

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE
PROTECCIONES ELÉCTRICAS LÍNEA 2 PLANTA
CEMENTERA**

**AUTORES: CLAUDIO ARANEDA DEL VALLE
EZIO RUIZ MOSCIATTI**

**SEMINARIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE EJECUCIÓN EN
ELECTRICIDAD**

CONCEPCIÓN – CHILE

2015

Índice

ÍNDICE.....	3
RESUMEN	5
PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO	5
OBJETIVO.....	5
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CEMENTO Y DE LA RED ELÉCTRICA	7
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	8
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED ELÉCTRICA.....	9
CAPÍTULO 2: ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS	15
2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 EMPALME EN 12 KV	16
2.3 LÍNEA AÉREA	16
2.4 ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN	18
2.5 PARÁMETROS DE TRANSFORMADORES	19
2.6 PARÁMETROS DE MOTORES	20
2.7 DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS EN P.U	21
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN	22
3.1 ANTECEDENTES	23
3.2 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN	24
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE CORTO CIRCUITOS TRIFÁSICOS.....	26
4.1 FUNDAMENTOS.....	27
4.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO EN BARRAS	28
CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES MEDIANTE ETAP	40
5.1 FUNDAMENTOS.....	41
5.2 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN MEDIANTE SOFTWARE ETAP	41
CAPÍTULO 6: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	62
COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXO A: TRANSFORMADORES.....	66
A.1 IMPEDANCIA DE TRANSFORMADORES	67
A.2 X/R DE TRANSFORMADORES.....	67
ANEXO B: MOTORES	68
B.1 MOTOR SIEMENS 200 kW	69
B.2 MOTOR EMZ 600 kW	70
B.3 MOTOR WEG 1600 kW ROTOR BOBINADO.....	71
ANEXO C: LÍNEA AÉREA	73
C.1 LÍNEA AÉREA NEXANS	74
ANEXO D: ALIMENTADORES DE MT	77
D.1 ALIMENTADORES COCESA.....	78
ANEXO E: INTERRUPTORES	79
E.1 COMPACT NS630H	80

E.2 MASTERPACT NW32.....	82
E.3 MASTERPACT NT06	84
E.4 UNIDAD DE CONTROL MICROLOGIC	85
ANEXO F: RECONECTADORES.....	87
F.1 COOPER POWER SYSTEMS NOVA FORMA 6: S280-70-3S.....	88
F.2 NOJA-533-09: OSM15-079	90
ANEXO G: RELÉS	92
G.1 GENERAL ELECTRIC MULTILIN SR750	93
G.2 GENERAL ELECTRIC MULTILIN SR469	96
G.3 TERMINAL DE LÍNEA ABB REF 541	99

Resumen

En el presente seminario se describen los procedimientos numéricos, asociados al estudio de coordinación de protecciones eléctricas, en el sistema de ampliación de la línea 2 de la planta cementera, ubicada en la zona costera de la Octava Región.

En el Capítulo N°1 se describe en términos generales el proceso de producción de cemento de la planta cementera, describiendo distintas etapas de elaboración del proceso productivo, hasta llegar al producto final que es el cemento; además se realiza una descripción de los diferentes equipos y componentes de la red eléctrica de la ampliación de la línea 2, incluyendo el diagrama unilineal con énfasis en el sistema de protecciones existente.

En el Capítulo N°2 se presenta el cálculo de parámetros de los distintos componentes de la red eléctrica elaborando el circuito de impedancias de secuencia positiva en por unidad (p.u.).

En el Capítulo N°4 se desarrolla el análisis de parámetros de cortocircuito efectuados con cálculos manuales y luego comparados con software ETAP, en donde mediante la comparación se hace un análisis más exacto de los valores.

En el Capítulo N°5 se desarrolla la coordinación de protecciones utilizando el software ETAP, con el cual se puede observar la secuencia de operación de las protecciones involucradas en cada falla trifásica y nos entregara las curvas de este análisis en cartas de coordinación, para el sistema de la Planta Cementera.

Planteamiento del trabajo

El análisis principal del proyecto, es entregar mediante los sistemas de protección una estabilidad y continuidad a la red eléctrica, pero además dar seguridad al proceso productivo, por lo cual es necesario implementar una coordinación del sistema que sea selectiva, confiable y funcional que asegure la continuidad de suministro eléctrico a la planta cementera.

Para el apoyo de cálculos y parámetros empleamos software ETAP.

Objetivo

Analizar los ajustes existentes para las protecciones de sobrecorriente, garantizando selectividad y rapidez de los elementos de protección eléctrica ante fallas trifásicas o sobrecarga de algún equipo o máquina presente en el sistema y sugerir los puntos que deben mejorarse.

El plan de trabajo del presente seminario contempla las siguientes etapas:

- 1.** Descripción general del proceso de producción de cemento.
- 2.** Cálculo de parámetros de la red eléctrica.
- 3.** Estudio y modelamiento de impedancias del sistema, pérdidas y regulación de tensión.
- 4.** Estudio de cortocircuitos en forma manual y empleando el software ETAP.
- 5.** Estudio de coordinación de protecciones existentes empleando software ETAP.
- 6.** Proponer mejoras al sistema actual.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CEMENTO Y DE LA RED ELÉCTRICA

1.1 Descripción del proceso

El proceso de elaboración del cemento se separa en 7 grandes etapas:

Extracción de materias primas: El proceso comienza con la extracción, que se realiza en minas a cielo abierto, mediante perforación o tronaduras en la roca. Allí se extraen las materias que son el yeso, arcilla y cal. Estas rocas son trituradas reduciendo su tamaño de 1,2 mt a 0,46 mm y mediante camiones son enviadas a las plantas de elaboración de cemento.

