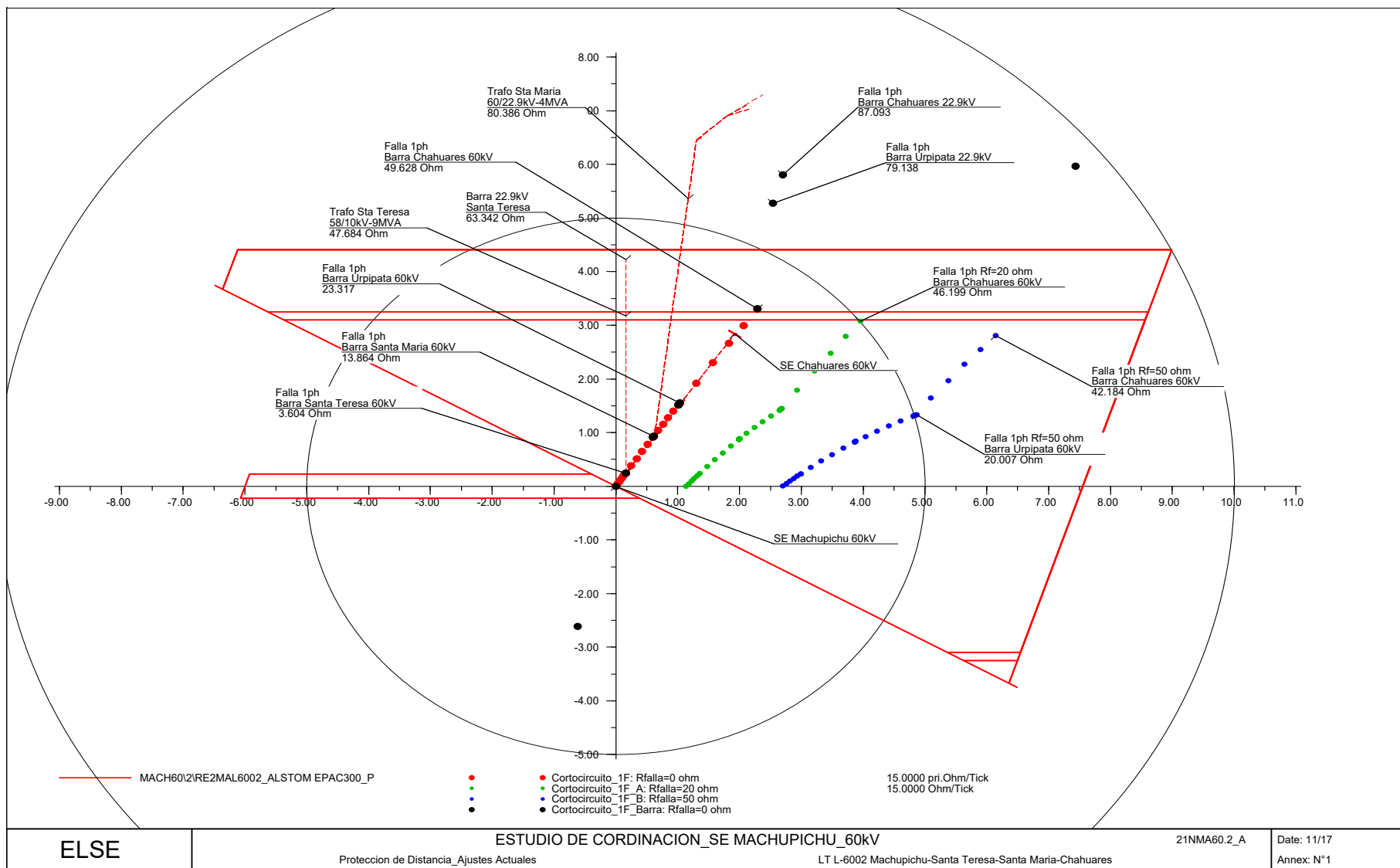
CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE TIERRA ACTUAL - RELE SEL311C



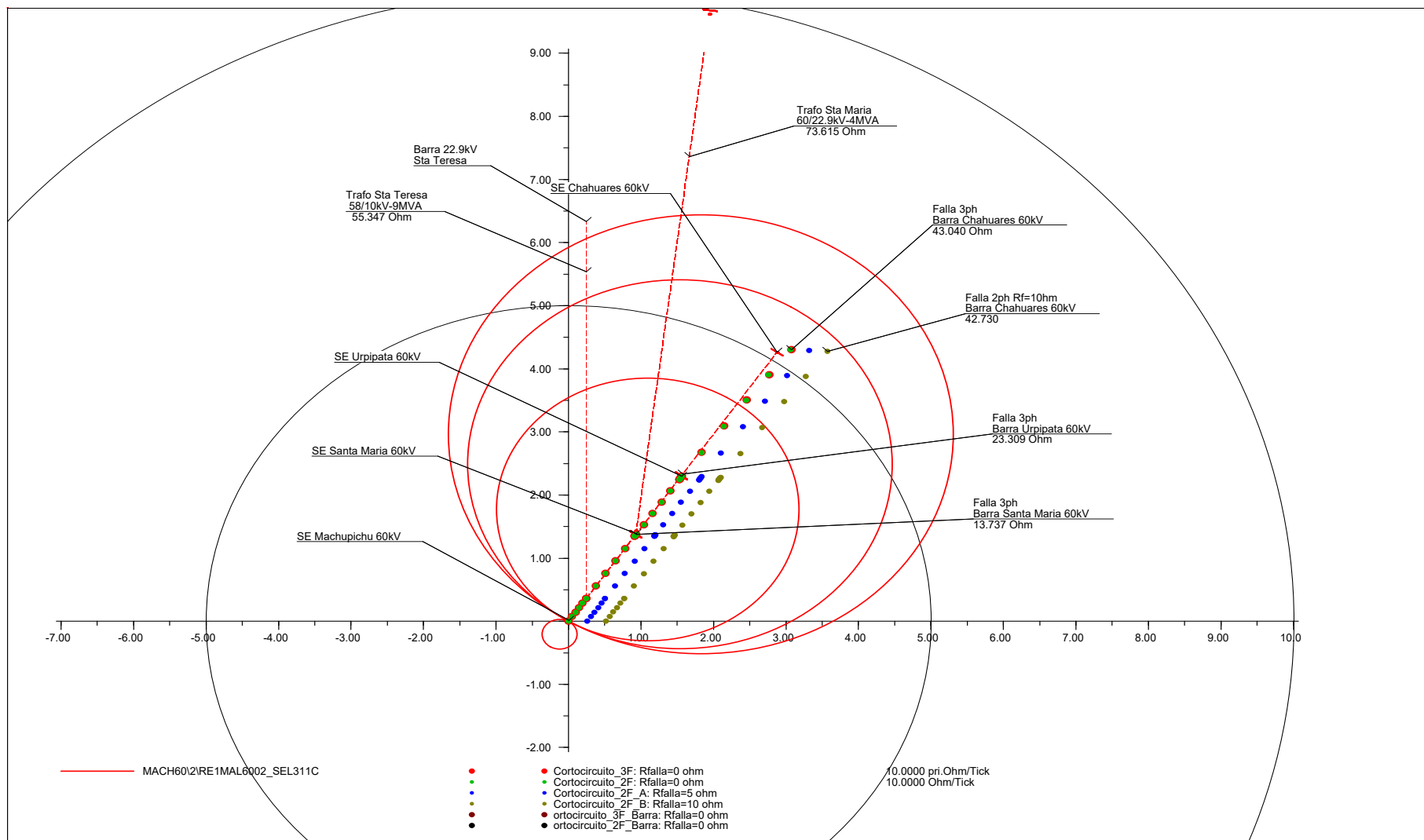
CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE FASES ACTUAL - RELE EPAC3000



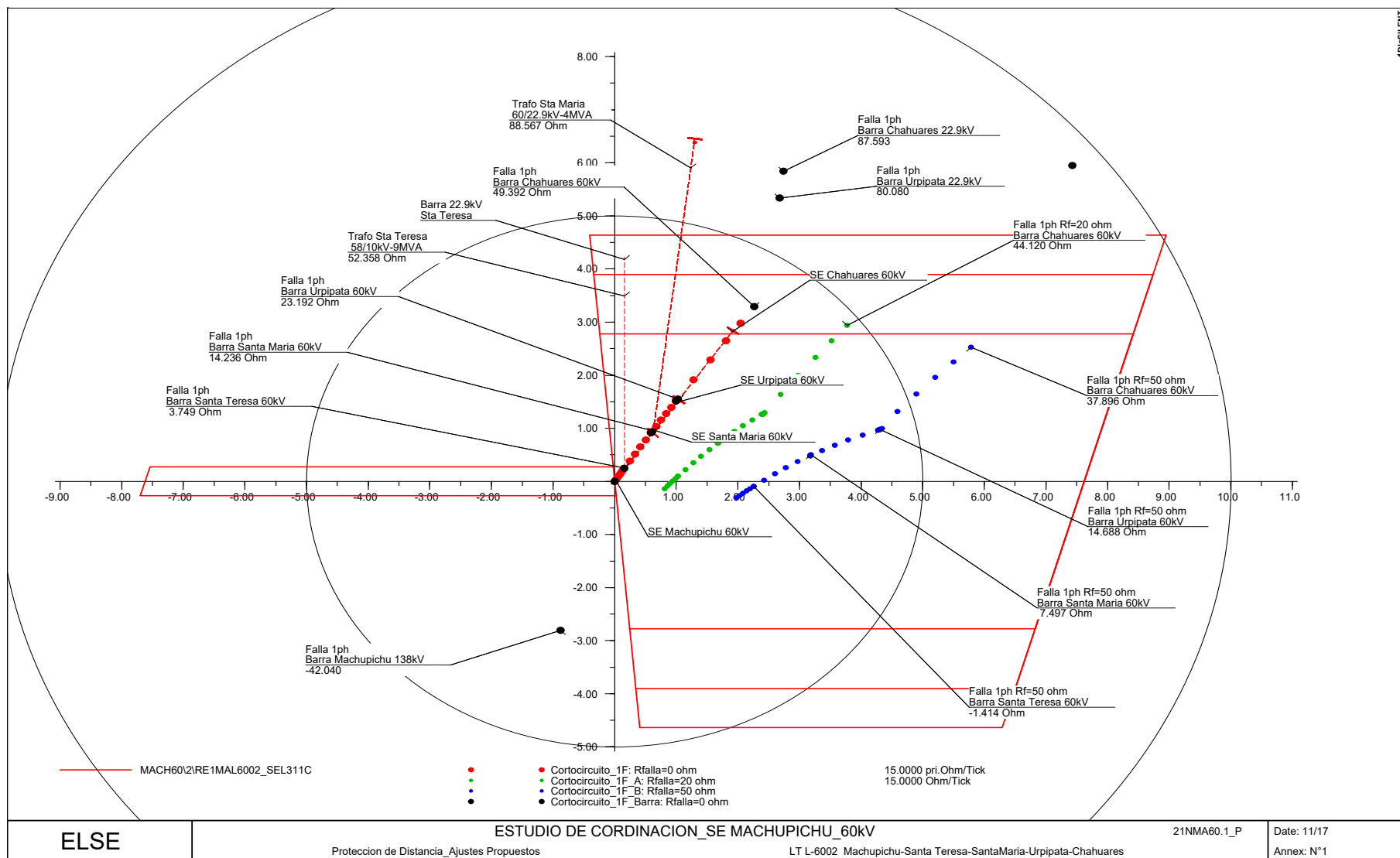
CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE TIERRA ACTUAL - RELE EPAC3000



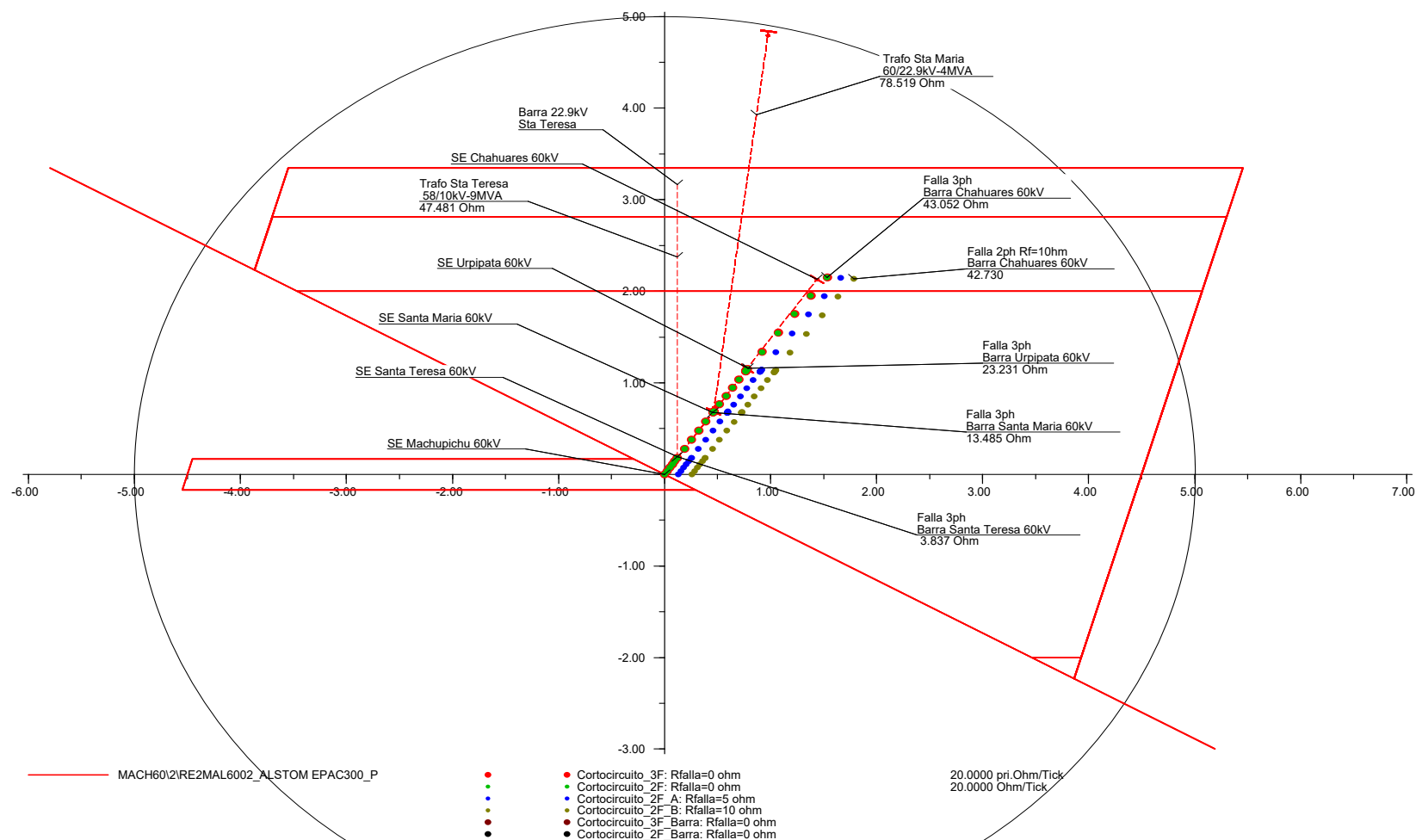
CARACTERISTICA DE OPERACIÓN – PROTECCION DE DISTANCIA DE FASES PROPUESTO – RELE SEL311C



CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE TIERRA PROPUESTO - RELE SEL311C



CARACTERISTICA DE OPERACIÓN - PROTECCION DE DISTANCIA DE FASES PROPUESTO - RELE EPAC3000



ELSE

ESTUDIO DE CORDINACION_SE MACHUPICHU_60KV

21PMA60.2_P

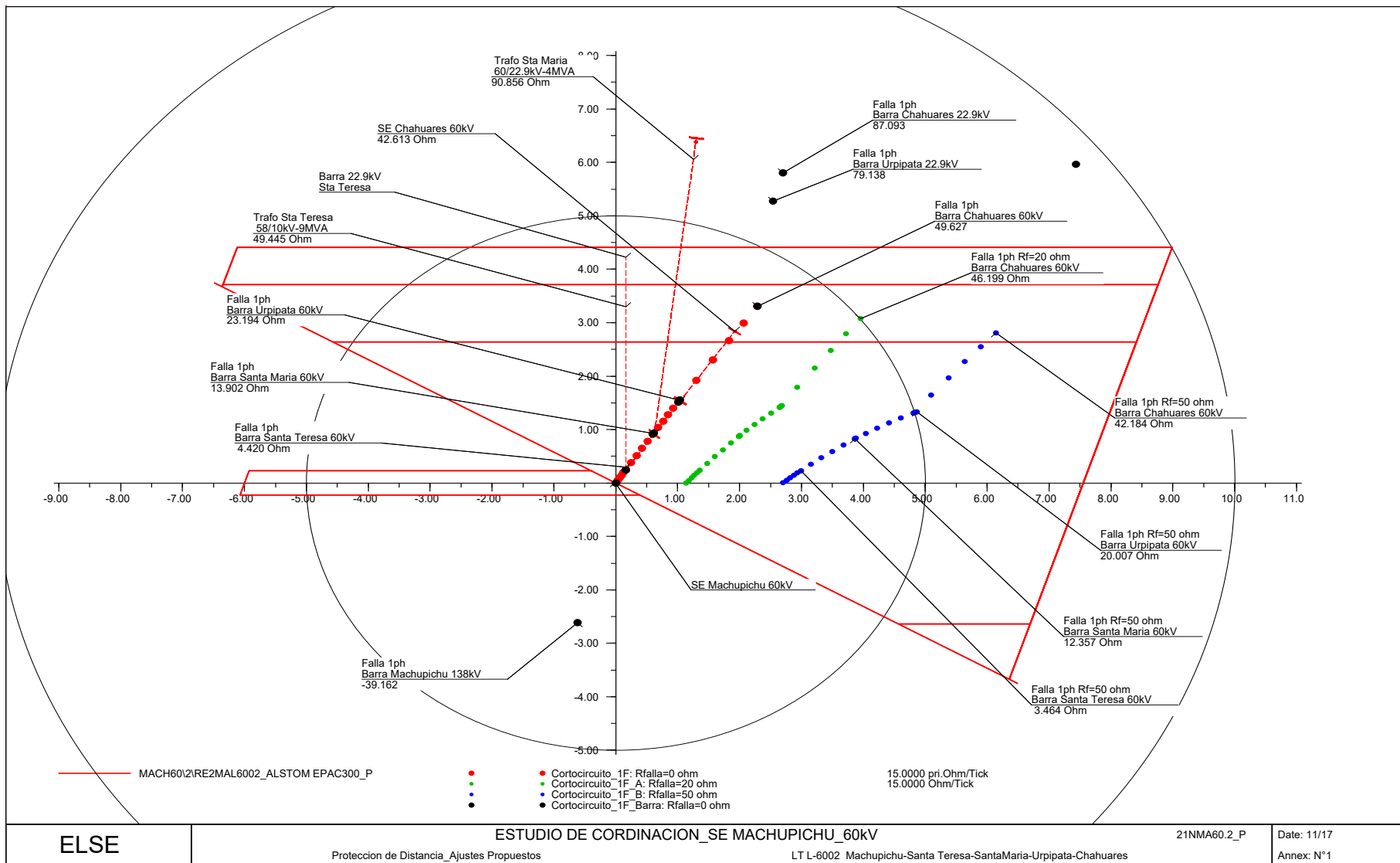
Date: 11/17

Proteccion de Distancia_Ajustes Propuestos

LT L-6002 Machupichu-Santa Teresa-SantaMaria-Urpipata-Chahuares

Annex: N°1

CARACTERISTICA DE OPERACIÓN ACTUAL - PROTECCION DE DISTANCIA DE TIERRA - RELE EPAC3000

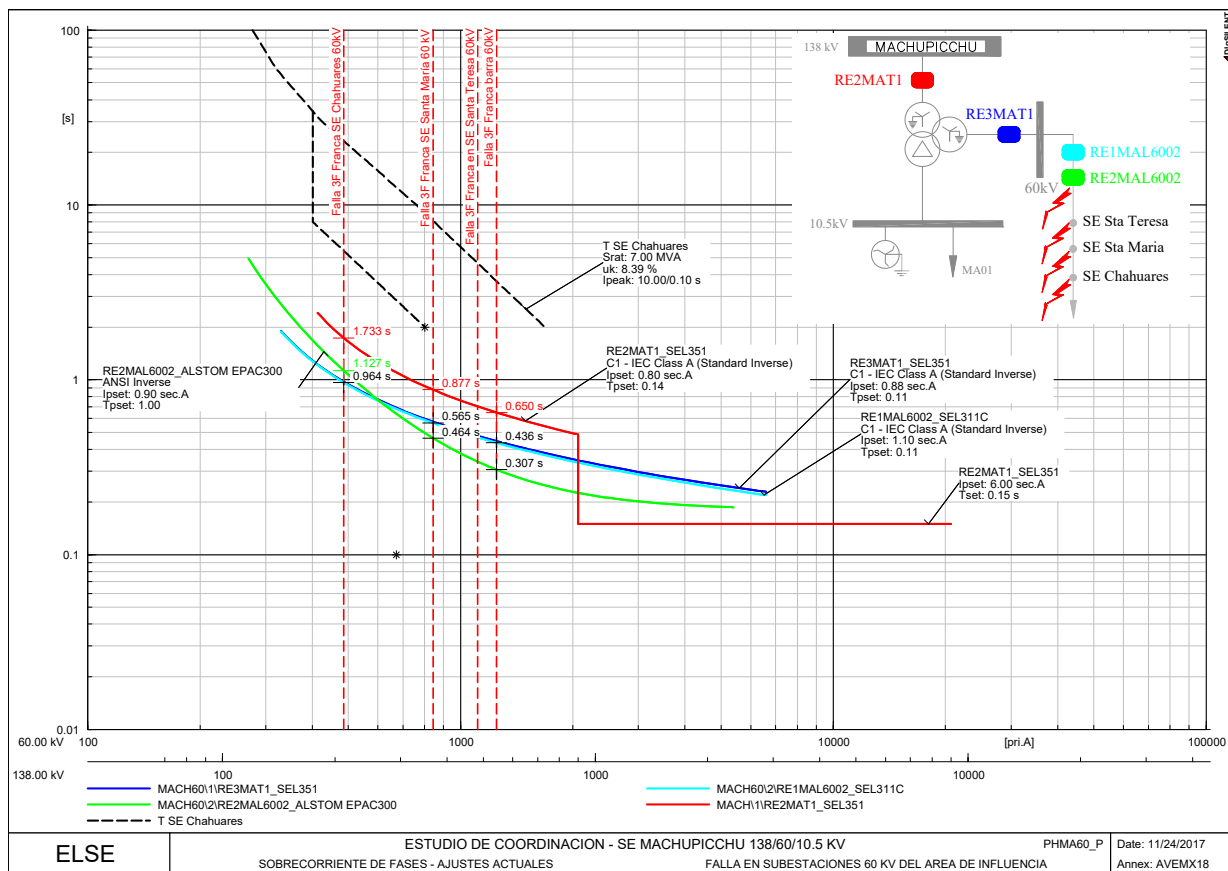


9.4 AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1MAL6002	SEL	311C	60	200/1	1.10	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAL6002	ALSTOM	EPAC300	60.0	200/1	1.10	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAT1	SEL	351	138.0	150/1	0.80	120.00	0.16	IEC NI	6.00	900	0.15	---
RE3MAT1	SEL	351	60.0	250/1	0.88	220.00	0.11	IEC NI	---	---	---	---
RE4MAT1	SEL	351	10.5	500/1	0.48	240.00	0.14	IEC NI	---	---	---	---
RE5MAT1	MICOM	P123	10.5	200/1	1.20	240.00	0.15	IEC NI	---	---	---	---
RE1MAZZ	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.30	IEC VI	4	400	0.10	---
RE1MA01	MICOM	P121	10.5	100/1	1.50	150.00	0.18	IEC VI	15	1500	0.05	---
RE1MAEgem	MICOM	P123	10.5	200/1	1.00	200.00	0.10	IEC-VI	--	--	--	---
SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC1046	NOJA	RC10	10.5	1/1	150.0	150	0.09	IEC VI	800.0	800	0.05	2R+Lock
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1MAL6002	SEL	311C	60	200/1	0.32	64.00	0.10	IEC NI	---	---	---	---
RE2MAL6002	ALSTOM	EPAC300	60.0	200/1	---	---	---	---	---	---	---	---
RE2MAT1	SEL	351	138.0	150/1	0.30	45.00	0.15	IEC NI	4.50	675	0.10	---
RE3MAT1	SEL	351	60.0	250/1	0.26	65.00	0.10	IEC NI	---	---	---	---
RE4MAT1	SEL	351	10.5	500/1	0.10	50.00	0.05	IEC VI	---	---	---	---
RE1MAZZ	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.30	IEC NI	---	---	---	---
RE1MA01	MICOM	P121	10.5	100/1	0.30	30.00	0.175	IEC NI	8	800	0.05	---
RE1MAEgem	MICOM	P123	10.5	200/1	0.20	40.00	0.50	TD	1.2	240	0.1	---
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC1046	NOJA	RC10	10.5	1/1	20.0	20	0.09	IEC NI	400	400	0.05	2R+Lock

En este caso las fallas en 138 kV en bushing del transformador se despejarán en 150 ms

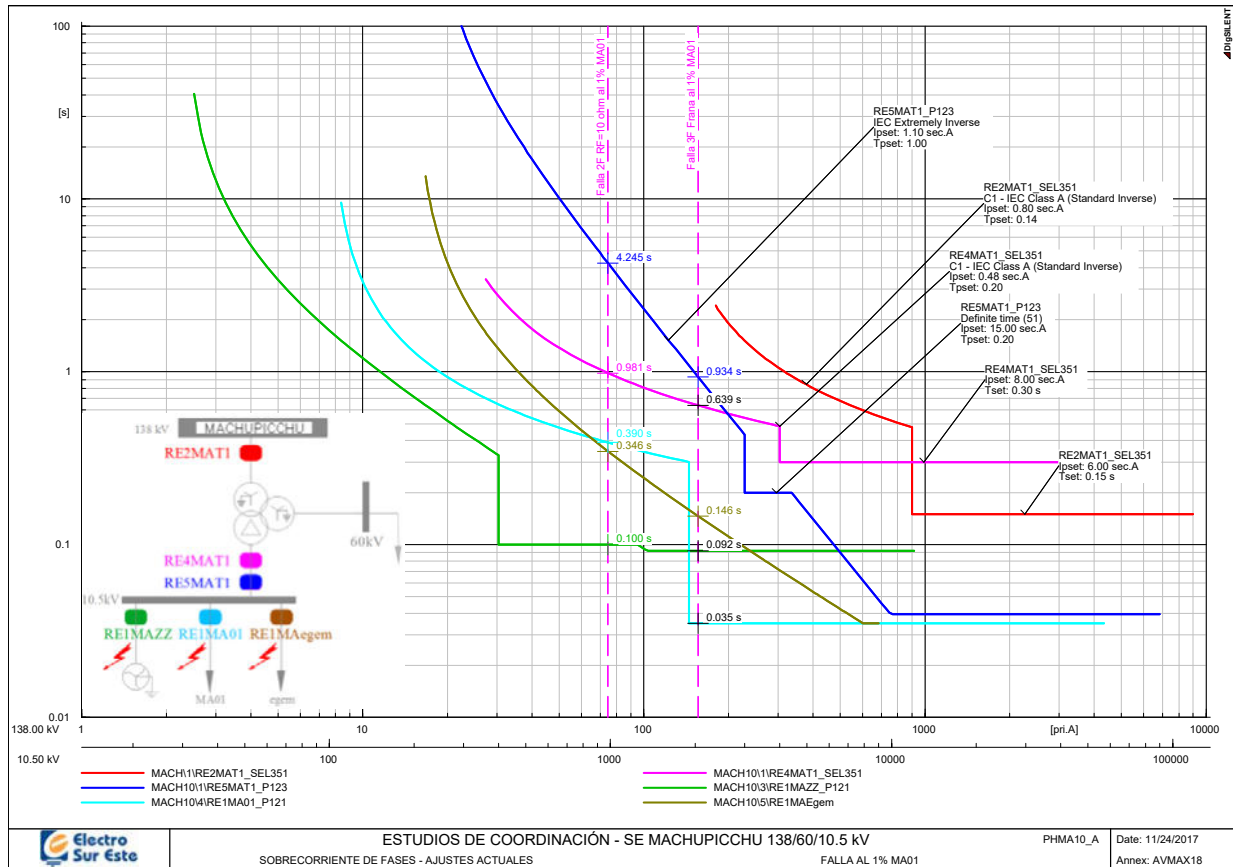
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales



En este caso no se necesita que exista coordinación entre los relés de la línea y del lado de 60 kV del transformador.

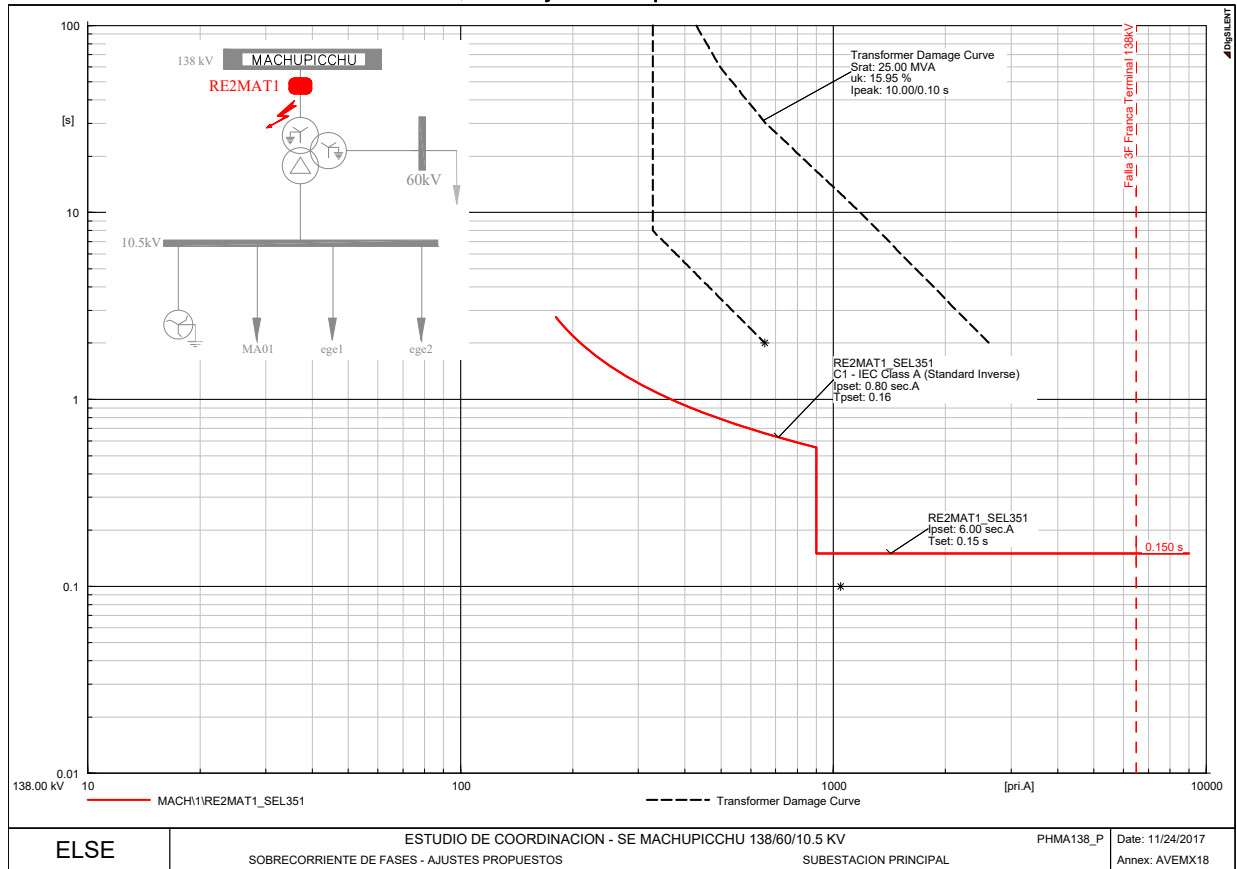
Se observa que existe coordinación.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales

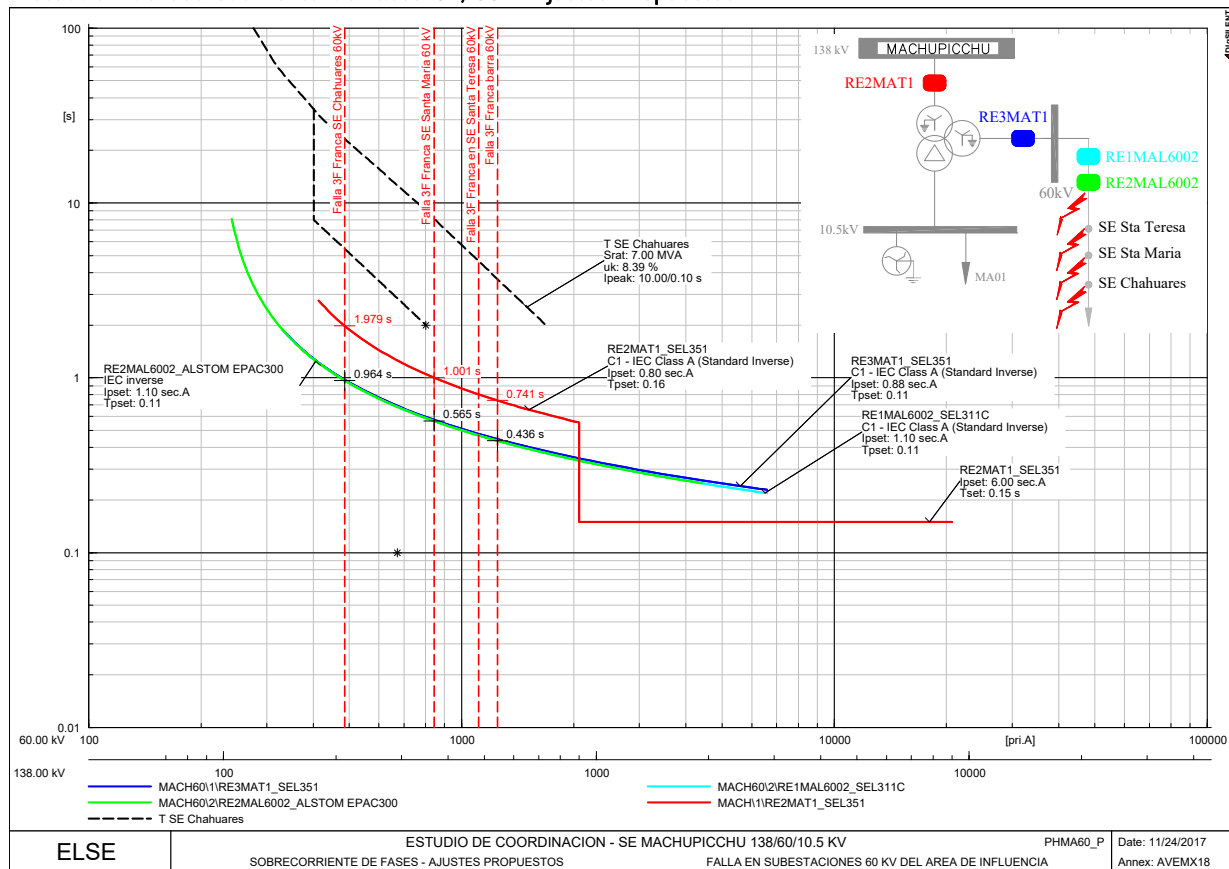


En este caso se observa que para fallas cercanas a la barra de 10kV existe coordinación, sin embargo se analizará si se mantiene la coordinación para fallas lejanas.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

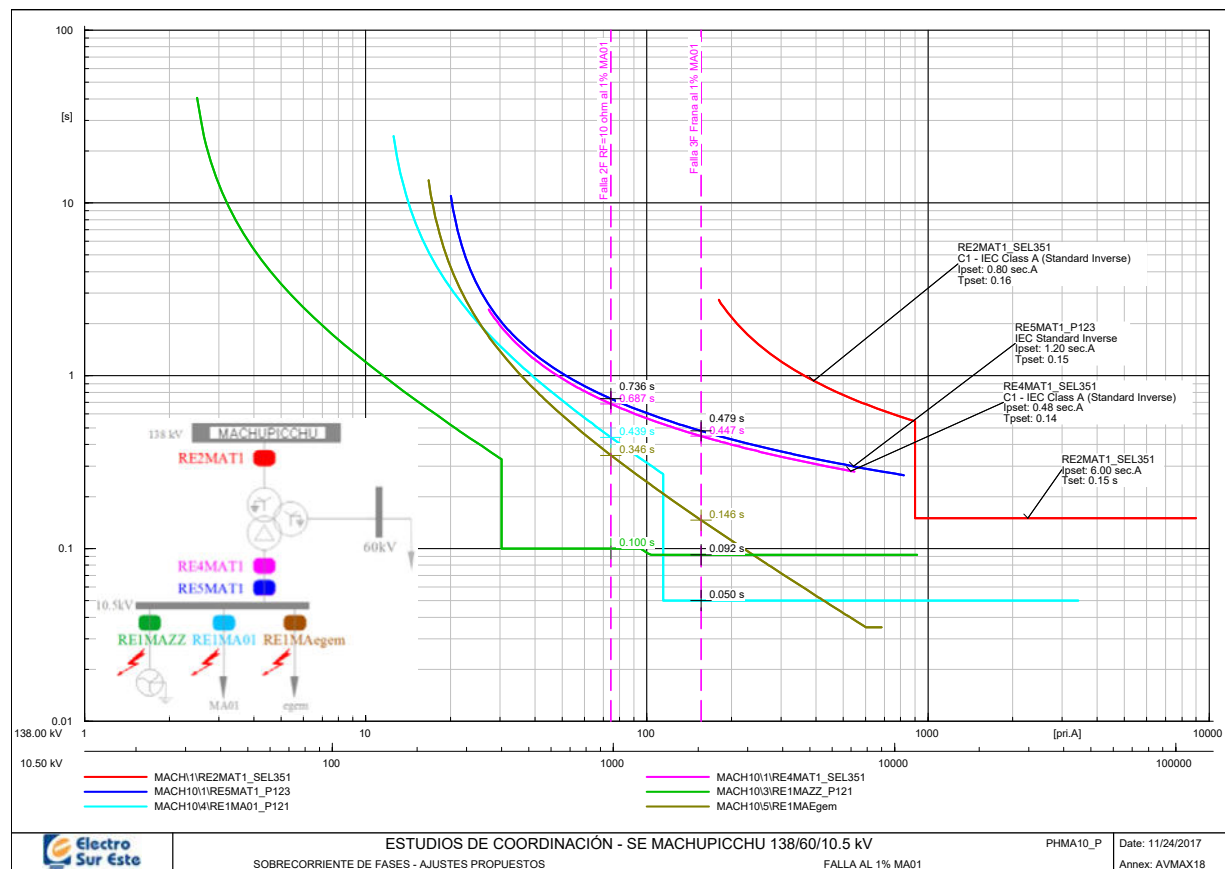


Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos



En este caso se proponen ajustes para el rele EPAC300 de manera que sea igual al rele SEL311C.

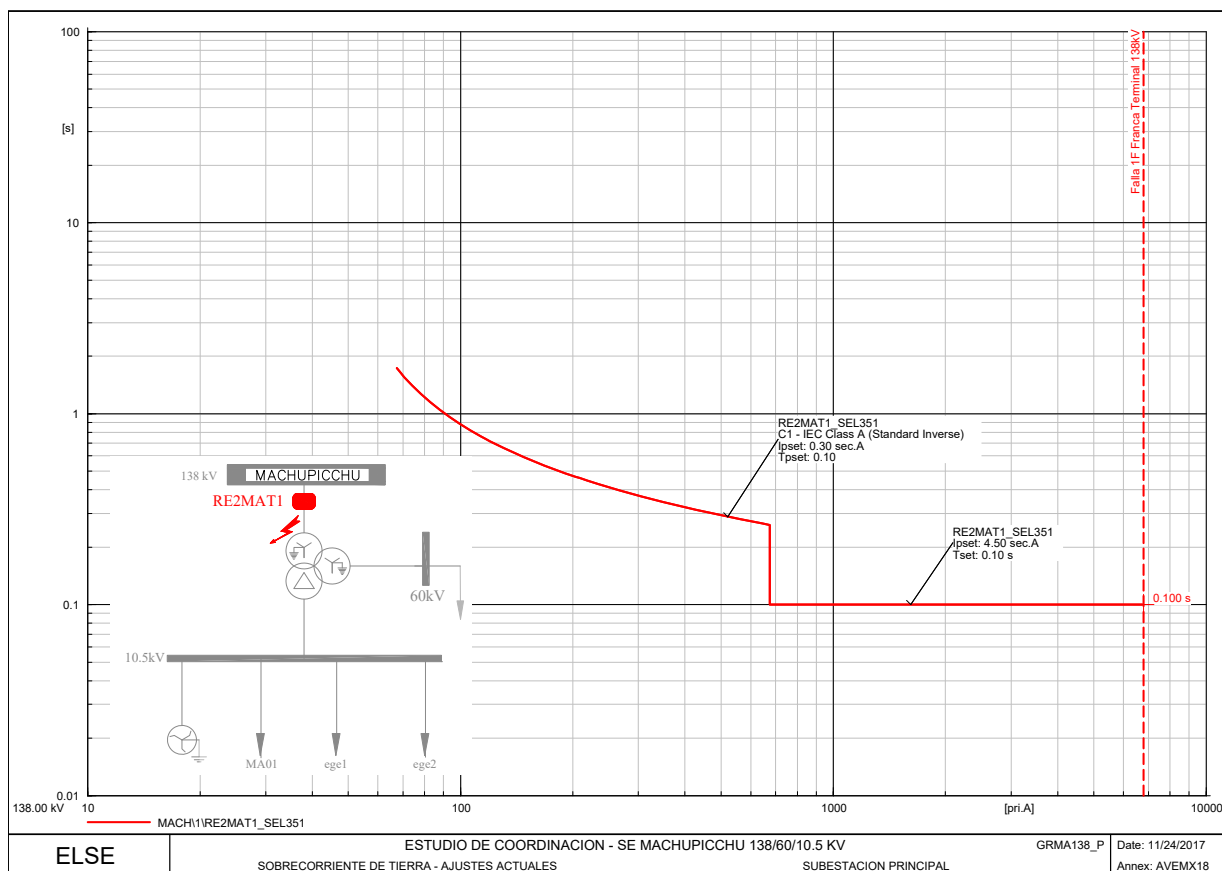
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos



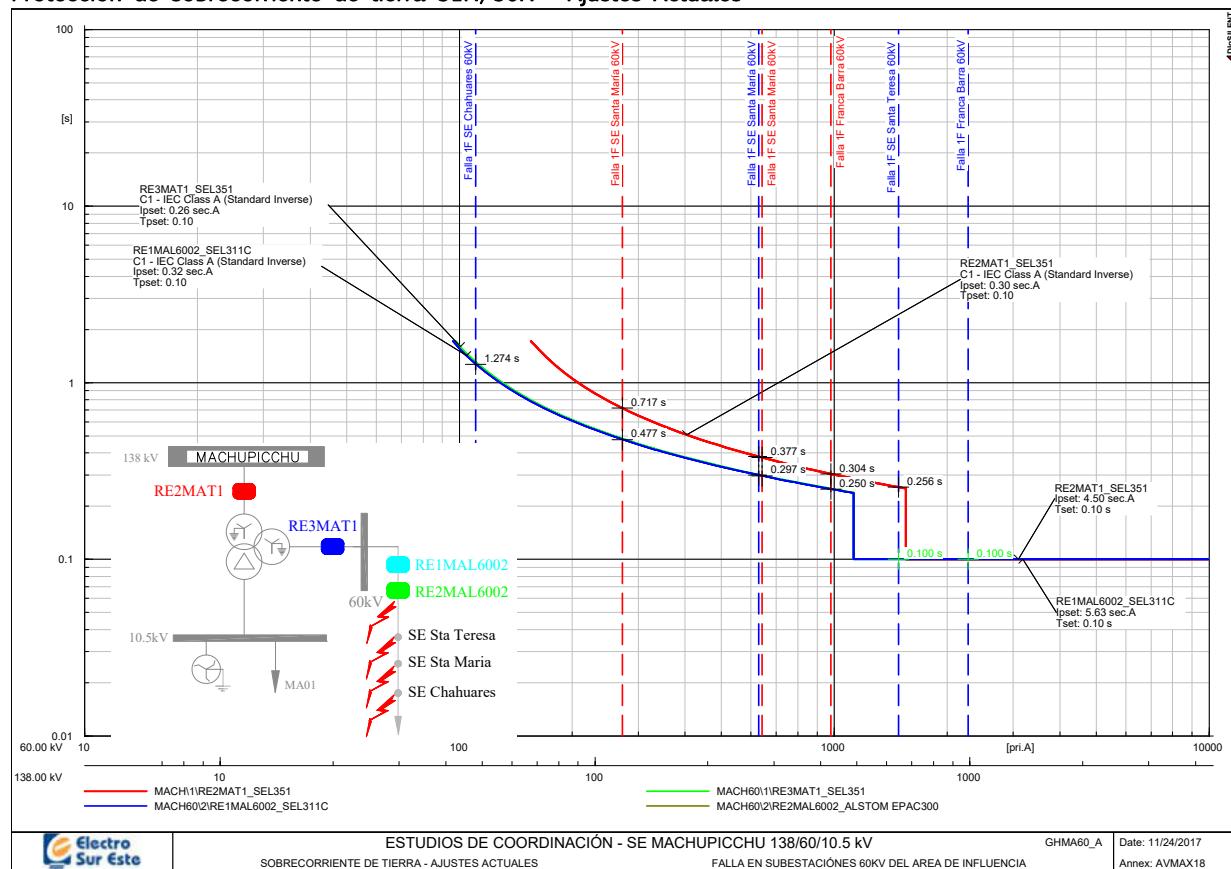
En este caso la secuencia de operación para una falla cercana a la barra de 10kV es la siguiente:

- Primero: los elementos instantáneos de los alimentadores actúan máximo en 148 ms
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en los relés RE4MAT1 y RE5MAT1, actúan en 447 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE2MAT1, actúa en tiempos superiores a 3 segundos.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

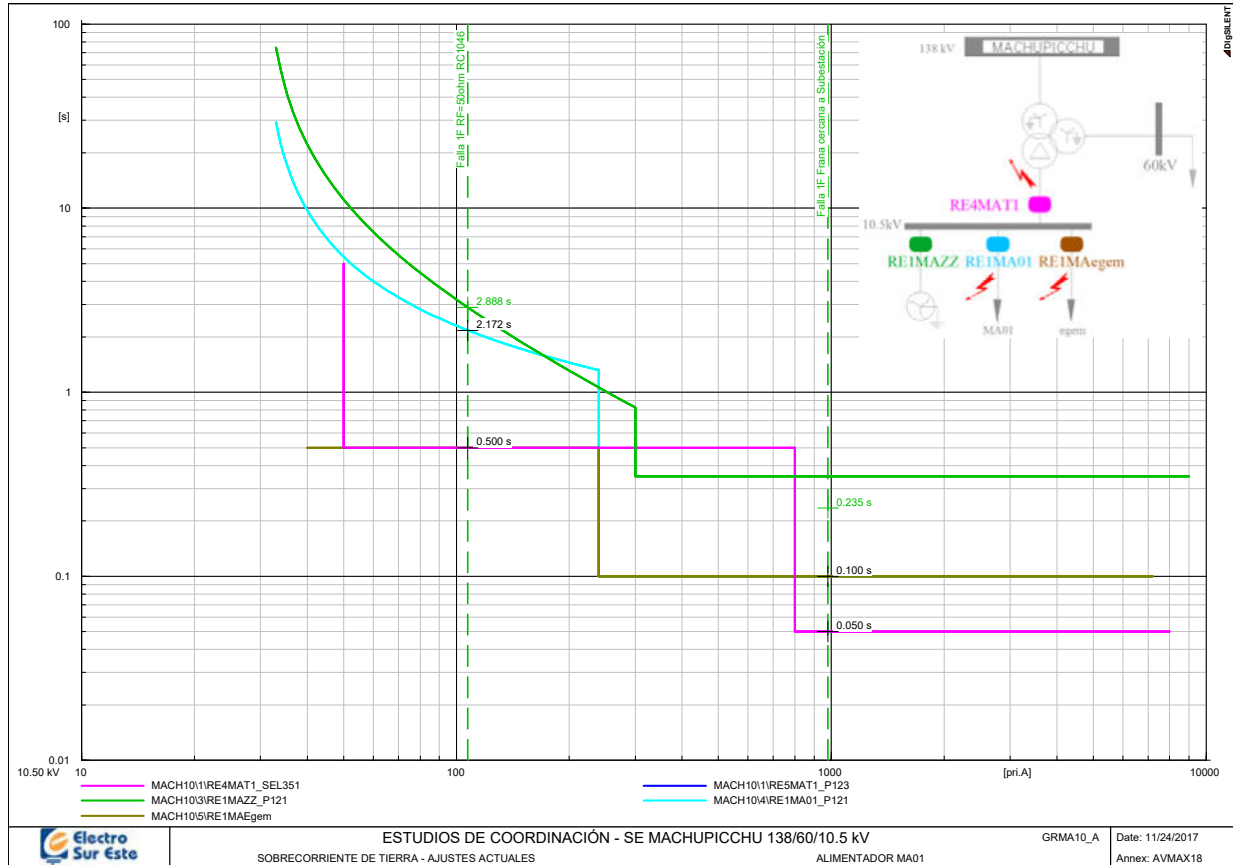


Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales



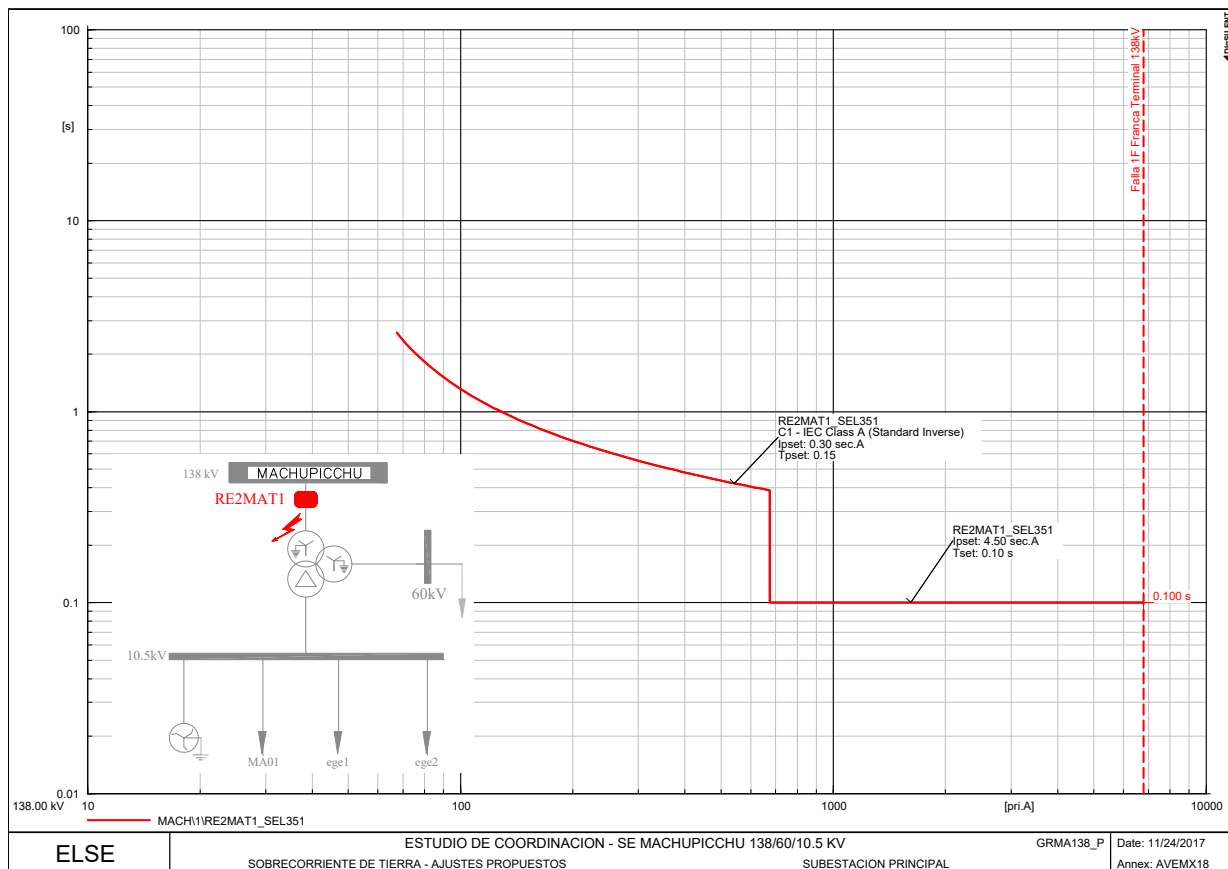
En este caso se observa que existe poco tiempo de coordinación entre los reles de 60 KV y el rele de 138 KV.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