Recepción y almacenamiento de materias primas: Una vez en la planta, las materias primas se clasifican, se certifican y son almacenadas en bodegas a la espera de su utilización en el proceso.

Molienda de materias primas: En esta etapa, las materias primas que se utilizarán son llevadas a través de correas transportadoras a grandes molinos de bola, reduciendo el material a un polvillo que se le denomina “harina”; es en esta etapa donde se seleccionan las características químicas de la “harina” que se desea obtener. Luego el material es almacenado en silos de crudo para luego ser llevado a los hornos de clinkerización.

Clinkerización: Aquí se producen las reacciones químicas más importantes del proceso. El crudo es calcinado en un horno rotatorio que alcanza temperaturas de 1400°C a 1500°C, así creando un nuevo material llamado Clinker, el cual debe ser enfriado rápidamente para obtener el producto en su punto deseado.

Molienda: El Clinker junto a otras adiciones, como yeso y escoria, es molido en molinos de bola, reduciendo el Clinker a un polvo, que ya en esta etapa se denomina cemento, el cual pasa a un exhaustivo control de calidad.

Envasado: El cemento almacenado en silos, es envasado en sacos de diferentes dimensiones, los cuales son clasificados en pallets, listos para su venta y distribución.

Despacho: El cemento ensacado, es despachado a los diferentes puntos de ventas y el cemento que no es ensacado, se transporta a granel a través de camiones que distribuyen a sub plantas de envasado o directamente a faenas de construcción.

Un diagrama esquemático del proceso de fabricación de cemento se presenta en la Figura 1.1.