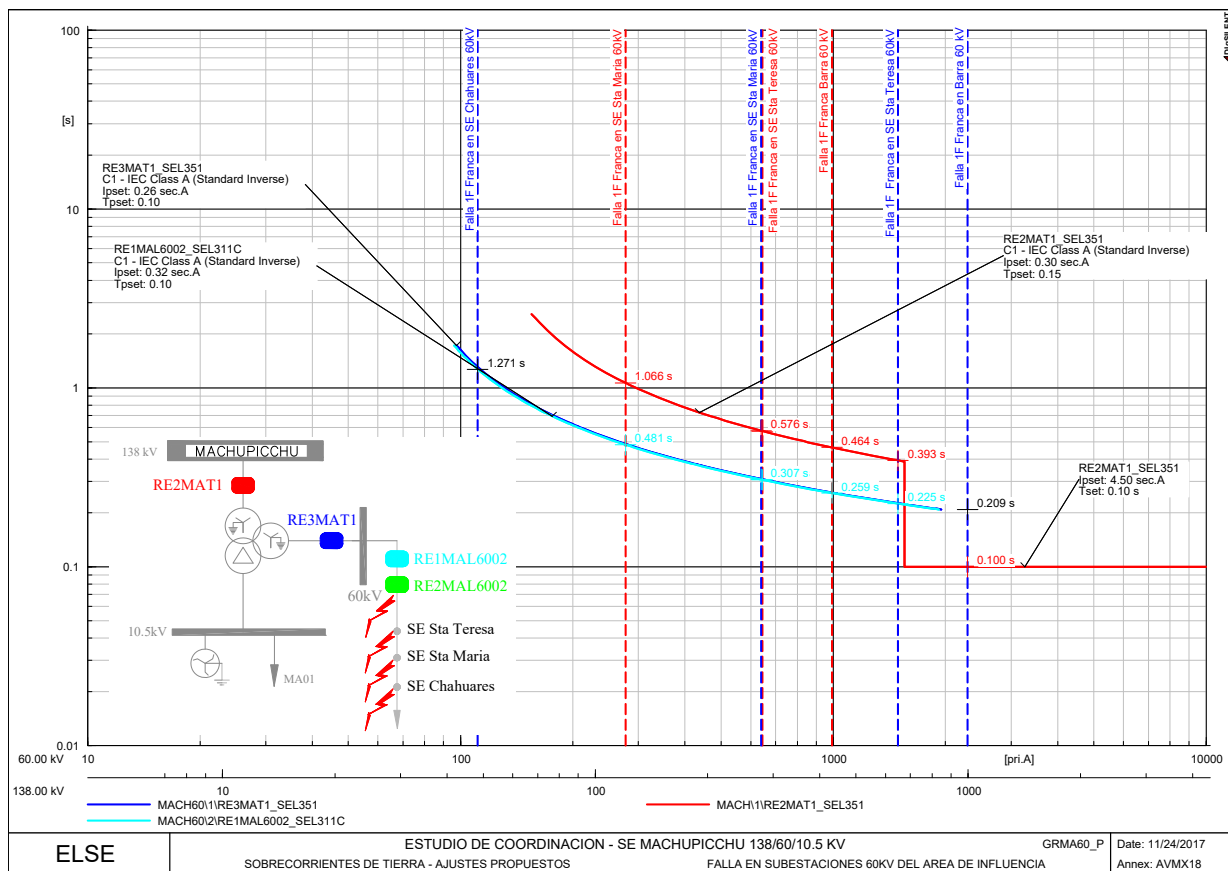


En este caso se observa que existe poco tiempo de coordinación entre los reles de las salidas en 10kV y el rele en 10kV del transformador.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos

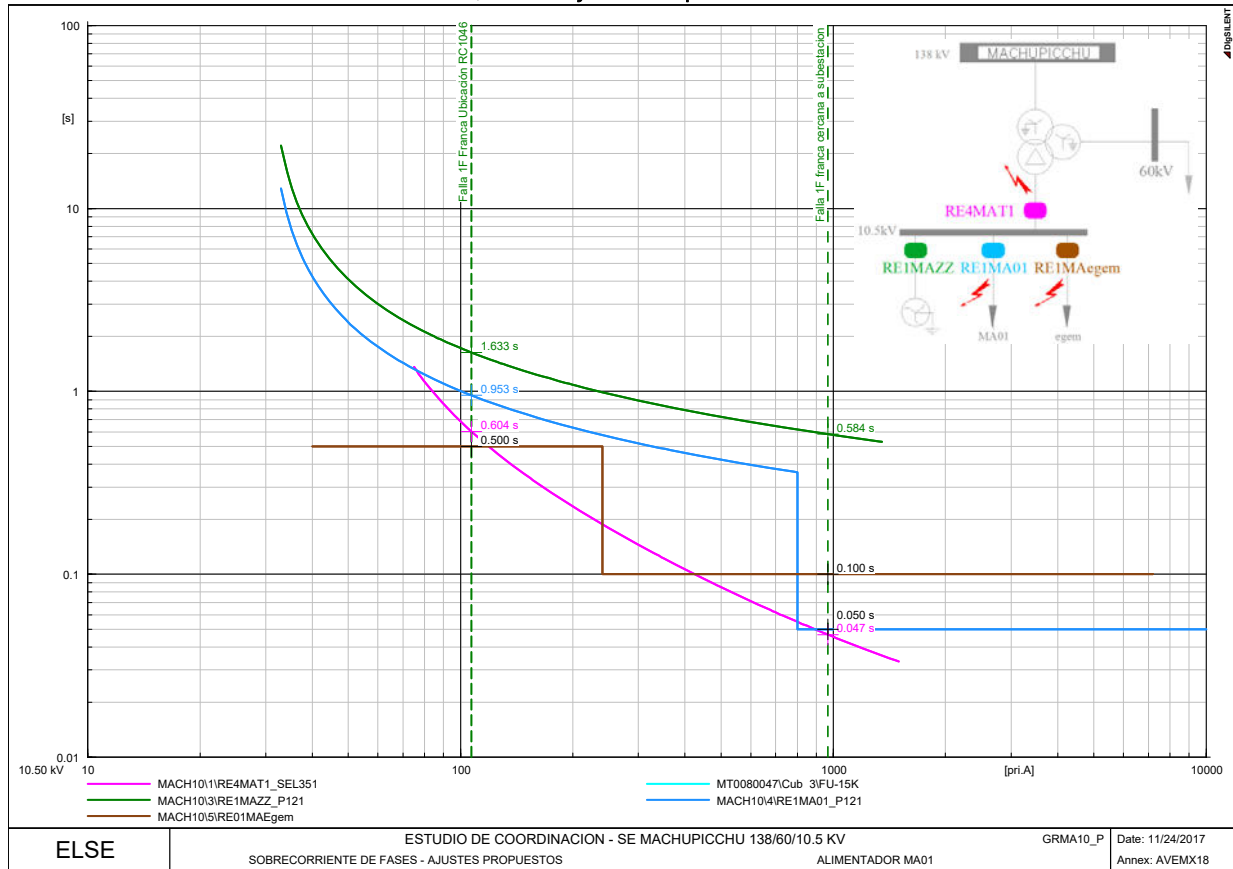


Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos



En este caso se ha aumentado la temporización del rele de 138 KV, de manera que el tiempo de coordinación ahora esta entre 200-250 ms para todas las fallas a lo largo de la línea de 60 KV.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos



En este caso la secuencia de operación para falla cercana es la siguiente:

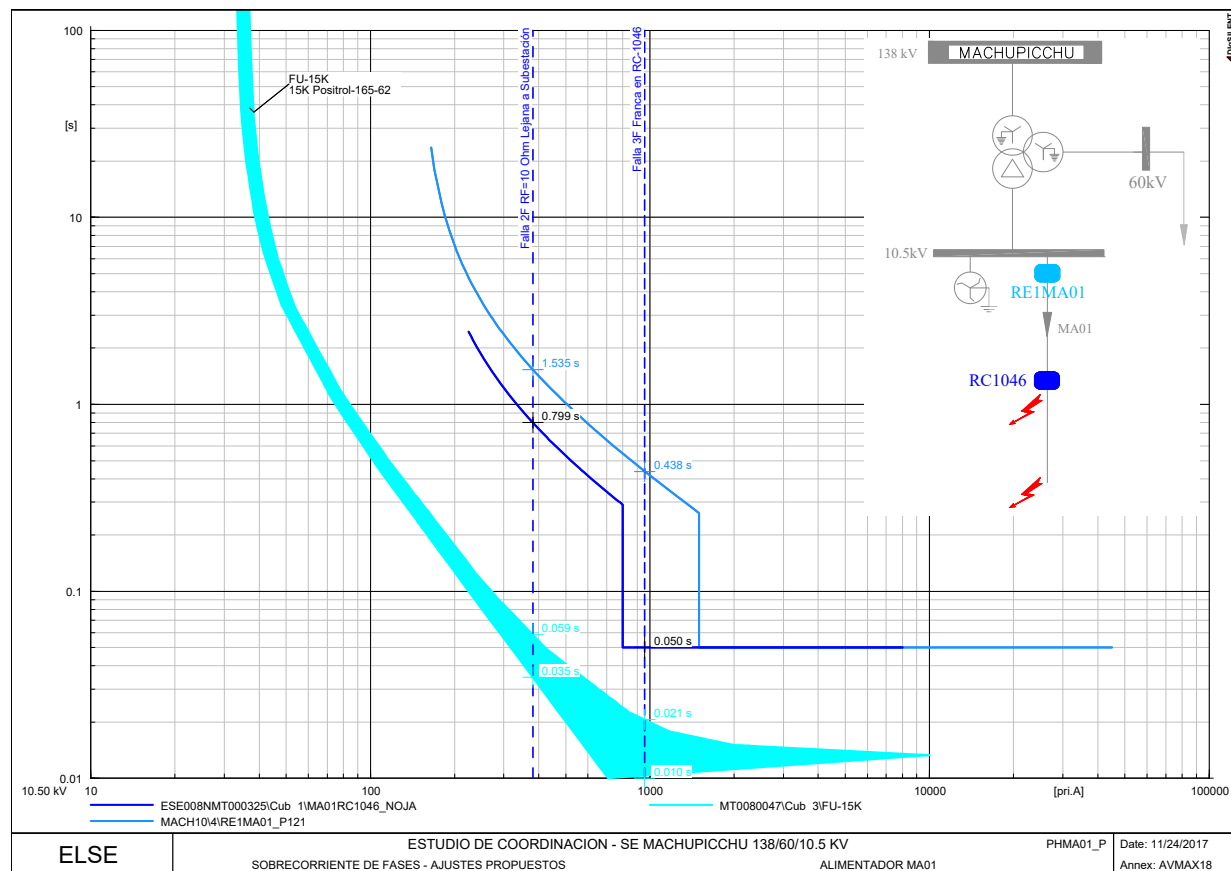
- Primero: Los reles de alimentadores en máximo 100 ms
- Segundo: el rele del zigzag en 584 ms.

9.6 VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

En la S. E. Machupicchu solo existe un alimentador MA01 conectado en la barra de 10.5 KV que alimenta al pueblo de Aguas Calientes.

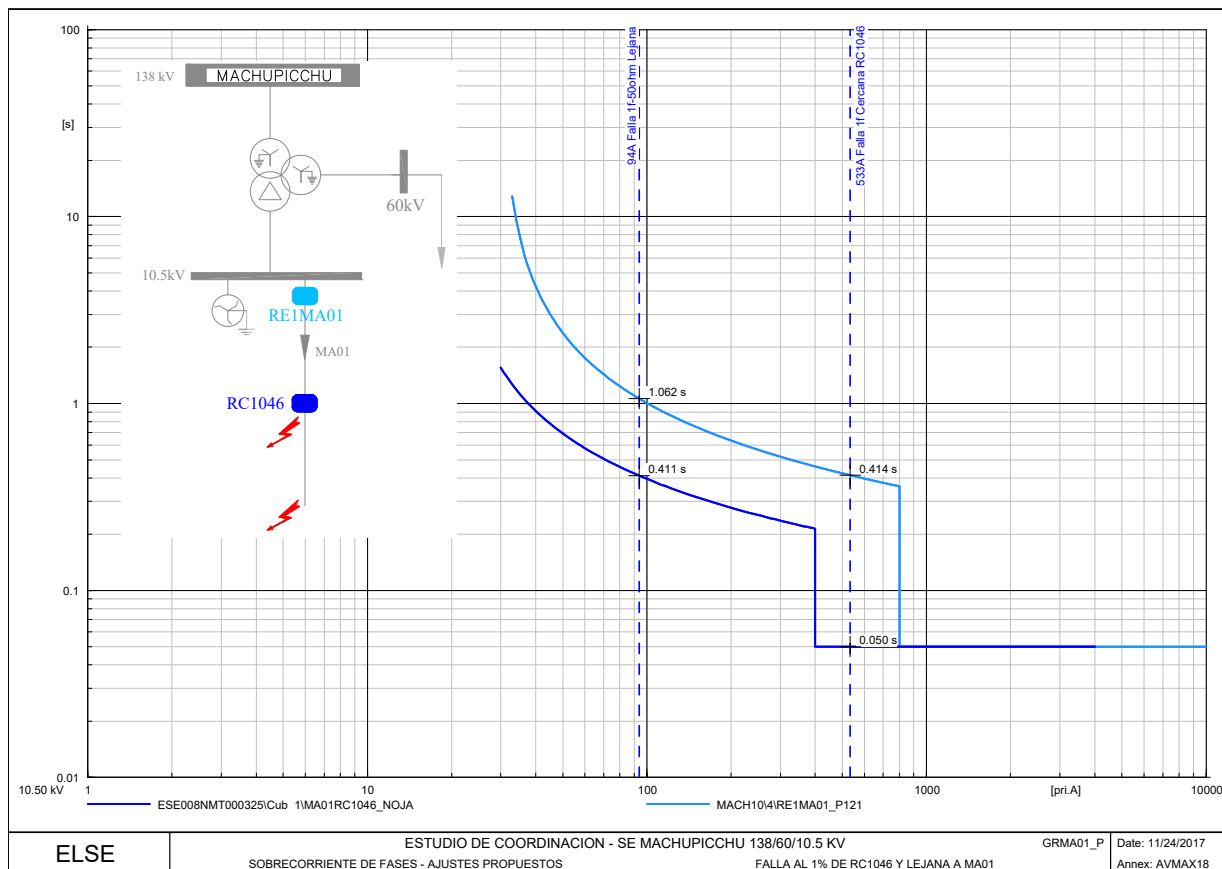
9.6.1 ALIMENTADOR 10KV: MA01

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos



En este gráfico se coordina la secuencia de operación para una falla cercana al recloser RC1046. Se habilita una etapa instantánea para fallas cercanas de manera que coordina con el rele del alimentador RE1MA01. Para fallas lejanas se observa que se conserva la coordinación.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos



En este gráfico se coordina la secuencia de operación para una falla cercana al recloser RC1046. Se habilita una etapa instantánea para fallas cercanas de manera que coordina con el rele del alimentador RE1MA01. Para fallas lejanas se observa que se conserva la coordinación.

10. SUBESTACION SANTA TERESA 60/10 KV

10.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES

En la S. E. Santa Teresa, como parte de las instalaciones de ELSE, se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

- Transformador de potencia
- Alimentador ST01 en 10KV



- Relés de protección

S.E. SANTA TERESA								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	TC	VT	OBSERVACIONES
RE1STT1	T1	60	ABB	TPU2000R	87T	150/5	--	Luz del Sur no dejo tomar datos
		10.5				300/5	--	
		60			50/51, 50N/51N	150/5	--	
		10.5			50/51	300/5	--	
RE1ST01	Salida	10.50	Schneider	NULEC	50/51, 50N/51N, 79	1/1	--	Ok

No se tuvo autorización para extraer los datos de los relés del transformador 60/10 KV.

10.2 RESUMEN AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

SOBRECORRIENTE DE FASES - ACTUALES											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	75/5	2.20	66	2.40	ANSI VI	22	660	0.2	N/A
	TPU2000R	22.9	200/5	6.30	378	1.40	ANSI VI	--	--	--	N/A

SOBRECORRIENTE DE FASES - ACTUALES											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		Ciclo de recierre	
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>			t>>
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim		(s)
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	160	160	0.50	DT	1008	1008	0.01	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - ACTUALES											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	75/5	1	30	2.10	ANSI VI	0.7	21	0.8	N/A
	TPU2000R	22.9	200/5	--	--	--	--	--	--	--	N/A

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - ACTUALES											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO		Ciclo de recierre	
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>			t>>
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim		(s)
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	10	10	0.4	DT	4	4	1	2R+Lock

10.3 RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	150/5	2.20	66	2.40	ANSI VI	22	660	0.1	N/A
	TPU2000R	10.0	300/5	6.30	378	1.40	ANSI VI	--	--	--	N/A

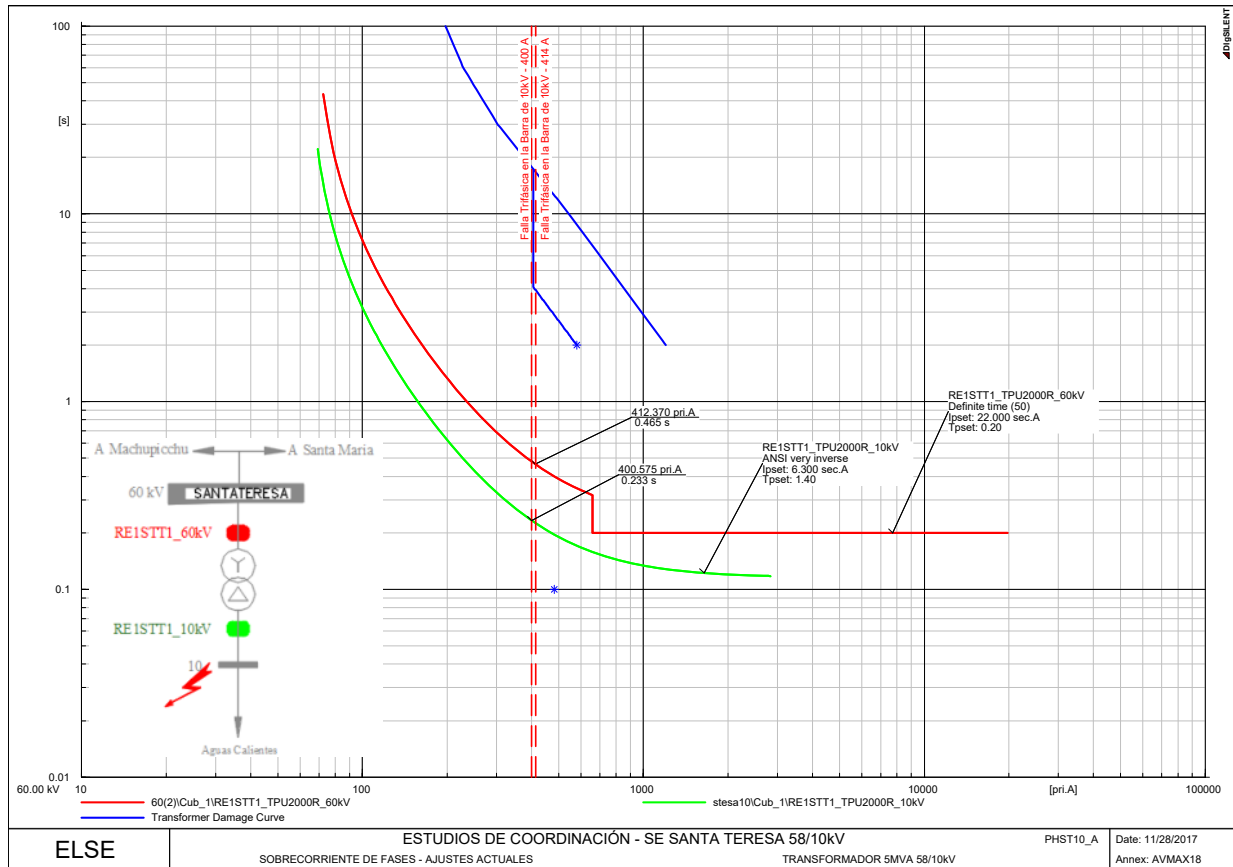
SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	225	225	0.07	IEC VI	--	--	--	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1STT1	TPU2000R	60	150/5	1	30	1.00	ANSI VI	--	--	--	N/A
	TPU2000R	10.0	300/5	--	--	--	--	--	--	--	N/A

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1ST01	ADVC	ST01	1/1	10	10	0,4	DT	4	4	1	2R+Lock

Se recomienda uniformizar el tipo de curva para el relé RE2MAL6002 de la SE Machupicchu.

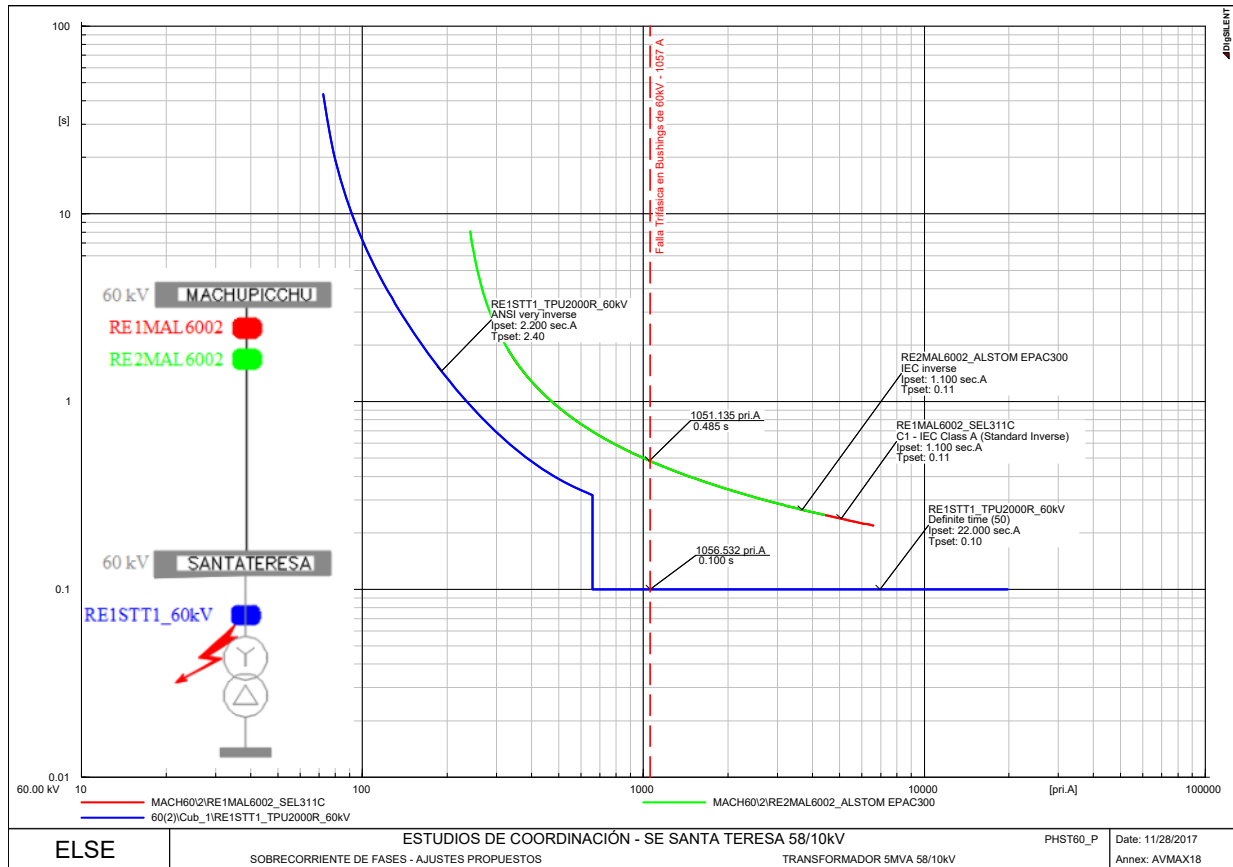
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 - Actuales



Para una falla trifásica franca en la barra de 10.0 kV de la SE Santa Teresa la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE1STT1_10kV, actúa en 233ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1STT1_60kV, actúa en 465ms.

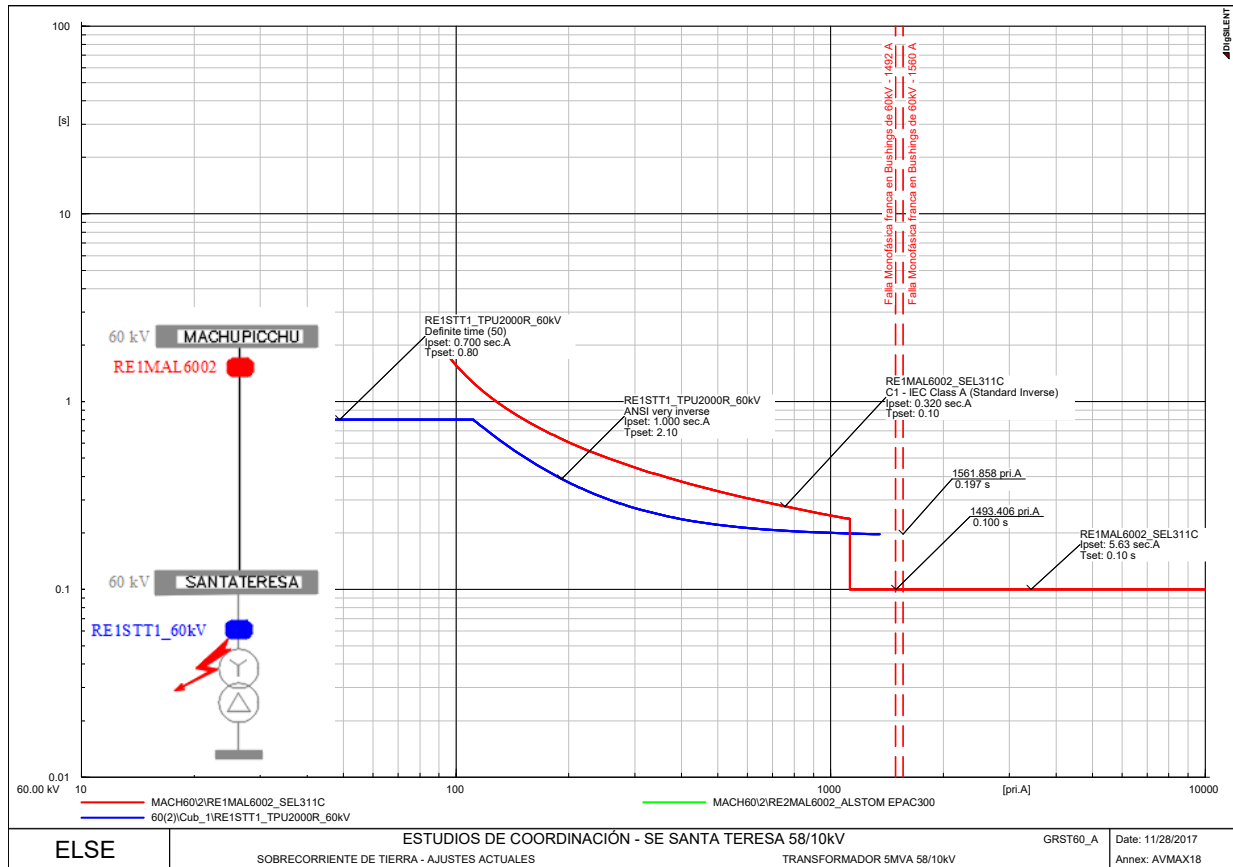
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada en bushings de 60 kV del transformador de Santa Teresa la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE1STT1_60kV, actúa en 200ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en los relés RE1MAL6002 y RE2MAL6002, actúan en 485ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Actuales

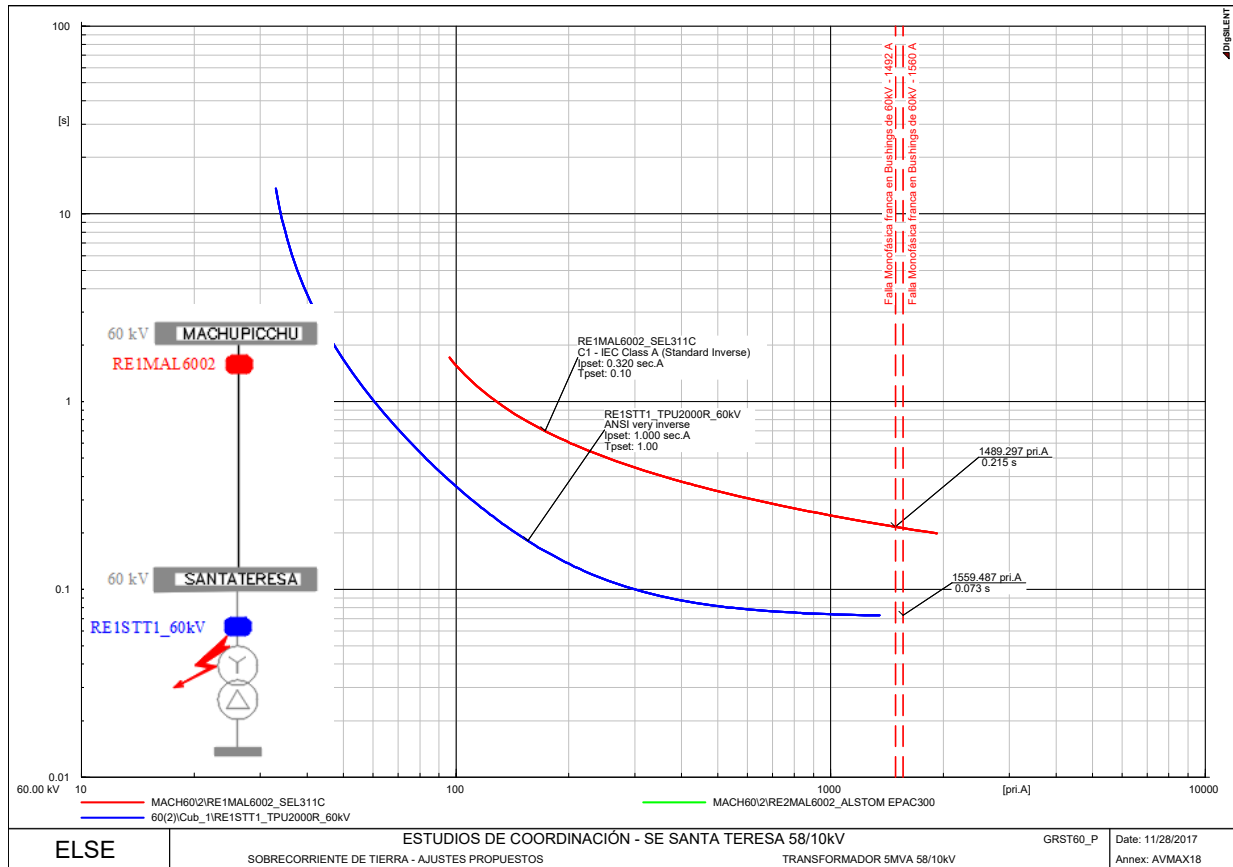


Para una falla monofásica franca aplicada en los bushings de transformador de 60kV de Santa Teresa la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1MAL6002, actúa en 100ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1STT1_60kV, actúa en 197ms.

Con estos ajustes las protecciones no son selectivas.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



Para una falla monofásica franca aplicada en los bushings de transformador de 60kV de Santa Teresa la secuencia de operación es la siguiente:

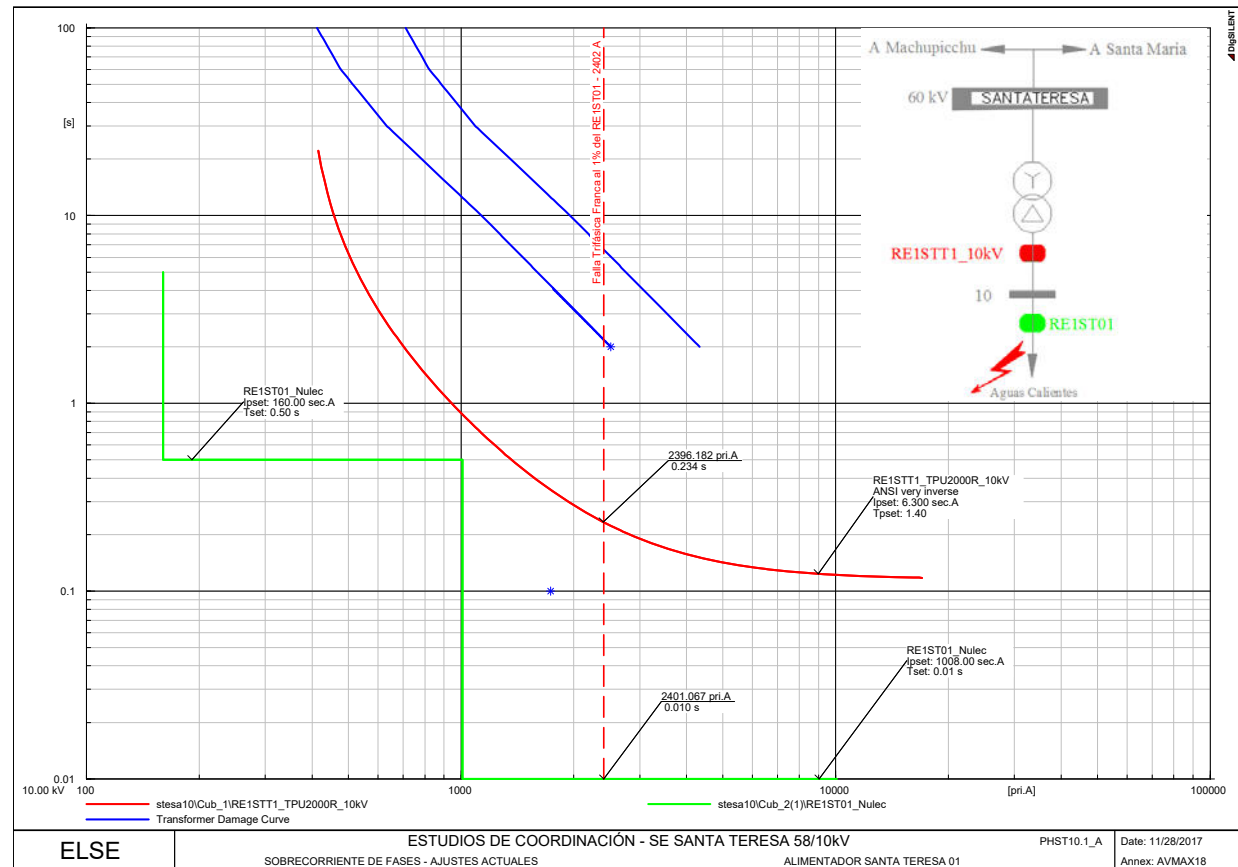
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1STT1_60kV, actúa en 73ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1MAL6002, actúa en 215ms.

10.5 VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

En la S. E. Santa Teresa se tiene un alimentador en 10 kV

10.5.1 ALIMENTADOR 10 KV: ST01

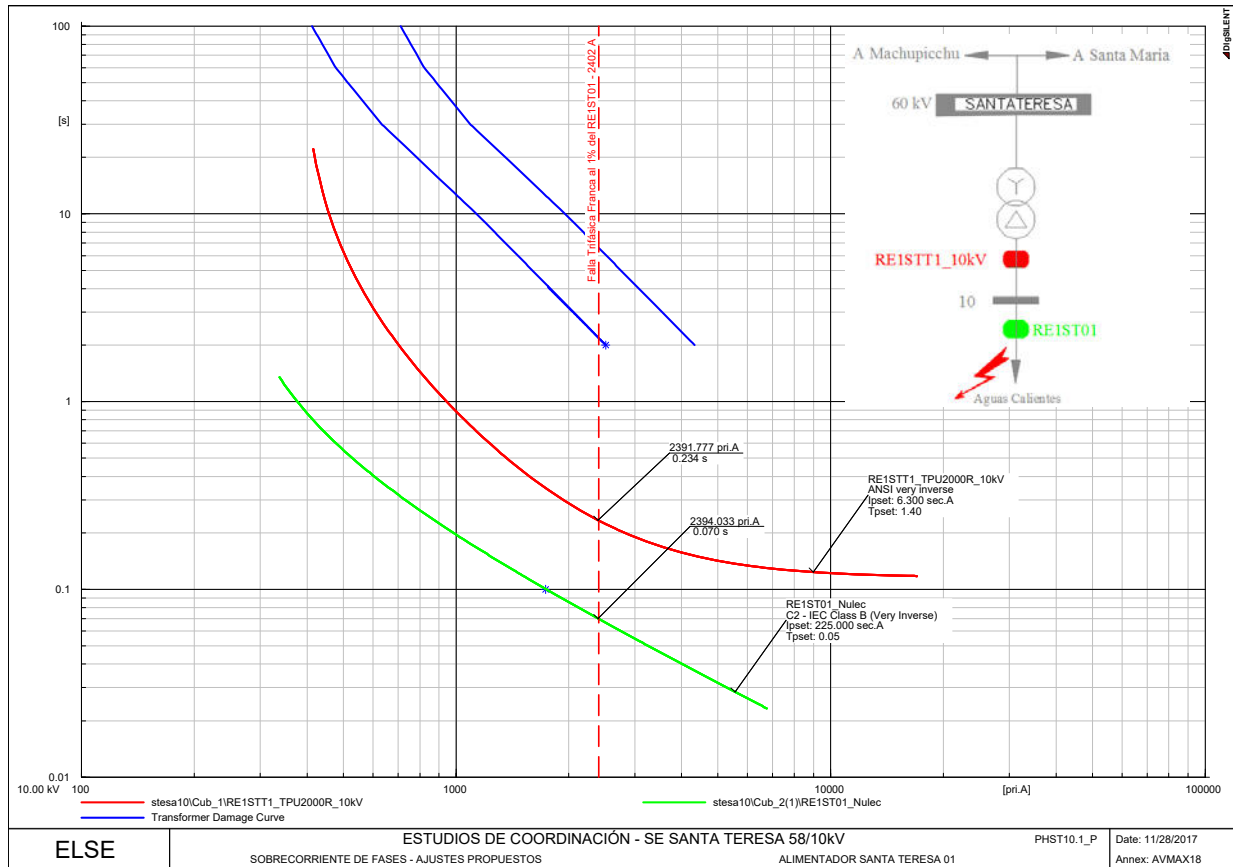
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Actuales



Para una falla trifásica franca aplicada en al 1% de la salida ST01 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1STT1_61kV, actuación instantánea.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1ST01, actúa en 234ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada en al 1% de la salida ST01 la secuencia de operación es la siguiente:

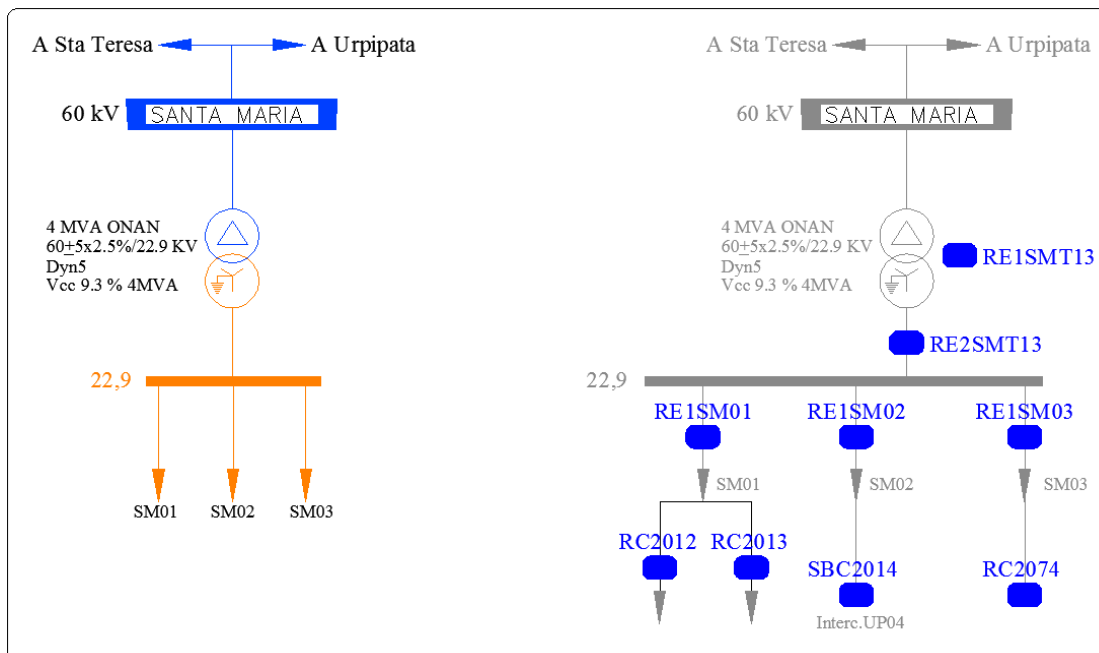
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1STT1_10kV, actúa en 70ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1ST01, actúa en 234ms.

11. SUBESTACION SANTA MARIA 60/22.9 KV

11.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES

En la S. E. Santa María, como parte de las instalaciones de ELSE, se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

- Transformador de potencia
- Alimentador SM01 en 22.9KV
- Alimentador SM02 en 22.9KV
- Alimentador SM03 en 22.9KV



- Reles de protección

S.E. SANTA MARIA								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RE1SMT13	T13 60/23 KV - 4 MVA	60	SEL	487E	87T	80/1	60,0.10	Ok
RE2SMT13		22.9				150/1	--	
RE1SMB	Barra 22.9	22.9	SEG	CPM1	50/51, 50N/51N	150/1	22.9/0.1	Ok
RE1SM01	Salida a Santa Maria	22.9	SEG	MRF3	81	--	22.9/0.1	Ok
RE1SM02	Salida a Chaullay	22.9	SEL	351R	50/51, 50N/51N, 79	500/1	22.9/0.1	Ok
RE1SM03	Salida a Naranjal	22.9	SEL	351R	50/51, 50N/51N, 79	500/1	22.9/0.1	Ok

- Reconectadores automáticos

COD. RELE	ALIMENTADOR	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RC2012	Salida SM01	22.9	SEL	351R	50/51P, 50/51N, 79	--	--	
RC2013			SEL	351R	50/51P, 50/51N, 79	--	--	
RC2074	Salida SM03	22.9	TAVRIDA	R05	50/51P, 50/51N, 79	--	--	

11.2 RESUMEN DE AJUSTES ACTUALES – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

Resumen de ajustes actuales de los relés de protección de la subestación Santa María y reconfiguradores automáticos ubicados en los alimentadores.

SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	0.70	56.00	0.18	IEC SI	5.62	449.60	0.03	N/A
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.90	135.00	0.13	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.75	112.50	0.16	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.10	50.00	0.16	IEC VI	2.20	1100.00	0.10	2R+Lock
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.10	50.00	0.16	IEC VI	2.00	1000.00	0.10	2R+Lock
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.10	50.00	0.16	IEC VI	1.10	550.00	0.10	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-
RC2074	R05	SM03	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-

SOBRECORRIENTE DE TIERRA											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.20	30.00	0.20	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.20	30.00	0.18	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.12	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.10	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.12	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I0>		TMS	Curva	I0>>		t0>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-
RC2074	R05	SM03	1/1	-	-	-	-	-	-	-	-

11.3 RESUMEN DE AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

Resumen de ajustes propuestos de los relés de protección de la subestación Santa María y reconectores automáticos ubicados en los alimentadores.

SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	0.70	56.00	0.18	IEC SI	5.62	449.60	0.03	N/A
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.90	135.00	0.13	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.90	135.00	0.13	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.16	80.00	0.16	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.10	50.00	0.16	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.20	100.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE FASES											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	50.00	50.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	50.00	50.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2074	R05	SM03	1/1	40.00	40.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				▷		TMS	Curva	▷▷		▷▷	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1SMT13	SEL487E	60	80/1	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SMT13	SEL487E	22.9	150/1	0.20	30.00	0.25	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE2SMT13	SEG CPM1	22.9	150/1	0.20	30.00	0.25	IEC SI	Disable	Disable	Disable	N/A
RE1SM01	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.12	IEC SI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM02	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.10	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RE1SM03	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20.00	0.19	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				IO>		TMS	Curva	IO>>		t0>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2012	SEL351R	SM01	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2013	SEL351R	SM01	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock
RC2074	R05	SM03	1/1	20.00	20.00	0.05	IEC VI	Disable	Disable	Disable	2R+Lock

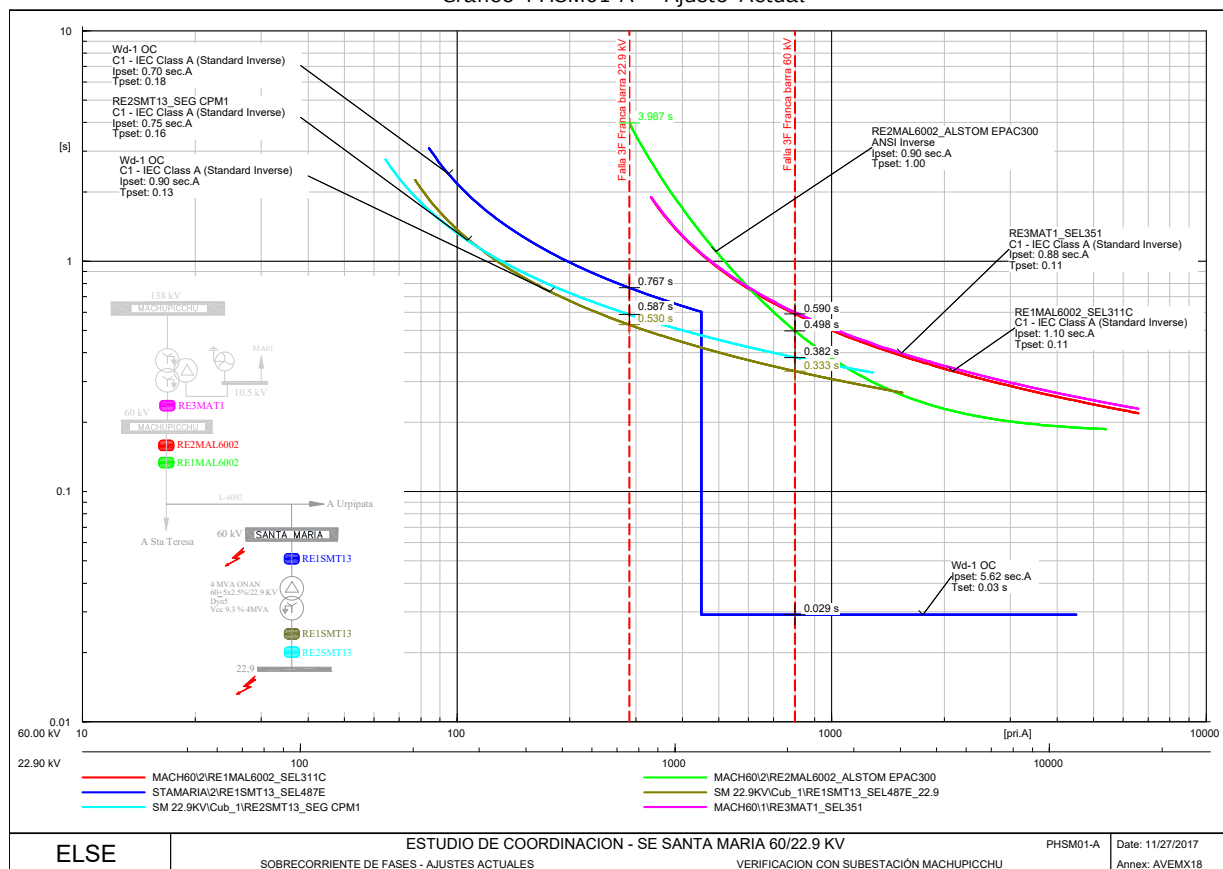
11.4 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. SANTA MARÍA

A continuación, se verifica la selectividad de los relés de sobrecorriente del transformador de potencia:

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:

Grafico PHSM01-A - Ajuste Actual



Para una falla trifásica franca aplicada en la barra de 22.9 kV la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé diferencial SEL487E, asociado al lado de 22.9 kV, actúa en 530 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé SEG CPM1, asociado al lado de 22.9 kV, actúa en 587 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé diferencial SEL487E, asociado al lado de 60 kV, actúa en 767 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 237 ms con el primero y 180 ms con el segundo.

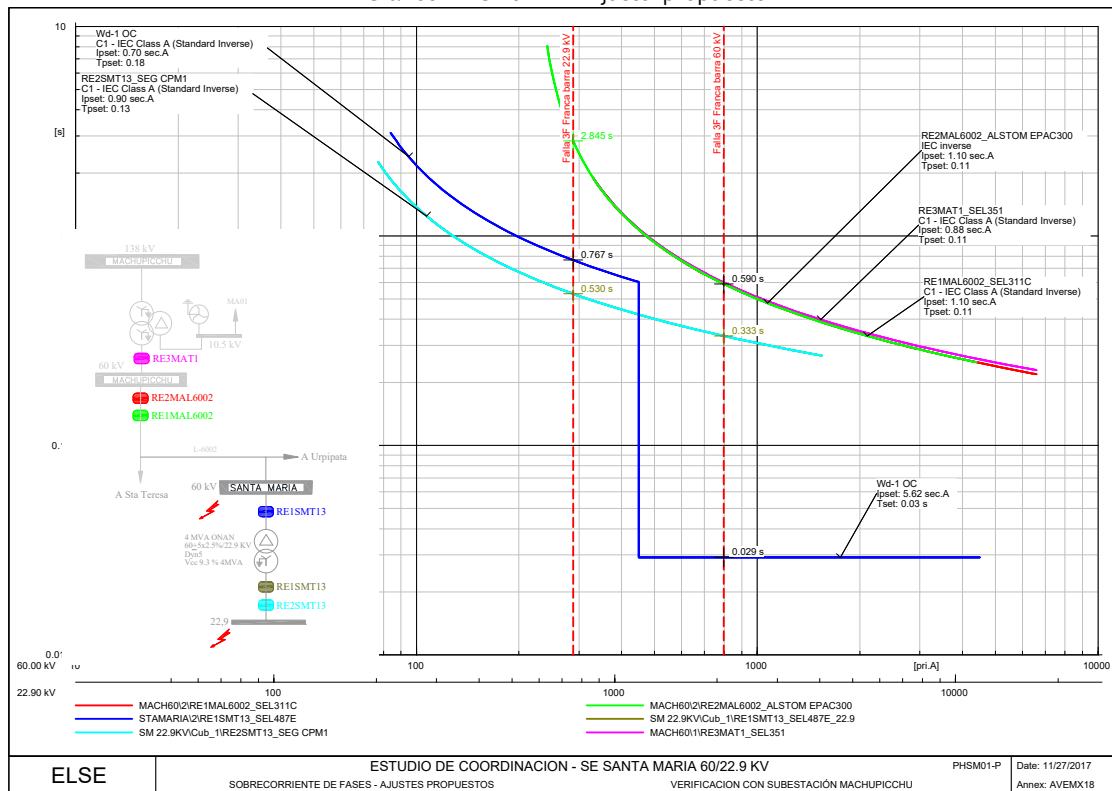
Las corrientes de arranque de las protecciones de sobrecorriente de fases habilitadas en el relé diferencial SEL487E están dentro del rango del 130% y 145 % de la corriente nominal. La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de fases habilitado en el relé SEG está ajustada al 110% de la corriente nominal del transformador, se recomienda uniformizar las corrientes de arranque.

Se observa que es necesario uniformizar los tiempos de operación de los elementos de sobrecorriente de fases asociados al lado de 22.9 kV, deben ser iguales y dependiendo de las particularidades del sistema analizado mantener un margen de coordinamiento de 200 ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

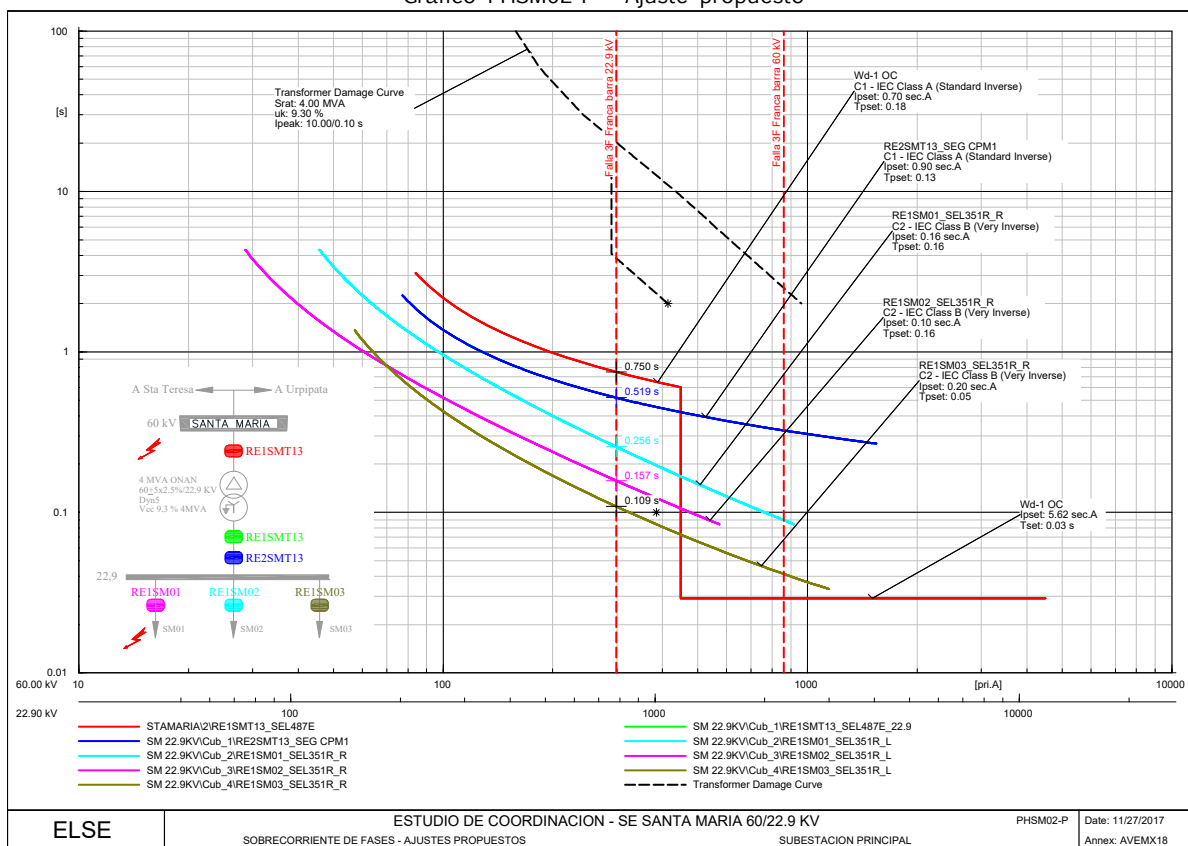
A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:

Grafico PHSM01-P - Ajuste propuesto



Con los ajustes propuestos se logran uniformizar los tiempos de operación de los relés de protección ubicados en las subestaciones de Machupicchu y Santa María.

Grafico PHSM02-P - Ajuste propuesto



La corriente de arranque de las protecciones de sobrecorriente de fases de los alimentadores se ha seleccionado en función a la potencia instalada de los transformadores de distribución ubicados aguas abajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

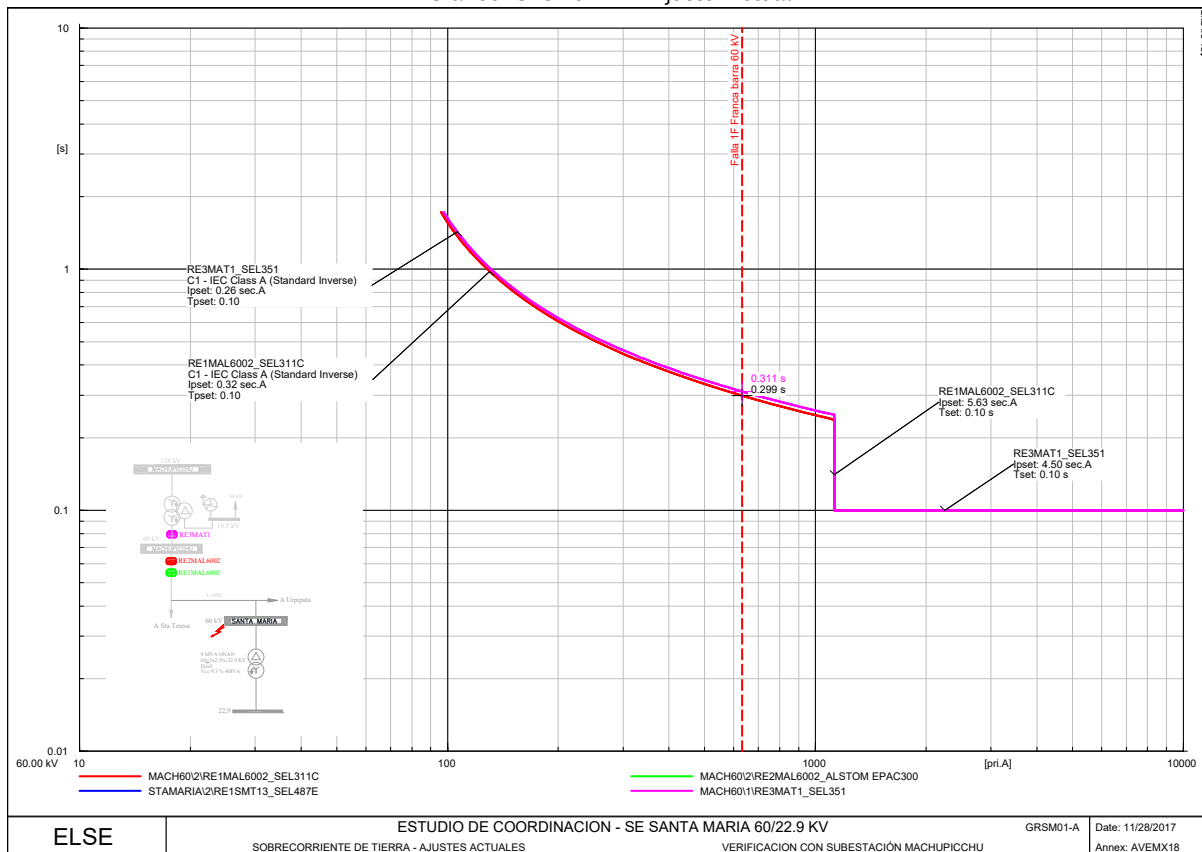
Alimentador	Corriente Nominal de Carga	Potencia Instalada Transformadores Distribución		Corriente de arranque Seleccionado
	A	MVA	A	A
SM01	13	2.875	72.57	80
SM02	6	1.517	38.29	50
SM03	10	3.431	86.60	100

Con los ajustes propuestos los tiempos de operación de las protecciones de sobrecorriente de fases de los alimentadores mantienen un margen de coordinamiento mínimo de 250 ms con las protecciones de sobrecorriente de fases del transformador de la subestación Santa María, igualmente brindaran un margen de tiempo de respaldo adecuado con las protecciones de los reconectores automáticos o fusibles ubicados aguas abajo de los alimentadores.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

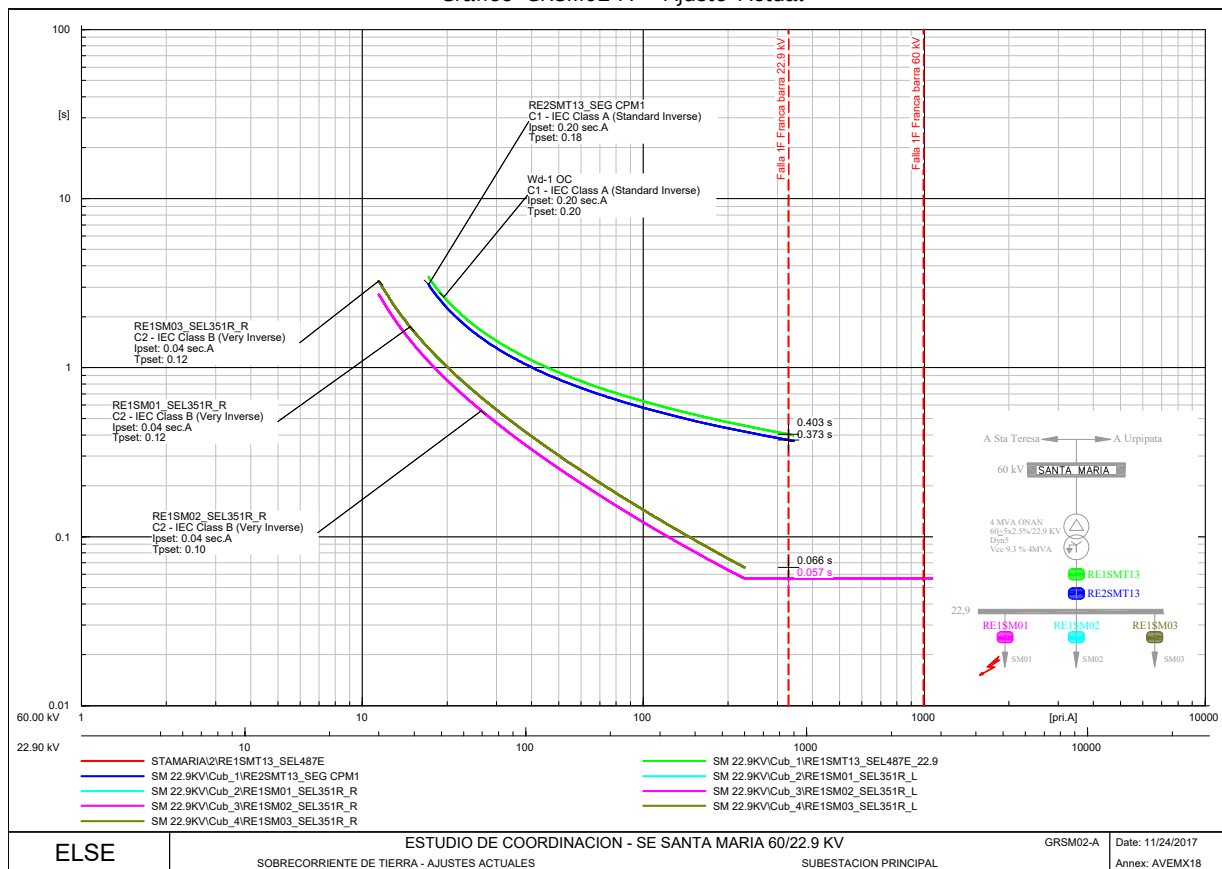
A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

Grafico GRSM01-A - Ajuste Actual



Ante una falla monofásica franca en la barra de 60 kV de la subestación Santa María las protecciones asociadas al lado de 60 kV de la subestación Machupicchu brindan un tiempo de respaldo de 299 ms y 311 ms.

Gráfico GRSM02-A - Ajuste Actual



Ante una falla en los alimentadores en 22.9 kV las protecciones de sobrecorriente de tierra de estos operan entre 57 ms y 66 ms, manteniendo un margen de coordinamiento amplio con las protecciones asociadas al lado de 22.9 kV del transformador de la subestación Santa María. Sin embargo, a pesar de que existe coordinación entre las protecciones de los alimentadores con los relés del transformador, es necesario que las protecciones de los alimentadores tengan un margen de tiempo adecuado para coordinar con los reconectadores automáticos o fusibles ubicados aguas abajo.

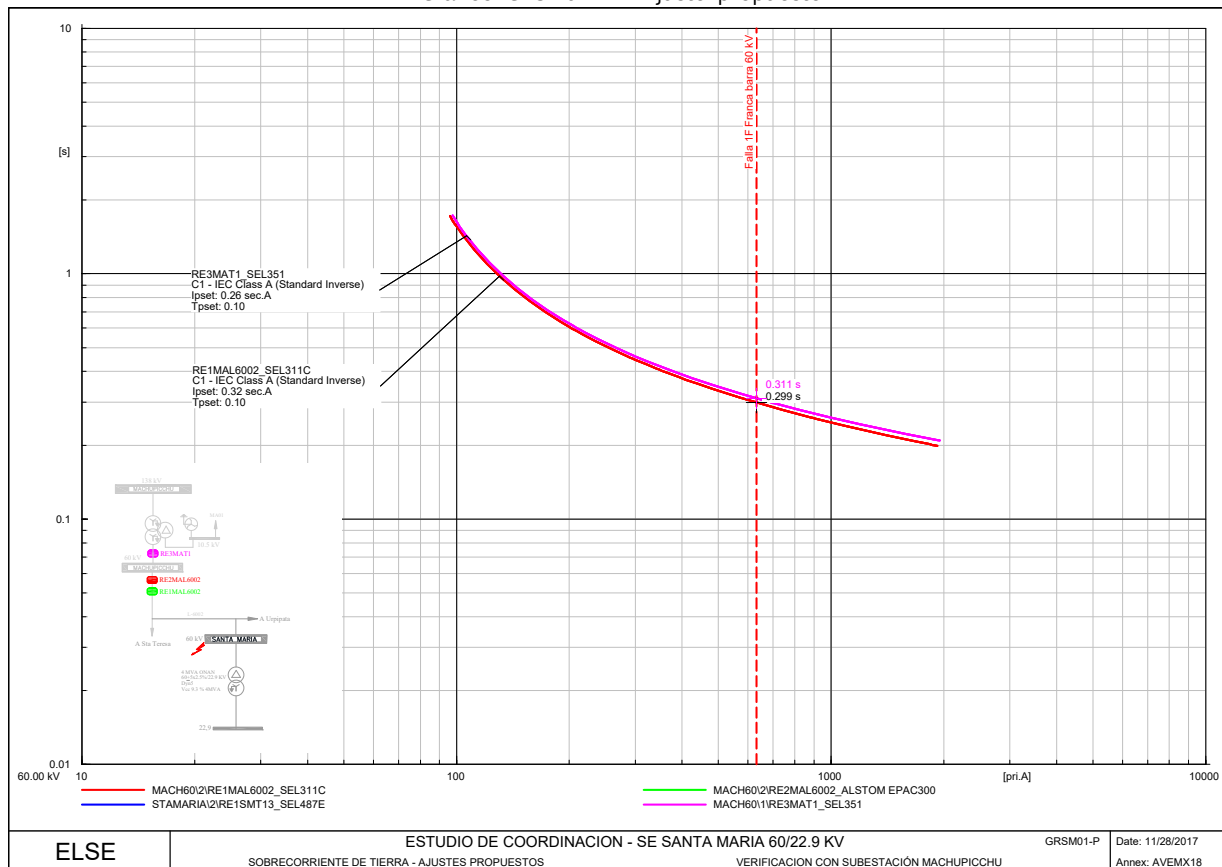
Las corrientes de arranque de la protección de sobrecorriente de tierra habilitado en el relé diferencial SEL487E está ajustado al 20% de la corriente nominal primaria del respectivo transformador de corriente. Igualmente la corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de tierra habilitado en el relé SEG está ajustada al 20% de la corriente nominal primaria del respectivo transformador de corriente, los cuales se recomienda mantener.

La corriente de arranque, de las protecciones de sobrecorriente de tierra de los alimentadores, se encuentra ajustada en 20 A primarios, los cuales se mantendrán.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

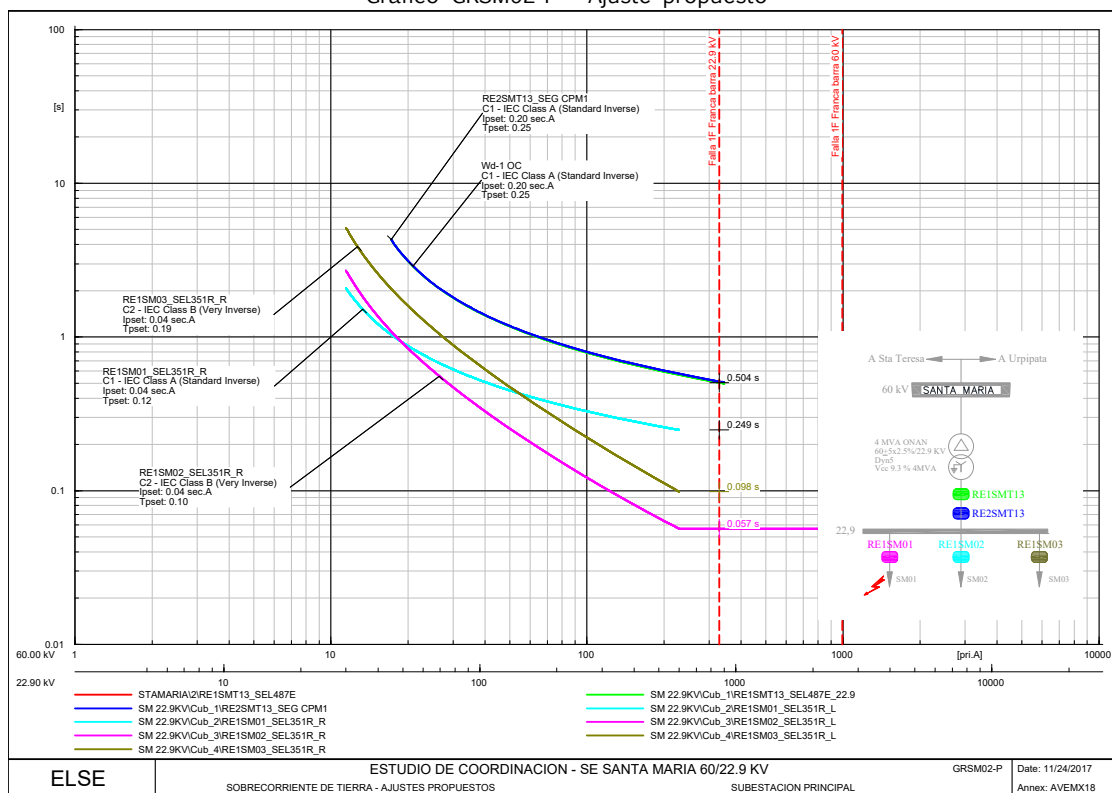
Grafico GRSM01-P - Ajuste propuesto



Dado que es una protección de respaldo es necesario prescindir de la etapa de tiempo definido.

En el relé EPAC3000 no se encuentra habilitada la protección de sobrecorriente de tierra, el cual se mantendrá dicha condición.

Grafico GRSM02-P - Ajuste propuesto



Con los ajustes propuestos los tiempos de operación de las protecciones de sobrecorriente de tierra de los alimentadores mantienen un margen de coordinamiento mínimo de 250 ms con las protecciones de sobrecorriente de tierra del transformador de la subestación Santa María, igualmente brindaran un margen de tiempo de respaldo adecuado a las protecciones de los reconectores automáticos o fusibles ubicados aguas abajo de los alimentadores.

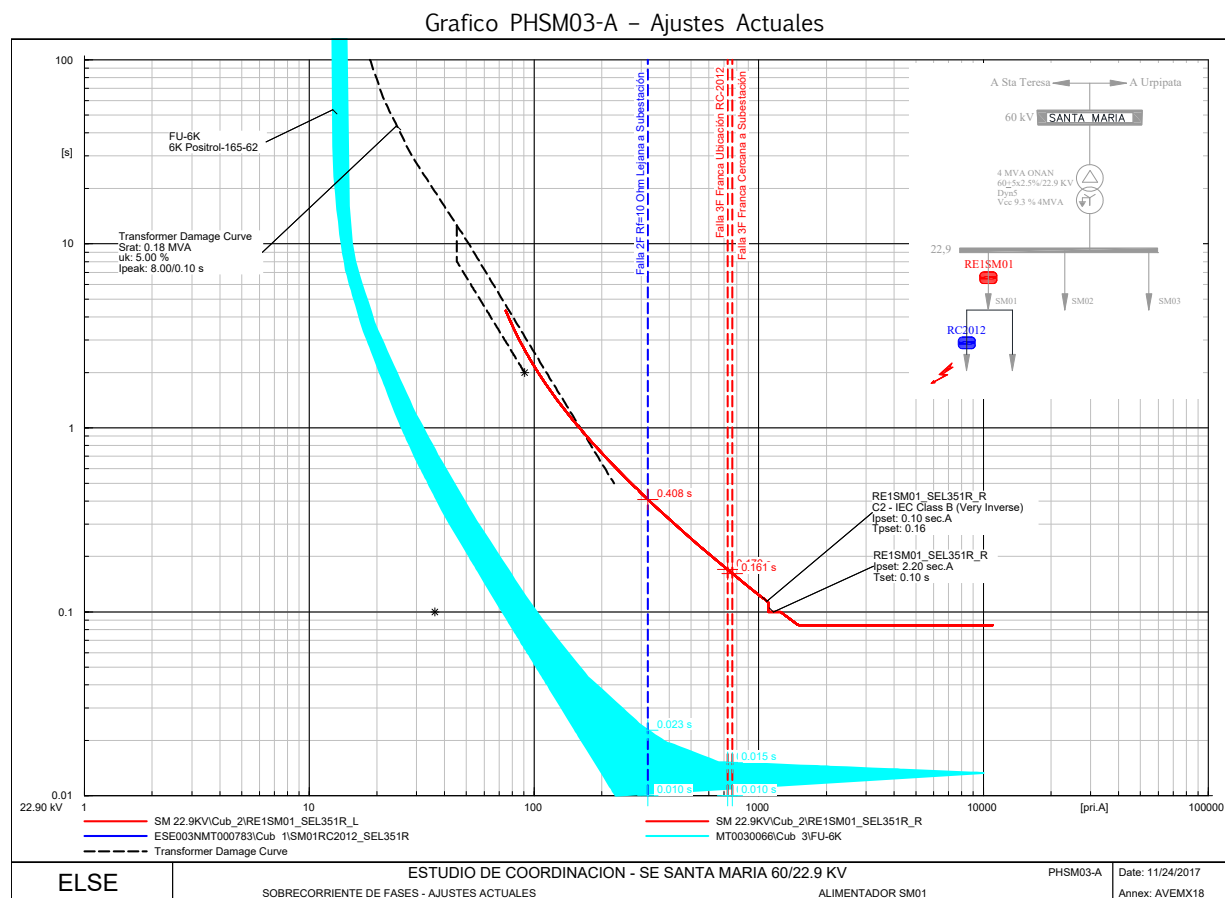
11.5 VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

En la S. E. Santa María solo existen alimentadores en 22.9 KV

11.5.1 ALIMENTADOR 22.9 KV: SM01

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:



Actualmente el elemento de sobrecorriente de fases del relé de protección del reconectador automático RE1SM01 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

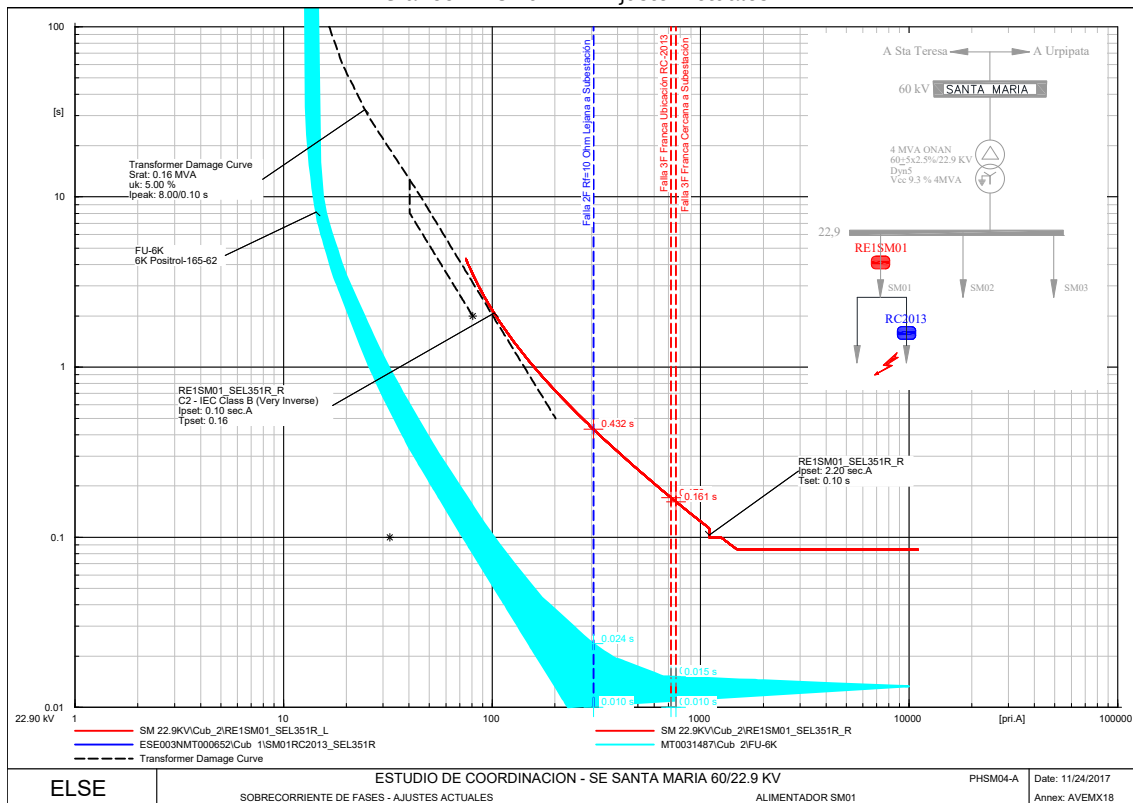
- Al detectarse un cortocircuito entre fases en el alimentador en 22.9 kV SM01, el reconectador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reconectador automático RC-2012, es necesario que la protección de sobrecorriente de fases del reconectador automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 brinde un mayor margen de coordinamiento.

No se tiene información de los ajustes actuales del relé de protección del reconectador automático RC-2012.

Grafico PHSM04-A - Ajuste Actuales

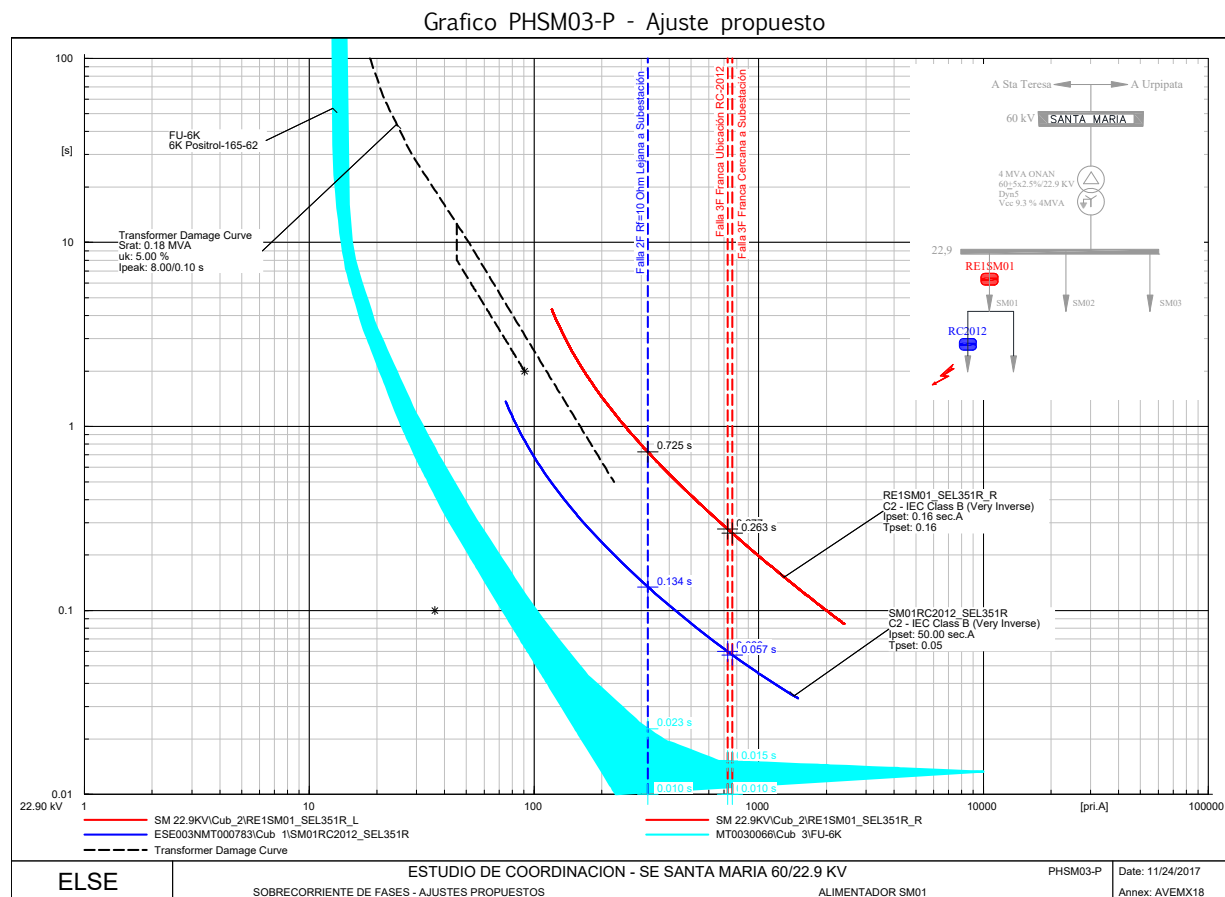


Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reconectador automático RC-2013, es necesario que la protección de sobrecorriente de fases del reconectador automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 brinde un mayor margen de coordinamiento.

No se tiene información de los ajustes actuales del relé de protección del reconectador automático RC-2013.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:



La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de fases del reconectador automático RC-2012 se ha seleccionado en función a la potencia instalada de los transformadores de distribución ubicados aguas abajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

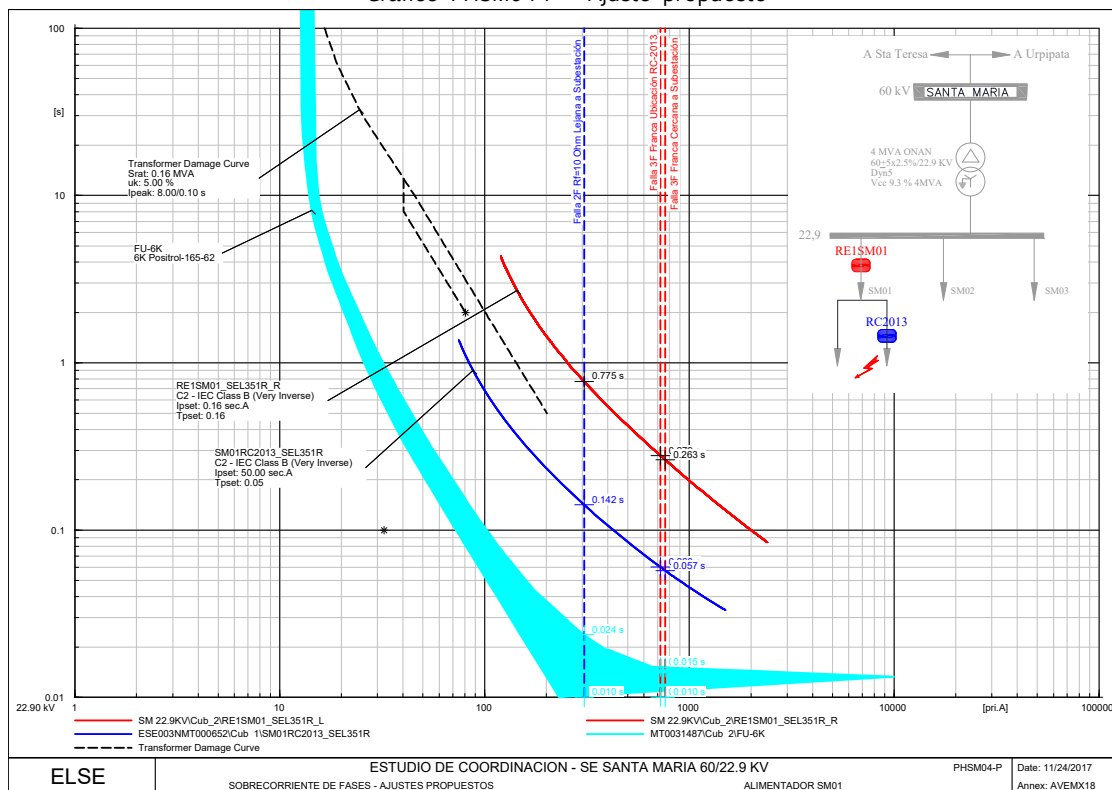
Alimentador SM01	Corriente Nominal de Carga	Potencia Instalada Transformadores Distribución		Corriente de arranque Seleccionado
	A	MVA	A	A
Red Protegida RC-2012	4	0.91	22.97	50

Con los ajustes propuestos ante una falla trifásica franca aplicada en la ubicación del reconectador automático RC-2012 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé del reconectador automático RC-2012 actúa en 60 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé del reconectador automático RE1SM01 actúa en 277 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 217 ms.

Para el reconectador automático RC-2012 se recomienda la misma secuencia de operación y la misma filosofía de protección con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida.

Grafico PHSM04-P - Ajuste propuesto



La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de fases del reconector automático RC-2013 se ha seleccionado en función a la potencia instalada de los transformadores de distribución ubicados aguas abajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Alimentador SM01	Corriente Nominal de Carga	Potencia Instalada Transformadores Distribución		Corriente de arranque Seleccionado
	A	MVA	A	A
Red Protegida RC-2012	7	1.665	42.03	50

Con los ajustes propuestos ante una falla trifásica franca aplicada en la ubicación del reconector automático RC-2013 la secuencia de operación es la siguiente:

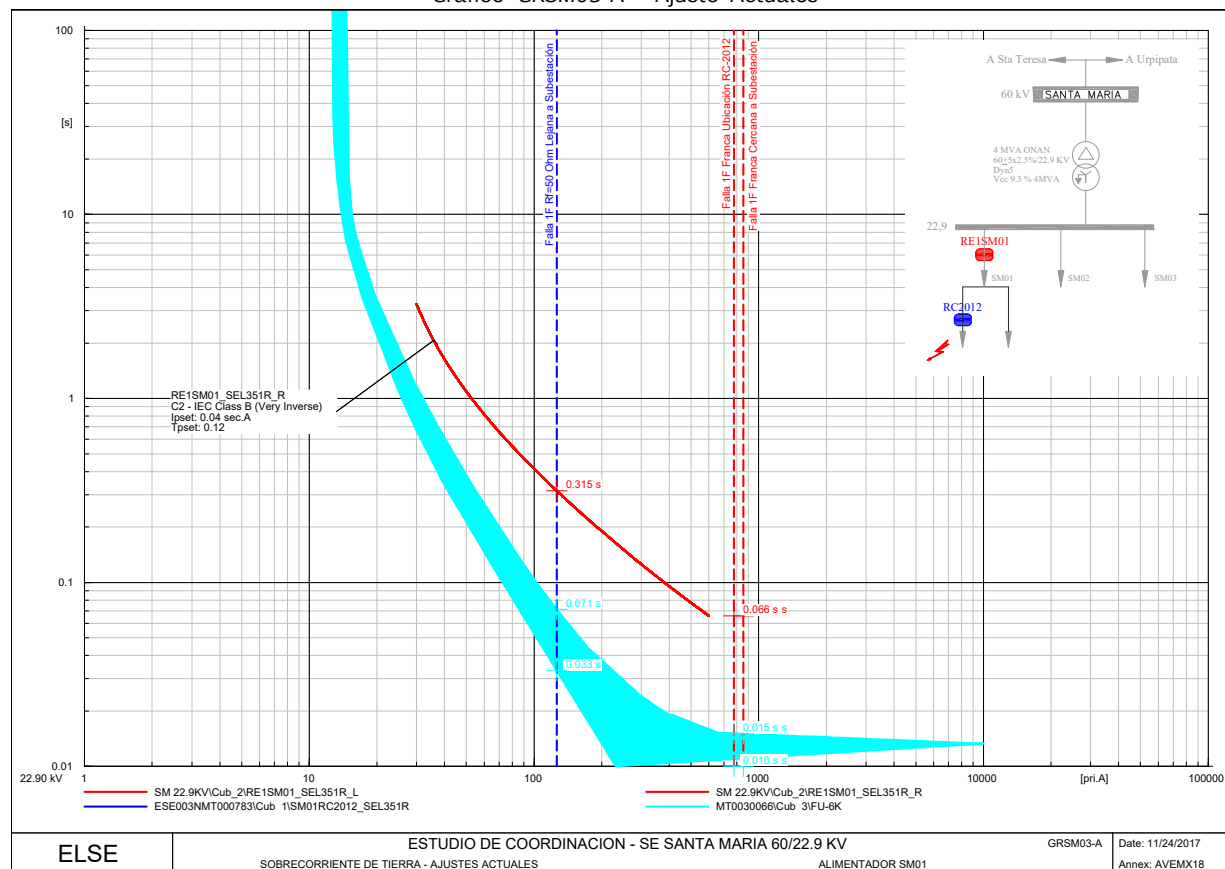
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé del reconector automático RC-2013 actúa en 60 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé del reconector automático REISM01 actúa en 279 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 219 ms.

Para el reconector automático RC-2013 se recomienda la misma secuencia de operación y la misma filosofía de protección con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

Gráfico GRSM03-A - Ajuste Actuales



Actualmente el elemento de sobrecorriente de tierra del relé de protección del reanclador automático RE1SM01 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

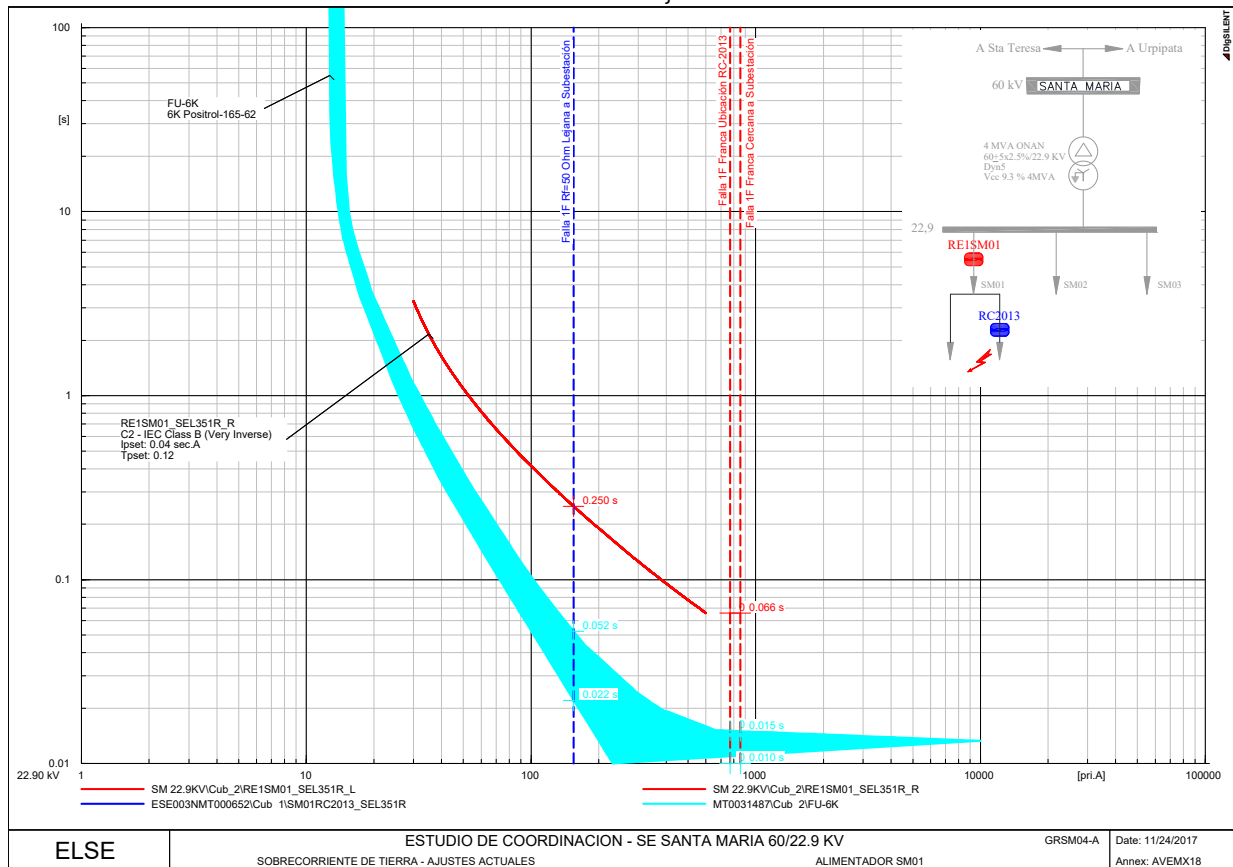
- Al detectarse un cortocircuito a tierra en el alimentador en 22.9 kV SM01, el reanclador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reanclador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reanclador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reanclador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reanclador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reanclador automático RC-2012, es necesario que la protección de sobrecorriente de fases del reanclador automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 brinde un mayor margen de coordinamiento.

No se tiene información de los ajustes actuales del relé de protección del reanclador automático RC-2012.

Grafico GRSM04-A - Ajuste Actuales



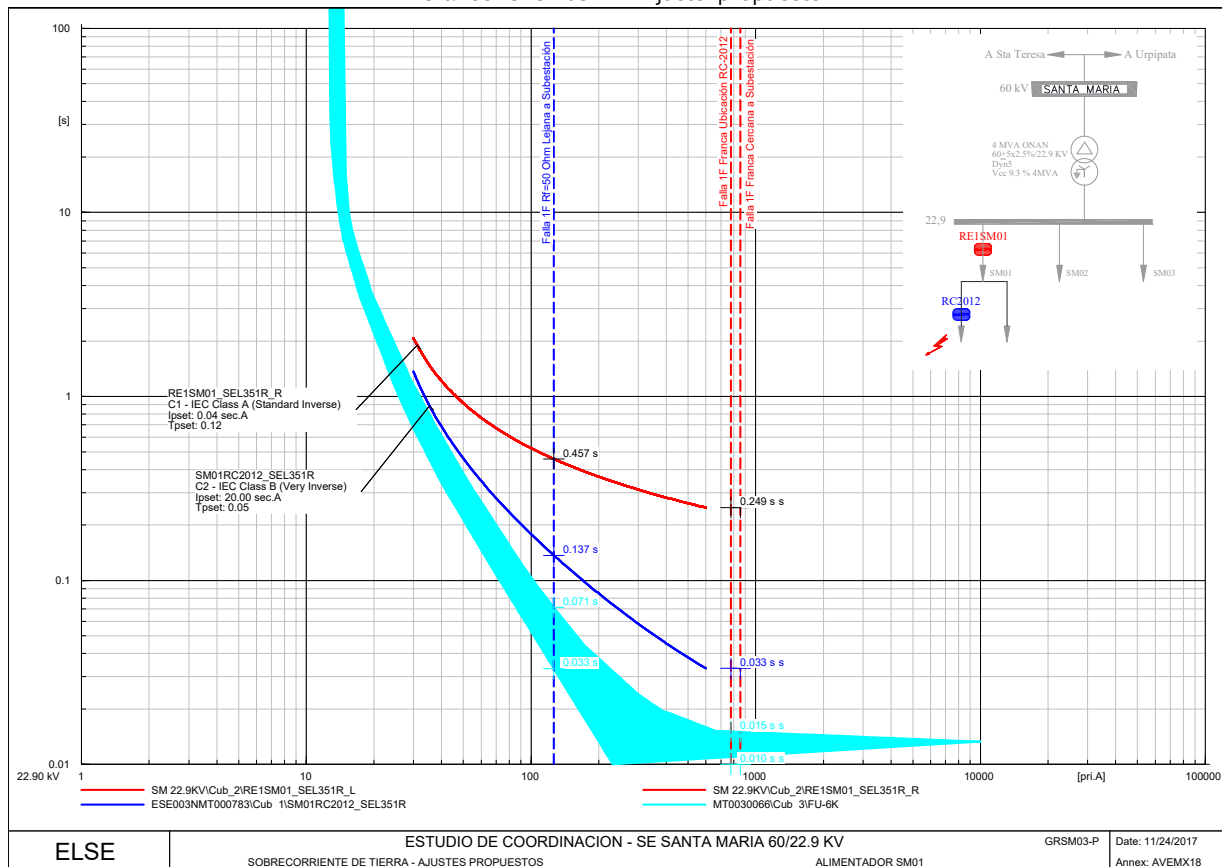
Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reconector automático RC-2013, es necesario que la protección de sobrecorriente de tierra del reconector automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 brinde un mayor margen de coordinamiento.

No se tiene información de los ajustes actuales del relé de protección del reconector automático RC-2013.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

Grafico GRSM03-P - Ajuste propuesto



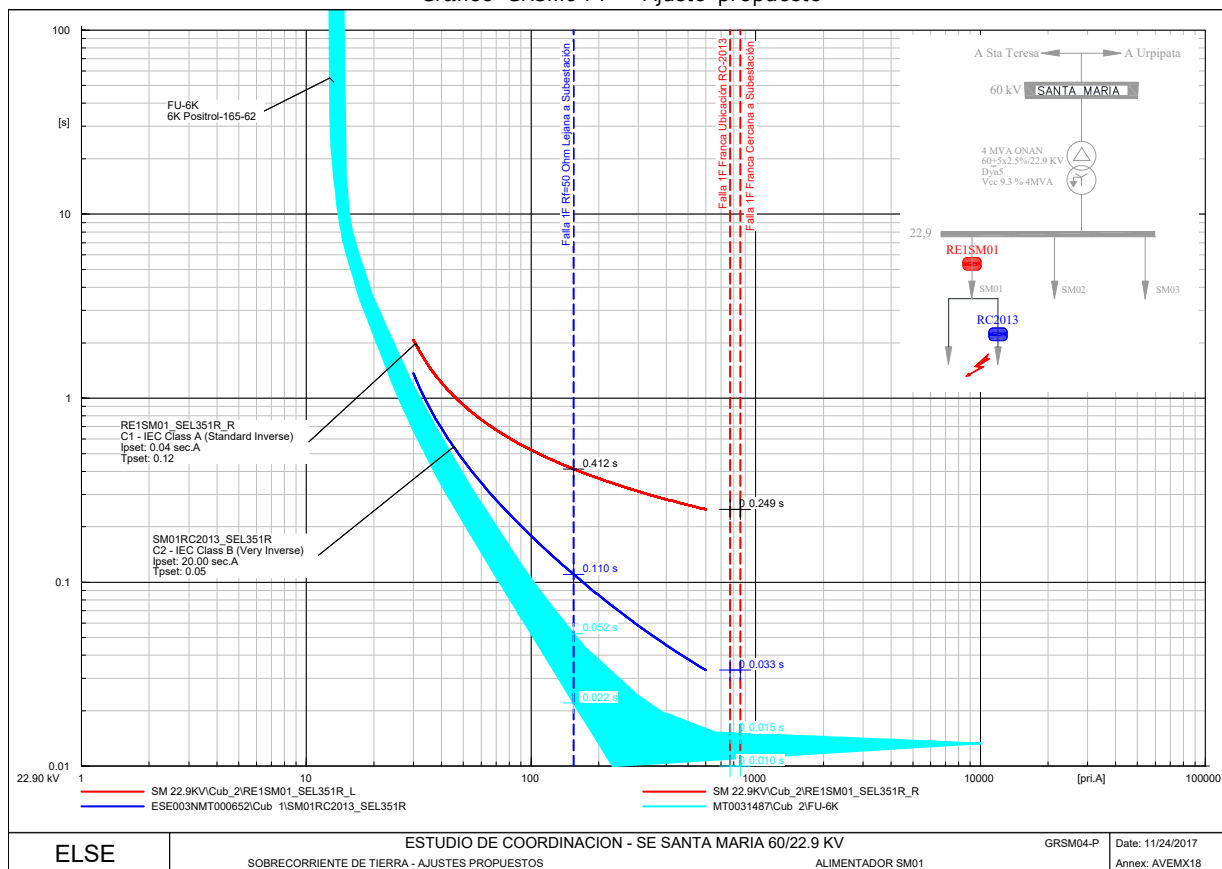
La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de tierra del reconnector automático RC-2012 se ha seleccionado de tal forma que permita la detección de una falla monofásica con una resistencia de falla de 50 Ohm a lo largo de todo el alimentador.

Con los ajustes propuestos ante una falla monofásica franca aplicada en la ubicación del reconnector automático RC-2012 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de tierra habilitado en relé del reconnector automático RC-2012 actúa en 33 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de tierra habilitado en el relé del reconnector automático RE1SM01 actúa en 249 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 216 ms.

Para el reconnector automático RC-2012 se recomienda la misma secuencia de operación y la misma filosofía de protección con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida.

Grafico GRSM04-P - Ajuste propuesto



La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de tierra del reconnector automático RC-2013 se ha seleccionado de tal forma que permita detectar un cortocircuito monofásico con una resistencia de falla de 50 Ohm.