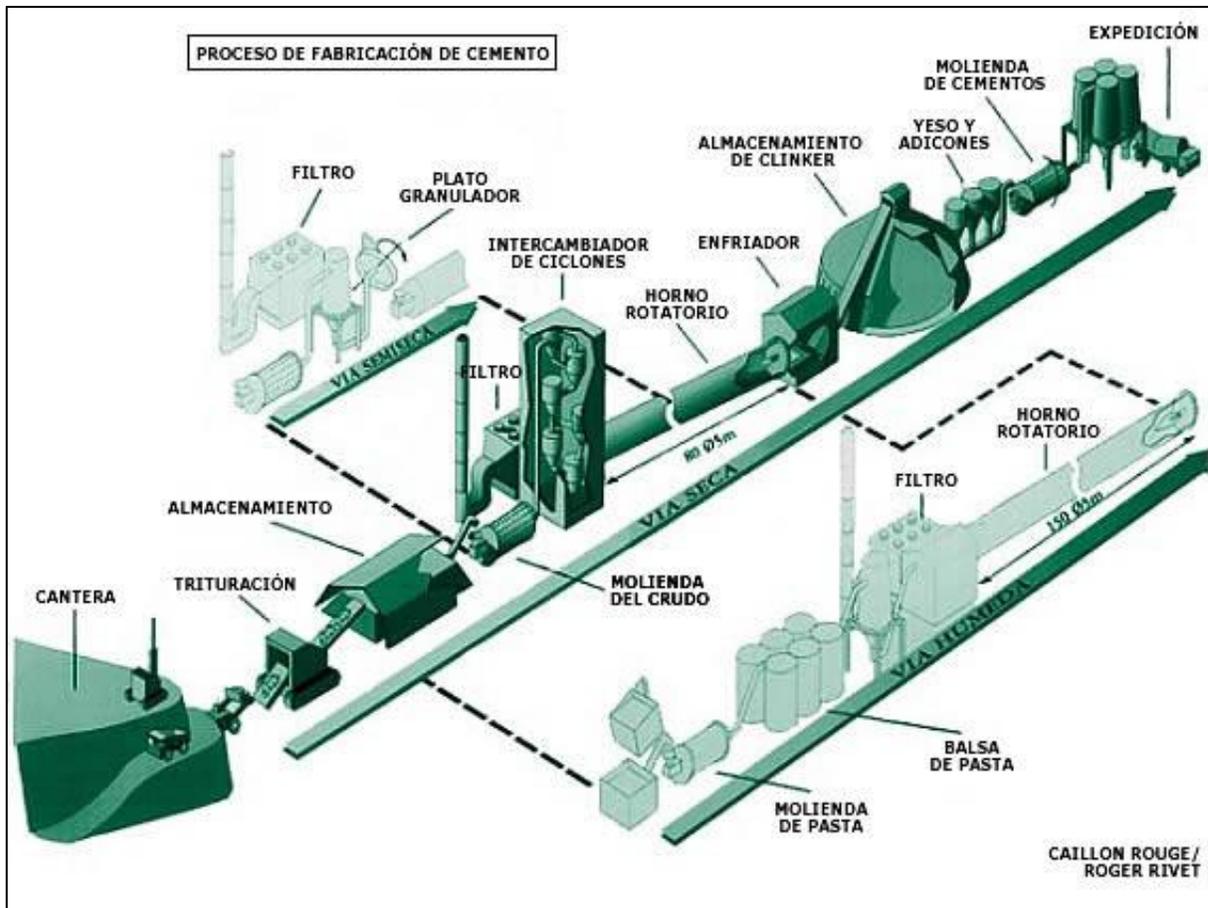


Figura 1.1: Proceso de fabricación del cemento

1.2 Descripción de la red eléctrica

1.2.1 Antecedentes

Para los propósitos de estudio del presente seminario, se contempla analizar una red eléctrica existente, utilizando la información de tamaño y modelo de los principales componentes de la red. En tal sentido, en la Figura 1.2, se presenta el diagrama unilínea simplificado. Cabe destacar que la red presenta tres niveles de tensión, esto es, 12 kV, 6,3 kV y 0,4 kV, con tres transformadores de poder. Los motores de MT, se consideran de potencia constante en BT. Respecto del sistema de protección, se identifican en el empalme dos reconectores, y en la planta se utiliza interruptor de poder, conjunto de contactor – fusible. Contempla en BT Masterpact y relés de la línea Multilin GE modelo SR750 y 469 y relé ABB modelo REF 541.

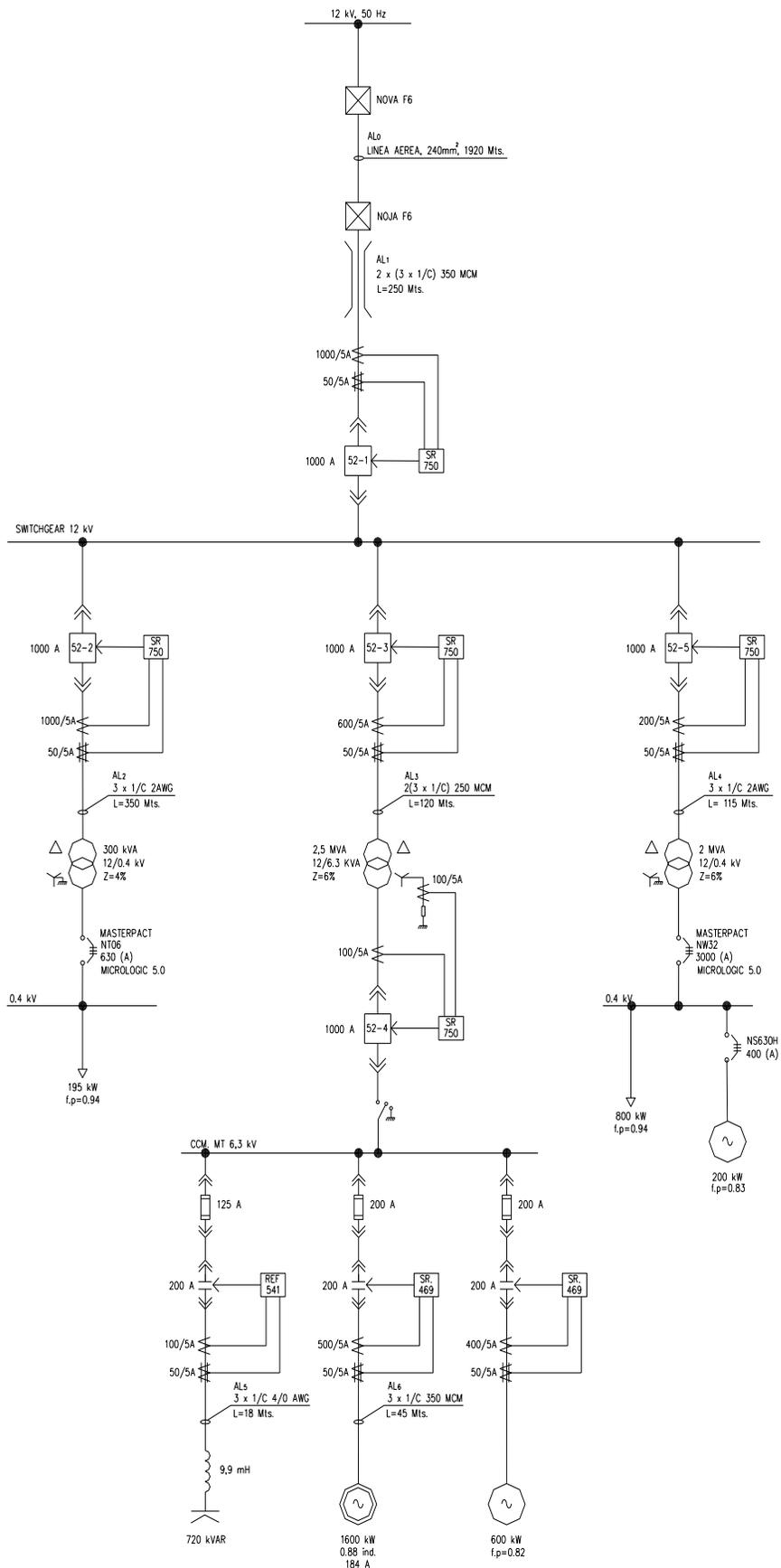


Figura 1.2: Diagrama General Unilínea de la Línea 2 de la Planta

1.2.2 Transformadores

Dentro de la red eléctrica de la planta, se indentifican tres transformadores de poder y cuyos datos de placa se resumen en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Datos de Transformadores

Designación	Potencia (MVA)	Tensión (kV)		Impedancia	
		Primario	Secundario	Z(pu)	X/R
T ₁	0,3	12	0,4	4	3,09
T ₂	2,5	12	6,3	6	10,67
T ₃	2	12	0,4	6	7,098

Para la determinación de los parámetros de impedancia de los transformadores se ha utilizado la información de tablas normalizadas, las cuales se adjuntan en Anexo A.