Con los ajustes propuestos ante una falla monofásica franca aplicada en la ubicación del reconnector automático RC-2013 la secuencia de operación es la siguiente:

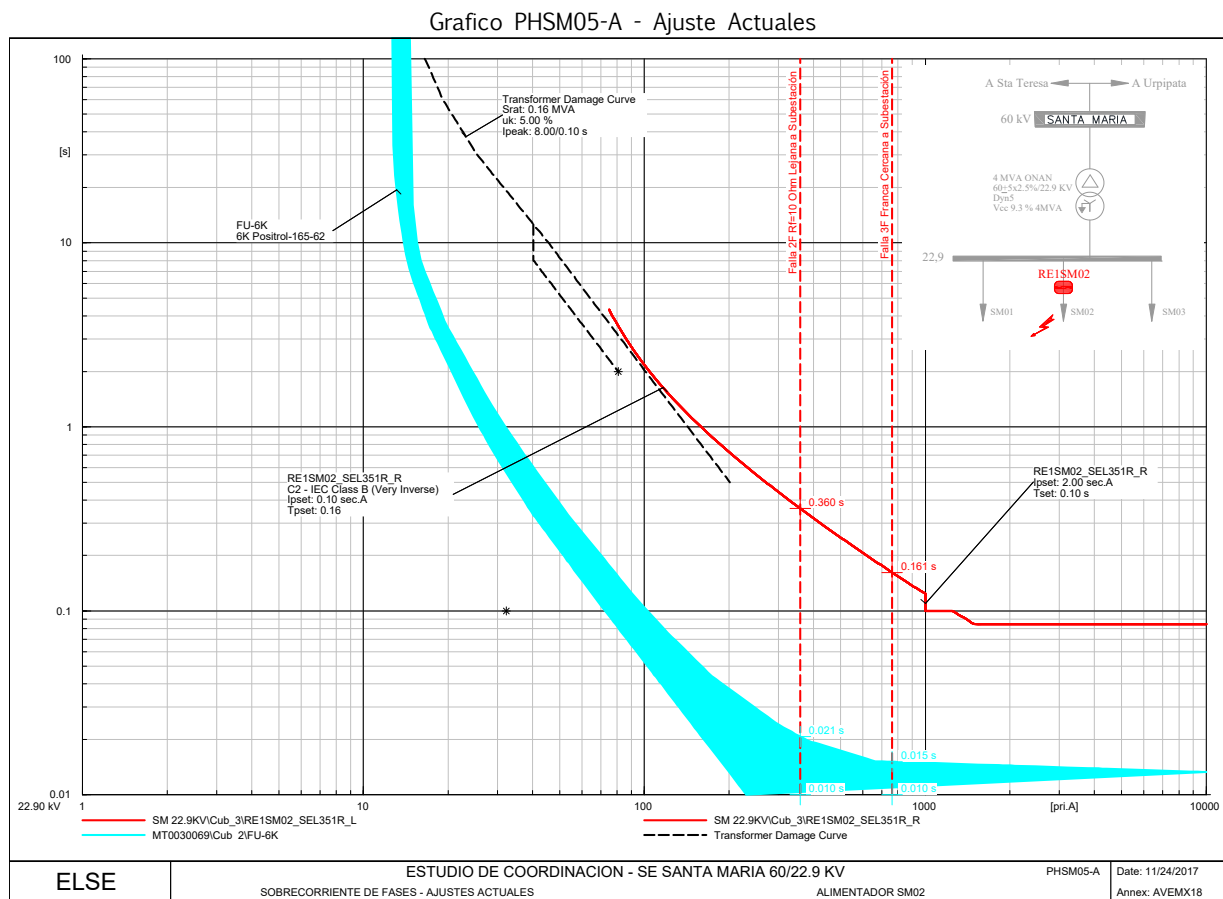
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé del reconnector automático RC-2013 actúa en 33 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé del reconnector automático RE1SM01 actúa en 249 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 216 ms.

Para el reconnector automático RC-2013 se recomienda la misma secuencia de operación y la misma filosofía de protección con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida.

11.5.2 ALIMENTADOR 22.9 KV: SM02

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:



Actualmente el elemento de sobrecorriente de fases del relé de protección del reconectador automático RE1SM02 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

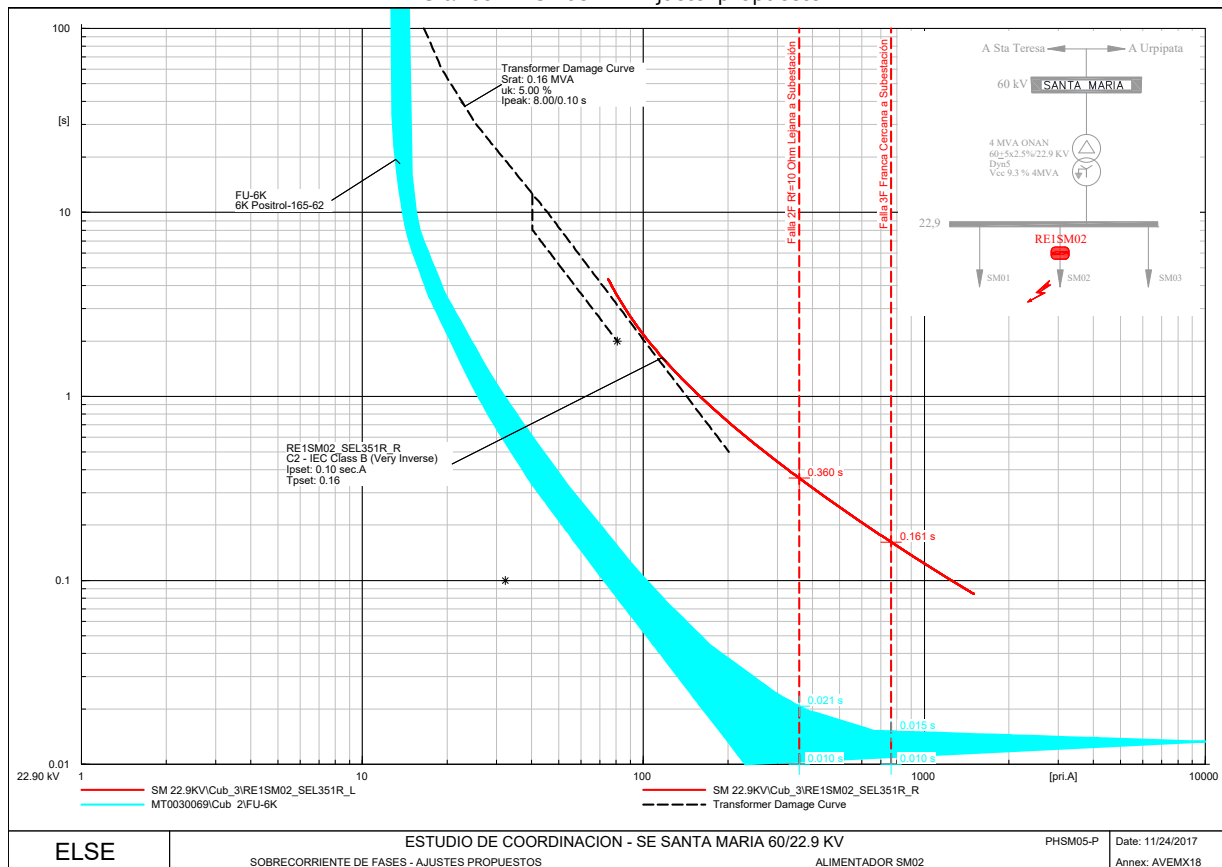
- Al detectarse un cortocircuito entre fases en el alimentador en 22.9 kV SM02, el reconectador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:

Grafico PHSM05-P - Ajuste propuesto

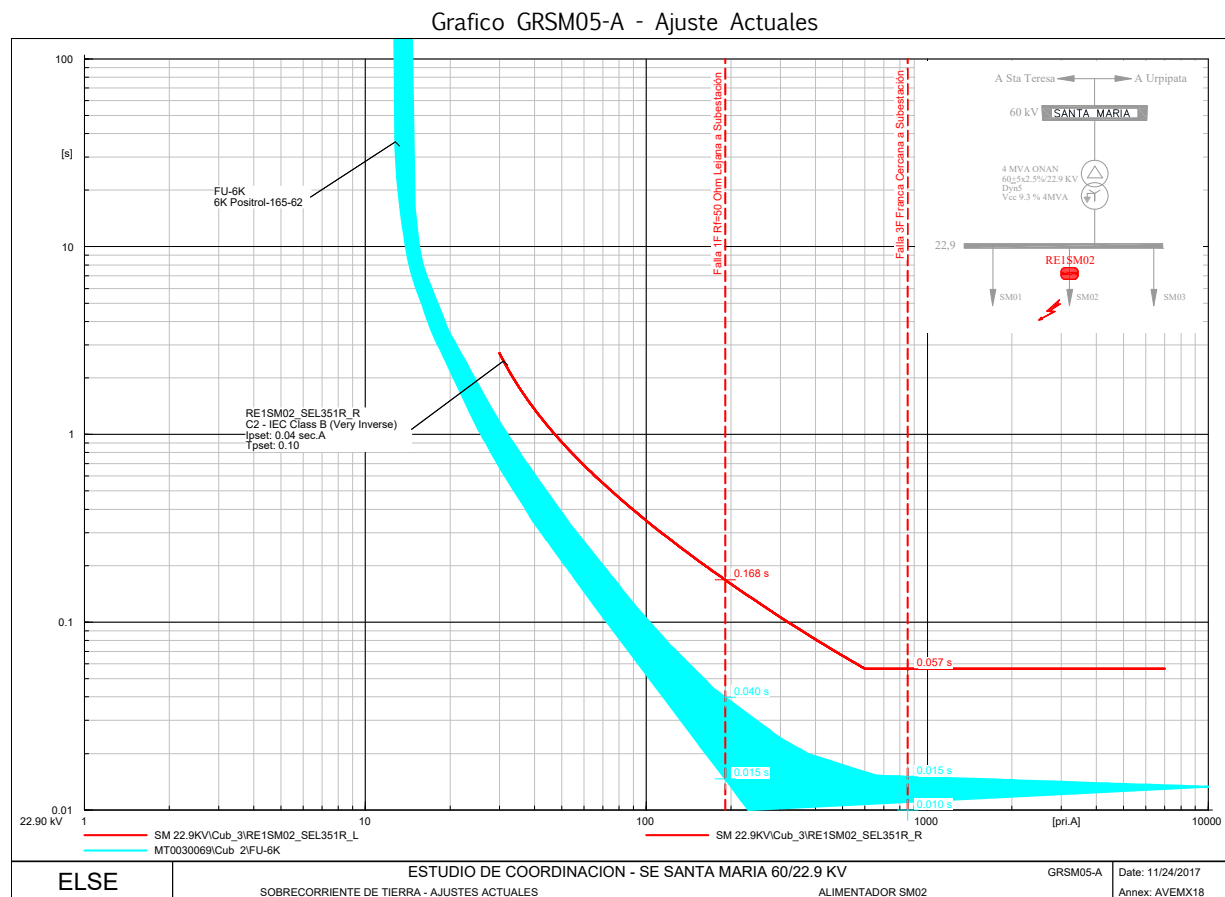


Dado que no hay otro reconector automático aguas abajo se recomienda mantener los ajustes actuales, el cual permitirá que el máximo tiempo de despeje de falla a lo largo del alimentador sea de 360 ms.

Se aprecia que el umbral de la etapa de tiempo definido es mayor a la corriente de falla trifásica en el alimentador por lo que no es necesaria su aplicación ya que además los tiempos de despeje de falla son similares a la temporización de la etapa de tiempo definido.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:



Actualmente el elemento de sobrecorriente de tierra del relé de protección del reconectador automático RE1SM02 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

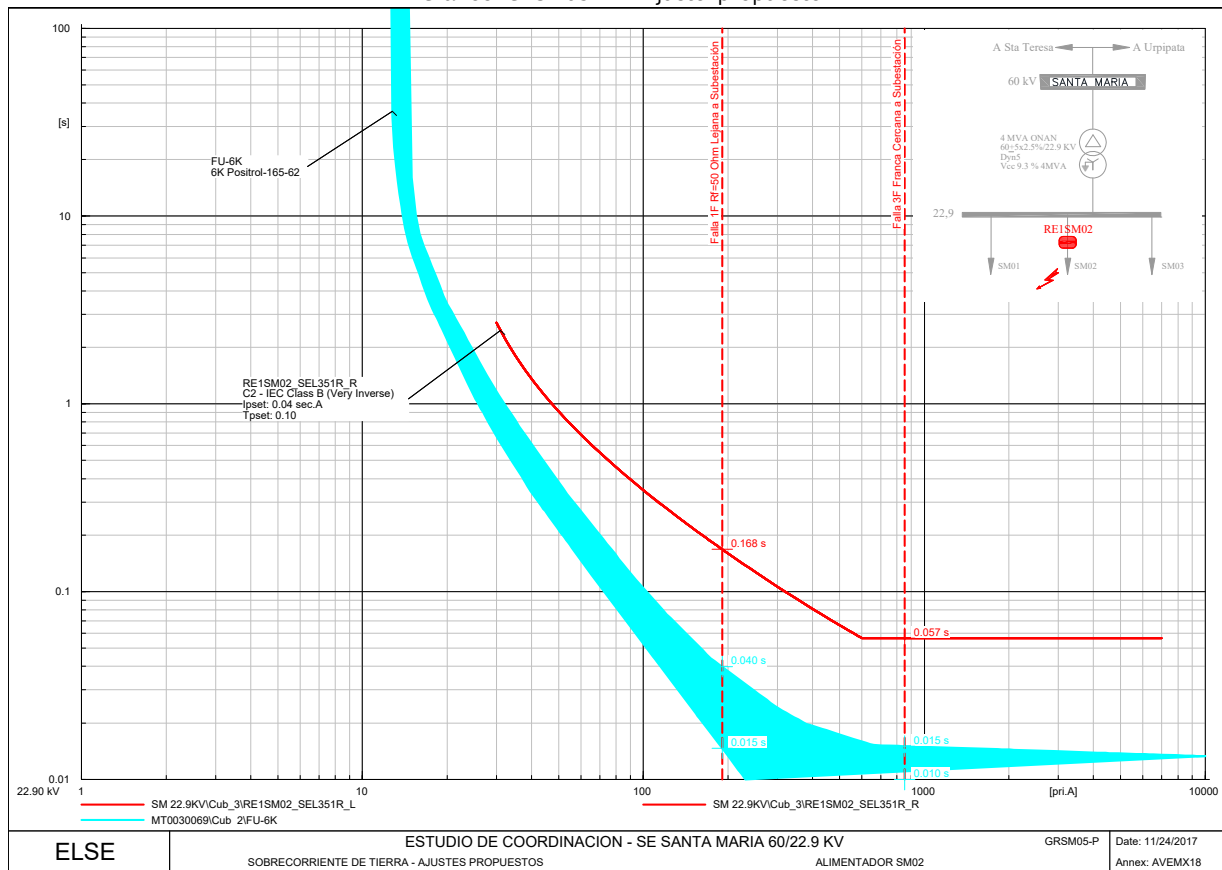
- Al detectarse un cortocircuito a tierra en el alimentador en 22.9 kV SM02, el reconectador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

Grafico GRSM05-P - Ajuste propuesto

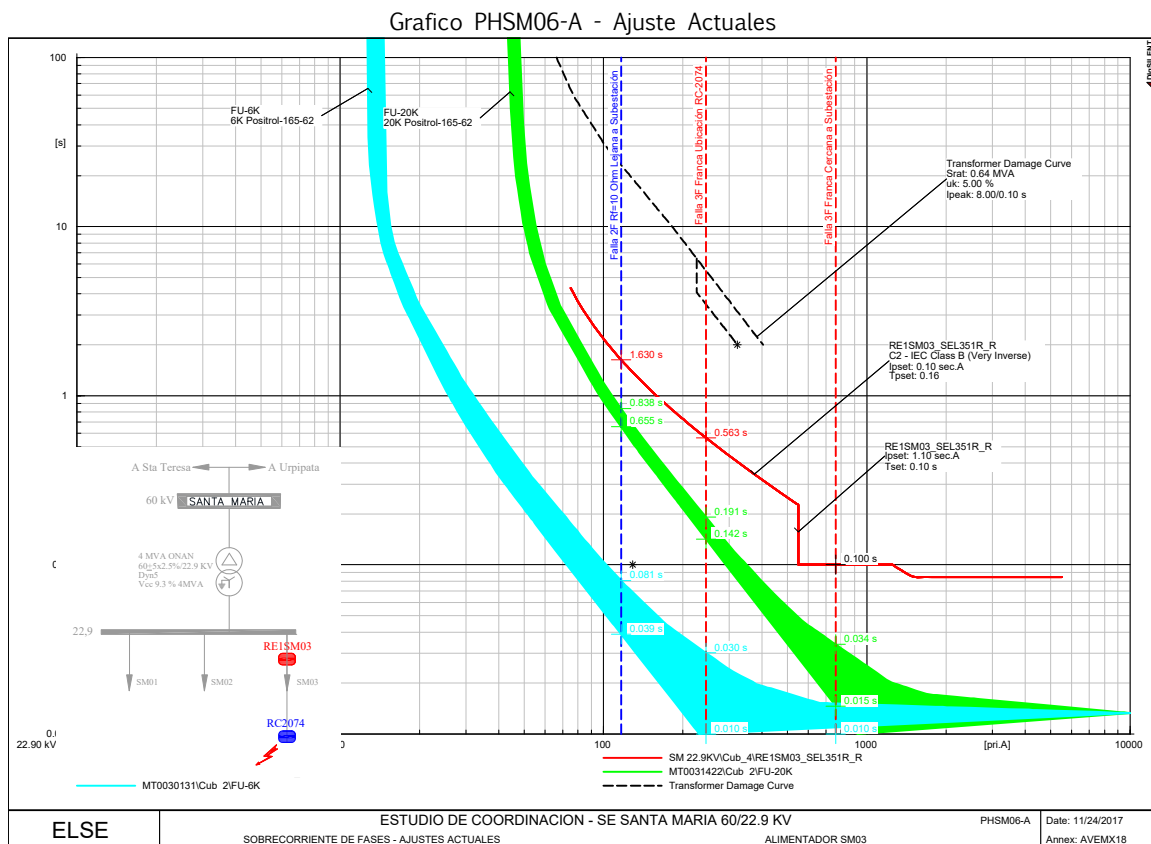


Dado que no hay otro reconectador automático aguas abajo se recomienda mantener los ajustes actuales, el cual permitirá que el máximo tiempo de despeje de falla a lo largo del alimentador sea de 168 ms.

11.5.3 ALIMENTADOR 22.9 KV: SM03

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:



Actualmente el elemento de sobrecorriente de fases del relé de protección del reconectador automático RE1SM03 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

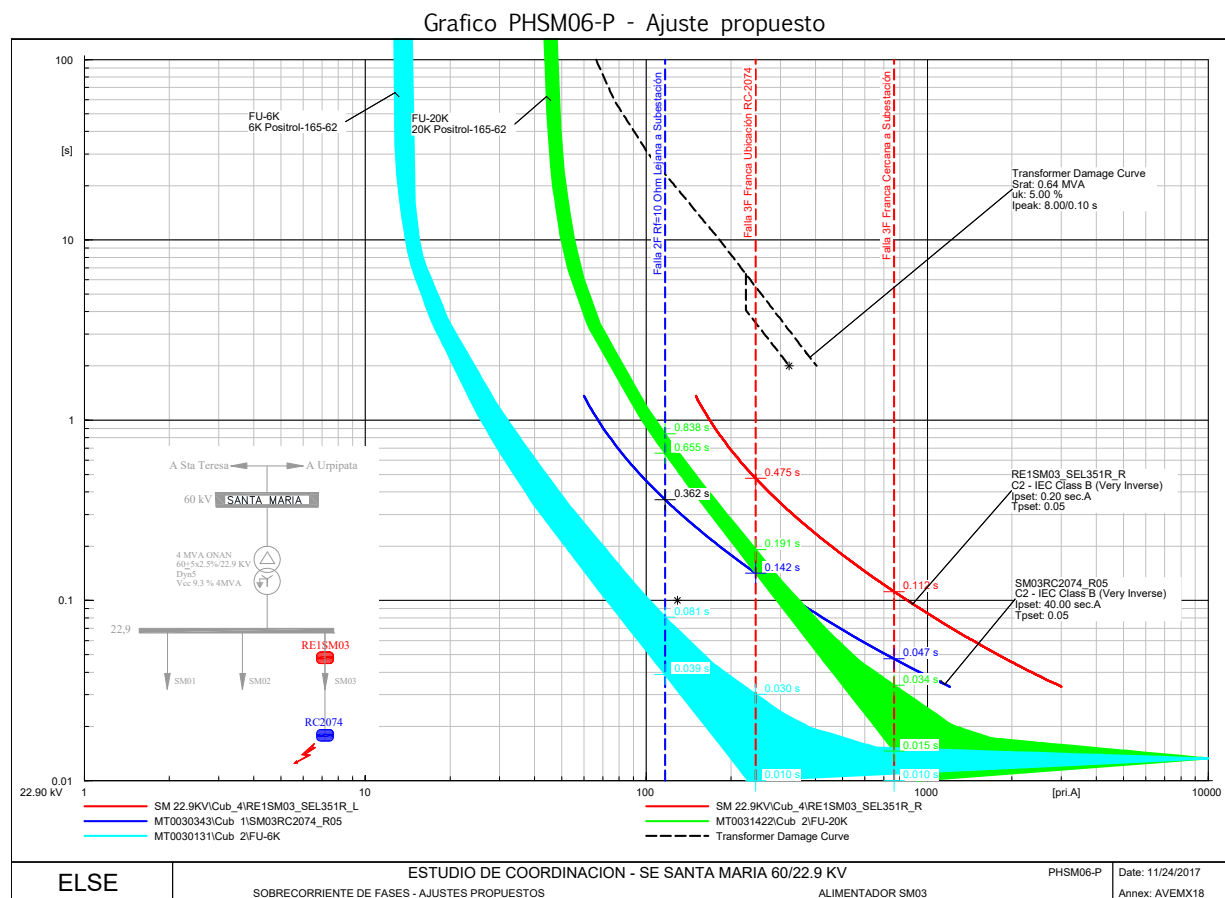
- Al detectarse un cortocircuito entre fases en el alimentador en 22.9 kV SM03, el reconectador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reconectador automático RC-2074, la protección de sobrecorriente de fases del reconectador automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 brinda un margen de coordinamiento adecuado.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas entre fases:



La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de fases del reconectador automático RC-2074 se ha seleccionado en función a la potencia instalada de los transformadores de distribución ubicados aguas abajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Alimentador SM01	Corriente Nominal de Carga	Potencia Instalada Transformadores Distribución		Corriente de arranque Seleccionado
	A	MVA	A	A
Red Protegida RC-2012	2	1.095	27.64	40

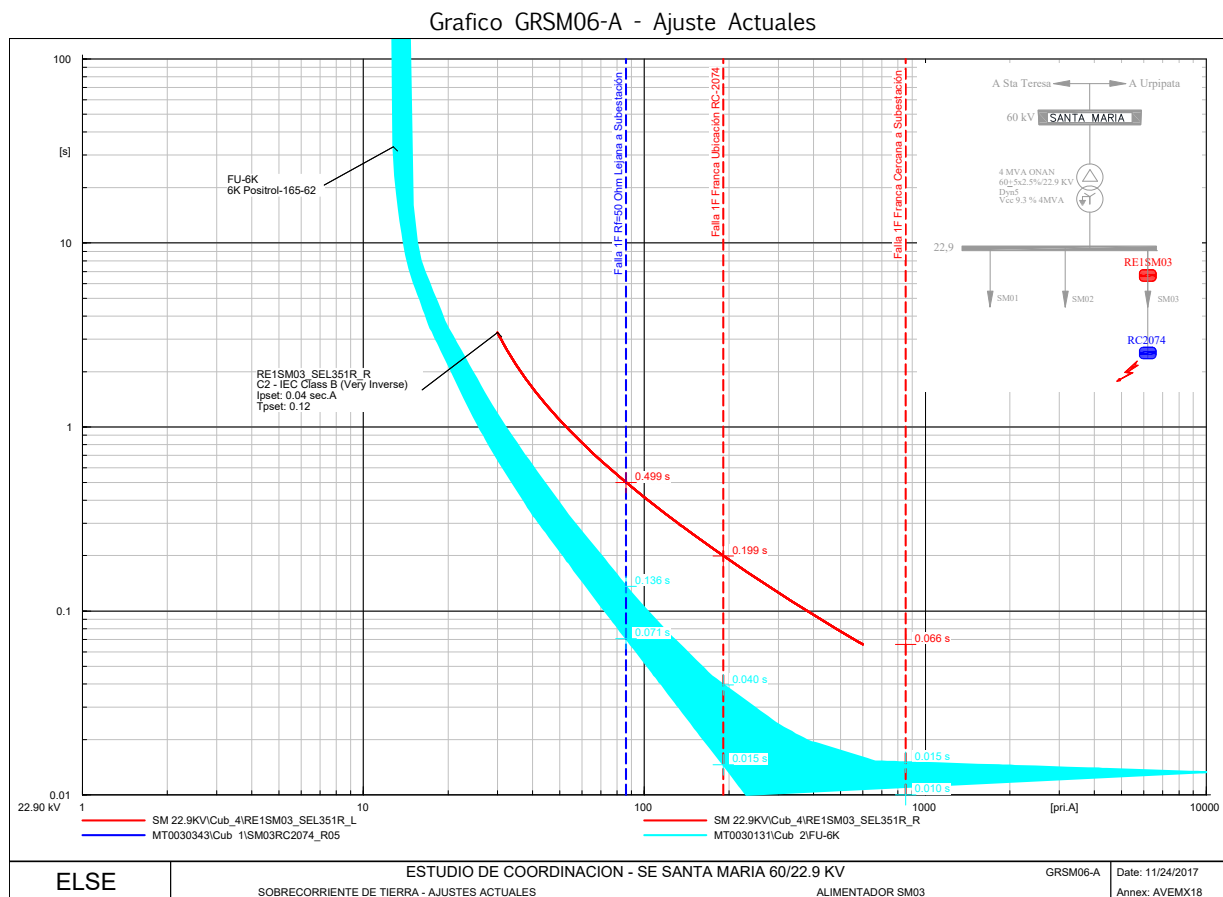
Con los ajustes propuestos ante una falla trifásica franca aplicada en la ubicación del reconectador automático RC-2074 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé del reconectador automático RC-2074 actúa en 142 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé del reconectador automático RE1SM03 actúa en 475 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 333 ms.

Para el reconectador automático RC-2074 se recomienda la misma secuencia de operación con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes Actuales, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:



Actualmente el elemento de sobrecorriente de tierra del relé de protección del reconectador automático RE1SM03 está configurado para realizar dos recierres y un disparo definitivo el cual se considera adecuado. A continuación, se detalla la secuencia de operación:

- Al detectarse un cortocircuito a tierra en el alimentador en 22.9 kV SM03, el reconectador automático actuará bajo su curva rápida, abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 3 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla persiste el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo las tres fases del circuito y luego del intervalo de recierre de 10 segundos, el reconectador automático cerrará nuevamente.
- Si la falla es permanente el reconectador automático actuará nuevamente bajo su curva retardada abriendo definitivamente sus contactos principales.

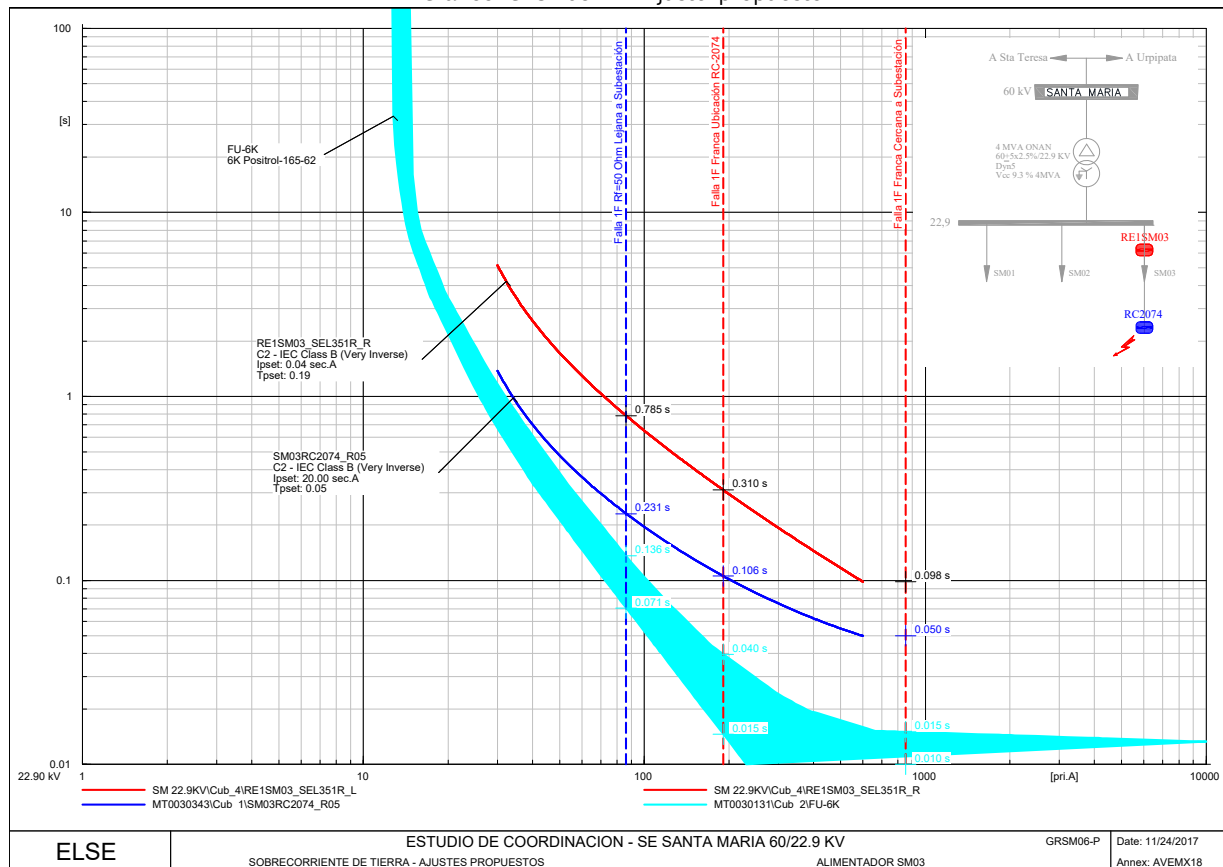
Se observa que la corriente de arranque es igual tanto para la curva de operación lenta como para la curva de operación retardada. Igualmente, la curva de operación lenta como la curva de operación retardada son iguales.

Se aprecia que ante una falla aguas abajo de la ubicación del reconectador automático RC-2074, la protección de sobrecorriente de tierra del reconectador automático ubicado en la cabecera del alimentador SM01 no brinda un margen de coordinamiento adecuado.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos

A continuación, se muestran los gráficos de selectividad con los ajustes propuestos, de las funciones de sobrecorriente para fallas a tierra:

Grafico GRSM06-P - Ajuste propuesto



La corriente de arranque de la protección de sobrecorriente de tierra del reanclador automático RC-2074 se ha seleccionado de tal forma que permita detectar un cortocircuito monofásico con una resistencia de falla de 50 Ohm.

Con los ajustes propuestos ante una falla monofásica franca aplicada en la ubicación del reanclador automático RC-2074 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de tierra habilitado en el relé del reanclador automático RC-2074 actúa en 106 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de tierra habilitado en el relé del reanclador automático RE1SM03 actúa en 310 ms, manteniendo un margen de coordinamiento de 204 ms.

Para el reanclador automático RC-2074 se recomienda la misma secuencia de operación con dos recierres y un disparo definitivo, así como la misma característica de operación para la curva lenta y rápida

12. SUBESTACION URPIPATA 60/22.9/10 KV – CH CHUYAPI 2.3 KV

12.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES

En Uripipata

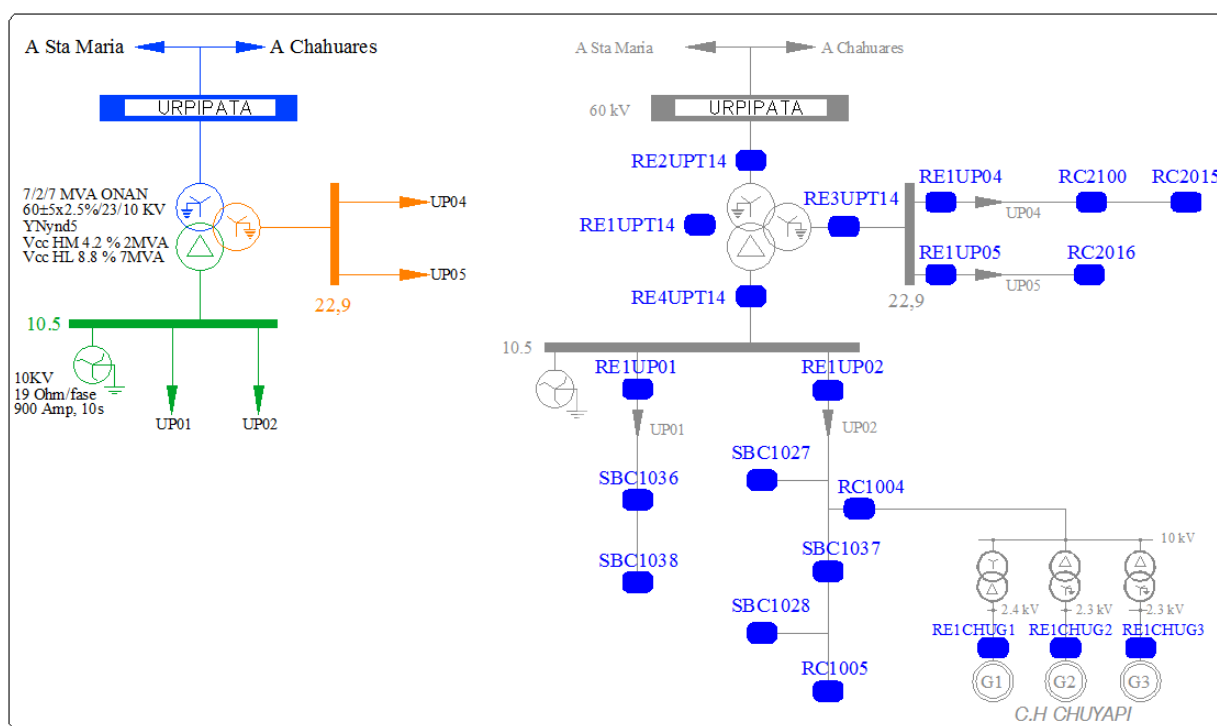
En la S. E. Uripipata, como parte de las instalaciones de ELSE, se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

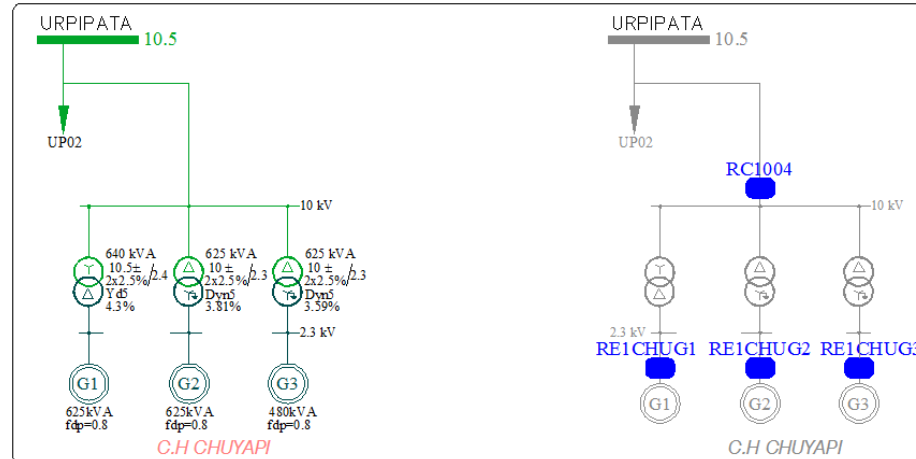
- Transformador de potencia
- Transformador de puesta a tierra (zig-zag)
- Alimentador UP01 en 10KV
- Alimentador UP02 en 10KV
- Alimentador UP04 en 22.9KV
- Alimentador UP05 en 22.9KV

En C. H. Chuyapi

En la C. H. se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

- Grupos de generación: G1, G2 y G3
- Transformadores de potencia elevadores: T1, T2 y T3
- Salida 10KV





• Relés de protección

S. E. URPIPATA								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RE1UPT14	T14	60	TEAM ARTECHE	PD300	87T	100/1	--	Ok
		22.9				80/1	--	
		10.5				500/1	--	
RE2UPT14	T14	60	SEG	CPM1	50/51P , 50/51N	100/1	--	Fuera de servicio
RE3UPT14		22.9	SEG	CPM1	50/51P , 50/51N	80/1	--	Alarma que no deja ver ajustes
RE4UPT14		10.5	SEG	CPM1	50/51P , 50/51N	500/1	10/0.1	Ok (etiquetado como 60kV)
***		10.5	SEG	CPM1	81			Ok
***		10.5	ABB	SPAU140C	59			OK
RE1UP01	Salida UP01 a Pavayoc	10.5	ABB	REX521	50/51P , 50/51N	120/1	--	OK
RE1UP02	Salida UP02 a Sambar	10.5	ABB	REX521	50/51P , 50/51N	120/1	--	OK
RE1UP03	SSAA	10.5	BBC	IKC913	50/51P , 50/51N	**	**	OK (falta dato TC)
RE1UP04	Salida UP04 a Echarate	22.9	Schneider	NULEC	50/51P , 50/51N, 79	1/1	--	OK
RE1UP05	Salida UP05 a Esmeralda	22.9	Schneider	NULEC	50/51P , 50/51N, 79	1/1	--	OK

No se tuvo software de comunicación con los relés SEG y PD300 por ello la toma de data fue manualmente. El rele RE2URT14 estaba apagado, por ello no se pudo extraer sus ajustes, el operador indico que estaba malogrado. El rele RE3URT14 estaba encendido pero la pantalla estaba malograda, prácticamente no se podía leer nada. El rele RE4URT14 estaba etiquetado como rele de 60kV pero sus ajustes evidencian que está siendo usado para el lado de 10.5 KV (ajuste VT 10000 voltios).

C. T. CHUYAPI								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
***	Generador 1	2.4			50, 27 ,59Q	200/5	2.4/0.1	*** RELE CHINO
***	Generador 2	2.3			50, 27 ,59Q	200/5	2.4/0.1	*** RELE CHINO
RE1CHUG3	Generador 3	2.3	SEL	700G	Multifunción	200/5	2.4/0.1	Ok

• Relés/reclosers intermedios

COD. RELE	ALIMENTADOR	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
SBC1036	Salida UP01	10.5	SEL	751	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
SBC1038			SEL	751	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
SBC1027	Salida UP02	10.5	ENTEC	ETNFC101	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC1004			NOJA	RC10	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
SBC1037			SEL	751	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
SBC1028			ENTEC	ETNFC101	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC1005	Salida UP04	22.9	NOJA	RC10	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2100			NOJA	RC10	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2015			SEL	751	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2016	Salida UP05	22.9	SEL	351R	50/51P , 50/51N, 79	--	--	

No se realizó toma de data en campo de los recloser intermedios

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - ACTUALES

COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2UPT14	SEG	CPM1	60	100/1	**	**	**	**	**	**	**	
RE3UPT14	SEG	CPM1	22.9	80/1	***	***	**	**	**	**	**	
RE4UPT14	SEG	CPM1	10.5	500/1	--	--	--	--	--	--	--	
RE1UP01	ABB	REX521	10.5	120/1	0.17	20.4	0.05	IEC-NI	1.00	120	0.05	--
RE1UP02	ABB	REX521	10.5	120/1	0.20	24	0.12	IEC-NI	4.16	499.2	0.10	--
RE1UP04	Schneider	NULEC	22.9	1/1	10.00	10	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RE1UP05	Schneider	NULEC	22.9	1/1	15.00	15	0.08	IEC-NI	250.00	250	0.10	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - ACTUALES

COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO			TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre	
					Ajuste Temporizado			Ajuste Instantáneo				
					I>		TMS	Curva	I>>			t>>
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim		(s)
SBC1036	SEL	751	UP01	1/1							2R+Lock	
SBC1038	SEL	751		1/1							2R+Lock	
SBC1027	ENTEC	ETNFC101	UP02	1/1							2R+Lock	
RC1004	NOJA	RC10		1/1							2R+Lock	
SBC1037	SEL	751		1/1							2R+Lock	
SBC1028	ENTEC	ETNFC101		1/1							2R+Lock	
RC1005	NOJA	RC10		1/1							2R+Lock	
RC2100	NOJA	RC10	UP04	1/1							2R+Lock	
RC2015	SEL	751		1/1							2R+Lock	
RC2016	SEL	351R	UP05	1/1							2R+Lock	

12.3 RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTO												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2UPT14	SEG	CPM1	60	100/1	0.90	90	0.16	IEC-NI	5.50	550	0.10	--
RE3UPT14	SEG	CPM1	22.9	80/1	0.82	65.6	0.20	IEC-NI	--	--	--	--
RE4UPT14	SEG	CPM1	10.5	500/1	1.00	500	0.12	IEC-VI	--	--	--	--
RE1UP01	ABB	REX521	10.5	120/1	1.50	180	0.12	IEC-NI	16.00	1920	0.05	
RE1UP02	ABB	REX521	10.5	120/1	1.50	180	0.13	IEC-NI	16.00	1920	0.05	
RE1UP04	Schneider	NULEC	22.9	1/1	50.00	50	0.14	IEC-NI	800.00	800	0.05	2R+Lock
RE1UP05	Schneider	NULEC	22.9	1/1	45.00	45	0.16	IEC-NI	700.00	700	0.05	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE1CHUG1	Rele Chino	***	2.4	200/5	--	--	--	--	7.50	300	0.01	--
RE1CHUG2	Rele Chino	***	2.3	200/5	--	--	--	--	7.50	300	0.01	--
RE1CHUG3	SEL	700G	2.3	200/5	3.40	136	3.20	U2-US Inv	--	--	--	--

Los reles RE1CHUG1 y RE1CHUG2, no tienen curvas de tiempo inverso, por ello se mantuvo con sus ajustes existentes. Estos reles tiene función de sobrecorriente instantánea sin posibilidad de temporizarlo.

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTO												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
SBC1036	SEL	751	UP01	1/1	150.00	150	0.07	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1038	SEL	751		1/1	100.00	100.0	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
SBC1027	ENTEC	ETNFC101	UP02	1/1	180.00	180	0.06	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
RC1004	NOJA	RC10		1/1	140.00	140	0.07	IEC-NI	1200.00	1200	0.05	2R+Lock
SBC1037	SEL	751		1/1	150.00	150	0.08	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1028	ENTEC	ETNFC101		1/1	100.00	100	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC1005	NOJA	RC10		1/1	100.00	100	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2100	NOJA	RC10	UP04	1/1	50.00	50	0.08	IEC-NI	600.00	600	0.05	2R+Lock
RC2015	SEL	751		1/1	40.00	40	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2016	SEL	351R	UP05	1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	560.00	560	0.05	2R+Lock

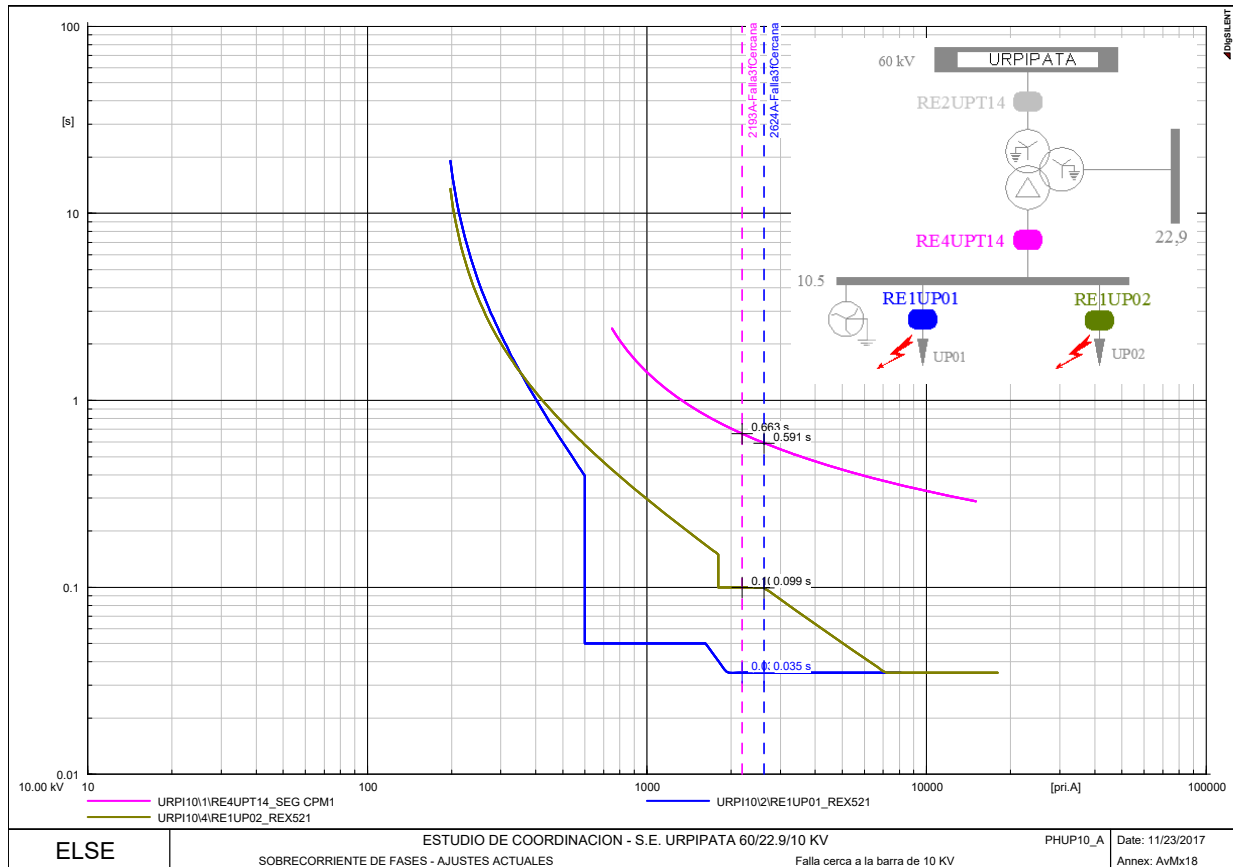
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTO												
COD. RELE	MARCA	TIPO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2UPT14	SEG	CPM1	60	100/1	0.11	11	0.38	IEC-NI	6.00	600	0.05	--
RE3UPT14	SEG	CPM1	22.9	80/1	0.40	32.0	0.27	IEC-NI	12.00	960	0.05	--
RE4UPT14	SEG	CPM1	10.5	500/1	0.10	50	0.05	IEC-VI	--	--	--	--
RE1UP01	ABB	REX521	10.5	120/1	0.34	40.8	0.17	IEC-NI	5.50	660	0.05	
RE1UP02	ABB	REX521	10.5	120/1	0.30	36	0.17	IEC-NI	6.00	720	0.05	
RE1UP04	Schneider	NULEC	22.9	1/1	30.00	30	0.16	IEC-NI	810.00	810	0.05	2R+Lock
RE1UP05	Schneider	NULEC	22.9	1/1	30.00	30	0.15	IEC-NI	690.00	690	0.05	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTO												
COD. RELE	MARCA	TIPO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
					Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
					I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
					Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
SBC1036	SEL	751	UP01	1/1	40.00	40	0.09	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1038	SEL	751		1/1	40.00	40.0	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
SBC1027	ENTEC	ETNFC101	UP02	1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
RC1004	NOJA	RC10		1/1	40.00	40	0.08	IEC-NI	500.00	500	0.05	2R+Lock
SBC1037	SEL	751		1/1	40.00	40	0.09	IEC-NI	--	--	--	2R+Lock
SBC1028	ENTEC	ETNFC101		1/1	30.00	30	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC1005	NOJA	RC10		1/1	30.00	30	0.05	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2100	NOJA	RC10		UP04	1/1	20.00	20	0.10	IEC-NI	500.00	500	0.05
RC2015	SEL	751	1/1		20.00	20	0.07	IEC-VI	--	--	--	2R+Lock
RC2016	SEL	351R	UP05		1/1	20.00	20	0.09	IEC-NI	460.00	460	0.05

12.4 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. URPIPATA

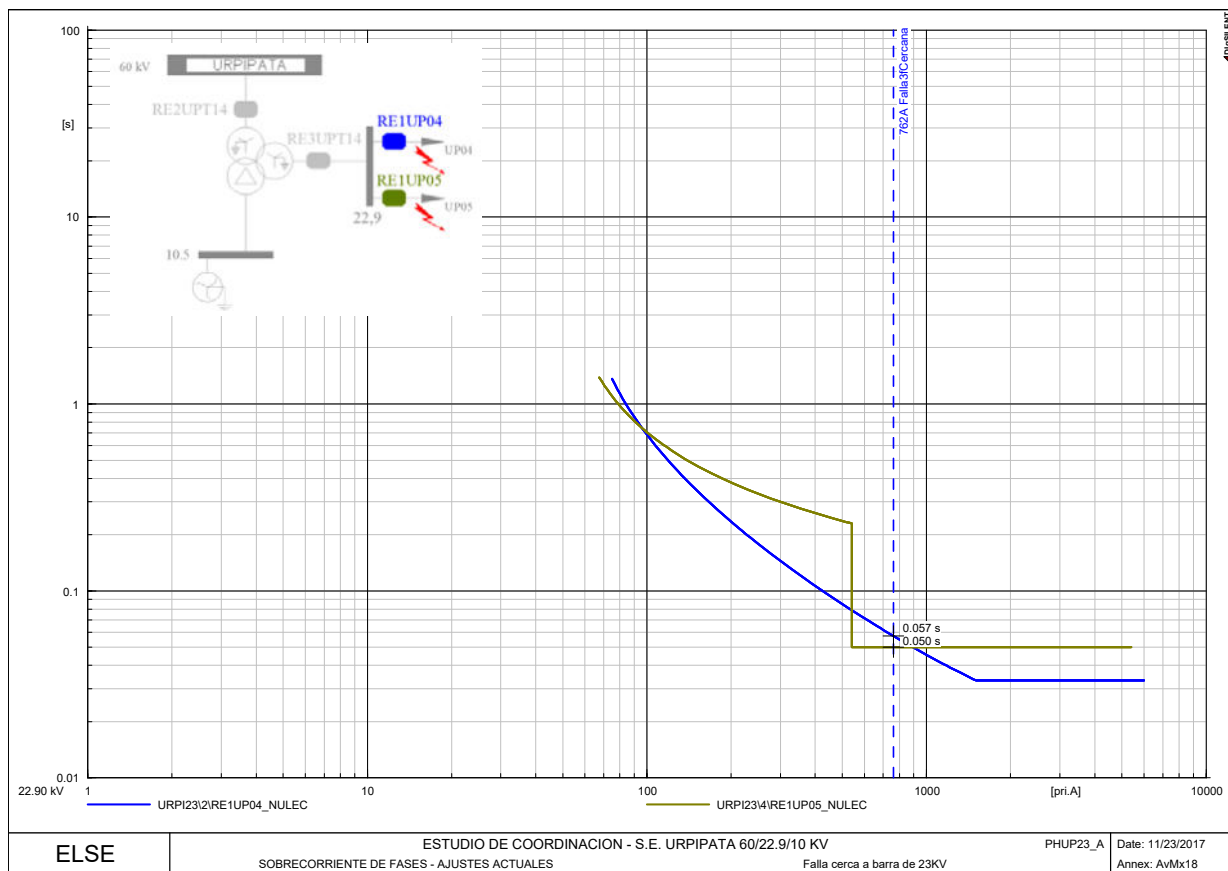
A continuación se verifica la selectividad de los relés de sobrecorriente del transformador de potencia:

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales



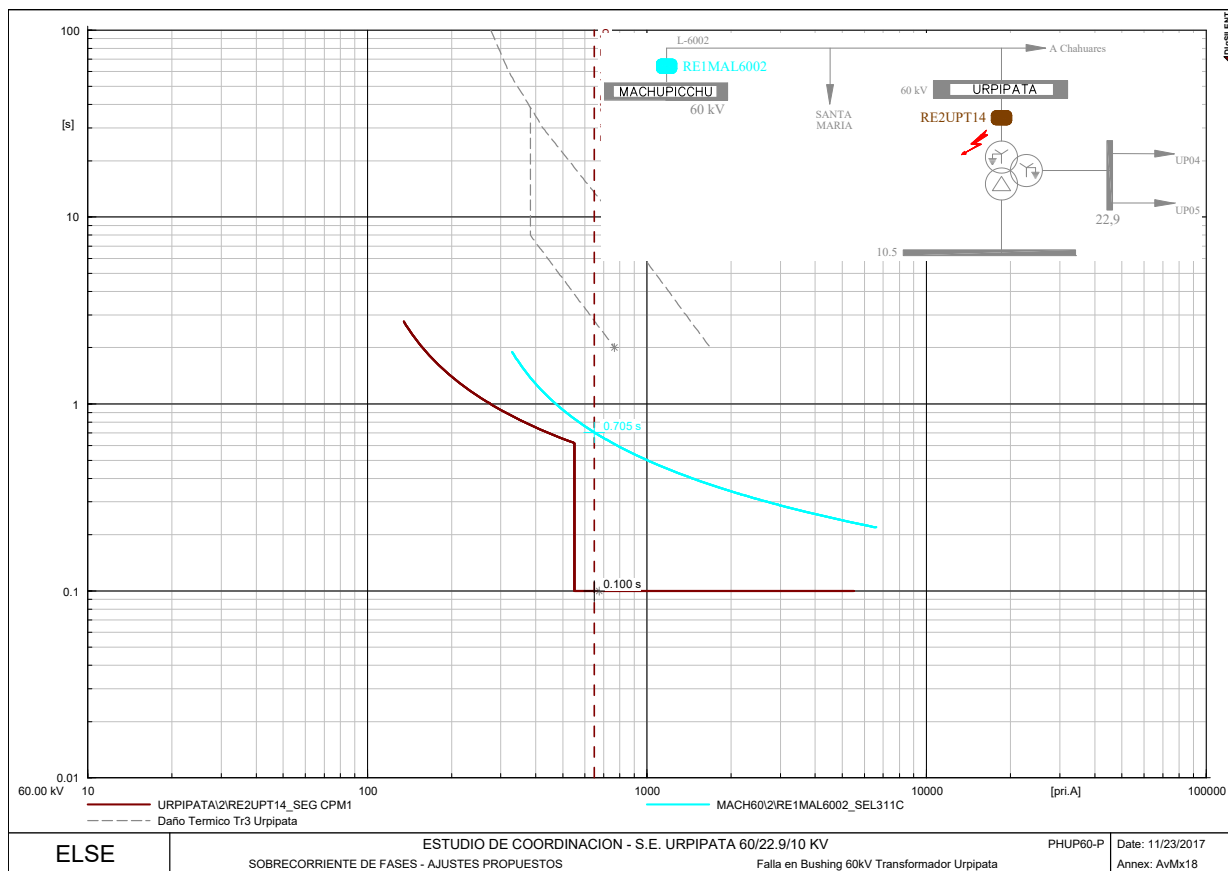
En estos gráficos se observa una correcta selectividad, sin embargo es necesario verificar que los umbrales de las etapas instantáneas de los relés de alimentadores permitan coordinar con los relés aguas abajo. En campo se observó que el rele SEG del lado de 60 KV está siendo usado para el lado de 10KV y los otros 2 relés SEG están fuera de servicio.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Actuales



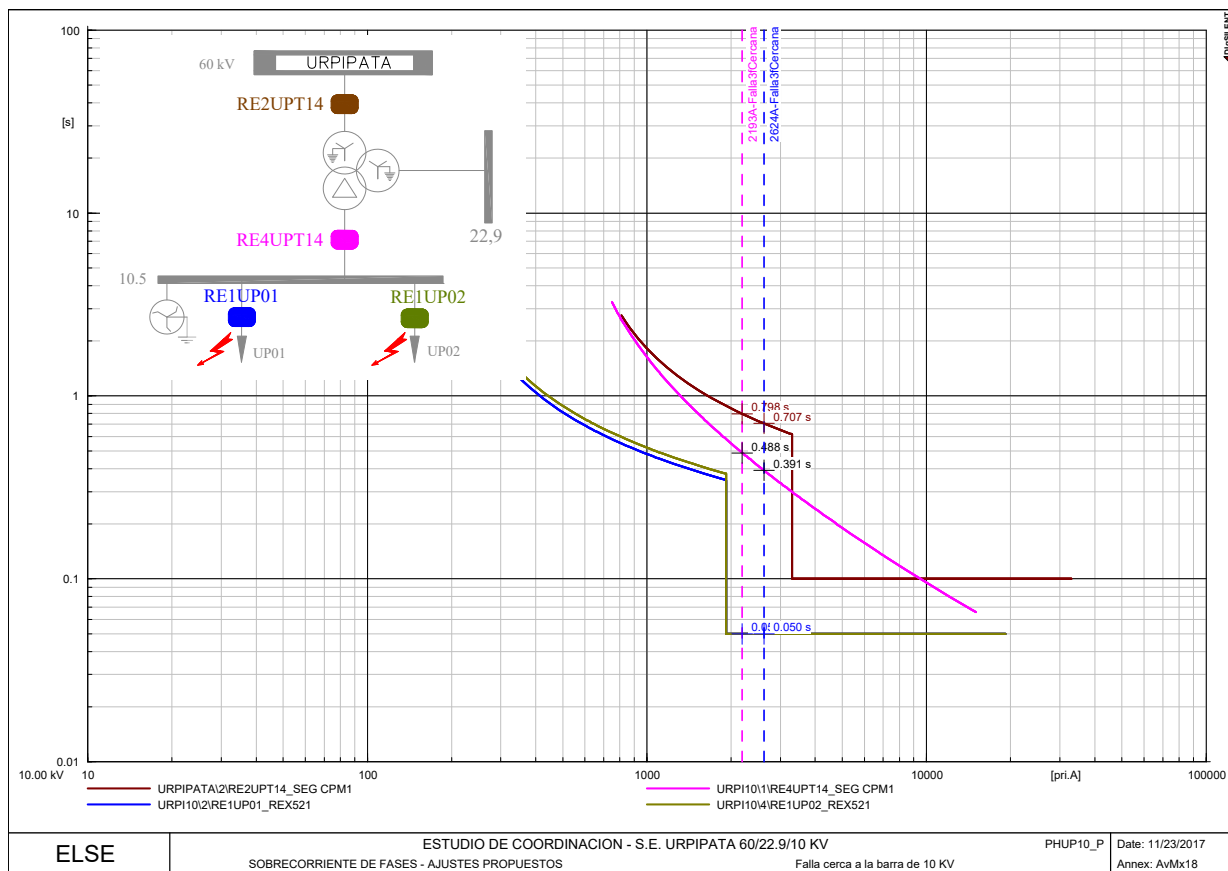
En estos gráficos se observa que los alimentadores operan en instantáneo. En campo se observó que actualmente no existe relés operativos para los lados de 22.9 KV y 60 KV.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos



En este caso se ajusta una etapa instantánea temporizada en 100 ms para fallas en bushing y se verifica que existe coordinación con el rele de la línea L-6002 ubicado en Machupicchu.

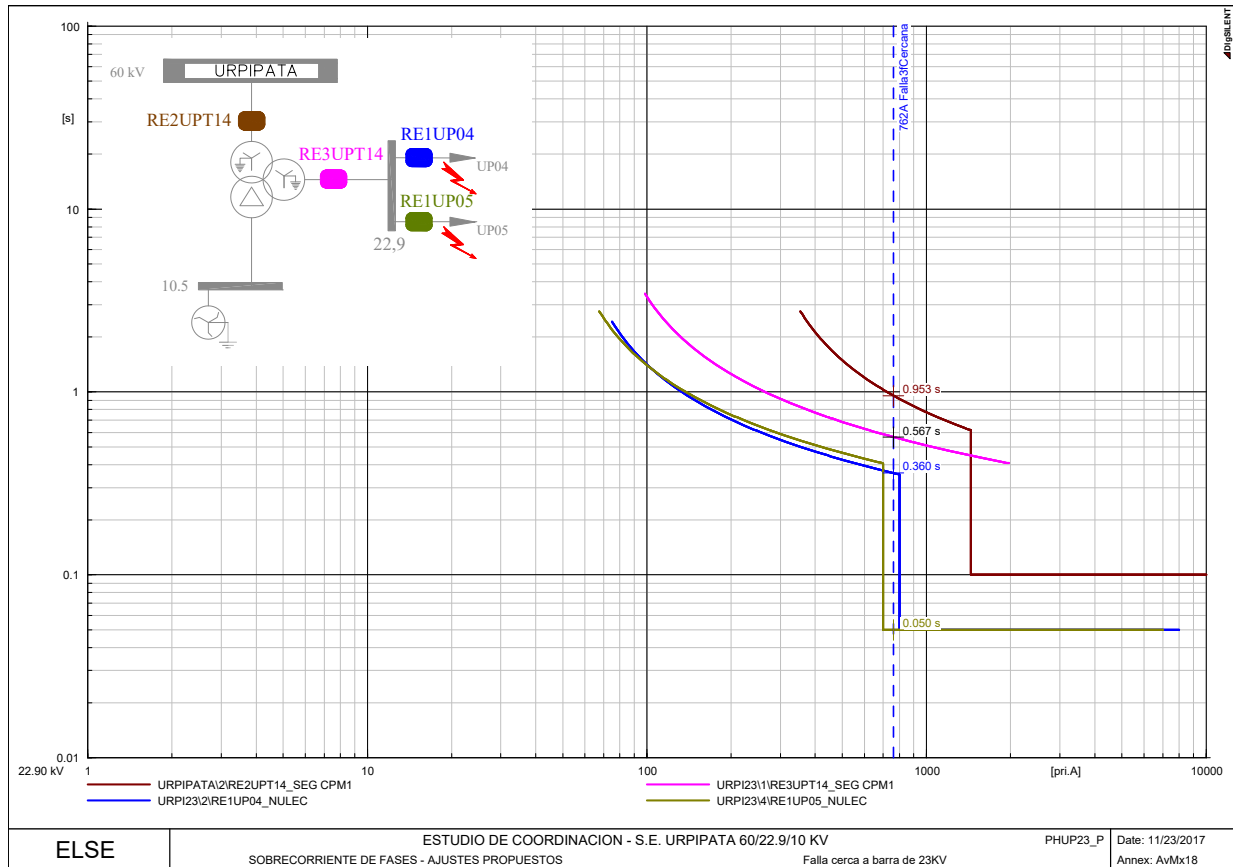
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada cerca de la barra de 10.5kV la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: los elementos instantáneos de los alimentadores actúa en 50 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE4UPT14, actúa en 391 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE2UPT14, actúa en 707 ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Ajustes Propuestos

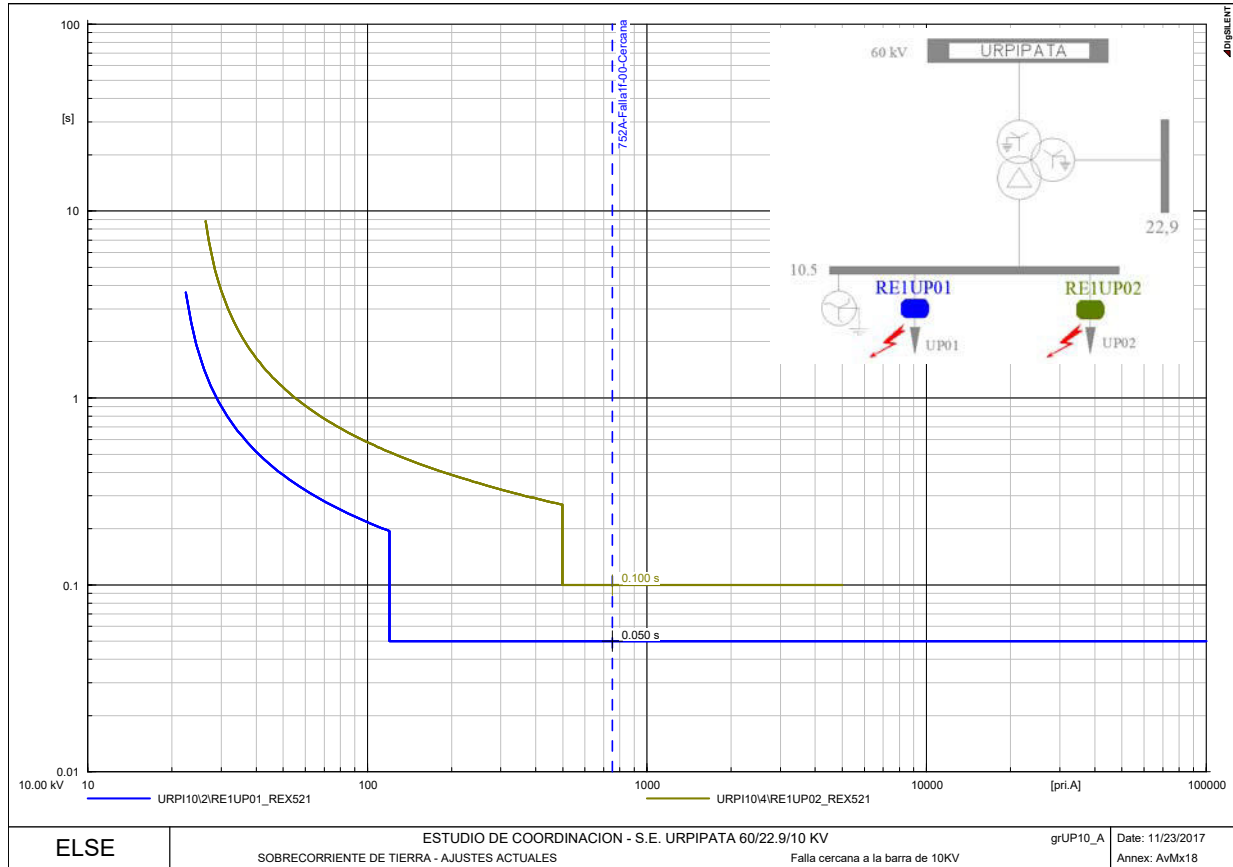


Para una falla trifásica franca aplicada cerca de la barra de 22.9kV la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: el rele RE1UP05 en 50 ms y el rele RE1UP04 en 360 ms
- Segundo: el rele RE3UPT14 en 567 ms.
- Tercero: el rele RE2UPT14 en 953 ms

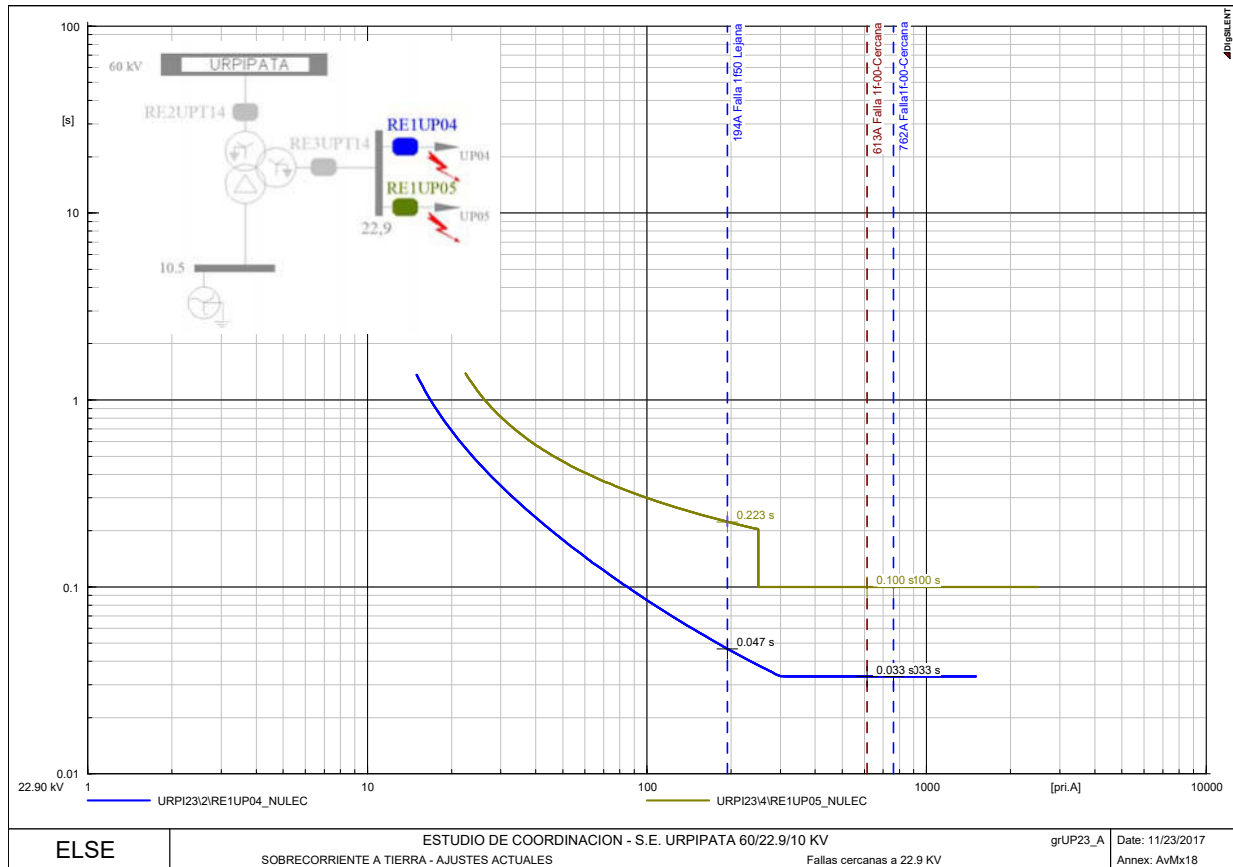
En este caso el rele del alimentador UP04 no puede actuar en instantáneo debido a que está coordinado con los reclosers aguas abajo.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales



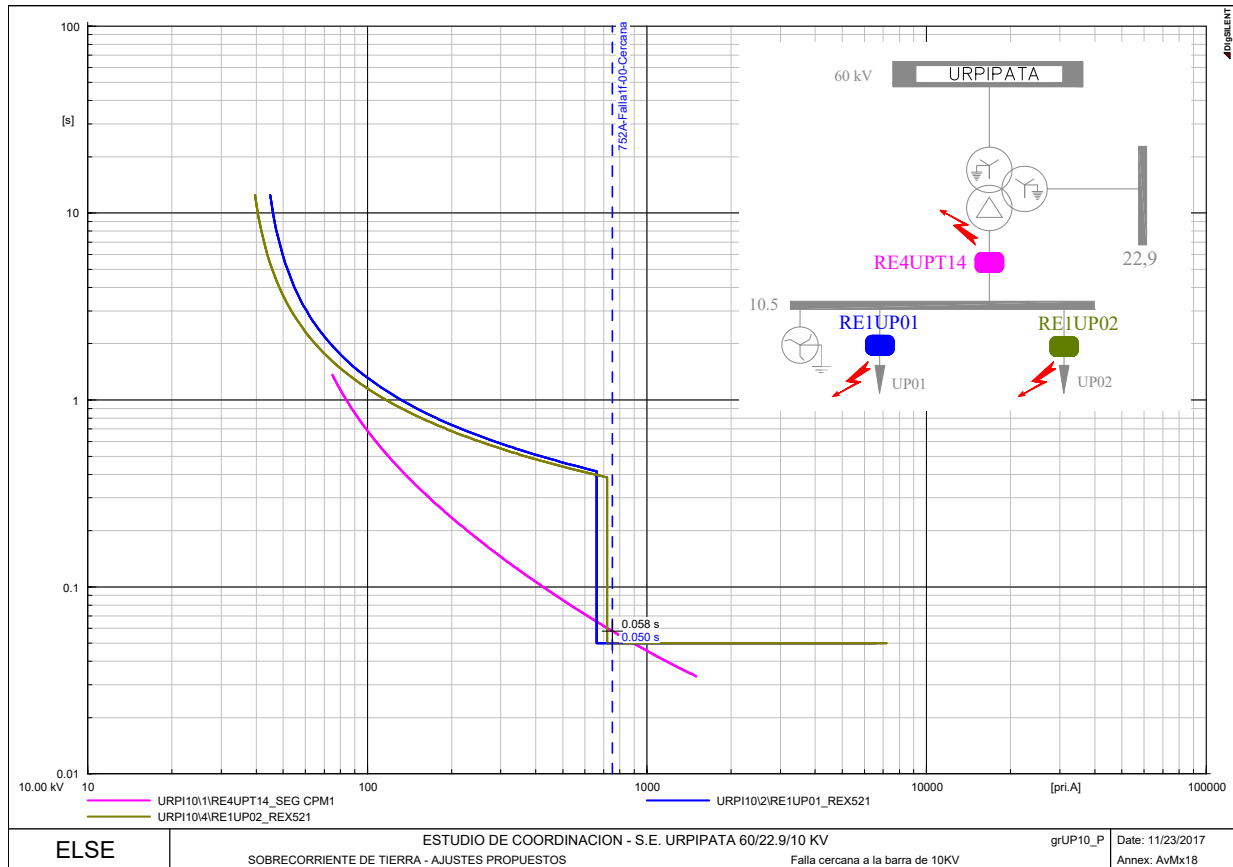
En este caso hay que verificar que los umbrales de arranque de los relés de alimentadores permitan coordinación con los relés aguas abajo.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Actuales



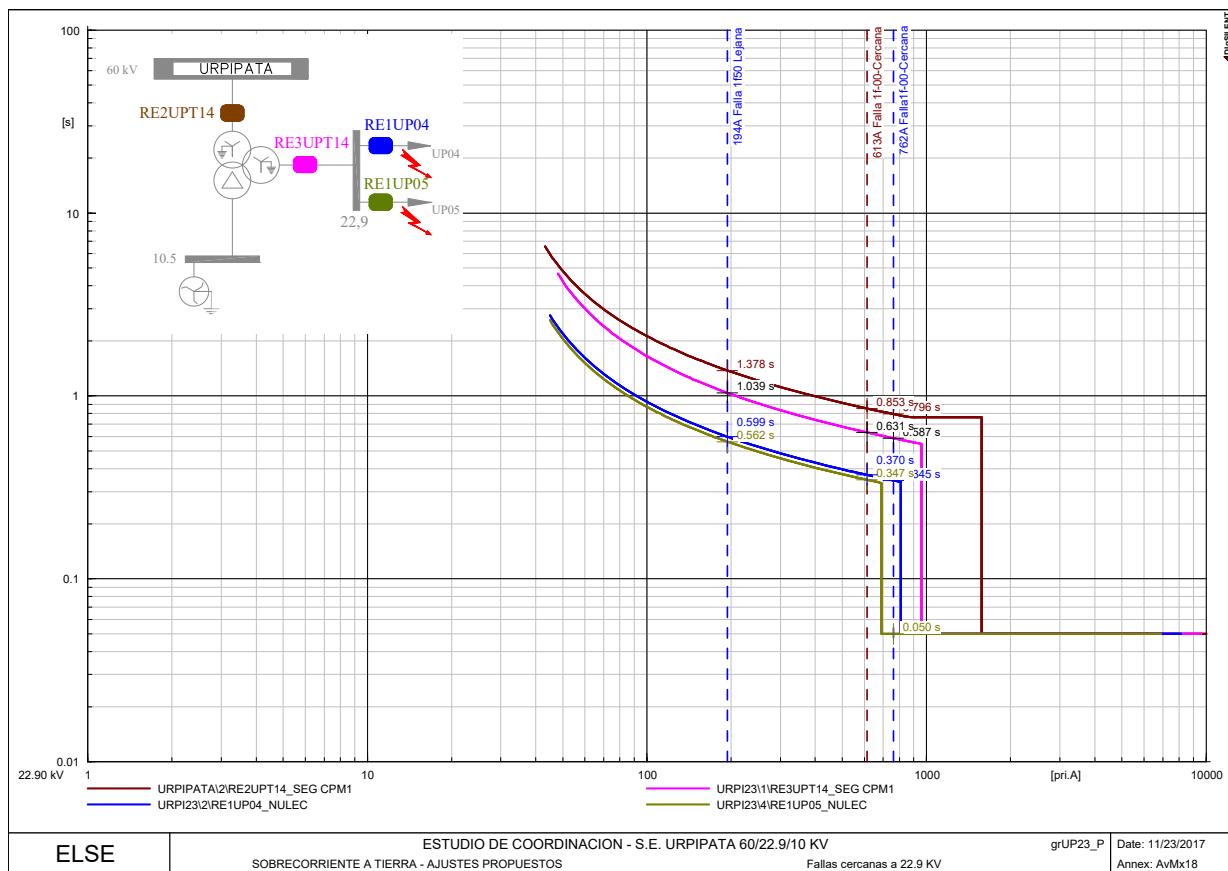
En este caso no se puede ver la selectividad porque en campo se observó que los relés de 22.9 kv y 60 KV del transformador no están operativos.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos



En este caso verificamos que todos los relés operan en instantáneo para una falla cercana. También observamos que las etapas instantáneas de los alimentadores han sido elevados de manera que permitan coordinación con los relés aguas abajo y a su vez actúen en instantáneo para fallas cercanas.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Ajustes Propuestos



En este caso la secuencia de operación para una falla cercana a la barra de 22.9 KV es:

- Primero: el relé RE1UP05 en 50 ms y el relé RE1UP04 en 345 ms
- Segundo: el relé RE3UPT14 en 587 ms.
- Tercero: el relé RE2UPT14 en 796 ms

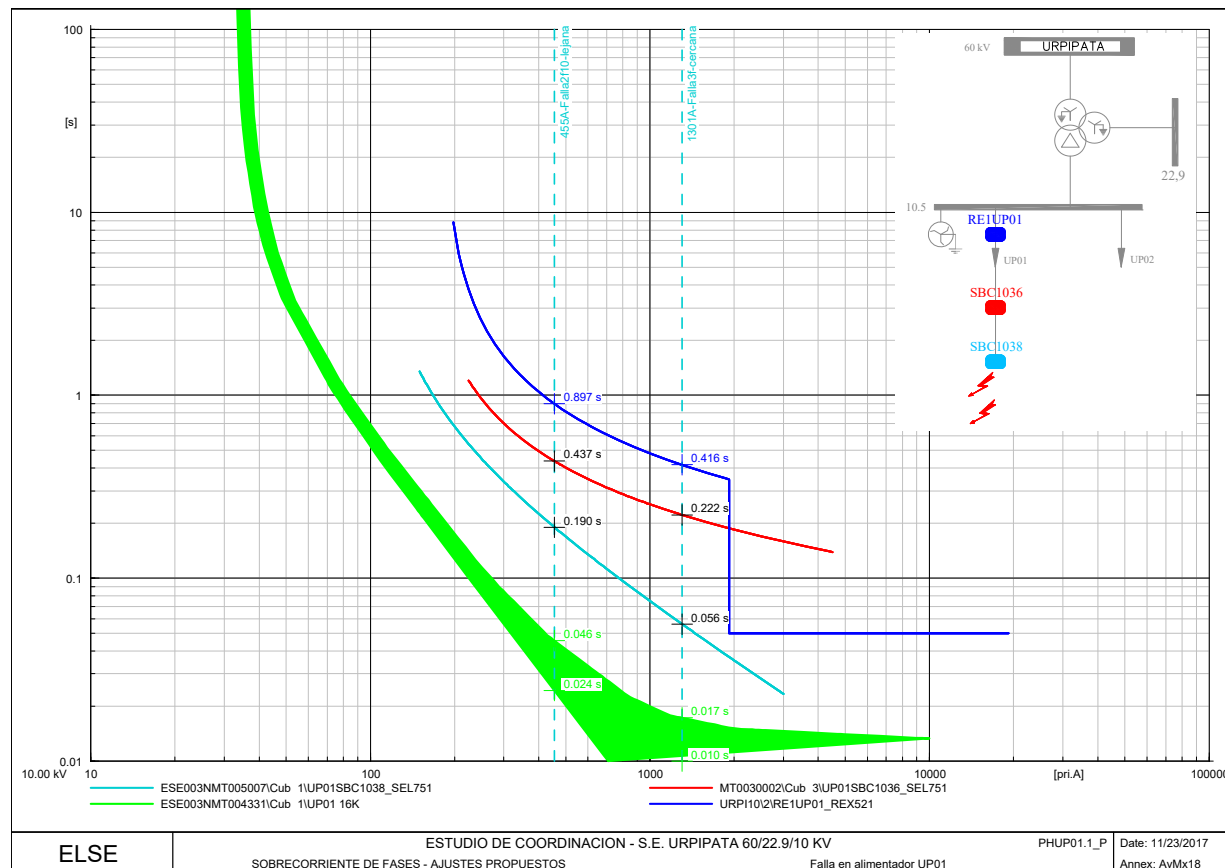
En este caso el relé del alimentador UP04 no puede actuar en instantáneo debido a que está coordinado con los reclosers aguas abajo.

12.5 VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

En la S. E. Uripata existen 4 alimentadores UP01 y UP02 en 10.5 KV y UP04 y UP05 en 22.9 KV:

12.5.1 ALIMENTADOR 10KV: UP01

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

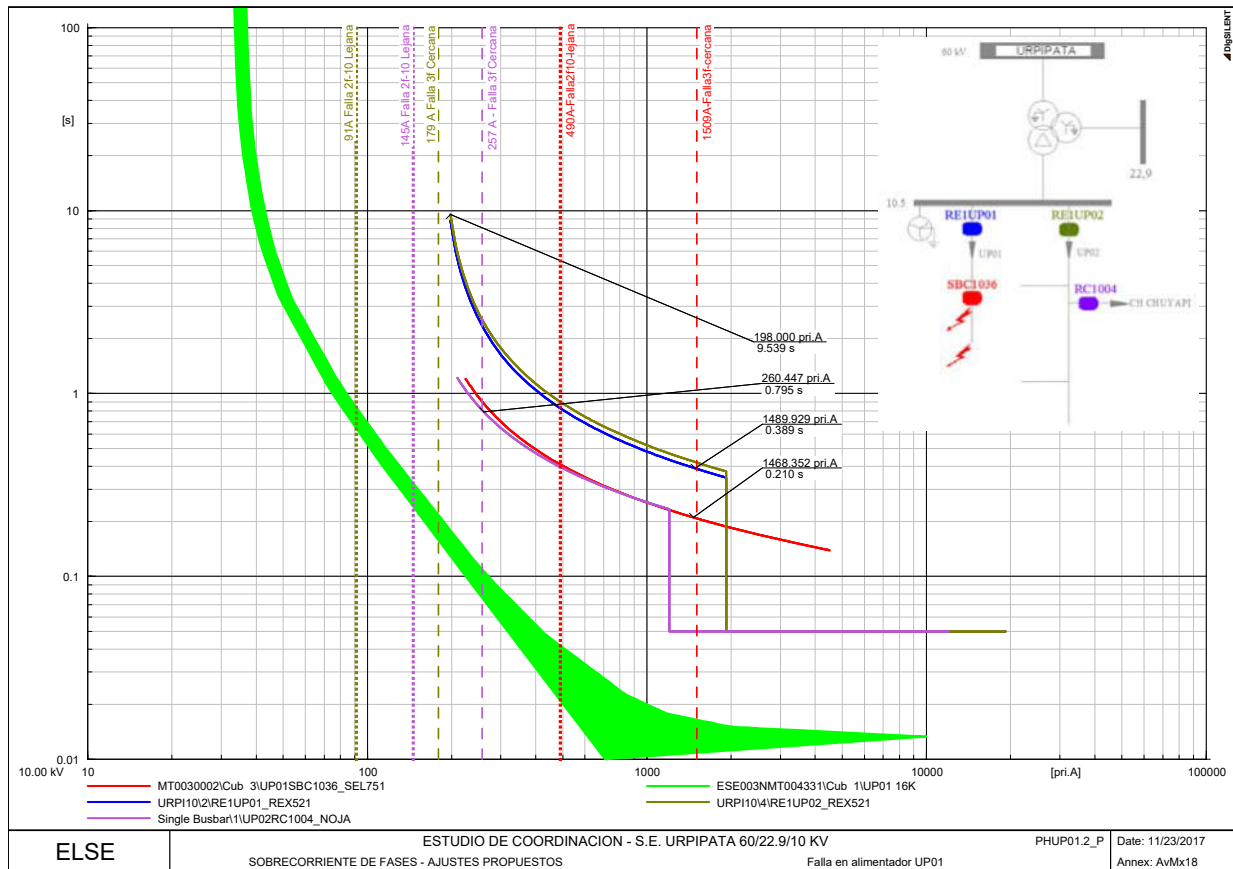


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El relé SBC1038 en 50 ms
- Segundo: el relé SBC1036 en 222 ms
- Tercero: el relé RE1UP01 en 416 ms

En este caso el relé SBC1036 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el relé SBC1038.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

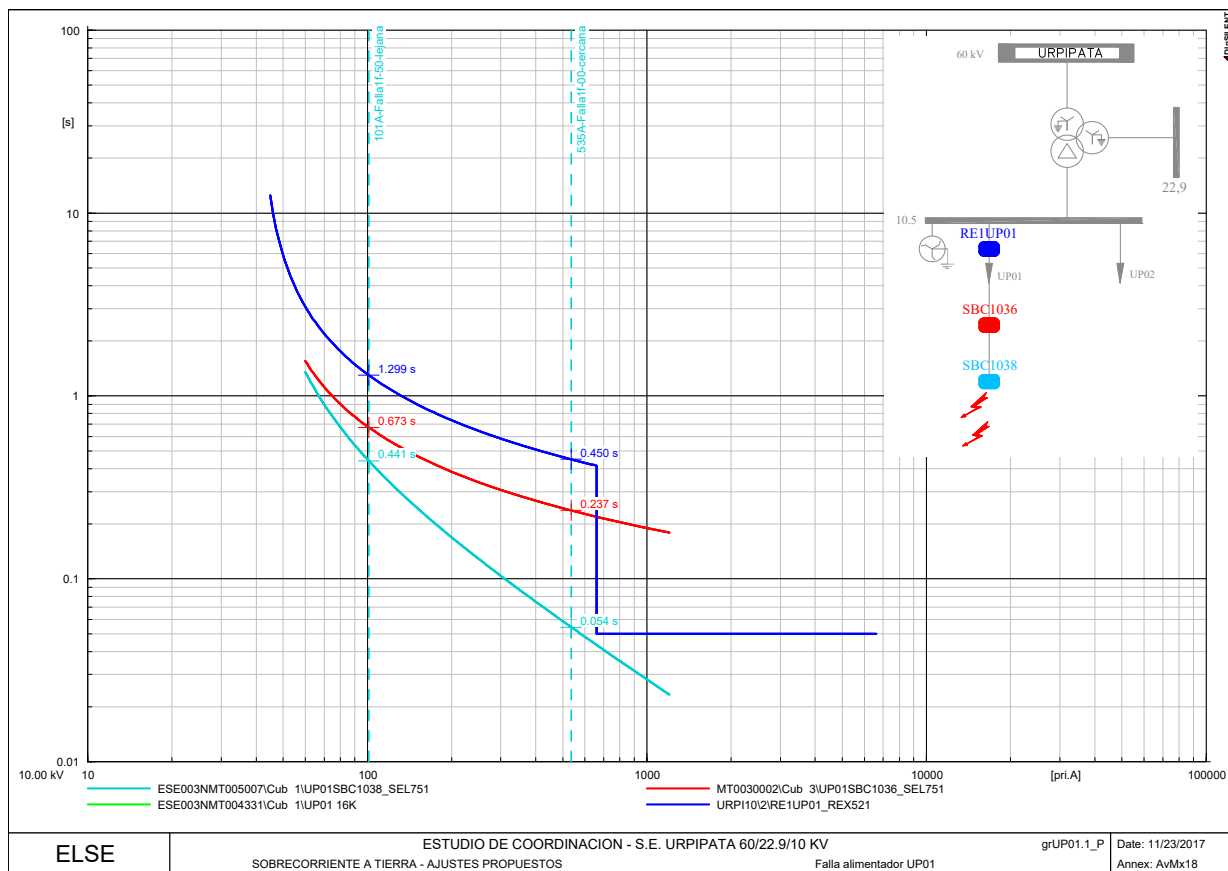


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé SBC1036 en 210 ms
- Segundo: el relé RE1UP01 en 387 ms
- Tercero: el relé RC1004 en 795 ms
- Cuarto: el relé RE1UP02 en tiempos superiores a 10 segundos.

Como se puede apreciar las fallas que ocurran en cualquier punto del alimentador UP01 no ocasionarán que se desconecte la C. H. Chuyapi

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

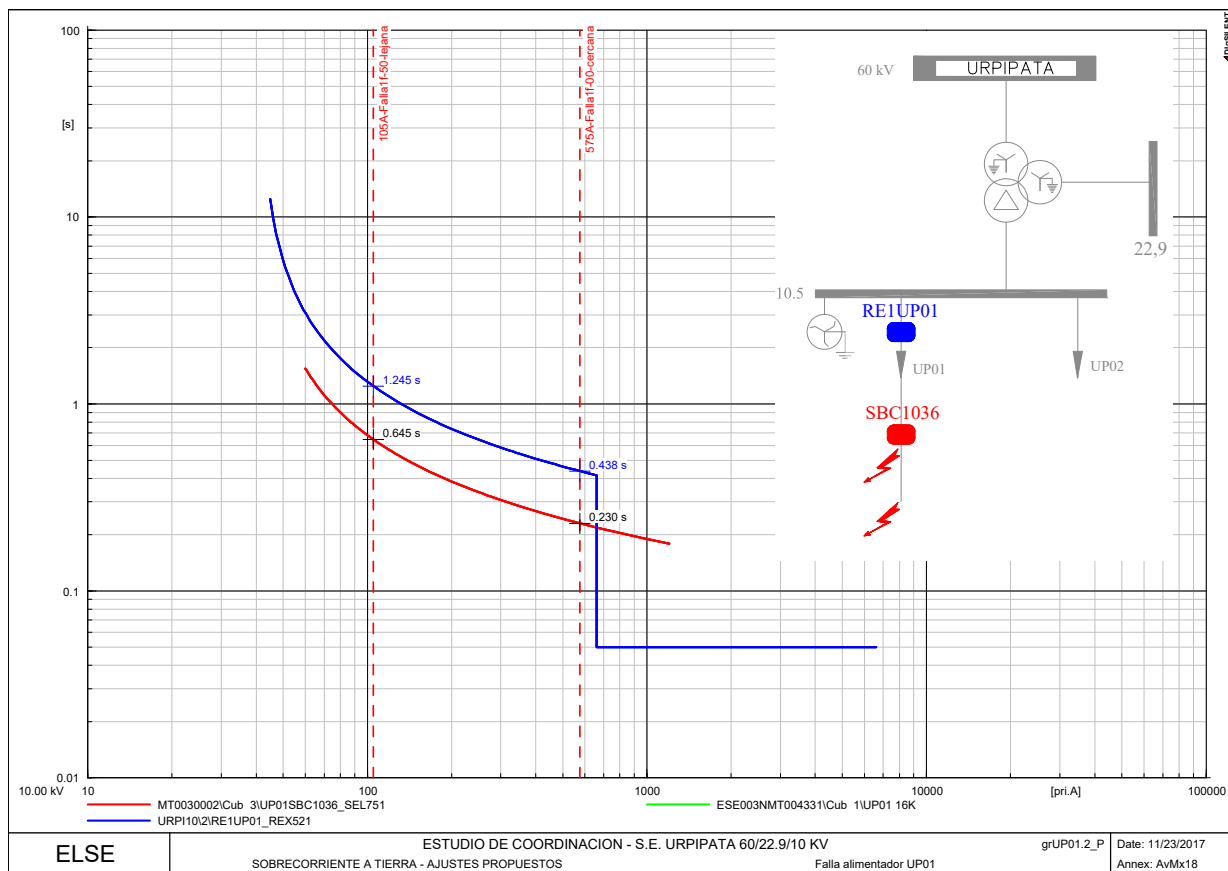


En este caso se proponen ajustes en los reles intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El rele SBC1038 en 54 ms
- Segundo: el rele SBC1036 en 237 ms
- Tercero: el rele RE1UP01 en 450 ms

En este caso el rele SBC1036 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el rele SBC1038.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

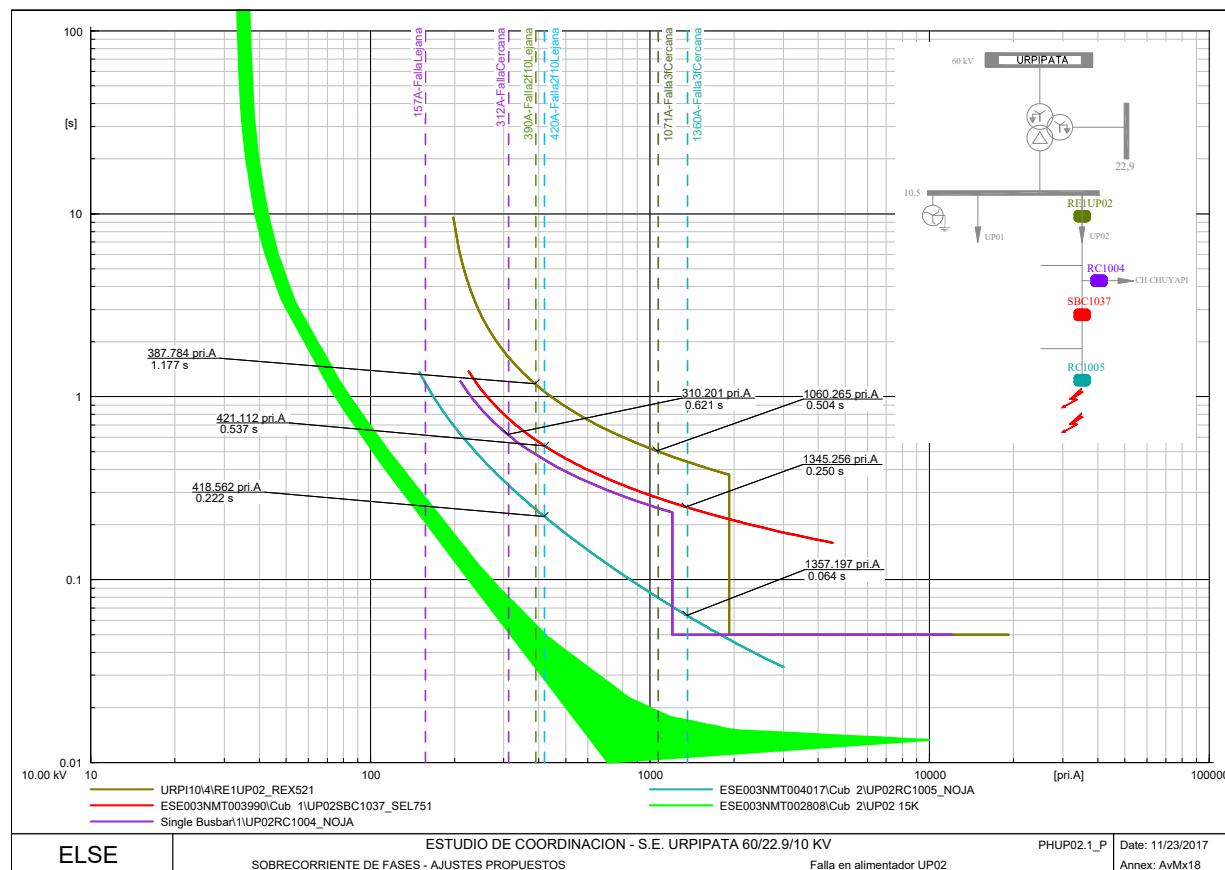


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé SBC1036 en 230 ms
- Segundo: el relé RE1UP01 en 438 ms

12.5.2 ALIMENTADOR 10KV: UP02

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

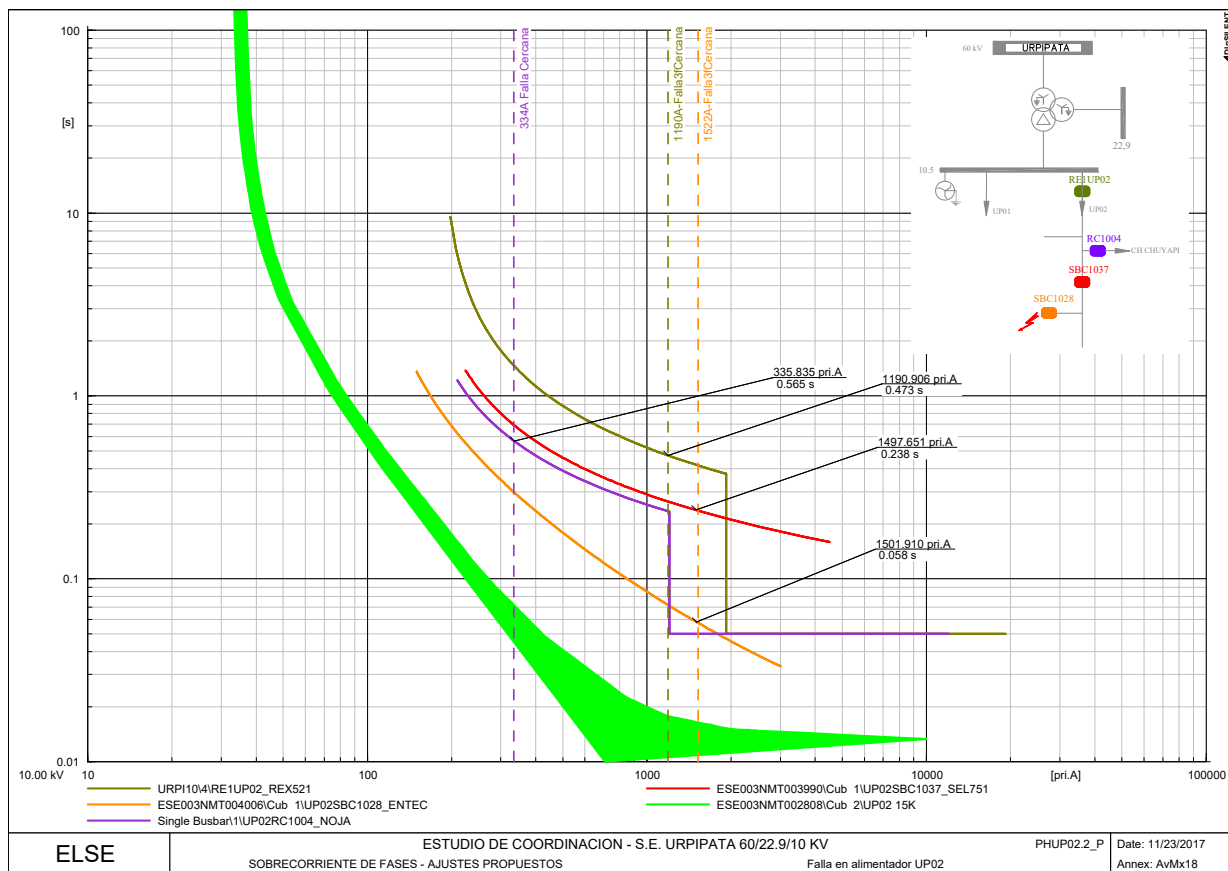


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El relé RC1005 en 64 ms
- Segundo: el relé SBC1037 en 250 ms
- Tercero: el relé RE1UP02 en 504 ms y relé RC1004 en 621 ms.

En este caso el relé SBC1037 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el relé RC1005. Asimismo notar que la central C.H. Chuyapi aporta corriente a la falla por ello verificamos que el relé RC1004 no opere antes que los relés SBC1037 y RC1005.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50



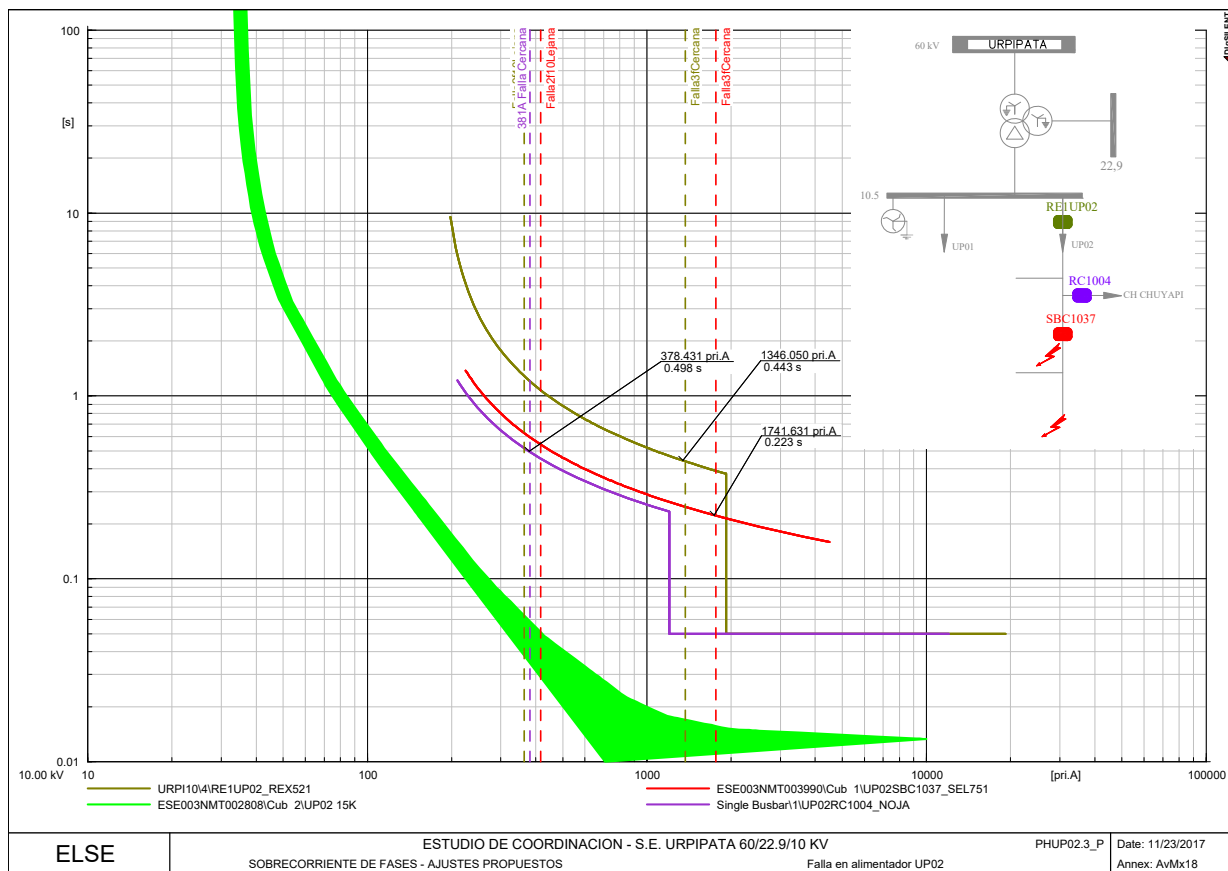
En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El rele SBC1028 en 58 ms
- Segundo: el rele SBC1037 en 238 ms
- Tercero: el rele RE1UP02 en 473 ms y rele RC1004 en 565 ms.

En este caso el rele SBC1037 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el rele SBC1028.

Asimismo notar que la central C.H. Chuyapi aporta corriente a la falla por ello verificamos que el rele RC1004 no opere antes que los rele SBC1037 y SBC1028.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

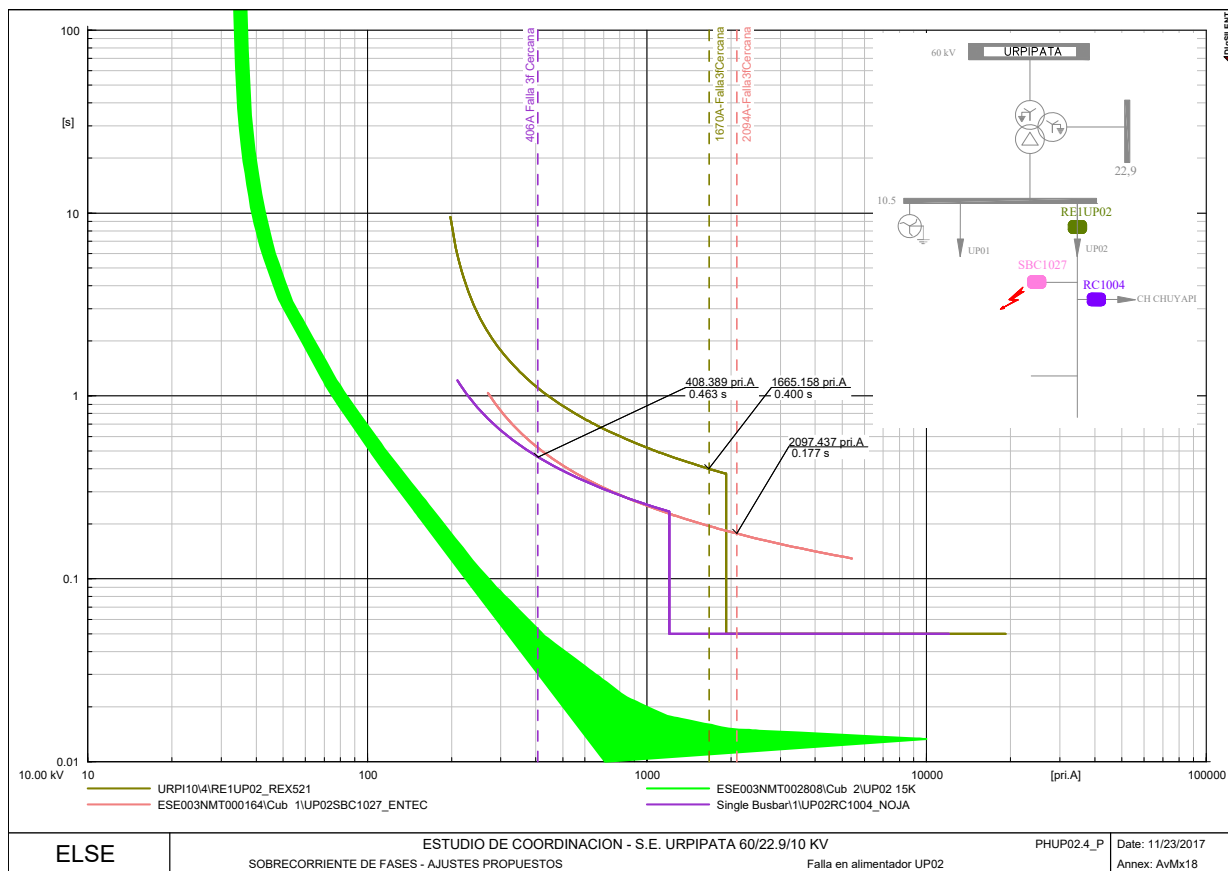


En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el rele SBC1037 en 223 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 443 ms y rele RC1004 en 498 ms.

Asimismo notar que la central C.H. Chuyapi aporta corriente a la falla por ello verificamos que el rele RC1004 no opere antes que el rele SBC1037

Protección de sobrecorriente de fases 51/50



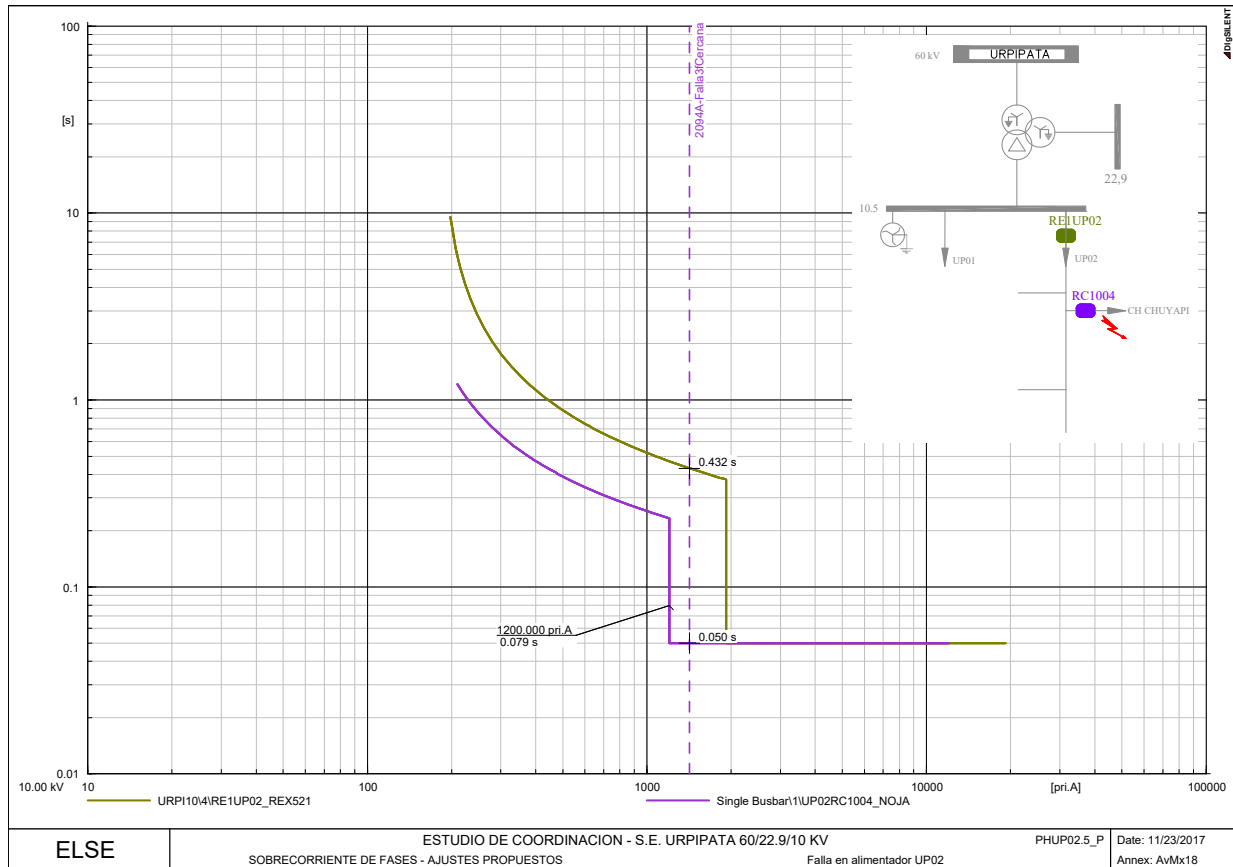
En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el rele SBC1027 en 177 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 400 ms y rele RC1004 en 463 ms.

Asimismo notar que la central C.H. Chuyapi aporta corriente a la falla por ello verificamos que el rele RC1004 no opere antes que el rele SBC1027

En este caso al rele SBC1027 se le deja un tiempo de actuación alto (177 ms) en el caso que se amplíen la longitud del ramal que alimenta.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

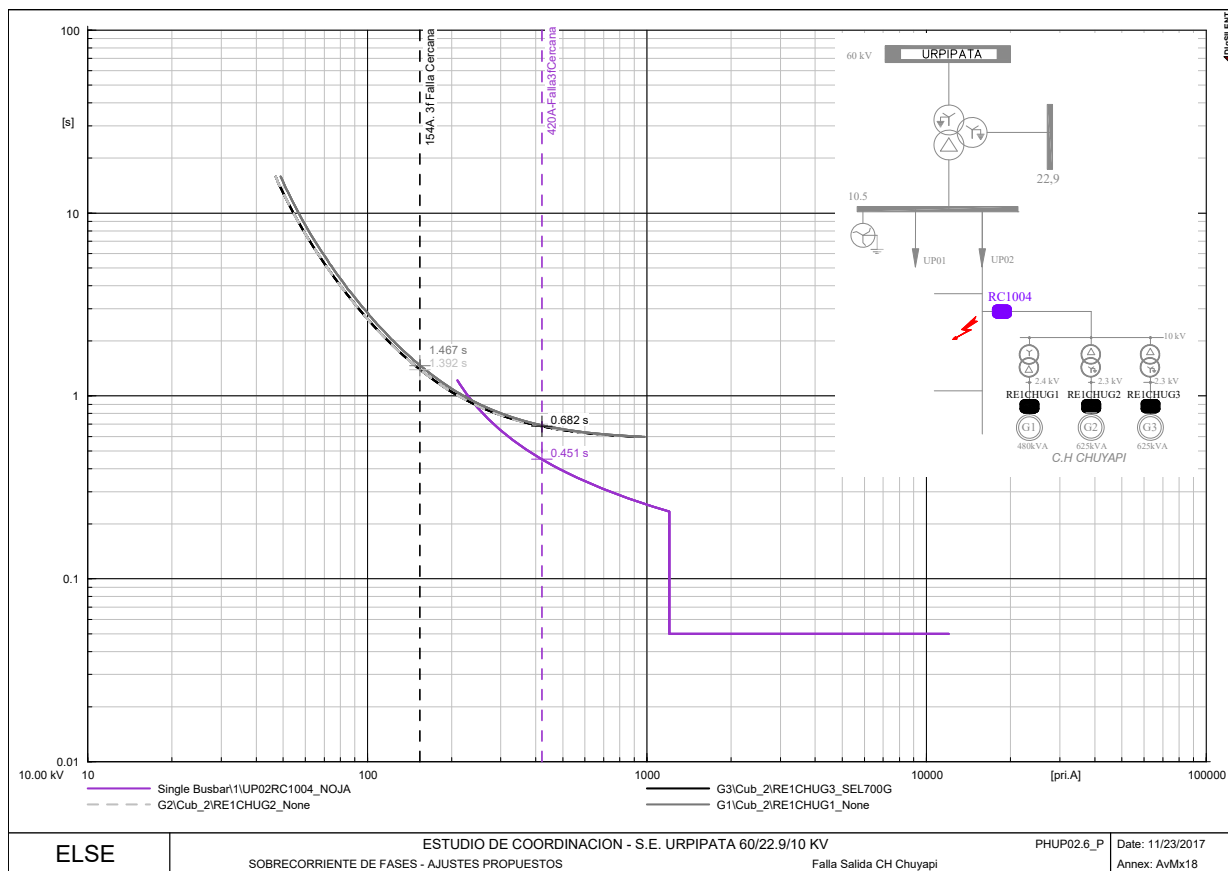


En este caso se simula una falla cercana a la C. H. Chuyapi, donde la secuencia de operación es:

- Primero: el rele RC1004 en 50 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 432 ms.

La etapa instantánea ajustada en el recloser RC1004 permite despejar las fallas inmediatamente y de manera coordinada con el rele de la salida UP02

Protección de sobrecorriente de fases 51/50



En este caso verificamos la coordinación de los relés de generador para una falla en cualquier punto del alimentador UP02

Nota:

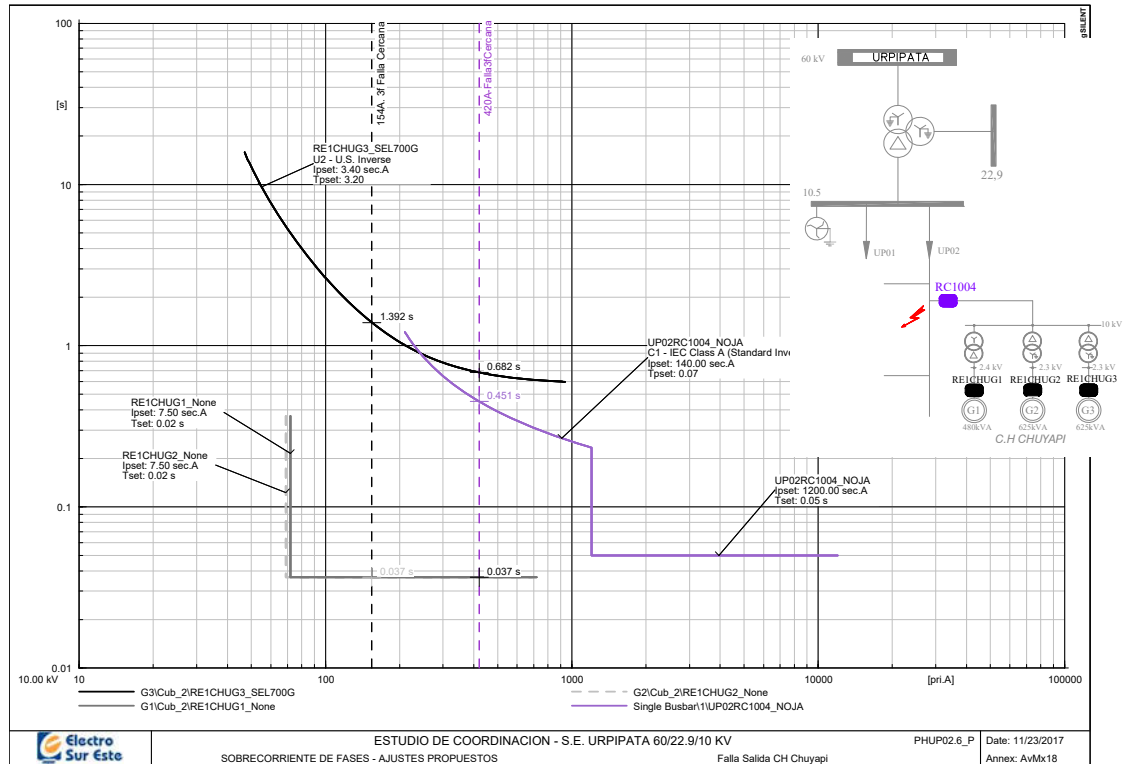
Luego de las pruebas en campo en la C. H. Chuyapi, se observó que los relés de procedencia China de los generadores G1 y G2 no permiten ajustar curvas de tiempo inverso, además tampoco permiten temporizar la etapa de tiempo definido. Actualmente están ajustados en 1.5, que entendemos es pu, lo que representaría una corriente de 300 Amp Prim con un TC de 200/5; y temporizado en instantáneo, sin opción a temporizar.

Name	set	delay time	Real time value	Protection state	note (Setting value for the standard value)
current instantaneous	1.500	0.844	Can't quit		
Low Voltage	0.800	1.00	0.990	ON	
I2	0.400	1.00	0.007	OFF	Negative sequence voltage
I2	0.400	1.00	0.006	OFF	Negative sequence current
U0	0.400	1.00	0.005	OFF	Zero sequence over-voltage
I0	0.400	1.00	0.007	OFF	Zero sequence over-current
Reverse power	0.100	1.00	0.819	ON	+5%

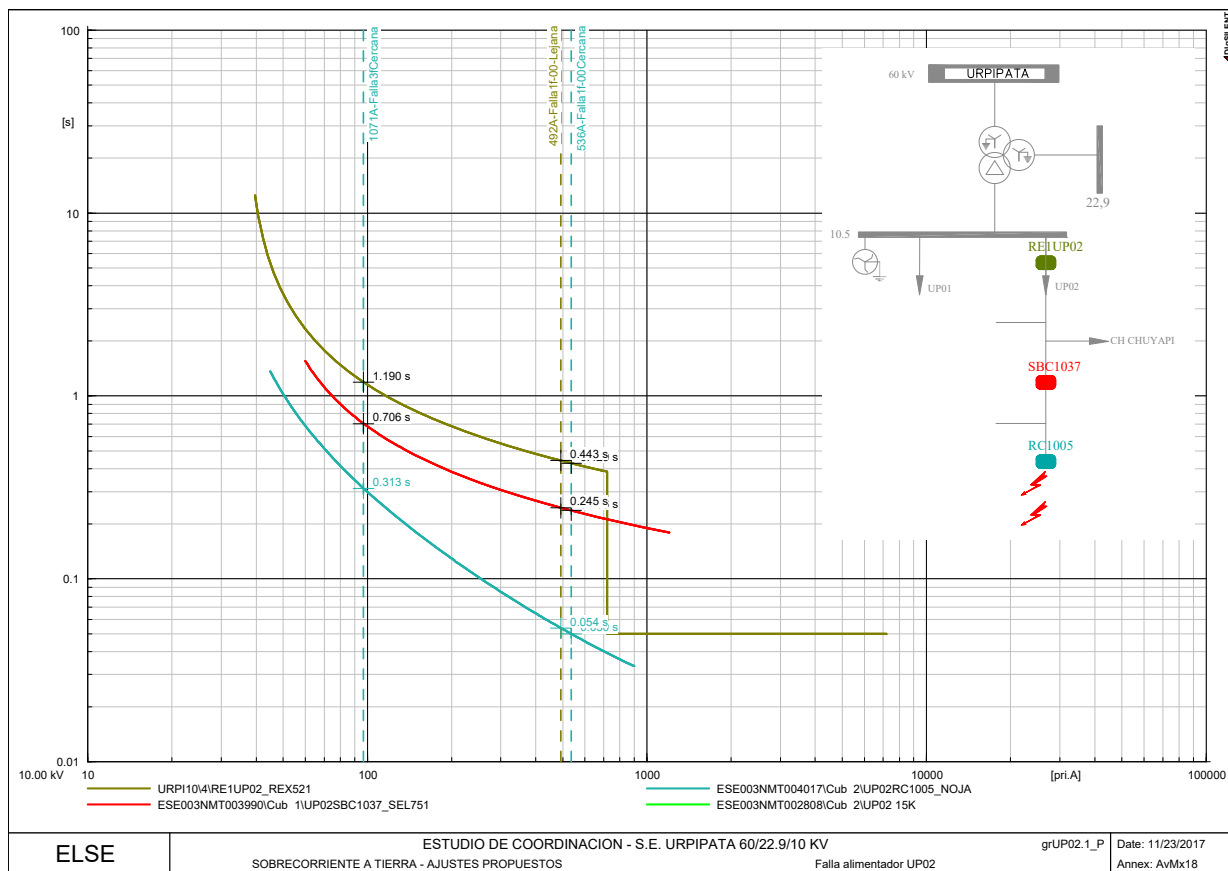
También no se contó con algún manual de referencia para poder manipular los ajustes, por lo explicado no se pudo modificar los ajustes existentes, con lo cual las curvas de estos relés no estaría coordinando para fallas que ocurran en los alimentadores.

Se recomienda instalar relés para los generadores G1 y G2 que permitan ajustar con curvas de sobrecorriente de tiempo inverso.

Con los ajustes actuales las gráficas de coordinación quedan como la siguiente figura:



Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

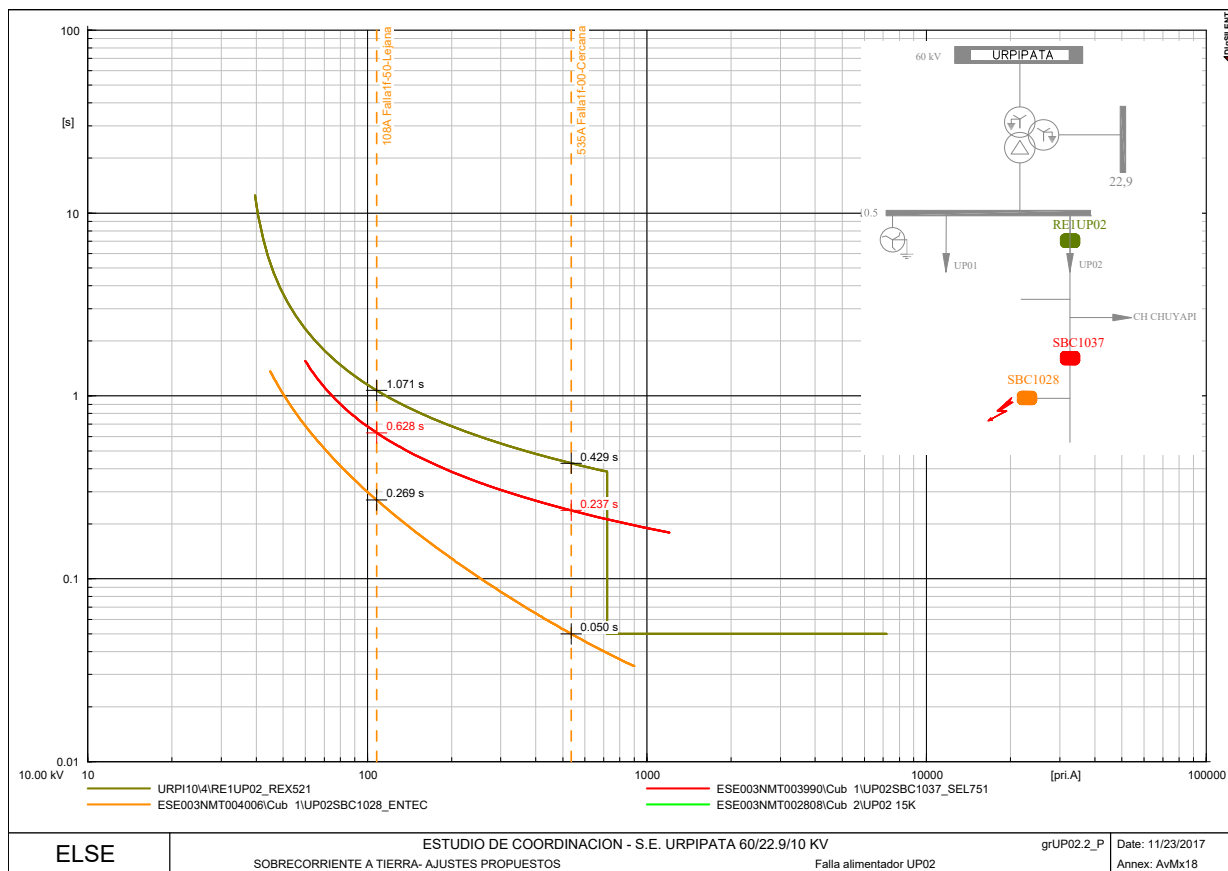


En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El rele SBC1038 en 54 ms
- Segundo: el rele SBC1037 en 245 ms
- Tercero: el rele RE1UP02 en 443 ms

En este caso el rele SBC1037 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el rele RC1005.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

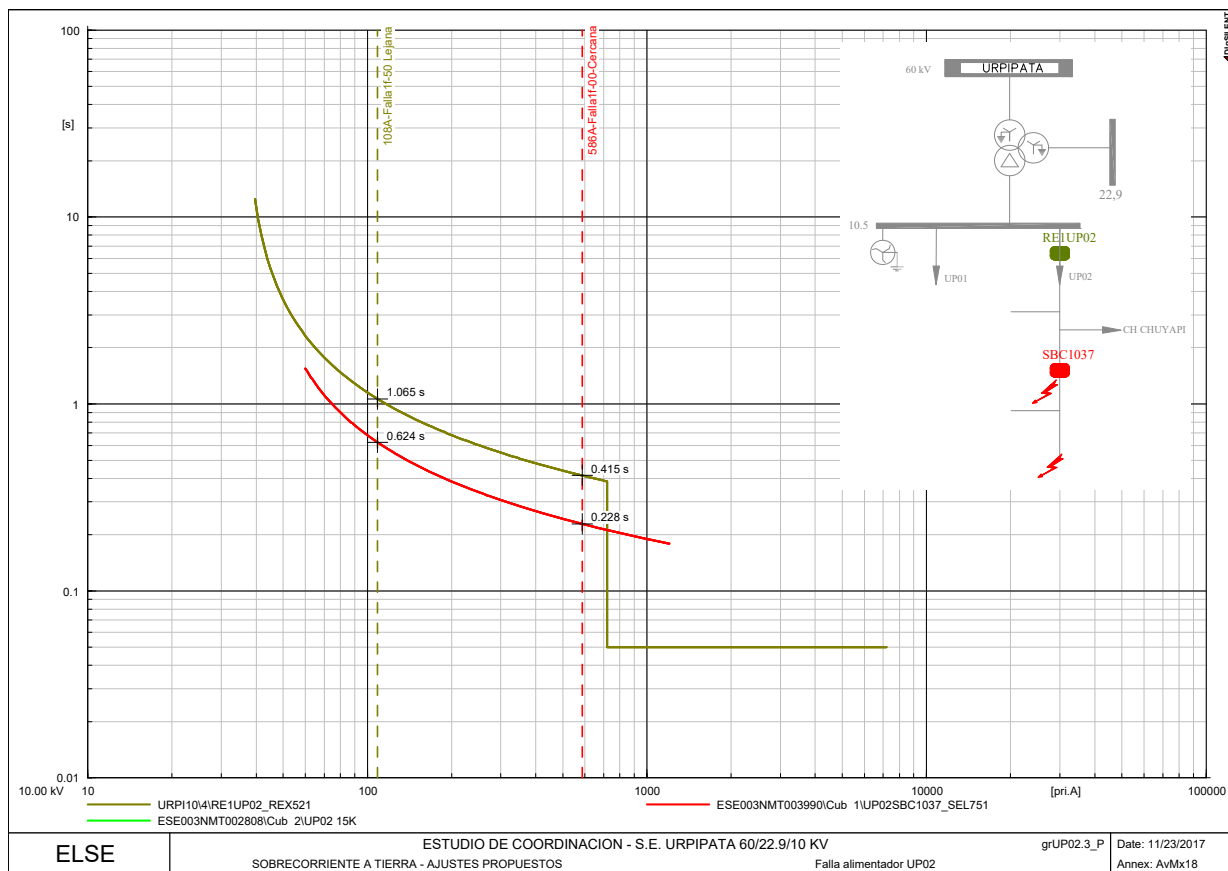


En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El rele SBC1028 en 50 ms
- Segundo: el rele SBC1037 en 237 ms
- Tercero: el rele RE1UP02 en 429 ms.

En este caso el rele SBC1037 no puede tener una etapa instantánea debido a la cercanía con el rele SBC1028.

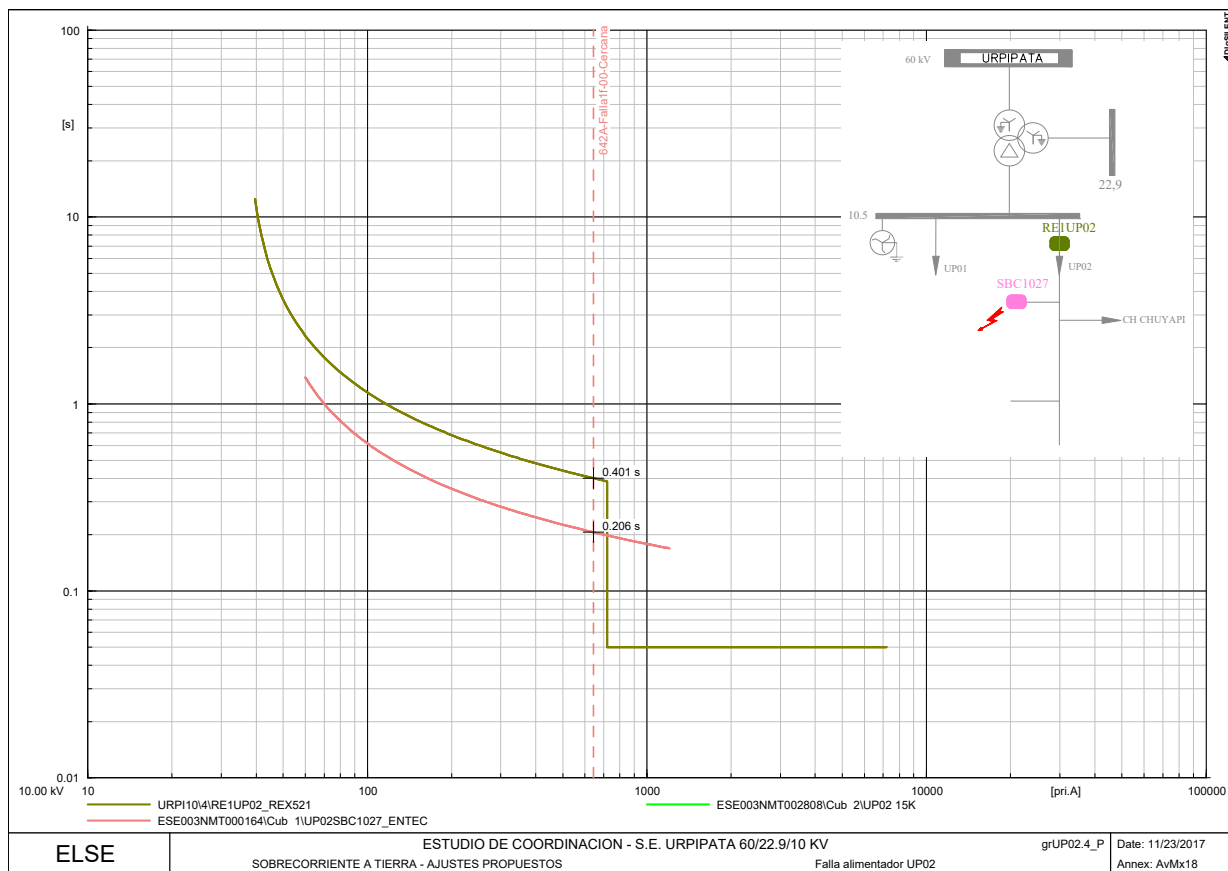
Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N



En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el rele SBC1037 en 228 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 415 ms

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

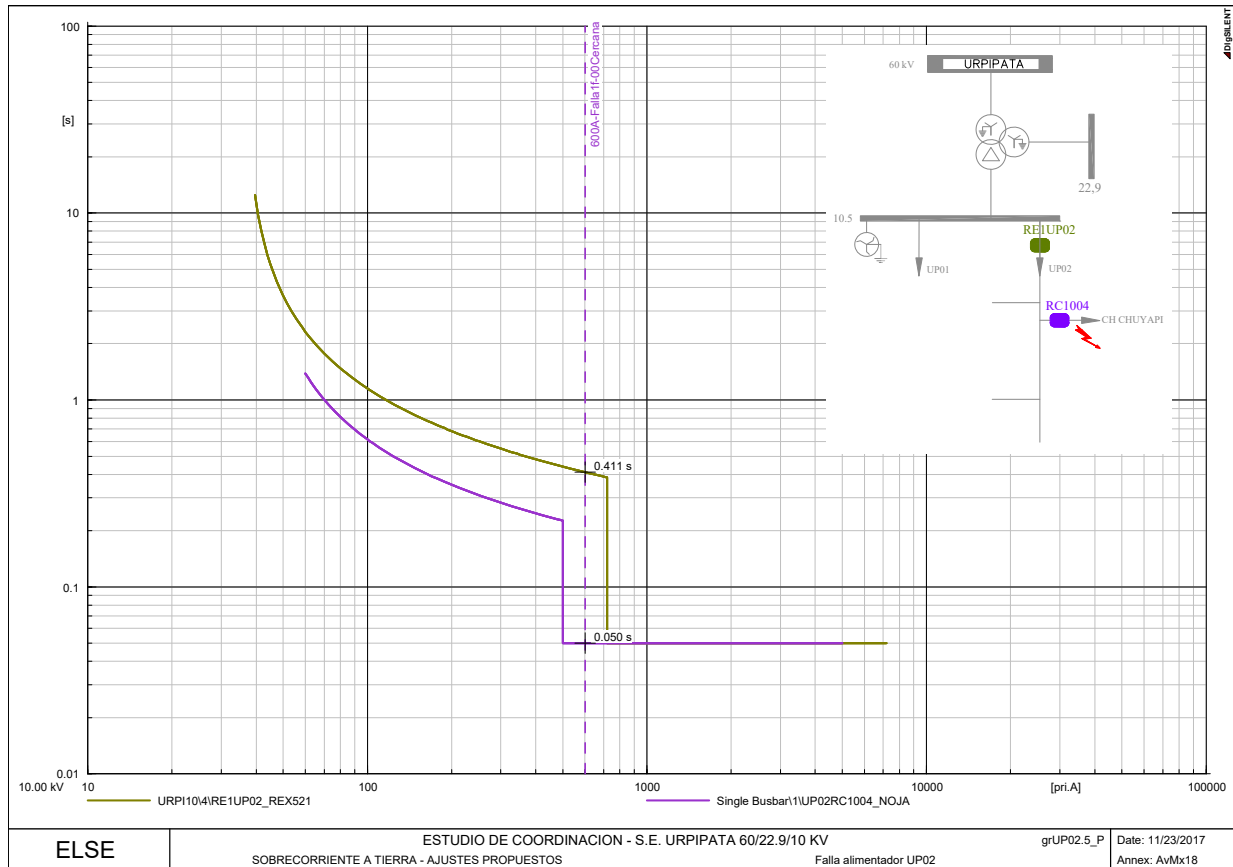


En este caso se proponen ajustes en los rele intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el rele SBC1027 en 206 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 401 ms

En este caso al rele SBC1027 se le deja un tiempo de actuación alto (206 ms) en el caso que se amplíen la longitud del ramal que alimenta.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N



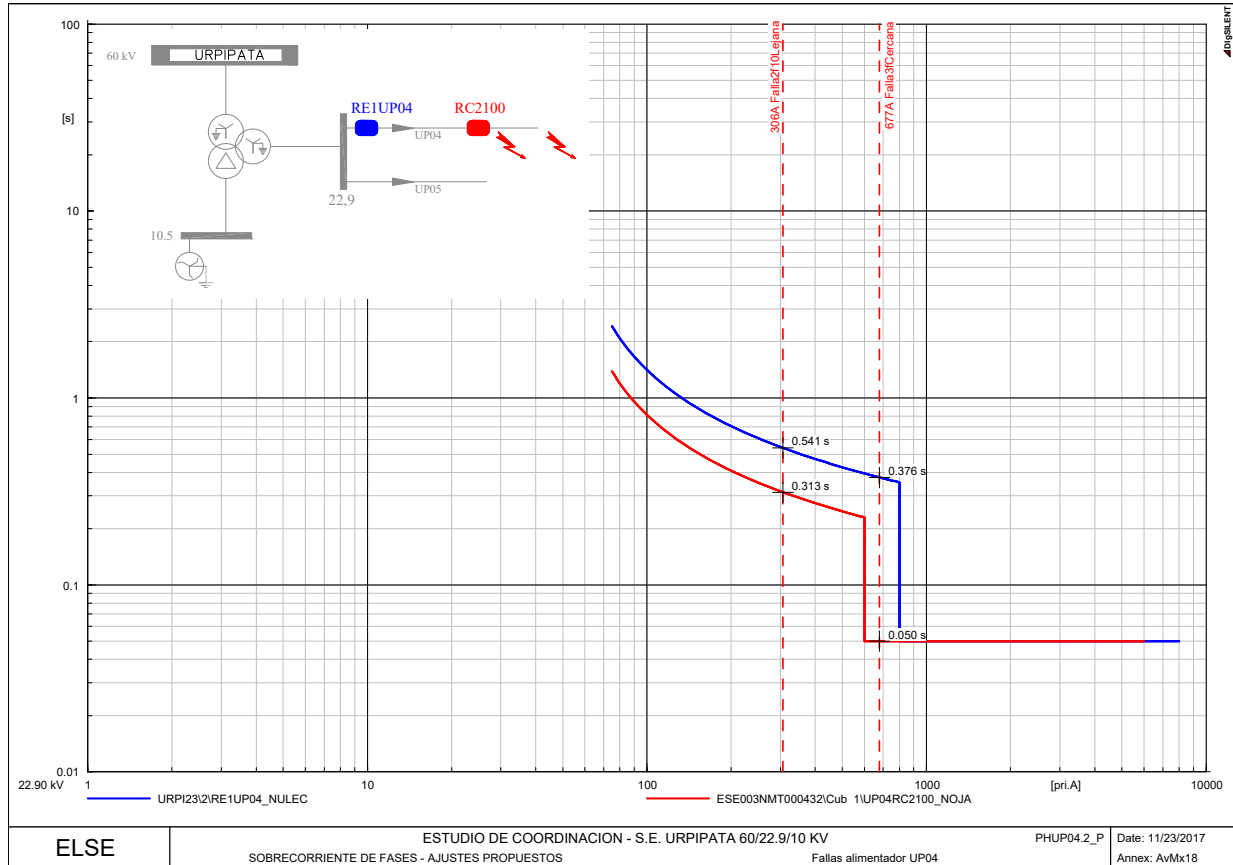
En este caso se simula una falla cercana a la C. H. Chuyapi, donde la secuencia de operación es:

- Primero: el rele RC1004 en 50 ms
- Segundo: el rele RE1UP02 en 411 ms.

La etapa instantánea ajustada en el recloser RC1004 permite despejar las fallas inmediatamente y de manera coordinada con el rele de la salida UP02

En este caso el rele RC2100 se le habilita etapa instantánea porque está lejos del rele RC1015

Protección de sobrecorriente de fases 51/50

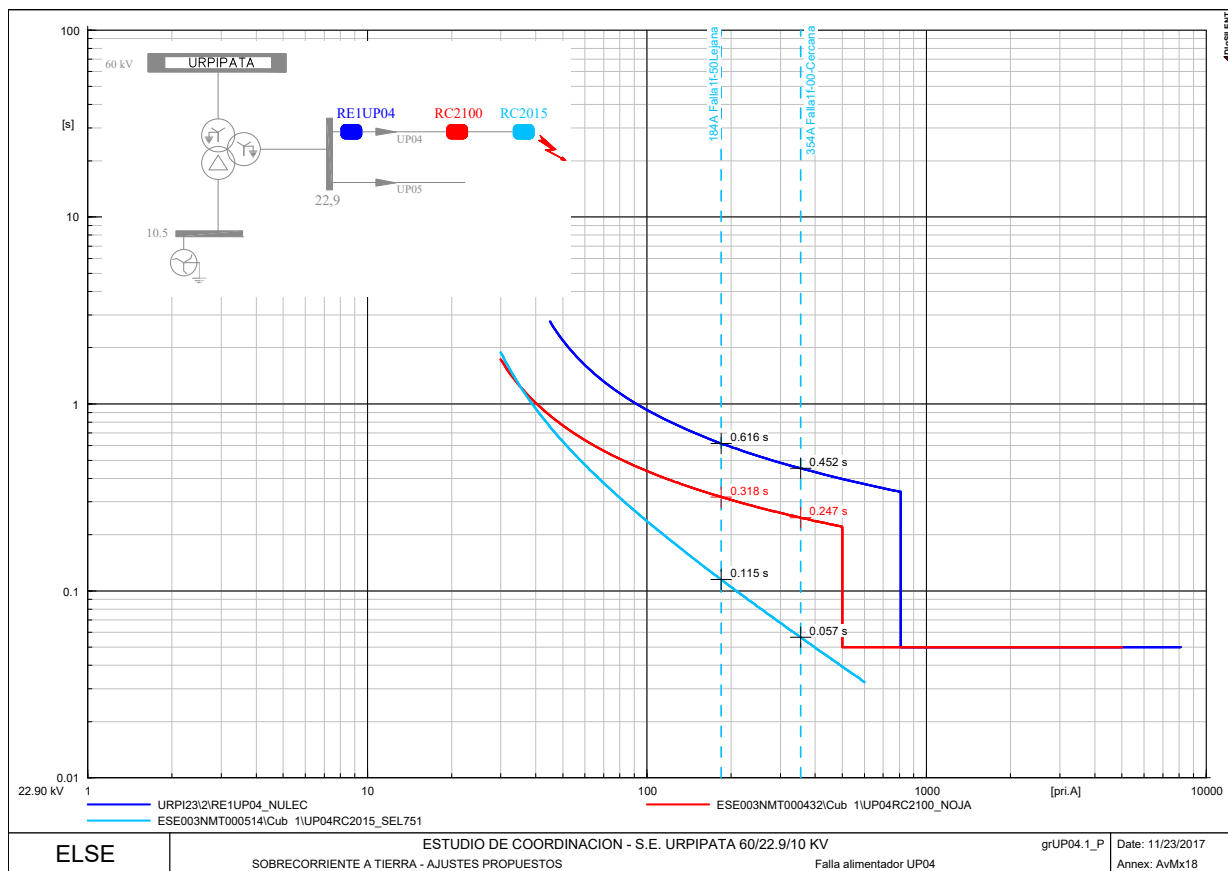


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé RC2100 en 50 ms
- Segundo: el relé RE1UP04 en 376 ms.

En este caso el relé RC2100 se le habilita etapa instantánea porque está lejos del relé RE1UP04

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N

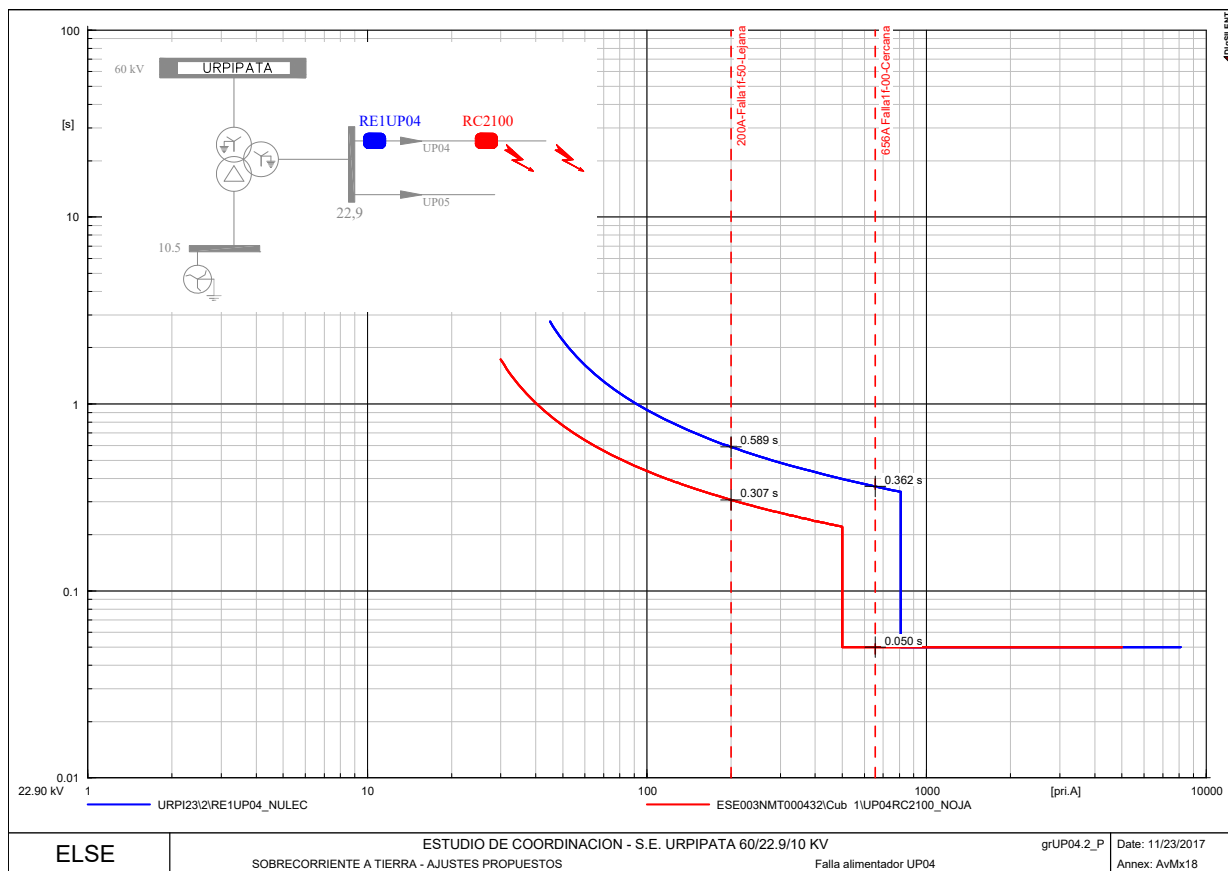


En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: El relé RC2015 en 57 ms
- Segundo: el relé RC2100 en 247 ms
- Tercero: el relé RE1UP04 en 452 ms.

En este caso el relé RC2100 se le habilita etapa instantánea porque está lejos del relé RC1015

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N



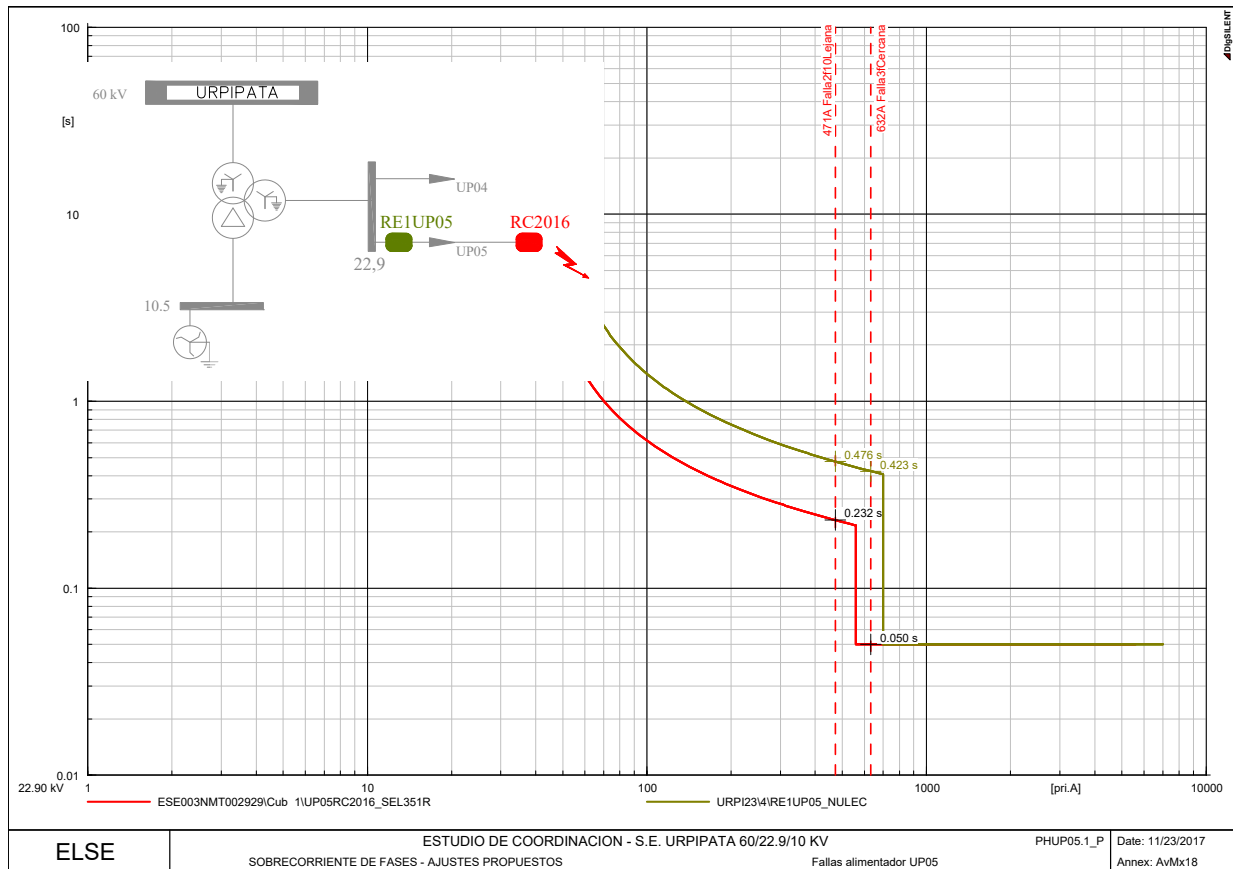
En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé RC2100 en 50 ms
- Segundo: el relé RE1UP04 en 362 ms.

En este caso el relé RC2100 se le habilita etapa instantánea porque está lejos del relé RE1UP04

12.5.4 ALIMENTADOR 22.9KV: UP05

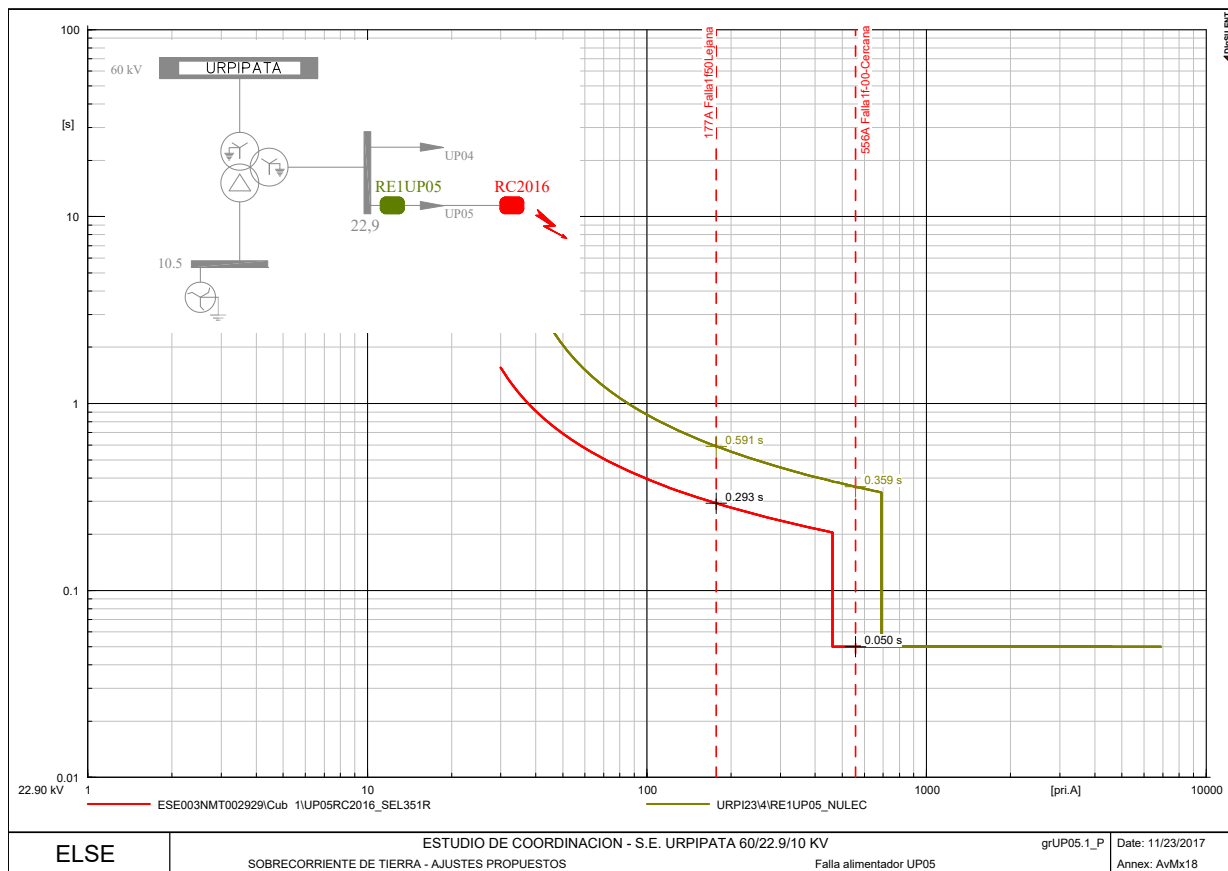
Protección de sobrecorriente de fases 51/50



En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé RC2016 en 50 ms
- Segundo: el relé RE1UP05 en 423 ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N



En este caso se proponen ajustes en los relés intermedios de manera que la secuencia de operación para una falla en el alimentador sea:

- Primero: el relé RC2016 en 52 ms
- Segundo: el relé RE1UP05 en 359 ms.