1.2.3 Alimentadores de Media Tensión

Con referencia al diagrama unilineal de la figura 1.2 se identifican cinco alimentadores en una tensión de 12 kV y dos alimentadores en una tensión de 6,3 kV. En tal sentido, en la Tabla 1.2 se presentan los datos técnicos más relevantes de cada conductor.

Tabla 1.2: Datos Alimentadores de Media Tensión

Designación	Tensión (kV)	Calibre	Aislación	Tipo	Longitud (m)
Línea Aérea AL ₀	12	253,35 mm ² (500 MCM)	Desnudo	3 x 1/c	1920
AL ₁	12	177,4 mm ² (350 MCM)	PVC 133% NA	2 x (3 x 1/c)	250
AL ₂	12	33,6 mm ² (2AWG)	PVC 133% NA	3 x 1/c	350
AL ₃	12	126,7 mm ² (250 MCM)	PVC 133% NA	2 x (3 x 1/c)	120
AL ₄	12	33,6 mm ² (2AWG)	PVC 133% NA	3 x 1/c	115
AL ₅	6,3	107,2 mm ² (4/0 AWG)	PVC 133% NA	3 x 1/c	18
AL ₆	6,3	177,4 mm ² (350 MCM)	PVC 133% NA	3 x 1/c	45

1.2.4 Motores

Se identifican tres motores, dos motores alimentados desde el centro de control de motores (CCM) en una tensión de servicio de 6,3 kV, y un motor alimentado desde la Barra "B₄" con una tensión de servicio de 0,4 kV.

En la Tabla 1.3, se presentan los datos técnicos más relevantes de cada motor.

Tabla 1.3: Datos de Motores

Designación	Tipo	Partida	Potencia		Tensión (kV)	Factor de Potencia	Rend. %
			kVA	kW			
M ₁	Inducción	Directa	241	200	0,4	0,83	95,63
M ₂	Inducción	Directa	1818	1600	6,3	0,88	93,98
M ₃	Inducción	Directa	732	600	6,3	0,82	93,4

Para los parámetros de los motores se ha empleado información de documentos técnicos, los cuales se presentan en el Anexo B.

Cabe destacar que en las barras B₄ y B₂ existe una variedad de motores trifásicos de BT así como la instalación de un banco de condensadores para corregir el factor de potencia. No obstante, para los propósitos del estudio, se ha considerado una demanda de energía eléctrica constante y se representa por una potencia activa y reactiva controlada con magnitud definida por la planta.

En la Tabla 1.4 se resumen los datos de las cargas descritas.

Tabla 1.4: Datos de Cargas adicionales

Designación	Potencia		Tensión (kV)	Factor de Potencia
	kVA	kW		
C ₁	207	195	0,4	0,94
C ₂	851	800	0,4	0,94

1.2.5 Sistema de Protecciones Eléctricas

Con referencia al diagrama unilineal de la figura 1.2, se indentifican equipos de protección en MT y BT. Es así que en la Tabla 1.5 se describen las principales características de los equipos de protección en MT.

Tabla 1.5: Datos de Relés de Protección

Descripción	Designación	Modelo	Marca	T/C Fase	T/C Residual
Relé Alimentador	R1	SR-750	GENERAL ELECTRIC	1000/5A	50/5A
Relé T ₁	R2	SR-750	GENERAL ELECTRIC	1000/5A	50/5A
Relé T ₂	R3	SR-750	GENERAL ELECTRIC	600/5A	50/5A
Relé T ₃	R4	SR-750	GENERAL ELECTRIC	200/5A	50/5A
Relé CCM	R5	SR-750	GENERAL ELECTRIC	100/5A	100/5A
Relé Condensador	R6	REF-541	ABB	100/5A	50/5A
Relé M ₂	R7	SR-469	GENERAL ELECTRIC	500/5A	50/5A
Relé M ₃	R8	SR-469	GENERAL ELECTRIC	400/5A	50/5A

Por otra parte, respecto de las protecciones de BT, las principales características se resumen en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6: Datos de Interruptores de Baja Tensión

Descripción	Designación	Tensión (kV)	Modelo	Marca	Unidad Protección
Interruptor C1	I-C1	0,4	NT06	SCHNEIDER ELECTRIC	Micrologic 5.0 E
Interruptor C2	I-C2	0,4	NW32	SCHNEIDER ELECTRIC	Micrologic 5.0 E
Interruptor C3	I-C3	0,4	NS630H	SCHNEIDER ELECTRIC	-

Con referencia a la Tabla 1.6, es importante destacar que las unidades de protección presentan tres zonas de protección, las que se muestran en la tabla 1.7.

Tabla 1.7: Datos de Rango de Operación de Unidad Micrologic 5.0E

Descripción	Designación	Potencia		
		Largo Retardo I_r	Corto Retardo I_{sd}	Instantánea I_i
Relé Interruptor I-C1	RM-C1	0,4 – 1 I_n	1,5 – 10 I_r	2 – 15 I_n
Relé Interruptor I-C2	RM-C2	0,4 – 1 I_n	1,5 – 10 I_r	2 – 15 I_n

Para los propósitos del estudio de coordinación de protecciones, se contempla calcular únicamente la función de protección 50/51, razón por la cual en el presente seminario sólo se contempla la falla trifásica. Al respecto, en el Capítulo 5 se describen los ajustes de la unidad 50/51 de cada relé.