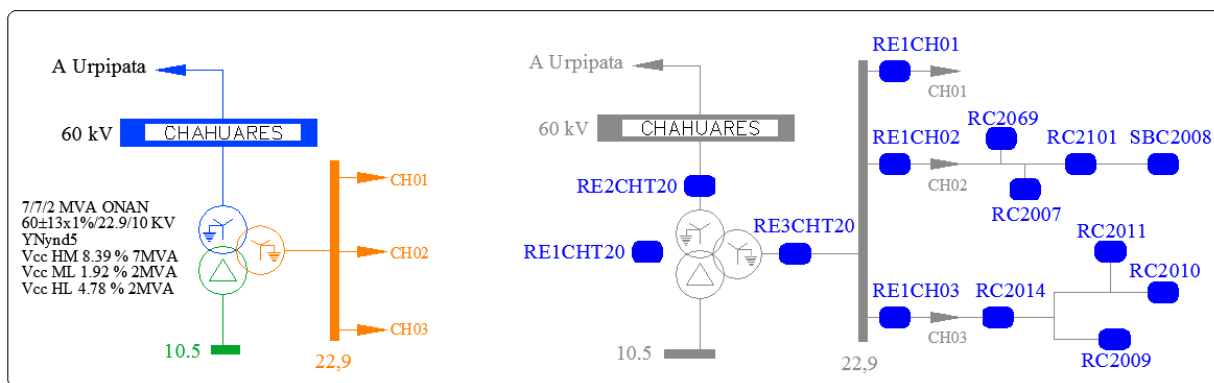
13. SUBESTACION CHAHUARES 60/22.9/10 KV

13.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE PROTECCIONES

En la S. E. Chahuares, como parte de las instalaciones de ELSE, se encuentra principalmente el siguiente equipamiento:

- Transformador de potencia
- Alimentador CH01 en 22.9KV
- Alimentador CH02 en 22.9KV
- Alimentador CH03 en 22.9KV

En esta subestación no existen alimentadores en 10 kV a pesar que el transformador de potencia tiene terciario con este nivel de tensión.



- Relés de protección

S. E. CHAHUARES								
COD. RELE	EQUIPO PROTEGIDO	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RE1CHT20	T20 60/22.9/10 KV 7/7/2 MVA	60	GEC ALSTOM	KBCH130	87T	75/5	--	Ok
		23				200/5	--	Ok
RE3CHT20		60	SEG	CSP2	50/51P , 50/51N	75/5	60/0.1	Ok
RE4CHT20		22.9	SEG	CSP2	50/51P , 50/51N	200/5	22.9/0.1	Ok
RE5CHT20	Barra 22.9	22.9	SEG	MRF3	81	--	22.9/0.1	Ok
RE1CH01	Salida a Echarate	22.9	SEL	351R	50/51, 50N/51N, 79	500/1	22.9/0.1	Ok
RE1CH02	Salida a Quellouno	22.9	SEL	351R	50/51, 50N/51N, 79	500/1	22.9/0.1	Ok
RE1CH03	Salida a Palma Real	22.9	SEL	351R	50/51, 50N/51N, 79	500/1	22.9/0.1	Ok

COD. RELE	ALIMENTADOR	KV	MARCA	TIPO	FUNCIONES	CT	VT	OBSERVACIONES
RC2007	Salida CH02	22.9	SEL	351R	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2101		22.9	NOJA	RC10	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
SBC2008		22.9	SEL	RC10	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2009	Salida CH03	22.9	KYLE	KYLE	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2010		22.9	KYLE	KYLE	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2011		22.9	SEL	351R	50/51P , 50/51N, 79	--	--	
RC2014		22.9	SCHNEIDER	ADVC	50/51P , 50/51N, 79	--	--	

No se tuvo software de comunicación con los relés SEG y KBCH130 por ello la toma de data fue manualmente.

13.3 RESUMEN AJUSTES PROPUESTOS – SOBRECORRIENTE DE FASES Y TIERRA

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2CHT20	SEG CSP2	60	75/5	6.00	90	0.14	IEC SI	25.74	386.10	0.15	N/A
RE3CHT20	SEG CSP2	22.9	200/5	6.00	240	0.10	IEC SI	--	--	--	N/A
RE1CH01	SEL351R	22.9	500/1	0.20	100	0.08	IEC SI	1.24	620	0.05	2R+Lock
RE1CH02	SEL351R	22.9	500/1	0.20	100	0.12	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
RE1CH03	SEL351R	22.9	500/1	0.28	140	0.06	IEC SI	1.24	620	0.05	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE FASES - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2007	SEL351R	CH02	1/1	50	50	0.10	IEC SI	320	320	0.05	2R+Lock
RC2069	NOJA		1/1	50	50	0.18	IEC VI	500	500	0.05	2R+Lock
RC2101	NOJA		1/1	80	80	0.07	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
SBC2008	SEL751		1/1	50	50	0.05	IEC EI	--	--	--	2R+Lock
RC2009	KYLE	CH03	1/1	40	40	0.05	IEC EI	--	--	--	2R+Lock
RC2010	KYLE		1/1	40	40	0.05	IEC VI	--	--	--	2R+Lock
RC2011	SEL351R		1/1	40	40	0.05	IEC VI	--	--	--	2R+Lock
RC2014	ADVC		1/1	80	80	0.05	IEC VI	--	--	--	2R+Lock

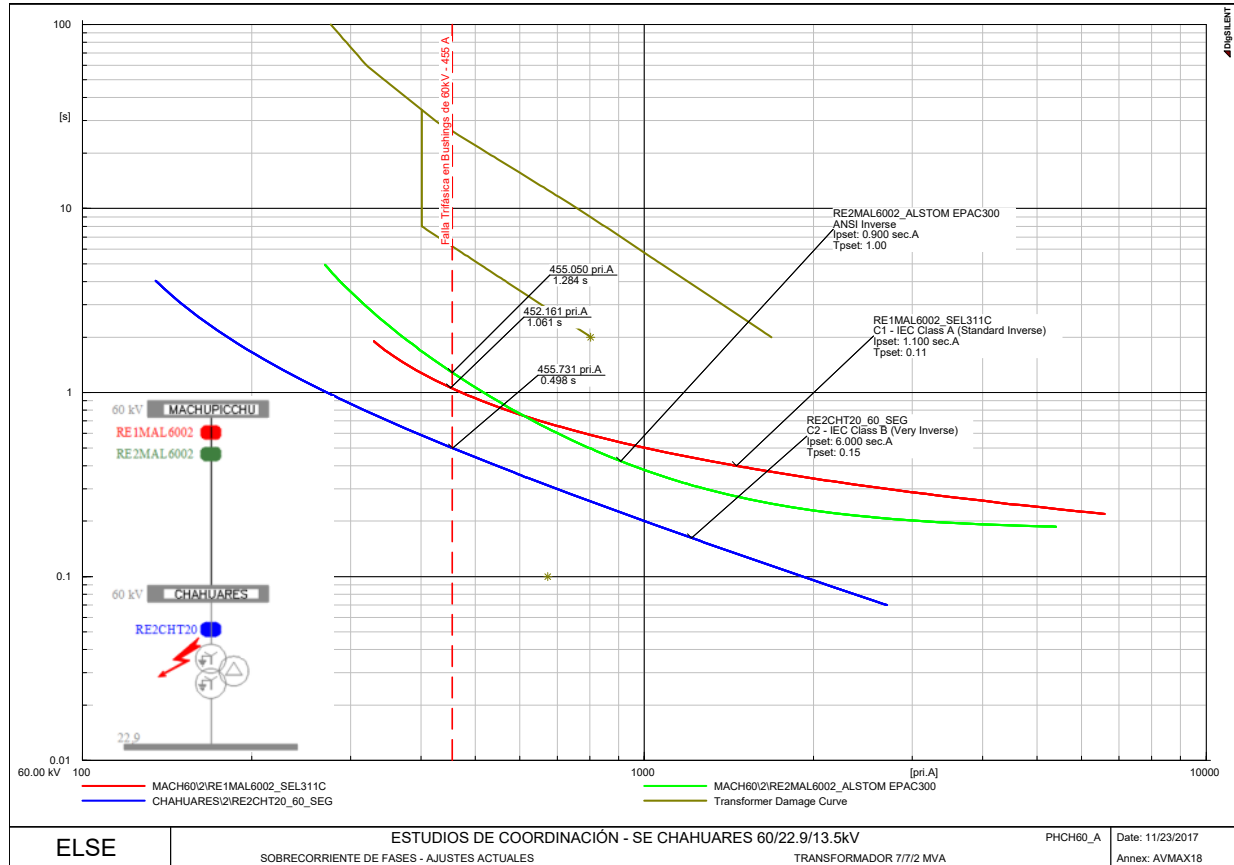
SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	KV	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RE2CHT20	SEG CSP2	60	75/5	1	15	0.17	IEC VI	11.5	172.5	0.05	N/A
RE3CHT20	SEG CSP2	22.9	200/5	1.25	50	0.27	IEC SI	--	--	--	N/A
RE1CH01	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20	0.12	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
RE1CH02	SEL351R	22.9	500/1	0.04	20	0.19	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
RE1CH03	SEL351R	22.9	500/1	0.052	26	0.14	IEC SI	--	--	--	2R+Lock

SOBRECORRIENTE DE TIERRA - PROPUESTOS											
COD. RELE	MODELO	AL	TC	TIEMPO INVERSO				TIEMPO DEFINIDO			Ciclo de recierre
				Ajuste Temporizado				Ajuste Instantáneo			
				I>		TMS	Curva	I>>		t>>	
				Amp Sec	Amp Prim			Amp Sec	Amp Prim	(s)	
RC2007	SEL351R	CH02	1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
RC2069	NOJA		1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
RC2101	NOJA		1/1	20	20	0.10	IEC SI	--	--	--	2R+Lock
SBC2008	SEL751		1/1	20	20	0.05	IEC VI	--	--	--	2R+Lock
RC2009	KYLE	CH03	1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--	2R+Lock
RC2010	KYLE		1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--	2R+Lock
RC2011	SEL351R		1/1	20	20	0.05	IEC EI	--	--	--	2R+Lock
RC2014	ADVC		1/1	20	20	0.14	IEC VI	--	--	--	2R+Lock

13.4 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S. E. CHAHUARES

A continuación se verifica la selectividad de los relés de sobrecorriente del transformador de potencia:

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Actuales

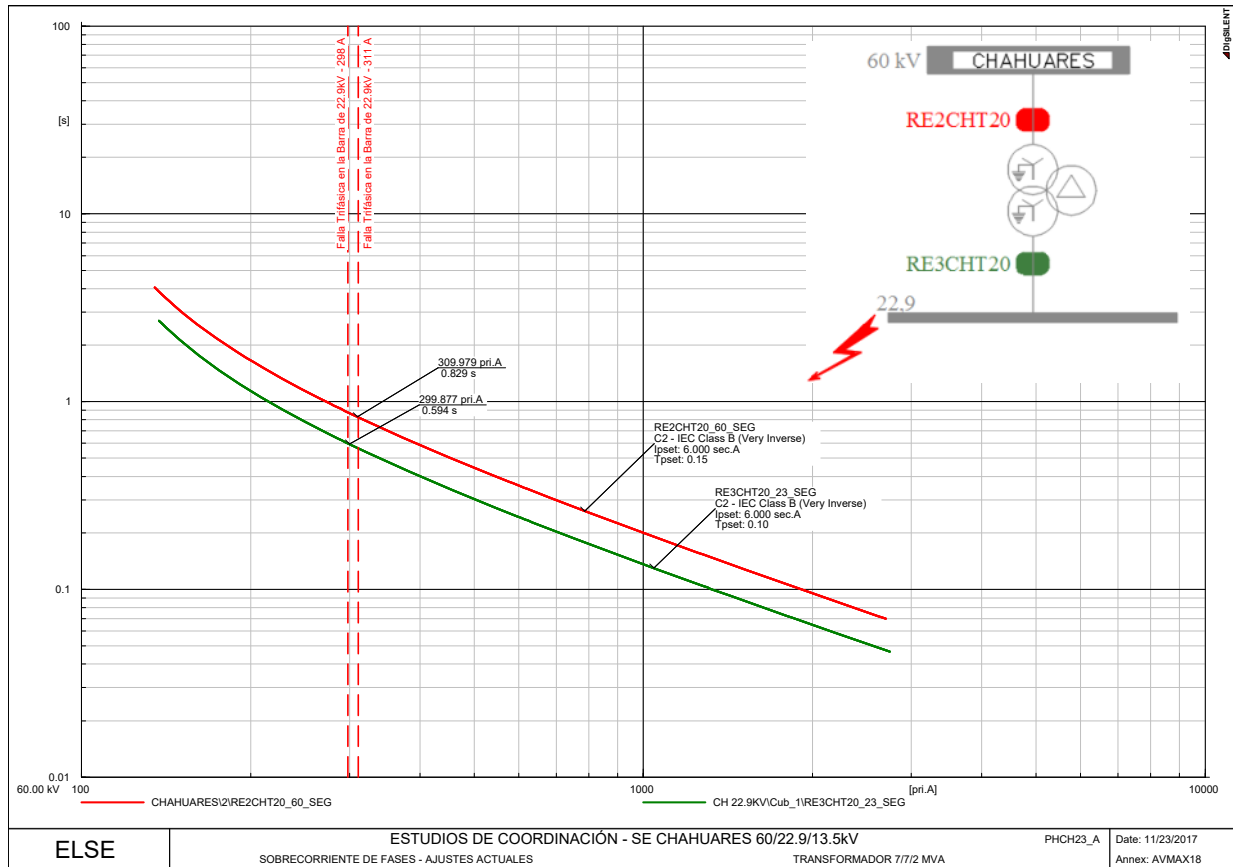


Para una falla trifásica franca aplicada en bushings de 60 kV del transformador de Chahuares la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE2CHT20, actúa en 498ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1MAL6002, actúa en 1.061ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE2MAL6002, actúa en 1.284ms.

Se recomienda uniformizar el tipo de curva para el relé RE2MAL6002 de la SE Machupicchu.

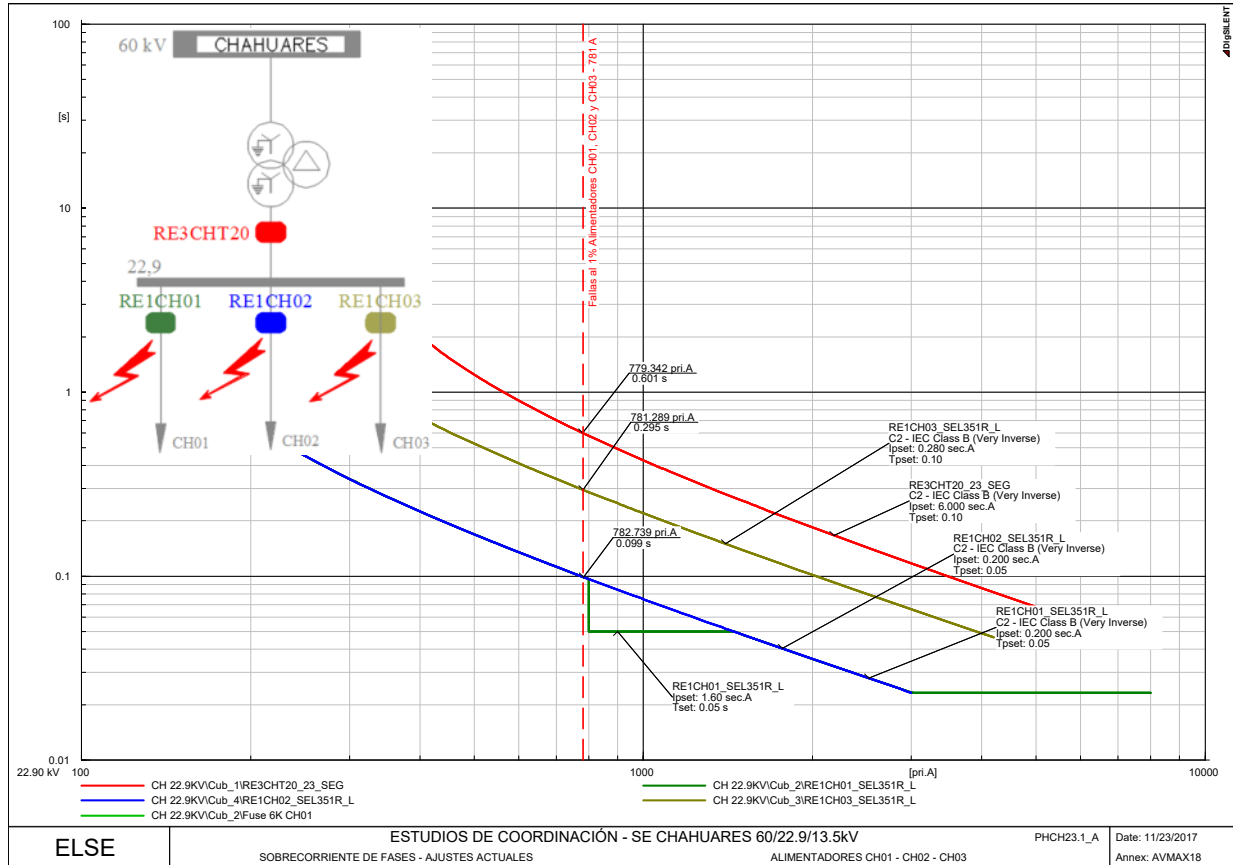
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Actuales



Para una falla trifásica franca en la barra de 22.9 kV de la SE Chahuares la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE2CHT20, actúa en 594ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE3CHT20, actúa en 829ms.

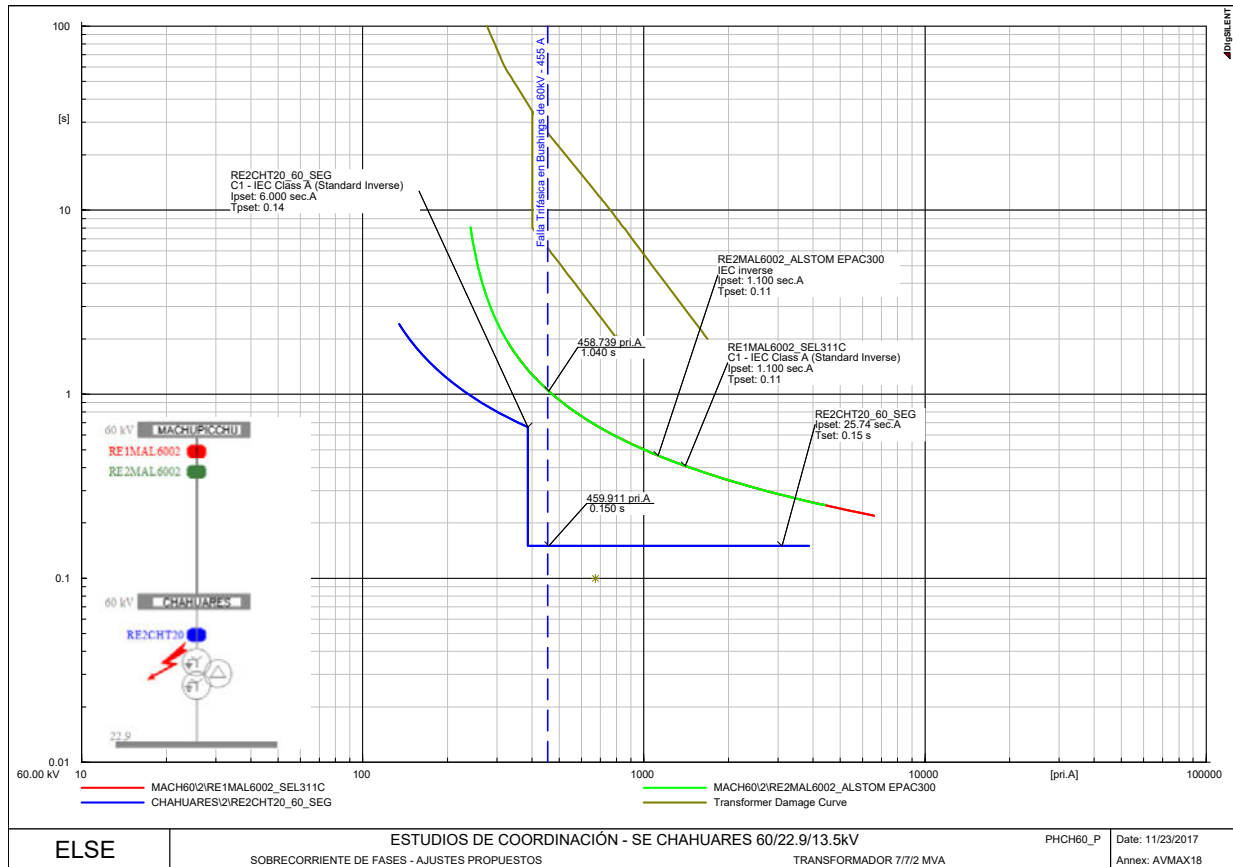
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Actuales



Para una falla trifásica franca en la barra de 22.9 kV de la SE Chahuares la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE2CHT20, actúa en 594ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en los relés RE1CH01, RE1CH02 y RE1CH03, actúan en 99ms, 295ms y 295ms respectivamente.

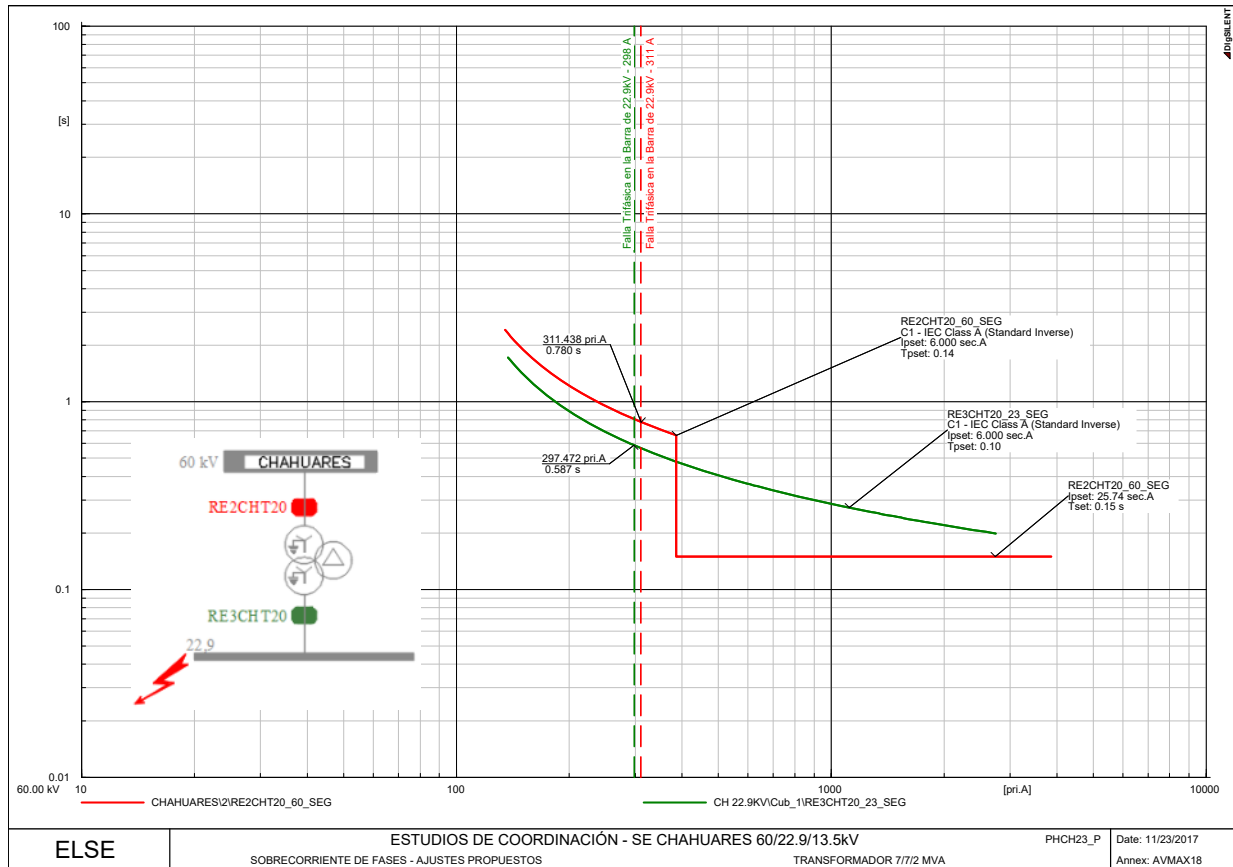
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada en bushings de 60 kV del transformador de Chahuares la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE2CHT20, actúa en 150ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en los relés RE1MAL6002 y RE2MAL6002, actúan en 1.040ms.

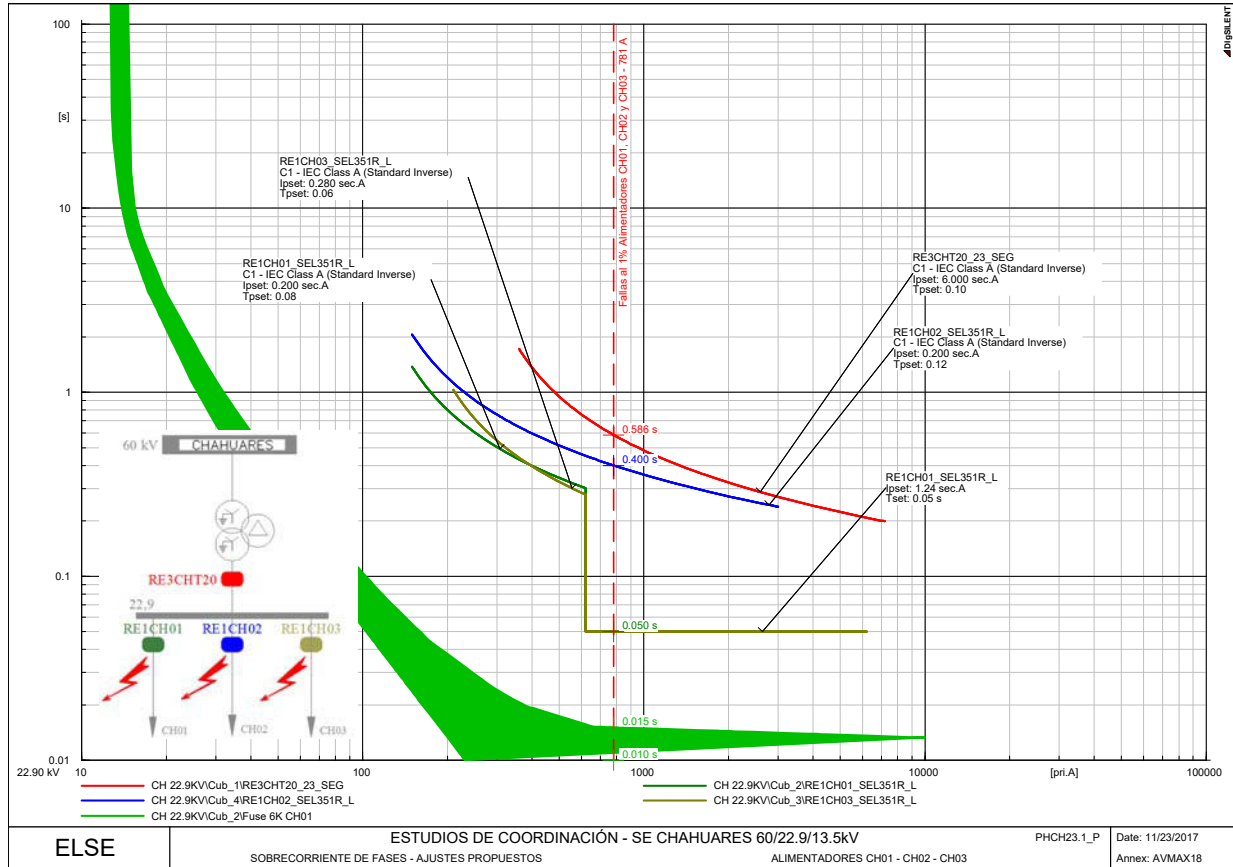
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca en la barra de 22.9 kV de la SE Chahuares la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE2CHT20, actúa en 587ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE3CHT20, actúa en 780ms.

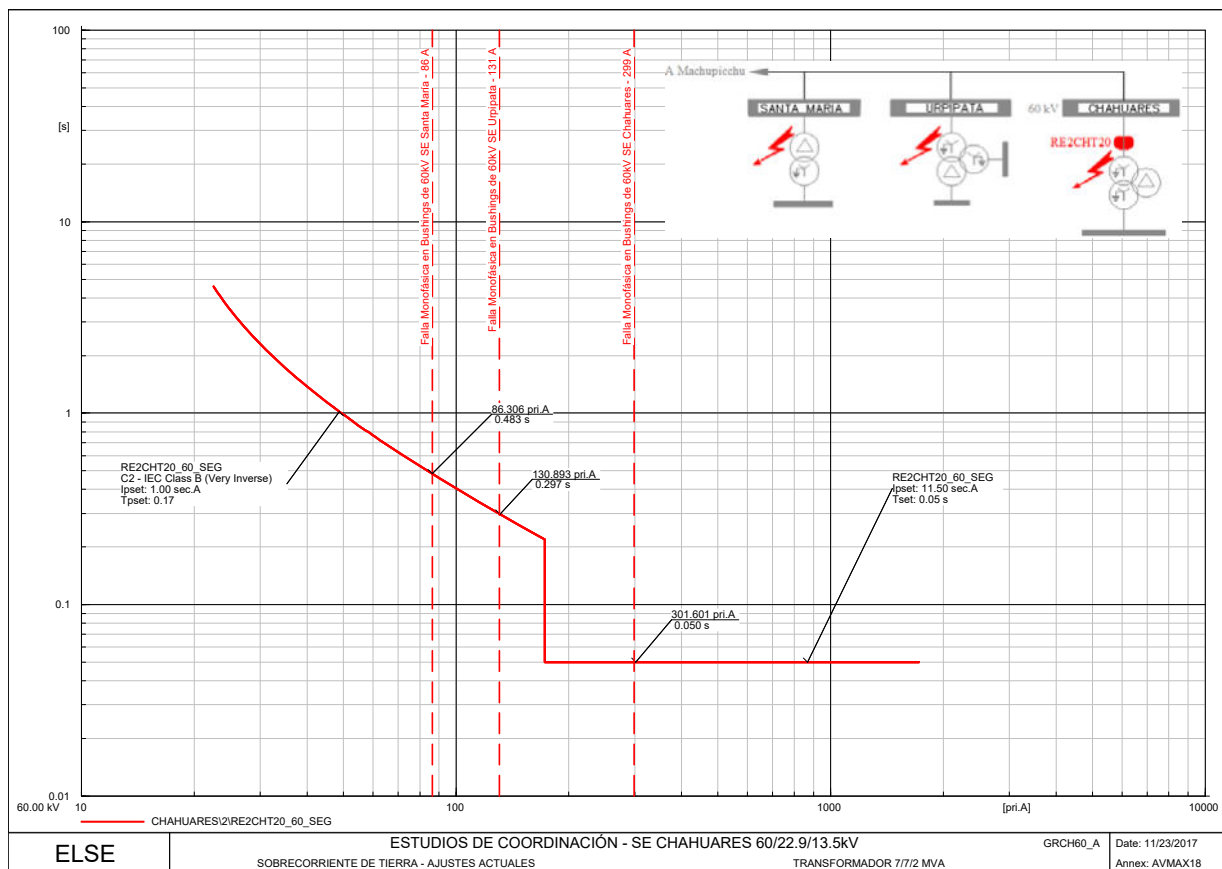
Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada al 1% de los alimentadores CH01, CH02 y CH03 la secuencia de operación es la siguiente:

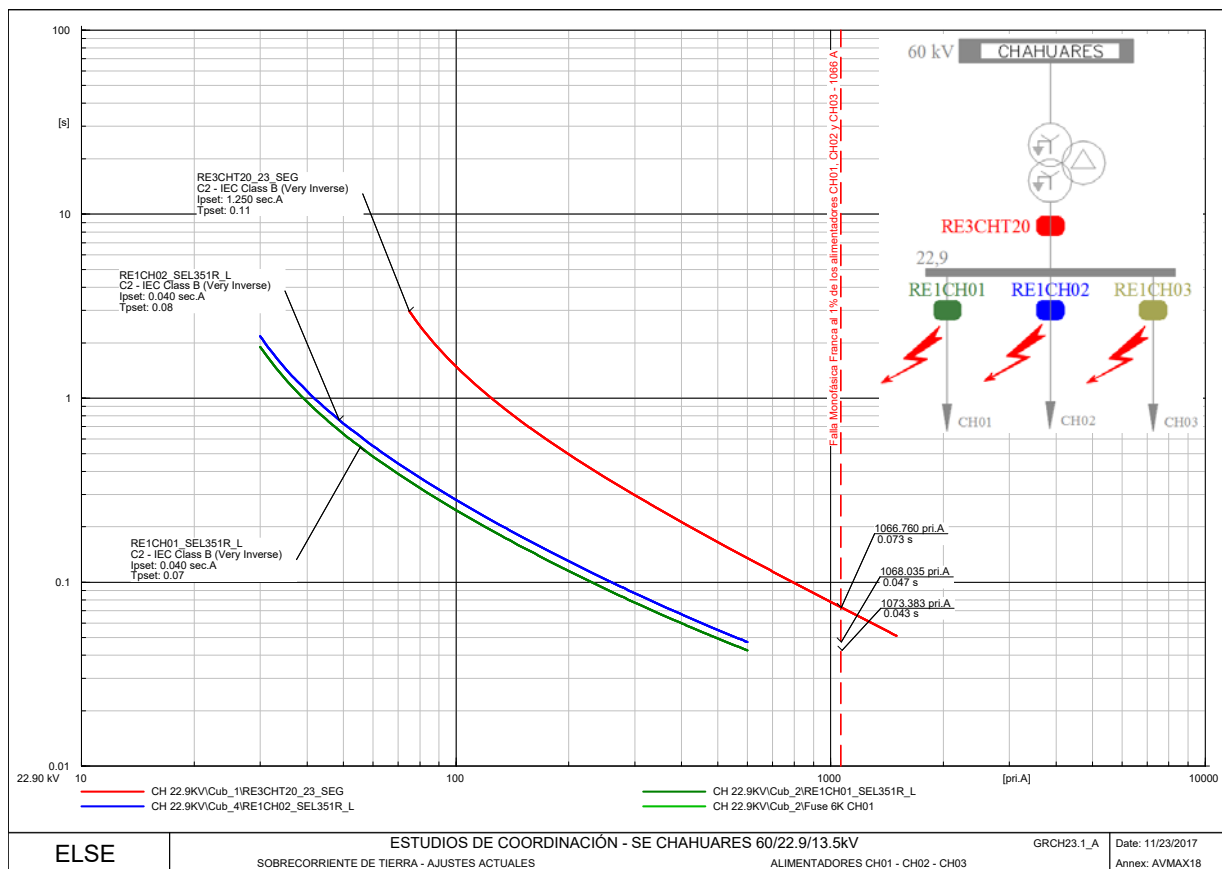
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE1CH01 y RE1CH03, actúan en 50ms y RE1CH02, actúa en 400ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE3CHT20, actúa en 361ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Actuales



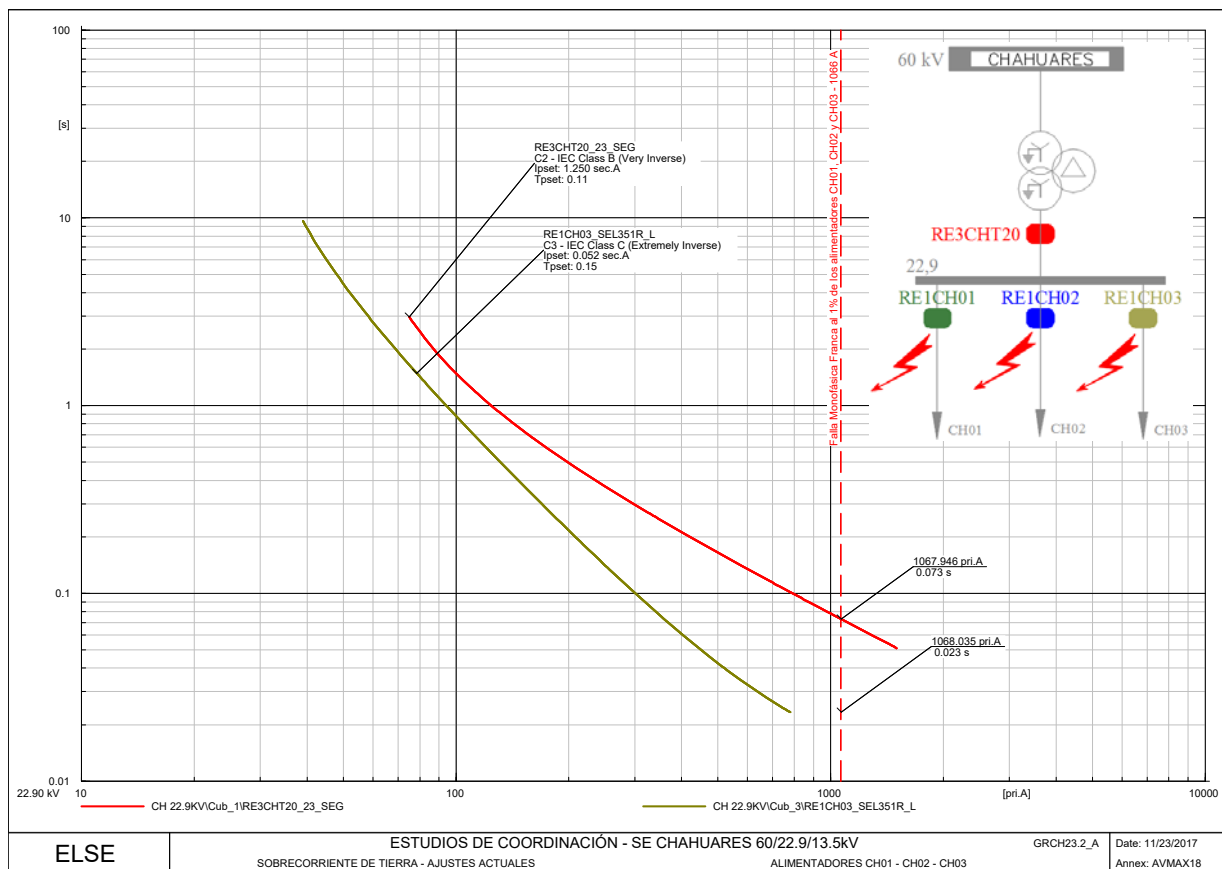
El relé RE2CHT20 opera en un tiempo de 50 ms para fallas en bushings de 60kV del transformador de Chahuares, para fallas en los Bushings de 60kV de los transformadores de las subestaciones de Uripata y Santa María despeja la falla en tiempos de 297ms y 483ms respectivamente.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Actuales



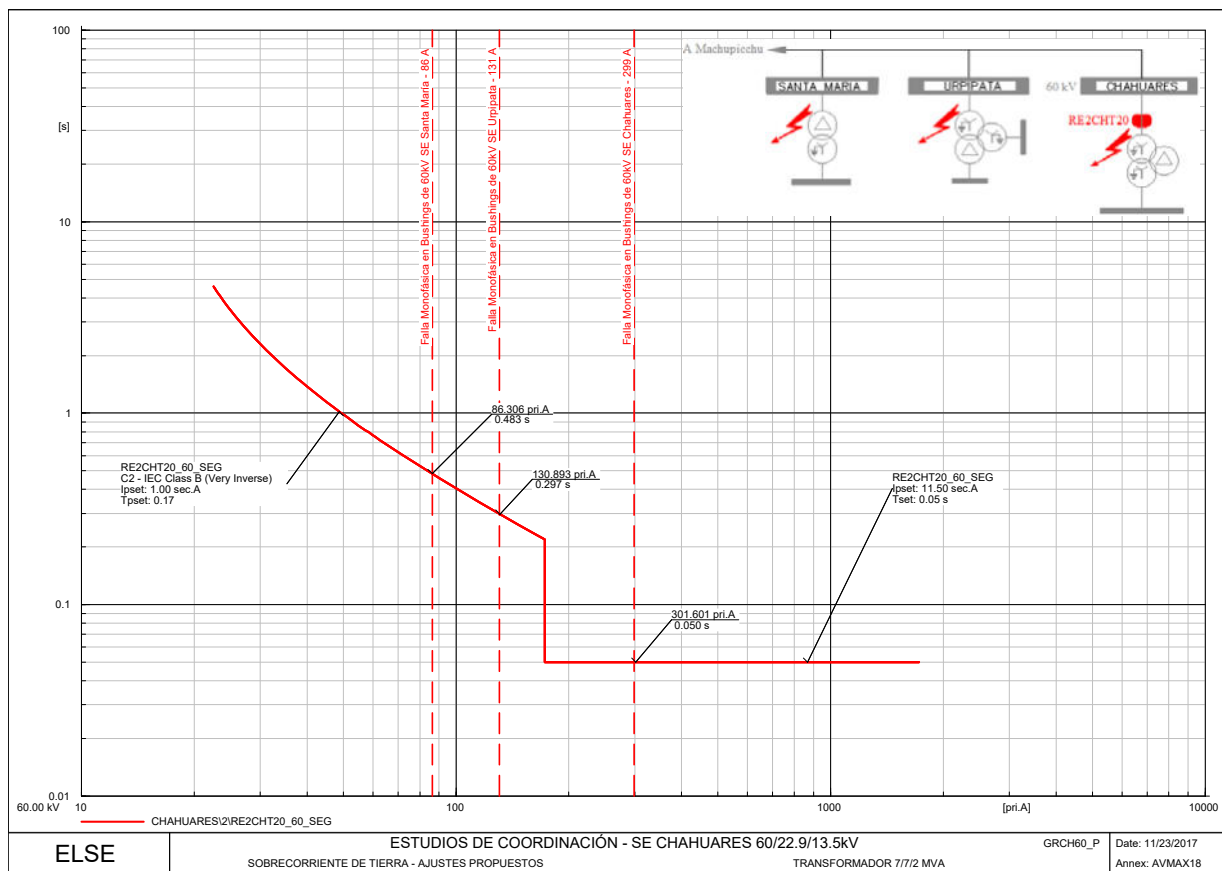
Del gráfico se puede apreciar que el ajuste actual no es selectivo para fallas al 1% de los alimentadores de CH01, CH02 y CH03, el tiempo de despeje de falla de los alimentadores CH01 y CH02 son 43 y 47 ms respectivamente, mientras que el relé del incoming de 22.9kV presenta un tiempo de operación de 73ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Actuales



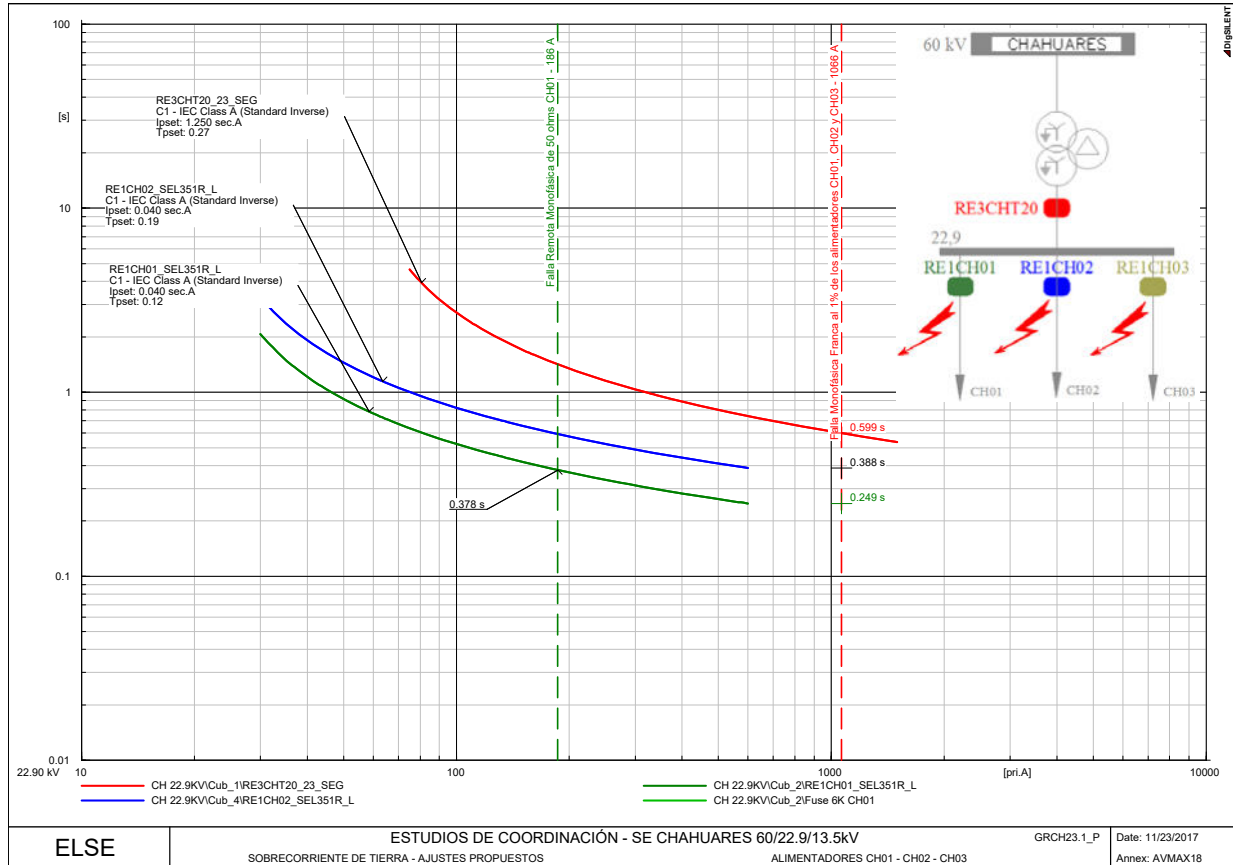
Tenemos que el ajuste actual no es selectivo para fallas al 1% de los alimentadores de CH01, CH02 y CH03. El tiempo de despeje de falla del alimentador CH3 es de 23 ms, mientras que el relé del incoming de 22.9kV presenta un tiempo de operación de 73ms, **se cambiará el ajuste con el fin de aumentar el tiempo de coordinamiento, valor que deberá estar por encima 150ms.**

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



El relé RE2CHT20 opera en un tiempo de 50 ms para fallas en bushings de 60kV del transformador de Chahuares, para fallas en los Bushings de 60kV de los transformadores de las subestaciones de Urupata y Santa María despeja la falla en tiempos de 297ms y 483ms respectivamente.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos

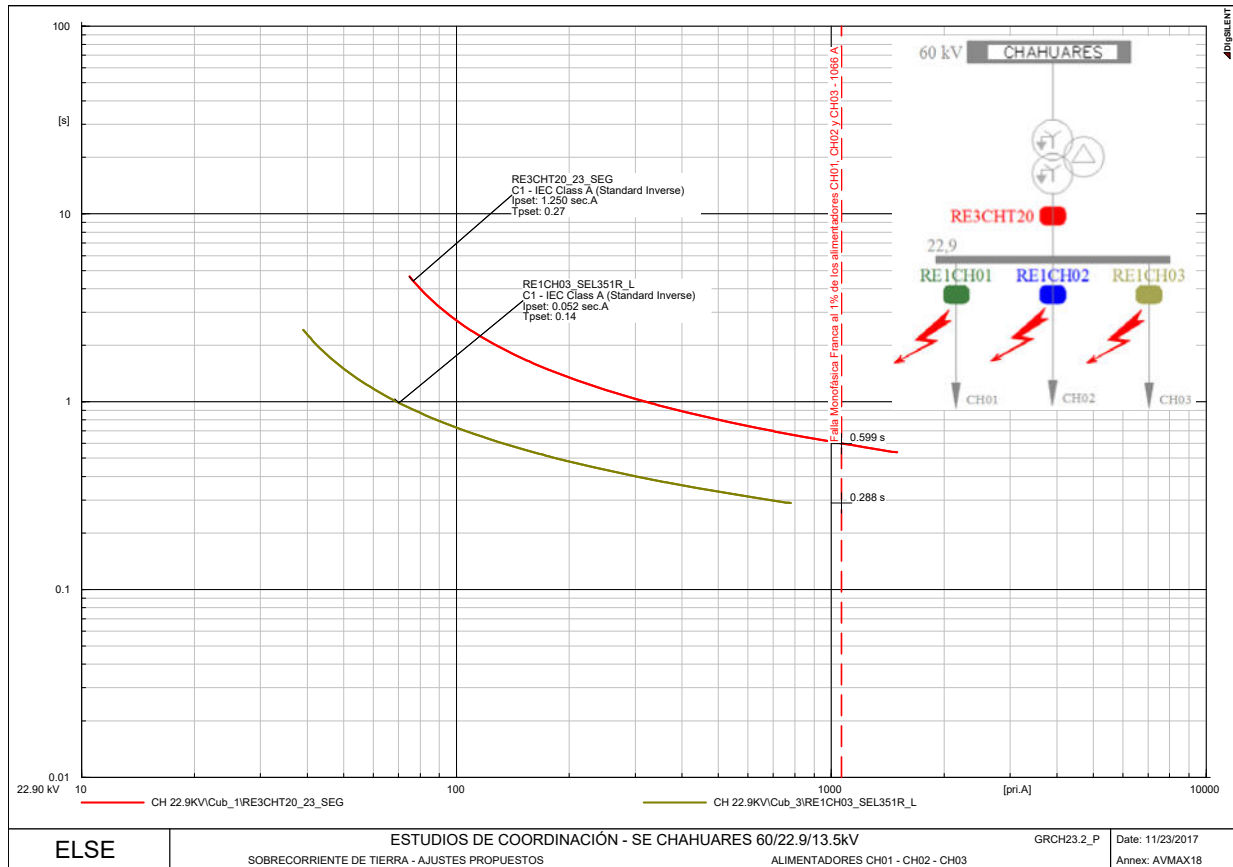


Para una falla monofásica franca aplicada al 1% de los alimentadores CH01, CH02 y CH03 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE1CH01 y RE1CH02, actúan en 249ms y 388ms respectivamente.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE3CHT20, actúa en 599ms.

Con el ajuste propuesto se observa un mejor escalonamiento de las curvas con un tiempo de coordinamiento de 150ms aproximadamente.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



Para una falla monofásica franca aplicada al 1% de los alimentadores CH01, CH02 y CH03 la secuencia de operación es la siguiente:

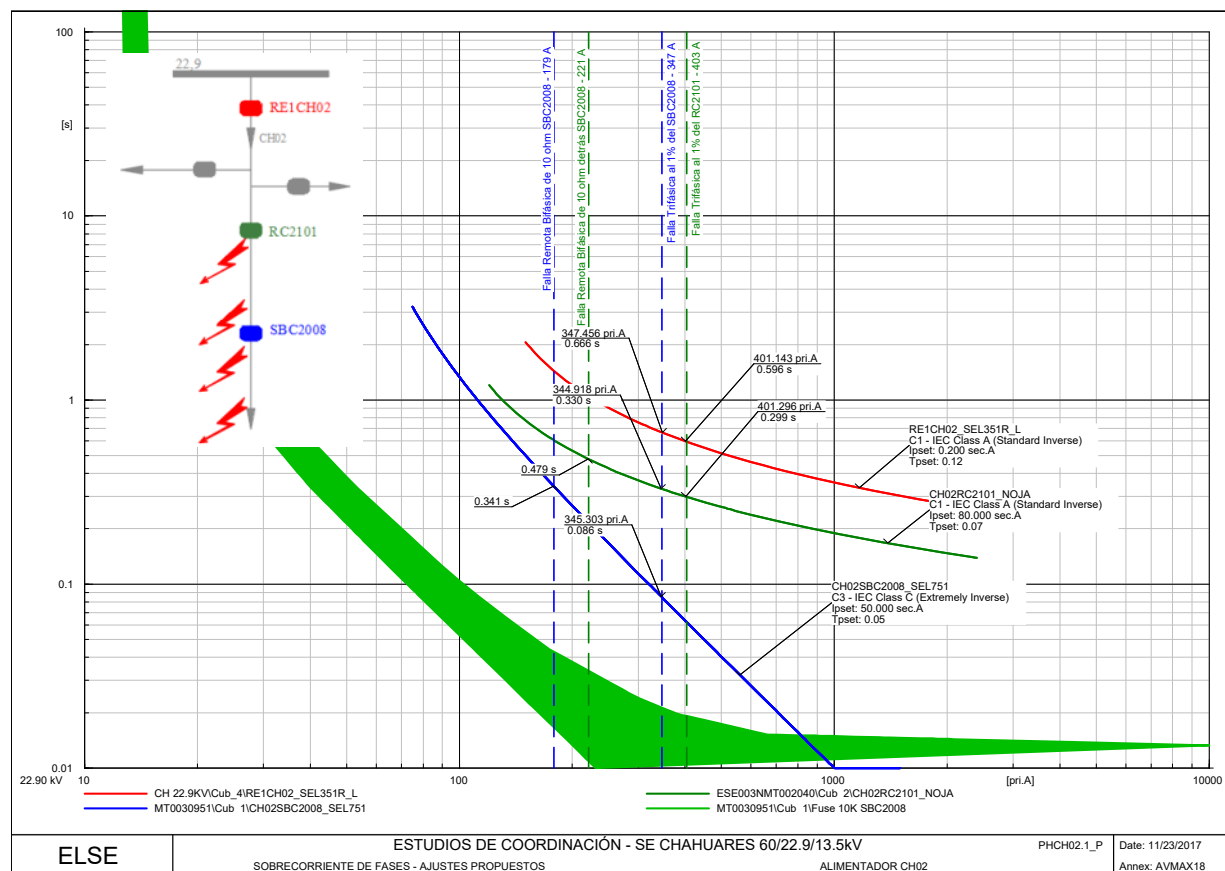
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé RE1CH03, actúa en 288ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE3CHT20, actúa en 599ms.

13.5 VERIFICACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE DE LOS ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

En la S. E. Chahuares solo existen alimentadores en 22.9 KV

13.5.1 ALIMENTADOR 22.9 KV: CH02

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 - Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del SBC 2008 la secuencia de operación es la siguiente:

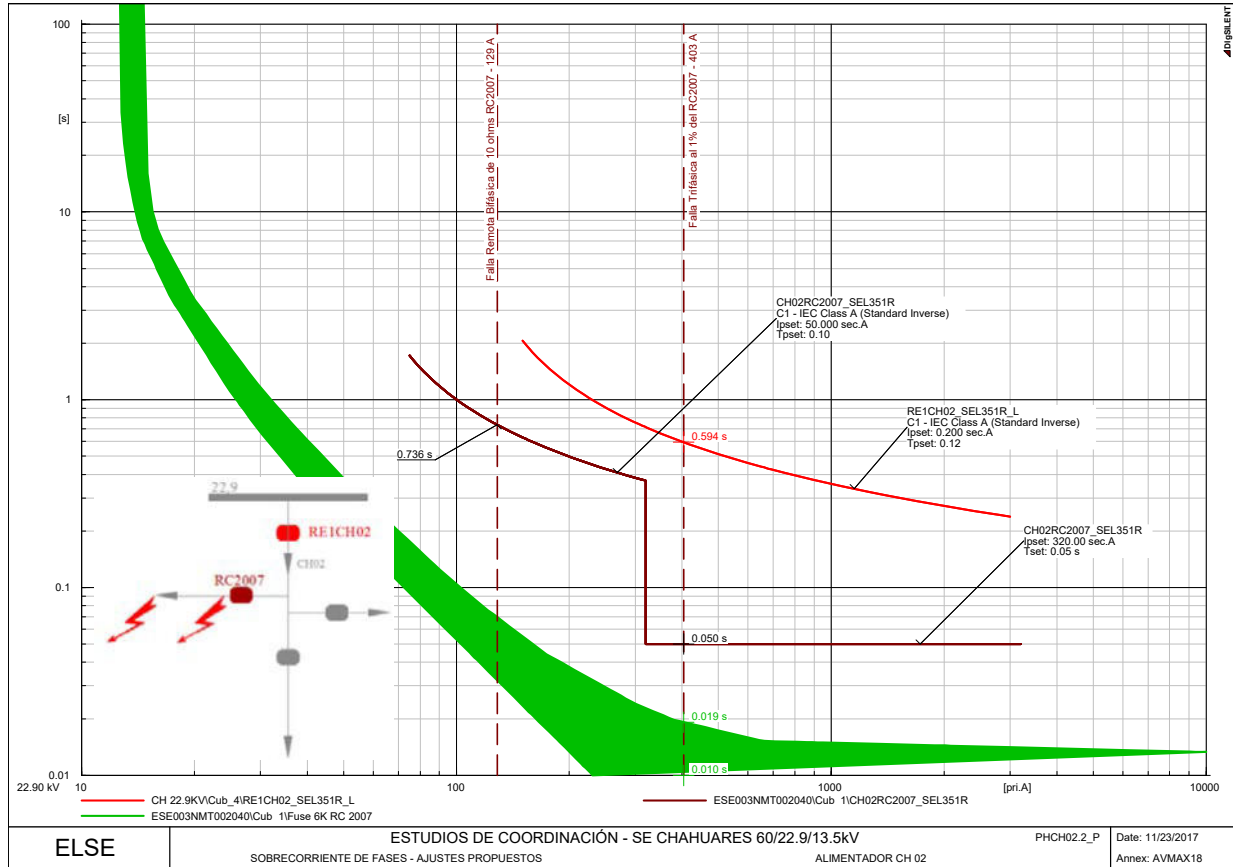
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02SBC2008, actúa en 86 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH02RC2101, actúa en 330 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 666 ms.

Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2101 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2101, actúa en 299 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 596 ms.

Además del gráfico tenemos que el relé del SBC2008 libera una falla remota bifásica aislada de 10 ohms en 341ms. Para el relé CH02RC2101 tenemos que el tiempo de operación para una falla remota bifásica aislada de 10 ohms en las redes detrás del SBC2008 es de 479ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 - Propuestos

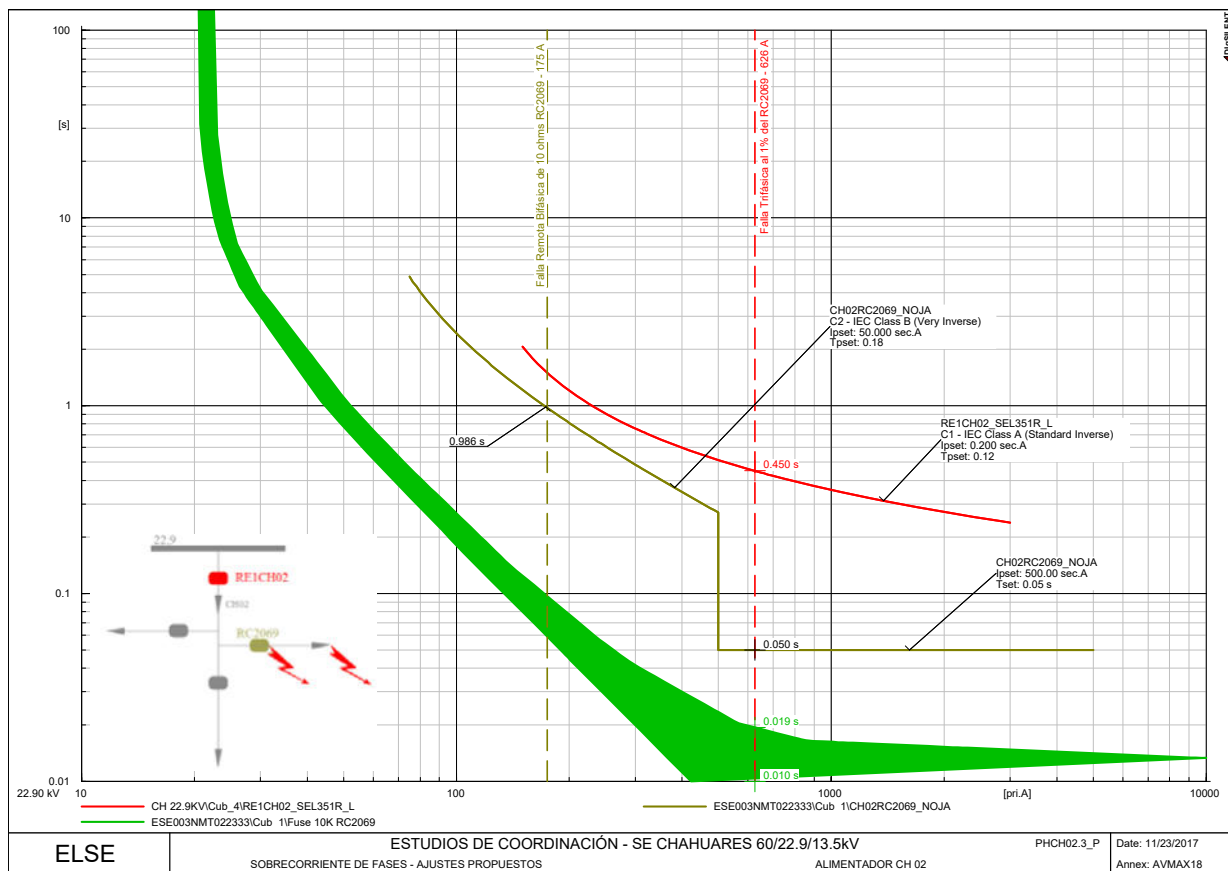


Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2007 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2007, actúa en 50 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 594 ms.

Del gráfico se tiene que el relé del recloser 2007 libera una falla remota bifásica aislada de 10 ohms en 736ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 - Propuestos

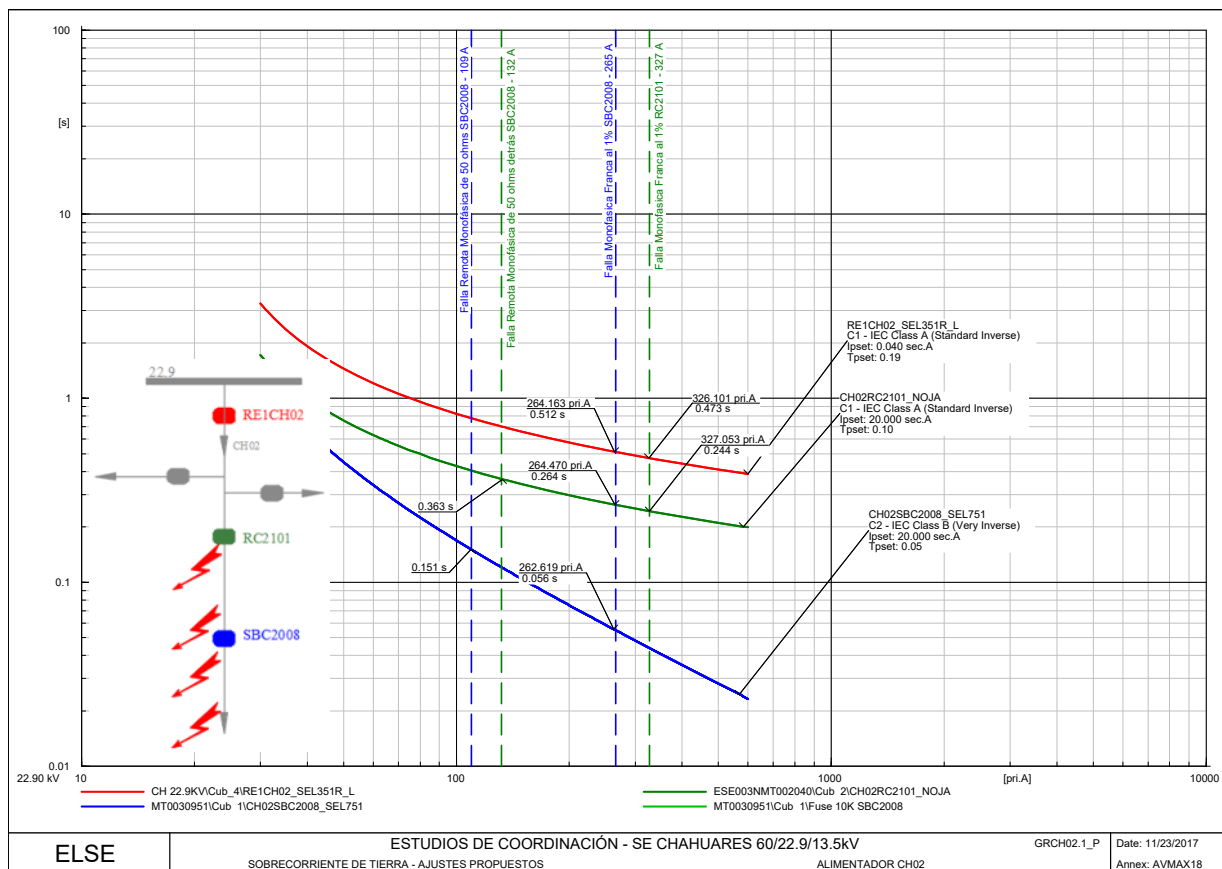


Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2069 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2069, actúa en 50 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 450 ms.

Así mismo tenemos que el relé CH02RC2069 libera una falla remota bifásica aislada de 10 ohms en 986ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del SBC 2008 la secuencia de operación es la siguiente:

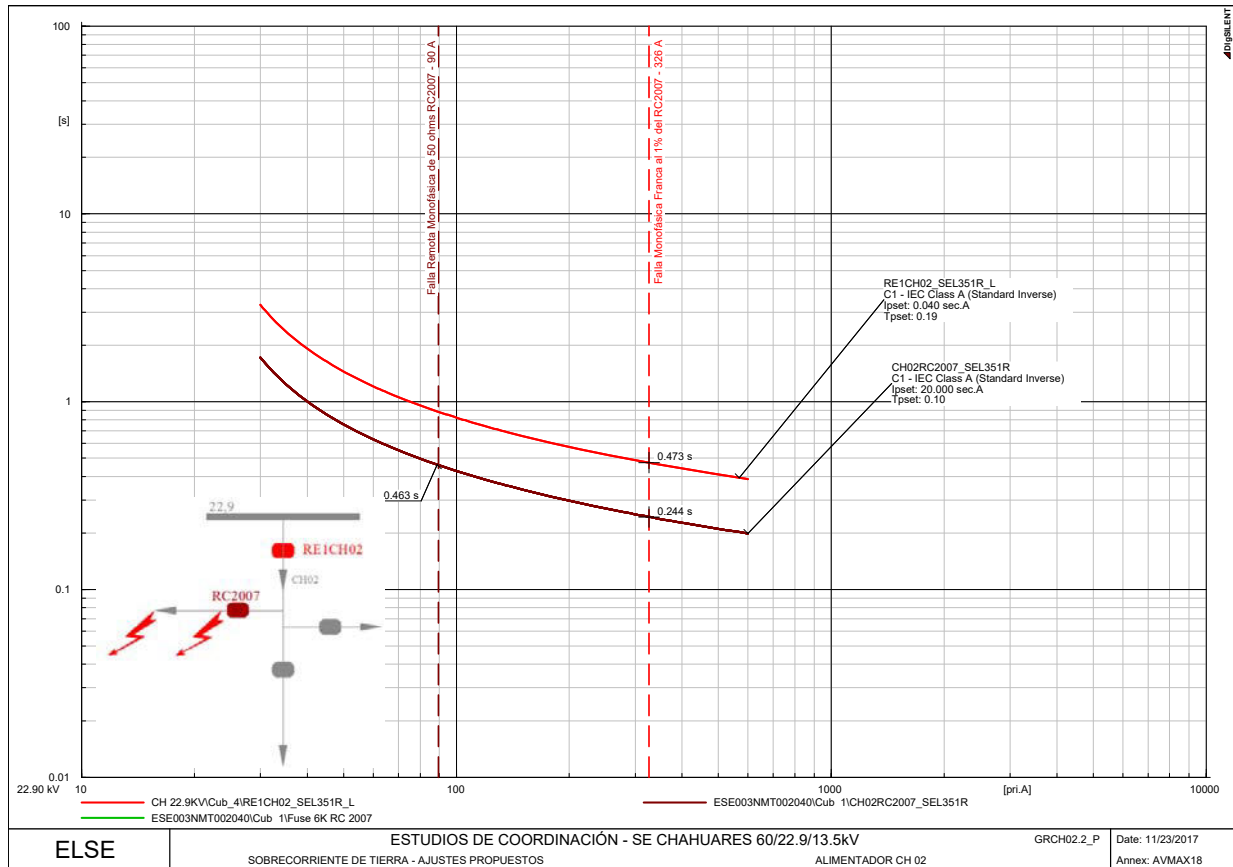
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2008, actúa en 56 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH02RC2101, actúa en 264 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 512 ms.

Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del recloser 2101 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2101, actúa en 244 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 473 ms.

Además se puede apreciar del gráfico que para una falla remota monofásica a tierra de 50 ohms el relé CH02SBC2008 opera en 151ms. El relé CH02RC2101 opera en 363ms para una falla monofásica remota detrás del SBC2008.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos

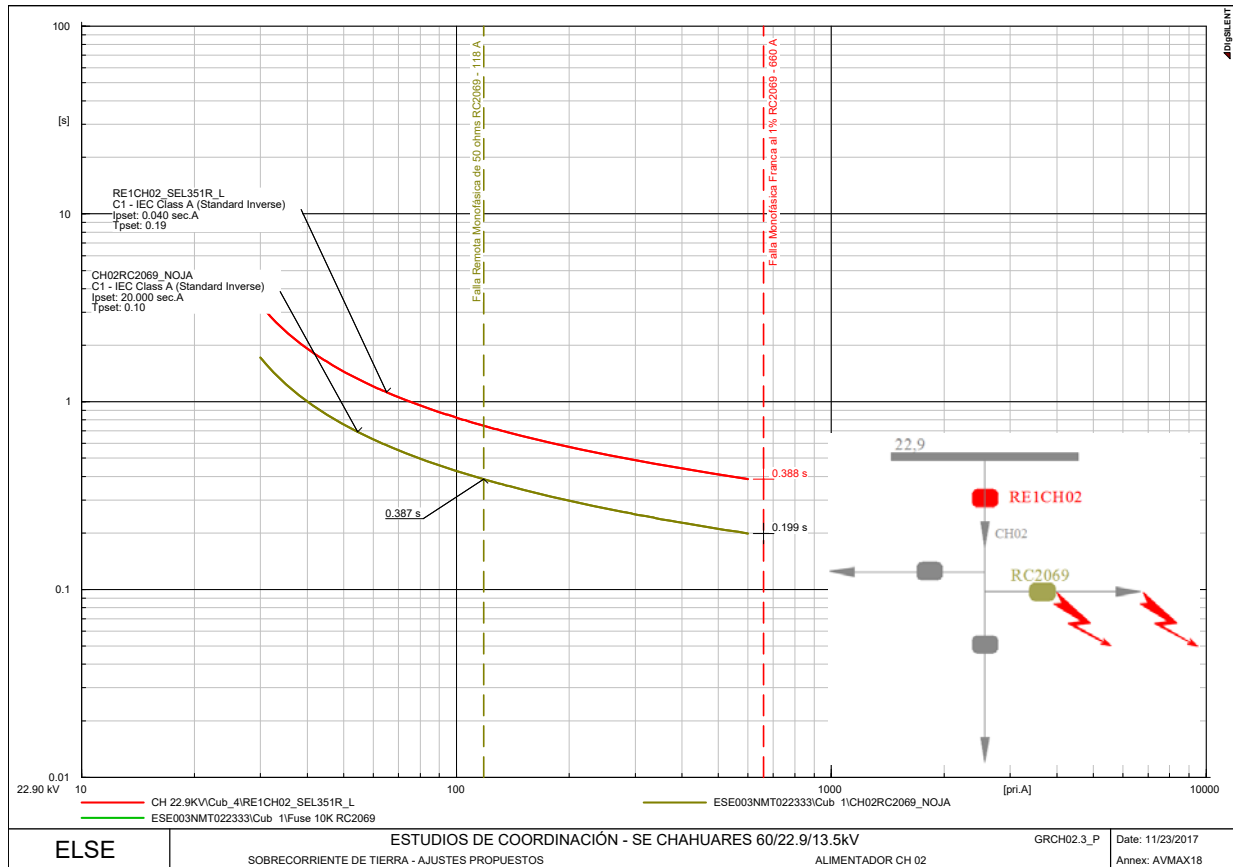


Para una falla monofásica aplicada al 1% del recloser 2007 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2007, actúa en 244ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 473ms.

Además tenemos que para una falla monofásica remota de 50 ohms del recloser 2007 el relé CH02RC2007 es liberada en 463ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



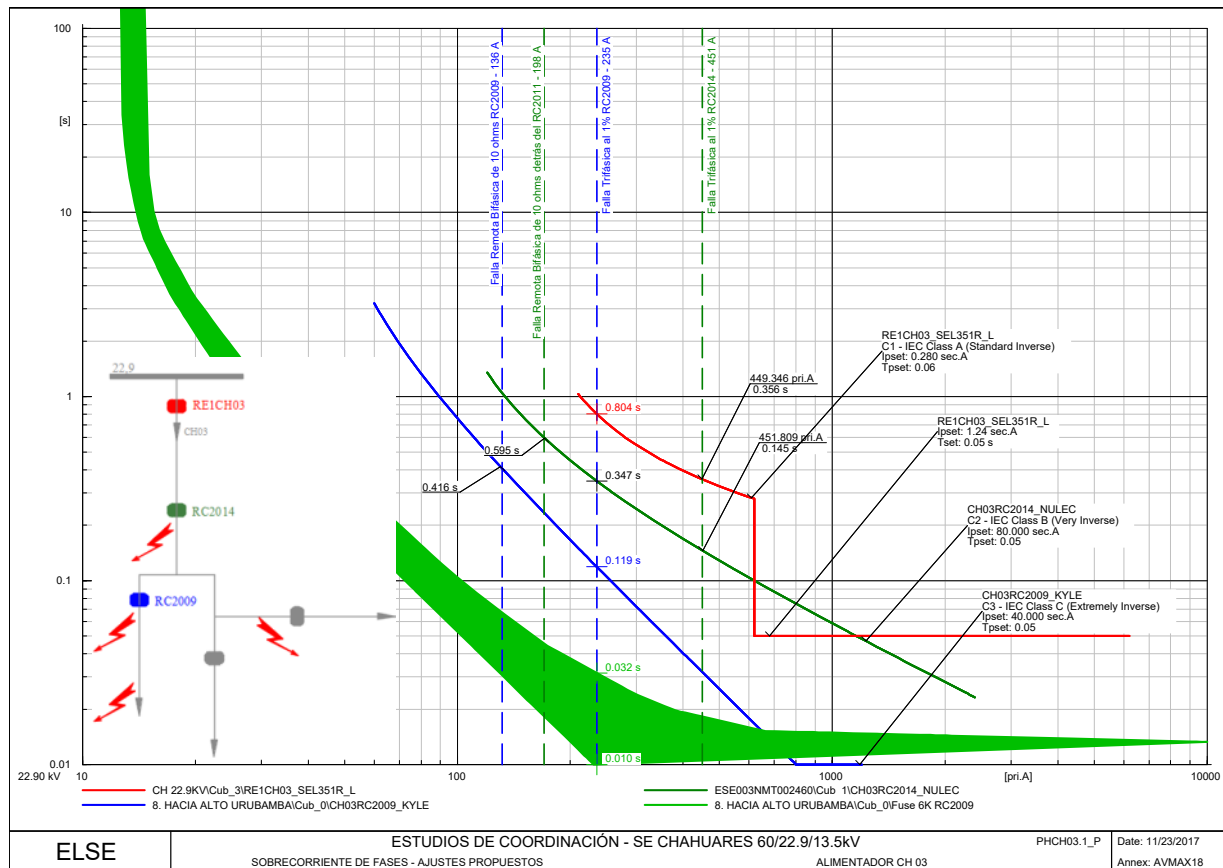
Para una falla monofásica aplicada al 1% del recloser 2069 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH02RC2069, actúa en 199ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH02, actúa en 388 ms.

Además tenemos que para una falla monofásica remota de 50 ohms del recloser 2069 el relé CH02RC2069 es liberada en 387ms

13.5.2 ALIMENTADOR 22.9 KV: CH03

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos



Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2009 la secuencia de operación es la siguiente:

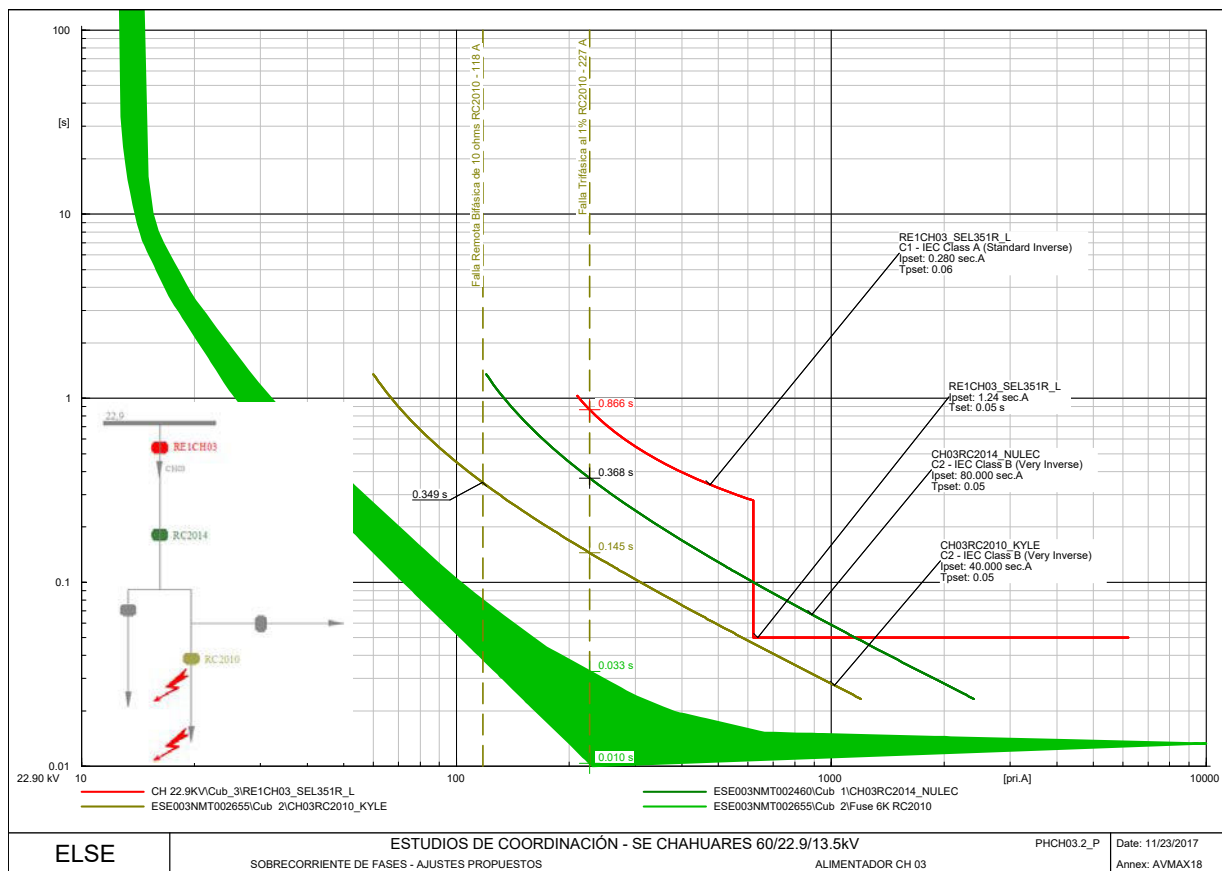
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03SBC2009, actúa en 119 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 347 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 804 ms.

Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2014 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2014, actúa en 145 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 366 ms.

Además tenemos que el relé CH03RC2009 libera una falla remota bifásica aislada en 416ms. Para el relé CH03RC2014 libera una falla bifásica aislada en el punto más lejano detrás del recloser 2011 en 595ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos

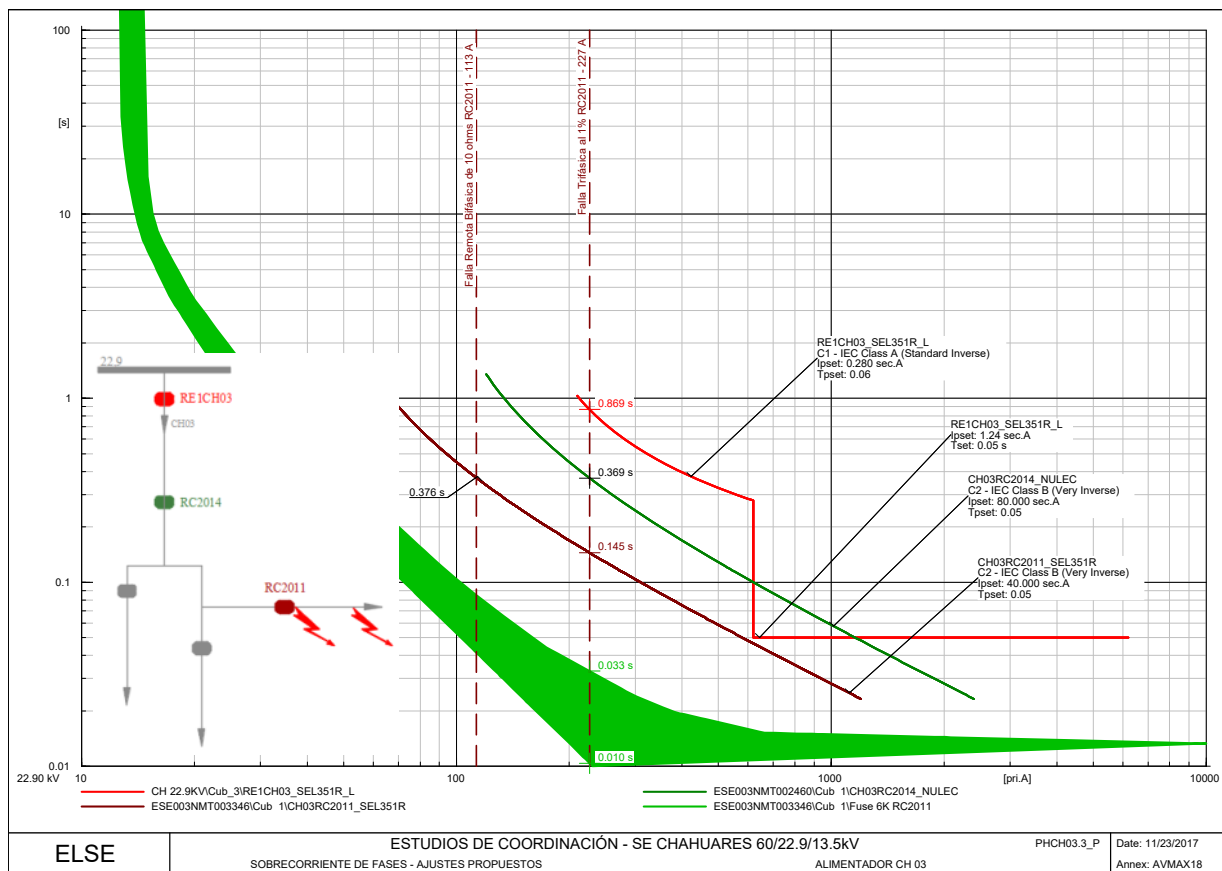


Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2010 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2010, actúa en 145 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 368 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 866 ms.

Además se tiene que el relé CH03RC2010 libera una falla remota bifásica aislada en 349ms.

Protección de sobrecorriente de fases 51/50 – Propuestos

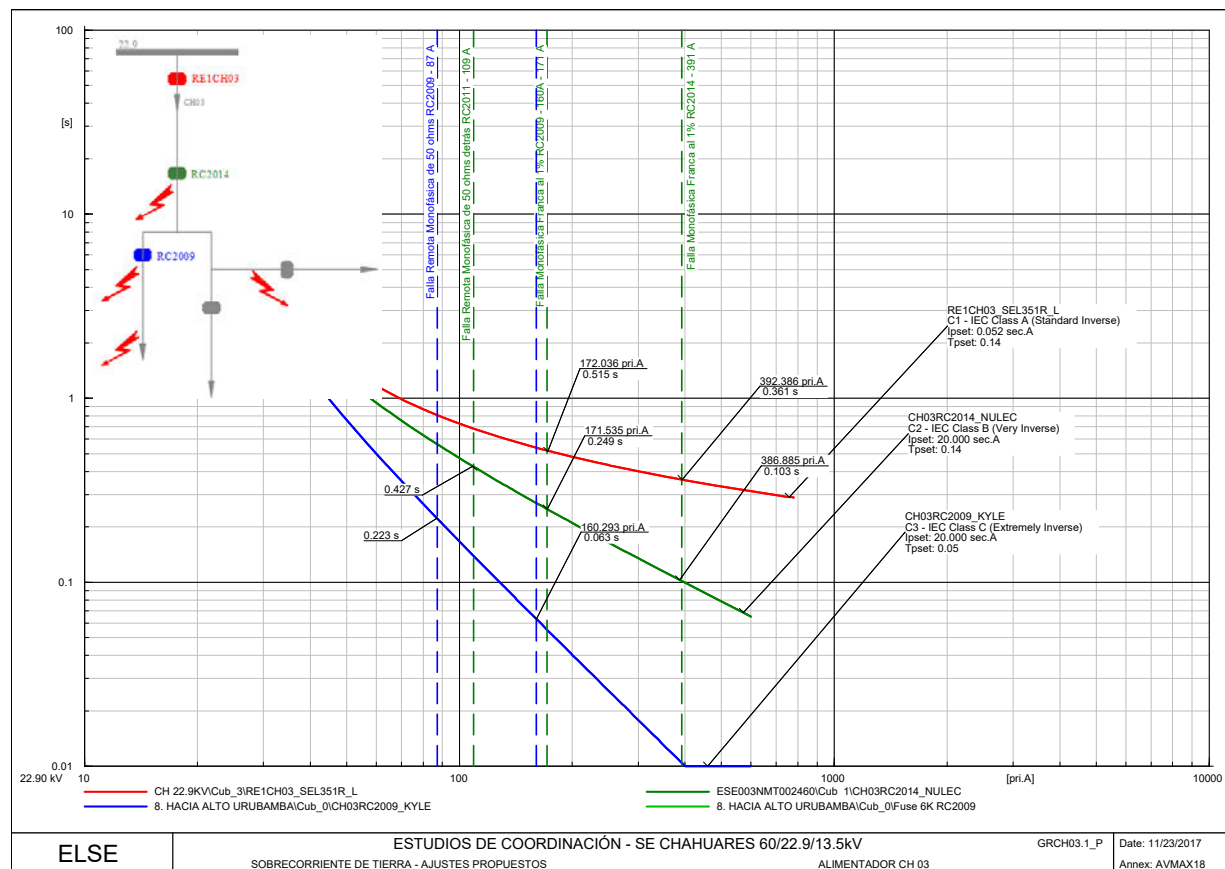


Para una falla trifásica franca aplicada al 1% del recloser 2011 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2011, actúa en 145 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 369 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 869 ms.

Además se tiene que el relé CH03RC2011 libera una falla remota bifásica aislada en 376ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del recloser 2009 la secuencia de operación es la siguiente:

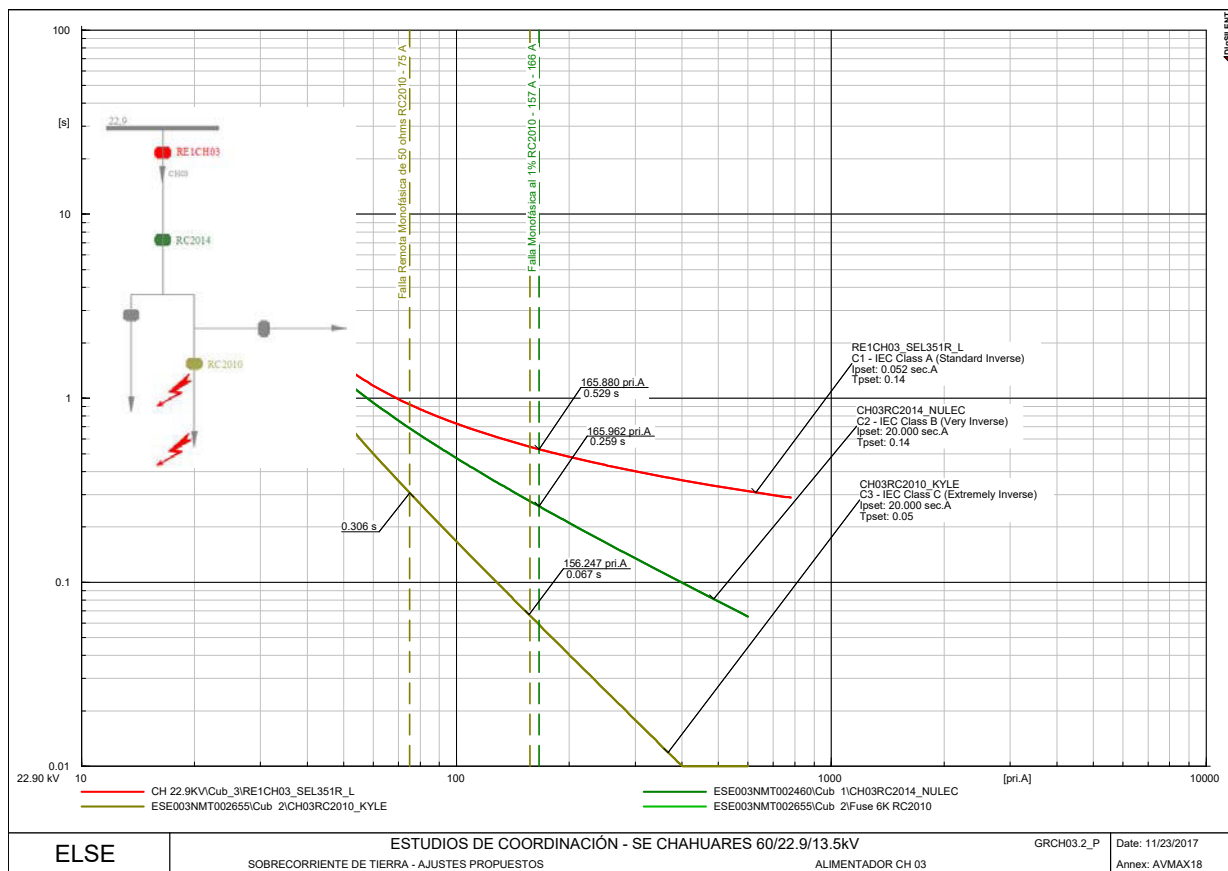
- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2009, actúa en 63 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 249 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 515 ms.

Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del recloser 2009 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2014, actúa en 103 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 361 ms.

Además tenemos que para una falla monofásica remota de 50 ohms del recloser 2009 el relé CH03RC2009 es liberada en 223ms. Para una falla monofásica remota de 50 ohms en el punto más lejano detrás del recloser 2011 es liberada por el relé CH03RC2014 en 427ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos

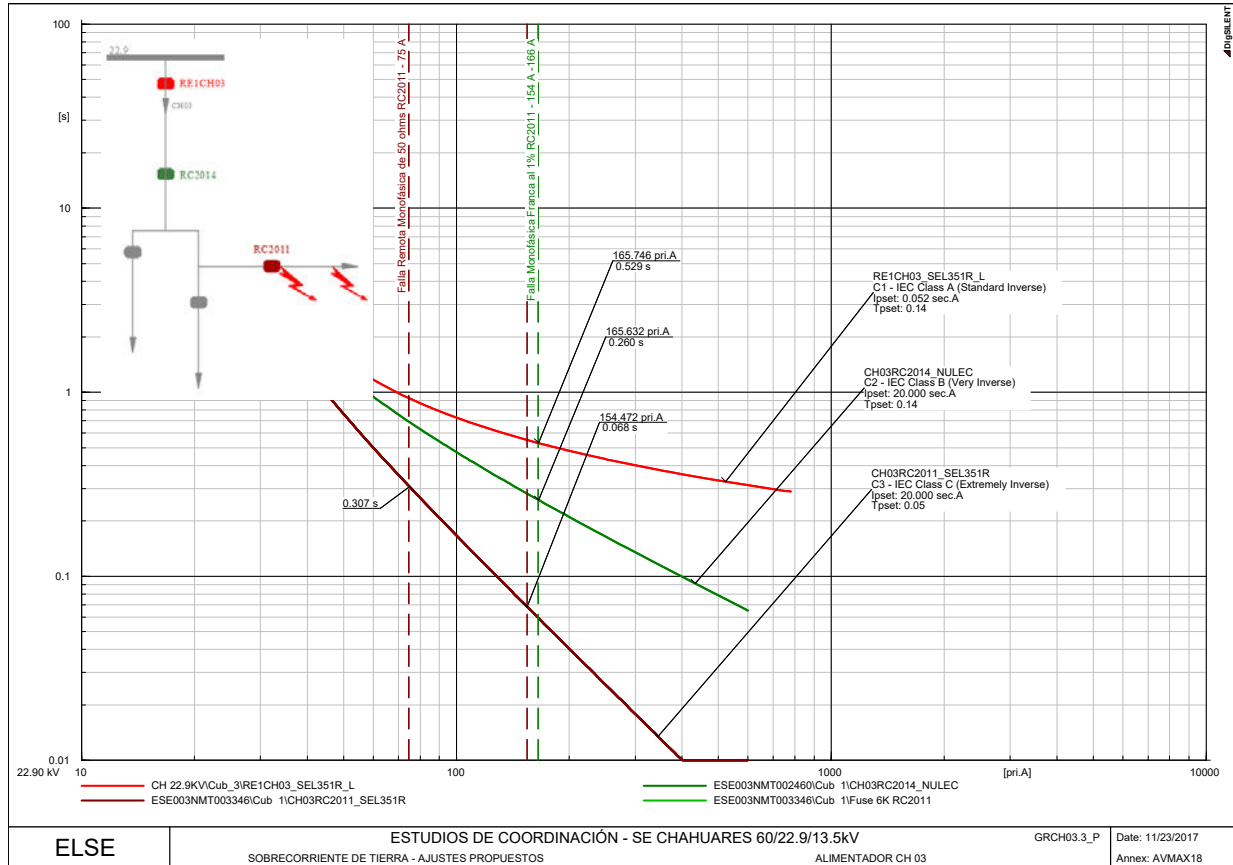


Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del recloser 2009 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2010, actúa en 67 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 259 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 529 ms.

Además tenemos que para una falla monofásica remota de 50 ohms del recloser 2010 el relé CH03RC2010 es liberada en 306ms.

Protección de sobrecorriente de tierra 51N/50N – Propuestos



Para una falla monofásica franca aplicada al 1% del recloser 2011 la secuencia de operación es la siguiente:

- Primero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en relé CH03RC2011, actúa en 68 ms.
- Segundo: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé CH03RC2014, actúa en 260 ms.
- Tercero: El elemento de sobrecorriente de fases habilitado en el relé RE1CH03, actúa en 529 ms.

Además tenemos que para una falla monofásica remota de 50 ohms del recloser 2011 el relé CH03RC2011 es liberada en 307ms

Nro	Zona	Cod. Red	Marca	Modelo	No. Serie	SE	KV(KV)	Circuito Alimentado	Código Interruptor	Fecha de Implementación (dd/mm/yyyy)	Núm. Etapa	Riesgo por Unidad		Riesgo por derivada 1		Demanda Registrada		Demanda Referencia (MW)	Suministrador	Observaciones		
												Anaquep (Hz)	Tiempo (seg)	Anaquep (Hz)	dft1 (Hz)	Tiempo (seg)	Máxima (MW)	Media (MW)	Media (MW)			
1	Zona B	RF-SM-060	SEL	SEL487E	1123130585	S.E. SANTA MARIA	22.9	SM-03	IN-205	31/12/2023	Etapas 1	59.2	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.42	0.252	0.147	0.42	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
2	Zona B	RF-MZ-138	SEL	SEL487E	2008256329	S.E. MAZUJO	22.9	MZ-01	IN-207	31/12/2023	Etapas 1	59.2	0.15	59.8	-1.1	0.2	1.28	0.798	0.441	1.28	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
3	Zona B	RF-TA-005	NOJA POWER	RC-10ES	3.11722E+11	S.E. TAMBURCO	22.9	TA-05	IN-210	31/12/2023	Etapas 1	59.2	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.99	0.594	0.346	0.99	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
4	Zona B	RF-UR-002	SEL	SEL351A	1132680249	S.E. URBAMBA	10	UR-01	IN-199	31/12/2023	Etapas 1	59.2	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.41	0.246	0.143	0.41	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
5	Zona B	RF-CP-060	SEL	SEL487E	1123130582	S.E. CHACAPUENTE	22.9	CP-01	IN-219	31/12/2023	Etapas 1	59.2	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.33	0.198	0.115	0.33	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
6	Zona B	RF-AN-060	SEL	SEL487E	1182560346	S.E. ANDAHUAYLAS	22.9	AN-05	IN-215	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.35	1.89	1.134	0.661	1.89	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
7	Zona B	RF-SM-060	SEL	SEL487E	1123130585	S.E. SANTA MARIA	22.9	SM-02	IN-204	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.203	0.122	0.071	0.203	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
8	Zona B	RF-CA-017	SEL	SEL351A	1132670358	S.E. CACHIMAYO	10.5	CA-02	IN-1867	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.35	1.623	0.974	0.568	1.623	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
9	Zona B	RF-AN-060	SEL	SEL487E	1182560346	S.E. ANDAHUAYLAS	22.9	AN-06	IN-216	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.545	0.327	0.191	0.545	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
10	Zona B	RF-CP-060	SEL	SEL487E	1123130582	S.E. CHACAPUENTE	22.9	CP-02	IN-220	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.35	0.75	0.45	0.262	0.75	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
11	Zona B	RF-MZ-138	SEL	SEL487E	2008256329	S.E. MAZUJO	22.9	MZ-02	IN-208	31/12/2023	Etapas 2	59	0.15	59.8	-1.1	0.2	1.75	1.05	0.612	1.75	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
12	Zona B	RF-TI-001	SEL	SEL487E	2010253463	S.E. TINTAYA	10.5	TI-01	IN-250	31/12/2023	Etapas 3	58.8	0.15	59.8	-1.1	0.2	4.55	2.73	1.592	4.55	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
13	Zona B	RF-HU-033	SEL	SEL487E	1182560303	S.E. HUARO	22.9	HU-04	IN-201	31/12/2023	Etapas 3	58.8	0.15	59.8	-1.1	0.35	1.01	0.606	0.353	1.01	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
14	Zona B	RF-UR-002	SEL	SEL351A	1132680249	S.E. URBAMBA	22.9	UR-04	IN-248	31/12/2023	Etapas 3	58.8	0.15	59.8	-1.1	0.35	1.05	0.63	0.367	1.05	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
15	Zona B	RF-UR-002	SEL	SEL351A	1132680249	S.E. URBAMBA	10	UR-02	IN-140	31/12/2023	Etapas 3	58.8	0.15	59.8	-1.1	0.35	2.88	1.728	1.008	2.88	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
16	Zona B	RF-CH-003	NOJA POWER	RC-10ES	3.11818E+11	S.E. CHUHUARES	22.9	CH-03	IN-229	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.416	0.25	0.146	0.416	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
17	Zona B	RF-PI-004	NOJA POWER	RC-10ES	3.11715E+11	S.E. PISAC	22.9	PI-04	IN-232	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.41	0.246	0.143	0.41	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
18	Zona B	RF-TA-002	SEL	SEL751A	3182570385	S.E. TAMBURCO	13.2	TA-02	IN-121	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	2.325	1.395	0.814	2.325	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
19	Zona B	RF-LL-001	NOJA POWER	RC-10ES	3.11715E+11	S.E. LLUSCO	22.9	LL-01	IN-260	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	1.232	0.739	0.431	1.232	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
20	Zona B	RF-LL-003	NOJA POWER	RC-10ES	3.11715E+11	S.E. LLUSCO	22.9	LL-03	IN-262	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.953	0.572	0.334	0.953	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
21	Zona B	RF-CA-017	SEL	SEL351A	1132670358	S.E. CACHIMAYO	10.5	CA-01	IN-1861	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	2.056	1.234	0.72	2.056	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
22	Zona B	RF-PI-003	NOJA POWER	RC-10ES	3.11718E+11	S.E. PISAC	22.9	PI-03	Q-24	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.245	0.147	0.086	0.245	El equipo que actúa es parte de una derivación de una sección de línea del AMT PI-03	
23	Zona B	RF-CH-002	NOJA POWER	RC-10ES	3.11718E+11	S.E. CHUHUARES	22.9	CH-02	IN-228	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.964	0.578	0.337	0.964	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
24	Zona B	RF-CH-001	NOJA POWER	RC-10ES	3.11718E+11	S.E. CHUHUARES	22.9	CH-01	IN-229	31/12/2023	Etapas 4	58.6	0.15	0	0	0	0.168	0.101	0.059	0.168	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
25	Zona B	RF-QU-013	SEL	SEL351A	1132670356	S.E. QUENCORO	10.5	QU-01	IN-1554	31/12/2023	Etapas 5	58.5	0.15	0	0	0	1.979	1.187	0.693	1.979	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
26	Zona B	RF-QU-013	SEL	SEL351A	1132670356	S.E. QUENCORO	10.5	QU-05	IN-1548	31/12/2023	Etapas 5	58.5	0.15	0	0	0	4.75	2.85	1.662	4.75	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
27	Zona B	RF-QU-013	SEL	SEL351A	1132670356	S.E. QUENCORO	10.5	QU-02	IN-1414	31/12/2023	Etapas 5	58.5	0.15	0	0	0	0.893	0.416	0.243	0.893	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
28	Zona B	RF-UP-001	SEL	SEL751	3182570375	S.E. URUPATA	10	UP-01	IN-116	31/12/2023	Etapas 6	59.5	60	0	0	0	1.05	0.63	0.367	1.05	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	
29	Zona B	RF-CA-017	SEL	SEL351A	1132670358	S.E. CACHIMAYO	10.5	CA-03	IN-1868	31/12/2023	Etapas 6	59.5	60	0	0	0	0.98	0.588	0.343	0.98	EMPRESA ELECTRICIDAD DEL PERU S.A.	

[Volver]