CAPÍTULO 2: ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

2.1 Antecedentes

En el presente capítulo se describen los procedimientos para determinar los parámetros de los componentes de la red eléctrica. En tal sentido, se realiza el cálculo en por unidad de los parámetros sobre la base de 10 MVA.

Cabe destacar que el presente seminario se analizan los ajustes de protección sólo para falla trifásica, razón por la cual, sólo se determinan los parámetros de secuencia positiva.

2.2 Empalme en 12 kV

Al analizar las características del empalme, la información proporcionada por la empresa indica una potencia de corto circuito trifásico de 273 MVA con una relación X/R de 2,6. Así, para una potencia base de 10 MVA, la impedancia Z_E del empalme viene dada por:

$$Z_E = \frac{S_{base}}{S_{cc3\phi}} = \frac{10MVA}{273MVA} = 0,037 \text{ p.u.}$$

Por otro lado, se tiene:

$$Z_E = \sqrt{R_E^2 + X_E^2} = R_E \times \sqrt{1 + \frac{X_E^2}{R_E^2}}$$

Despejando:

$$R_E = \frac{Z_E}{\sqrt{1 + \frac{X_E^2}{R_E^2}}} = \frac{0,037}{\sqrt{1 + 2,6^2}} = 0,0133 \text{ p.u.}$$

Luego, la impedancia de secuencia positiva del empalme viene dada por:

$$Z_E = 0,0133 + j 0,0345 \text{ p.u.}$$

2.3 Línea Aérea

Con referencia al diagrama unilineal de la figura 1.2, el suministro de energía eléctrica de la planta cementera, se realiza vía una línea aérea en 12 kV (identificada por AL₀), de aluminio desnudo NEXANS AAAC de 253,42 mm² (500 MCM), nombre comercial Zinnia, con 19 hebras de aleación AL 6201.

Considerando la información técnica del fabricante (Anexo C), en la Tabla 2.1, se resumen los datos más relevantes.

Tabla 2.1: Información de Línea Aérea

Parámetro	Valor
Radio medio geométrico	0,0078 metros
Resistencia a 75°C y 60 Hz	0,1585 Ω/Km
Capacidad térmica	635 Amperes

Por otro lado la topología de la línea descrita en la figura 2.1, la reactancia inductiva está dada por:

$$X_{AL0} = 2\pi f \times 4,605 \times 10^{-4} \log \left(\frac{DMG}{RMG} \right) \left[\frac{\Omega}{Km} \right]$$

Donde RMG corresponde al radio medio geométrico y DMG es la distancia media geométrica

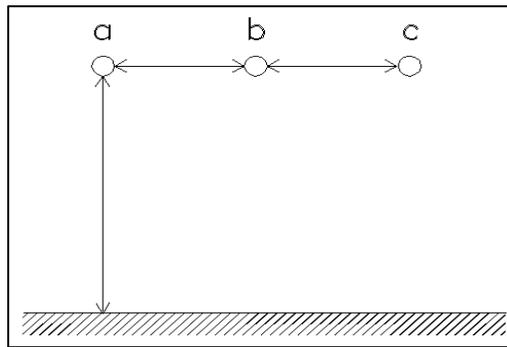


Figura 2.1: Disposición de Conductores en la Línea Aérea

Así, la distancia media geométrica DMG queda definida por:

$$DMG = \sqrt[3]{D_{ab} * D_{bc} * D_{ca}} = \sqrt[3]{1,2 * 1,2 * 2,4} = 1,512 \text{ mt}$$

Por tanto para una frecuencia de 50 Hz, la reactancia inductiva aproximada resulta ser:

$$X_{AL0} = 2\pi f \times 4,605 \times 10^{-4} \log \left(\frac{1,512}{0,0078} \right) [\Omega/Km] = 0,33 [\Omega/km].$$

Considerando la longitud de la línea de 1920 metros, la impedancia total de la línea es:

$$Z_{AL0} = 0,30432 + j 0,6336 (\Omega).$$

Luego, al considerar la potencia base de 10 MVA y voltaje base de 12 kV, la impedancia base es 14,4 Ω, y la impedancia en por unidad de la línea resulta ser:

$$Z_{ALO} \frac{0,30432 + j 0,6336 (\Omega)}{14,4 (\Omega)} = 0,021 + j 0,044 p. u.$$

2.4 Alimentadores de Media Tensión

Con referencia a la Tabla 1.2, se identifican 6 alimentadores monopolares del tipo XAT de 8 kV y 15 kV con nivel de aislación del 133%, cuyas características se presentan en el Anexo D. Así, al considerar el alimentador AL₁ de dos conductores de cobre por fase y sección de 350 MCM, su resistencia queda expresada por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\rho * L}{S_{cond.}} (\Omega) \qquad R = \frac{0,018 * 250m}{177mm^2} = 0,02542(\Omega)$$

Dado que este alimentador presenta dos conductores por fase, la resistencia total es la mitad del valor de una línea.

$$R = \frac{0,02542(\Omega)}{2} = 0,01271(\Omega)$$

Por otro lado, de la Tabla D.2 del Anexo D, la reactancia inductiva del conductor de cobre para ductos no metálicos, para un cable XAT-133% NA de 15 kV, resulta ser de 0,134 ohm/km. Mediante el cálculo de radio medio geométrico (RMG), se obtendrá el valor total de la reactancia para dos conductores en paralelo.

Diámetro externo del conductor (d): 36,43 mm

Radio medio geométrico del conductor: 6,53 mm

Entonces:

K= constante

$$X = k \times \log \frac{d}{RMG_H} \qquad 0,134 = k \log \frac{36,43(mm)}{6,53(mm)} \qquad k = \frac{0,134}{\log \frac{36,43 (mm)}{6,53 (mm)}} = 0,179$$

Luego el radio medio geométrico del conductor, esta expresado por:

RMG_H: Radio medio geometrico de la hebra

D: Distancia entre conductores

Entonces:

$$RMG = \sqrt{RMG_H \cdot D} \qquad RMG = \sqrt{6,53(mm) \cdot 36,43(mm)} = 15,4(mm)$$

$$X = 0,179 \log \frac{36,43(mm)}{15,4(mm)} = 0,0669 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Como el largo del conductor es 250 m, entonces, la reactancia del conductor es:

$$X_L = 0,0669 \left(\frac{\Omega}{km} \right) \times 0,25(km) = 0,0167 (\Omega)$$

Como la tensión de línea es 12 kV, la impedancia base resulta ser 14,4 Ω . Por lo tanto, la impedancia por unidad está dada por:

$$Z_{AL1} = \frac{0,01271 + j 0,0167}{14,4} = 0,000883 + j 0,00116 \text{ (pu)}$$

Realizando un procedimiento similar para los restantes cinco alimentadores, los valores de impedancia en Ω y en p.u, se resumen en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: Parámetros de Alimentadores

Alimentador	Z (Ω)	Z (p.u)
AL ₀	0,30432 + j 0,6336	0,021 + j 0,044
AL ₁	0,01271 + j 0,0167	0,000883 + j 0,00116
AL ₂	0,1875 + j 0,0602	0,01302 + j 0,00418
AL ₃	0,0085 + j 0,00837	0,00059 + j 0,00058
AL ₄	0,0616 + j 0,01978	0,0009 + j 0,00137
AL ₅	0,00302 + j 0,00259	0,00076 + j 0,00065
AL ₆	0,00302 + j 0,00259	0,00076 + j 0,00065

2.5 Parámetros de Transformadores

Al considerar el cálculo de parámetros de los transformadores, con referencia a los datos descritos en la tabla 1.1, para el transformador T₁ la impedancia en base propia es de un 4% con relación X/R de 3,09. Así, la resistencia en base propia resulta ser:

$$R_{T1} = \frac{z_{r1}}{\sqrt{1 + \left(\frac{X}{R}\right)^2}} = \frac{0,04}{\sqrt{1 + (3,09)^2}} = 0,0123 \text{ p.u.}$$

Luego, la impedancia en base propia está dada por:

$$Z_{T1} = 0,0123 + j 0,038 \text{ p.u.}$$

Así, al emplear la potencia base de 10 MVA, es necesario realizar un cambio de base, esto es:

$$Z_{T1} = (0,0123 + j 0,038) \times \frac{10MVA}{0,3 MVA} = 0,41 + j 1,267 \text{ p.u.}$$

Empleando un procedimiento similar para los otros dos transformadores, en la tabla 2.3 se resumen los parámetros en por unidad de los tres transformadores.

Tabla 2.3: Parámetros de Transformadores

Transformador	Z (p.u) Base Propia	Z (p.u) Base 10 MVA
T ₁	0,0123 + j 0,038	0,41 + j 1,27
T ₂	0,0056 + j 0,0598	0,0224 + j 0,2388
T ₃	0,00837 + j 0,0594	0,0419 + j 0,297

2.6 Parámetros de Motores

En la determinación de parámetros de los motores y considerando la información de la tabla 1.3, se ha utilizado la base de datos disponible en el software ETAP. Así, para el motor de inducción M₁, la reactancia estimada de ½ ciclo es 14,788% con una relación de X/R = 20,046. Con estos datos la resistencia del motor viene dada por:

$$R_{M1} = \frac{0,14788}{20,046} = 0,007377 \text{ p.u.}$$

Luego la impedancia del motor en base propia resulta ser:

$$Z_{M1} = 0,007377 + j 0,14788 \text{ p.u.}$$

Luego la impedancia del motor en base 10 MVA viene dada por:

$$Z_{M1} = (0,007377 + j 0,14788) \times \frac{10 \text{ MVA}}{0,252 \text{ MVA}} = Z_{M1} = 0,2927 + j 5,87 \text{ p.u.}$$

Empleando un procedimiento similar para los otros dos motores, en la tabla 2.4 se resumen los parámetros en base propia y en base de 10 MVA.

Tabla 2.4: Parámetros de Motores

Motor	Z (p.u) Base Propia	Z (p.u) Base 10 MVA
M ₁	0,007368 + j 0,14788	0,2927 + j 5,87
M ₂	0,007677 + j 0,15694	0,0397 + j 0,811
M ₃	0,0144 + j 0,18103	0,184 + j 2,31

2.7 Diagrama de Impedancias en P.U

Determinados los parámetros de cada uno de los componentes de la red eléctrica, y con referencia al diagrama unilíneal de la figura 1.2, se construye el diagrama de impedancias en p.u, el que se presenta en la figura 2.2.

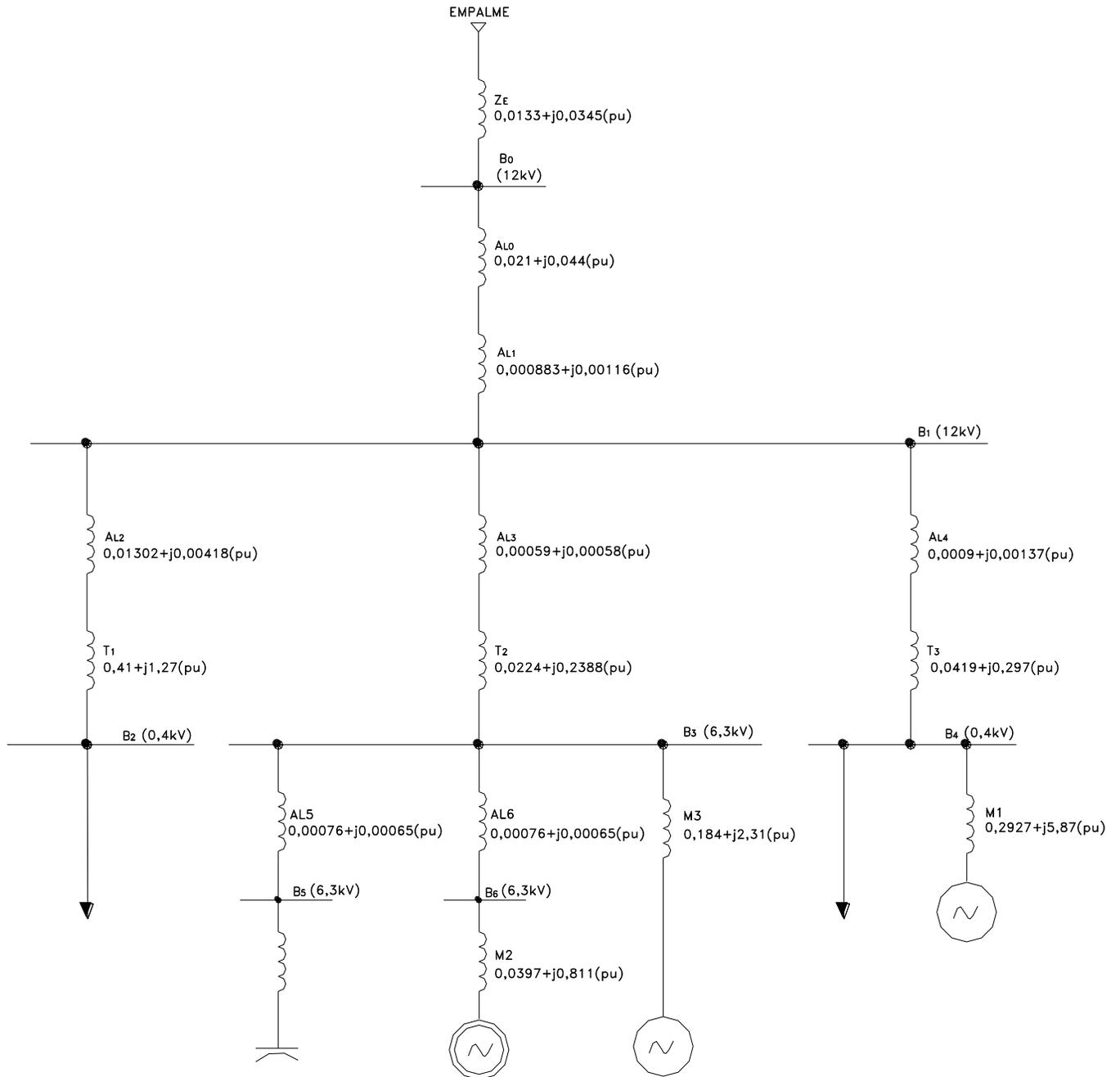


Figura 2.2: Diagrama Unilíneal de Impedancias en P.U.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN

3.1 Antecedentes

En base a los antecedentes descritos de la red eléctrica en estudio, es posible identificar 4 puntos donde analizar la regulación de tensión, ubicados en los tramos:

- Tramo 1 desde Empalme 12 kV (Barra “B₀”) – Barra “B₁” 12 kV (Switchgear)
- Tramo 2 desde Barra “B₁” 12 kV (Switchgear) – Barra “B₂” 0,4 kV
- Tramo 3 desde Barra “B₂” 12 kV (Switchgear) – Barra “B₃” 6,3 kV (CCM)
- Tramo 4 desde Barra “B₃” 12 kV (Switchgear) – Barra “B₄” 0,4 kV

Para tal efecto, el cálculo de la regulación de tensión viene dado por:

$$(V_n - V_r) * V_r = R * P + X * Q$$

Donde:

V_n : Voltaje de la cabecera del alimentador

V_r : Tensión de regulación

R: Resistencia del conductor en Ω

X: Reactancia inductiva del conductor en Ω

P: Potencia activa del tramo medido en MW

Q: Potencia reactiva del tramo medido en MVAR.

Con referencia al diagrama unilineal de la Figura 1.2, en la Tabla 3.1, se resumen las potencias transferidas en cada tramo de la red eléctrica que corresponde a la sumatoria de las cargas al final de cada línea (consumos de máquinas y cargas estáticas).

Tabla 3.1: Levantamiento de cargas en alimentadores de red eléctrica

Descripción	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Potencia Activa (kW)	3395	195	2200	1000
Potencia Reactiva (kVAR)	1092,63	70,78	562,5	459,35
Impedancia (Ω)	$AL_0 + AL_1$ 0,31703 + j 0,6503	AL_2 0,1875 + j 0,0602	AL_3 0,0085 + j 0,00837	AL_4 0,0616 + j 0,01978

Con referencia a los tramos 2, 3, y 4 se desprecia la caída de tensión en los transformadores, empleando la relación de transformación nominal de cada transformador para determinar la tensión secundaria.

3.2 Cálculo de Caída de Tensión

Al considerar el cálculo de regulación de tensión en el tramo 1, que comprende entre la Barra B₀ y la Barra B₁, participan los alimentadores AL₀ + AL₁ con una carga total de 3395 kW y 1092,63 kVAR. Luego, la tensión en la barra B₁ viene definida por:

$$(12 - V_r) * V_r = R * P + X * Q = (0,31703 * 3,395) + (0,6503 * 1,093) = 1,79$$

Luego:

$$V_r = \frac{12 + \sqrt{12^2 - 4 * 1,79}}{2} = 11,849 \text{ kV}$$

Considerando una variación del $\pm 5\%$ respecto de la tensión nominal de 12 kV, la tensión debe fluctuar entre 11,4 kV y 12,6 kV. En consecuencia, dado que la tensión es 11,849 kV se verifica el cumplimiento de la regulación de tensión en la barra B₁ (Switchgear en 12 kV)

Por otra parte al evaluar la regulación de tensión en el tramo 2, la carga es 195 kW con un factor de potencia de 0,93. Luego considerando la potencia de 195 kW y 70,72 kVA, con una tensión de referencia de 11,849 kV, la tensión en el primario del transformador T₁ resulta ser:

$$(11,849 - V_r) * V_r = R * P + X * Q = (0,1875 * 0,195) + (0,0602 * 0,07072) = 0,0408$$

Luego:

$$V_r = \frac{11,849 + \sqrt{11,849^2 - 4 * 0,0408}}{2} = 11,846 \text{ kV}$$

Así, al emplear la relación de transformación del transformador, la tensión en la barra B₂ viene dada por:

$$V_r = 11,846 \times \frac{0,4}{12} = 395 \text{ kV}$$

Considerando una variación de $\pm 7,5\%$ se verifica el cumplimiento de la regulación de tensión en la barra B₂.

En relación a la regulación de tensión en el tramo 3, la carga asociada es 2200 kW y 562,5 kVA. Así, al considerar la impedancia del alimentador AL₃ de 0,0085 + j 0,00837 (Ω), para una tensión de referencia de 11,849 kV, la tensión esperada en el primario del transformador T₂ viene dada por:

$$(11,849 - V_r) * V_r = R * P + X * Q = (0,0085 * 2,2) + (0,00837 * 0,5625) = 0,0234$$

Luego:

$$V_r = \frac{11,849 + \sqrt{11,849^2 - 4 * 0,0234}}{2} = 11,847 \text{ kV}$$

Así, al emplear la relación de transformación del transformador, la tensión en la barra B₃ viene dada por:

$$V_r = 11,847 \times \frac{0,4}{12} = 395 \text{ kV}$$

Considerando una variación de ± 7,5%, se verifica el cumplimiento de la regulación de tensión en la barra B₃.

Finalmente, al evaluar la regulación de tensión en el tramo 4, la carga es 1000 kW y 459,35 kVA. Luego incorporando la impedancia del alimentador AL₄ de 0,0616 + j 0,01978 (Ω), para una tensión de referencia de 11,849 kV, la tensión esperada en el primario del transformador T₃ resulta ser:

$$(11,849 - V_r) * V_r = R * P + X * Q = (0,0616 * 1) + (0,01978 * 0,4594) = 0,071$$

Luego:

$$V_r = \frac{11,849 + \sqrt{11,849^2 - 4 * 0,071}}{2} = 11,843 \text{ kV}$$

Así, al emplear la relación de transformación del transformador, la tensión en la barra B₄ resulta ser:

$$V_r = 11,843 \times \frac{6,3}{12} = 6,22 \text{ kV}$$

Considerando una variación de ± 7,5%, se verifica el cumplimiento de la regulación de tensión en la barra B₄.

De acuerdo al análisis realizado, en la Tabla 3.4 se resumen los valores de tensión obtenidos.

Tabla 3.4: Resumen de Regulación de Tensión en Alimentadores

TRAMO	TENSIÓN OBTENIDA EN EL TRAMO (kV)	REGULACIÓN %
1	11,849	1,01 %
2	11,846	1,28 %
3	11,847	1,275 %
4	11,843	1,31 %

Con los datos obtenidos, se verifica que la regulación de tensión en barras, se encuentra dentro de los rangos permitidos por la norma Chilena.

CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE CORTO CIRCUITOS TRIFÁSICOS

4.1 Fundamentos

El cálculo de corto circuito, permite estimar la cantidad de corriente que circulará por los dispositivos al ocurrir una falla. Así, al emplear el cálculo en por unidad, la corriente de cortocircuito trifásica viene dada por:

$$I_{f_{3\phi}} \text{ (p.u)} = \frac{1}{Z_{eq}}$$

Donde Z_{eq} es la impedancia equivalente en p.u. vista desde el punto de falla. Así con referencia al diagrama unilineal de la figura 2.2, en la figura 4.1 se presenta el diagrama de impedancias en p.u, identificando los puntos de falla a evaluar.

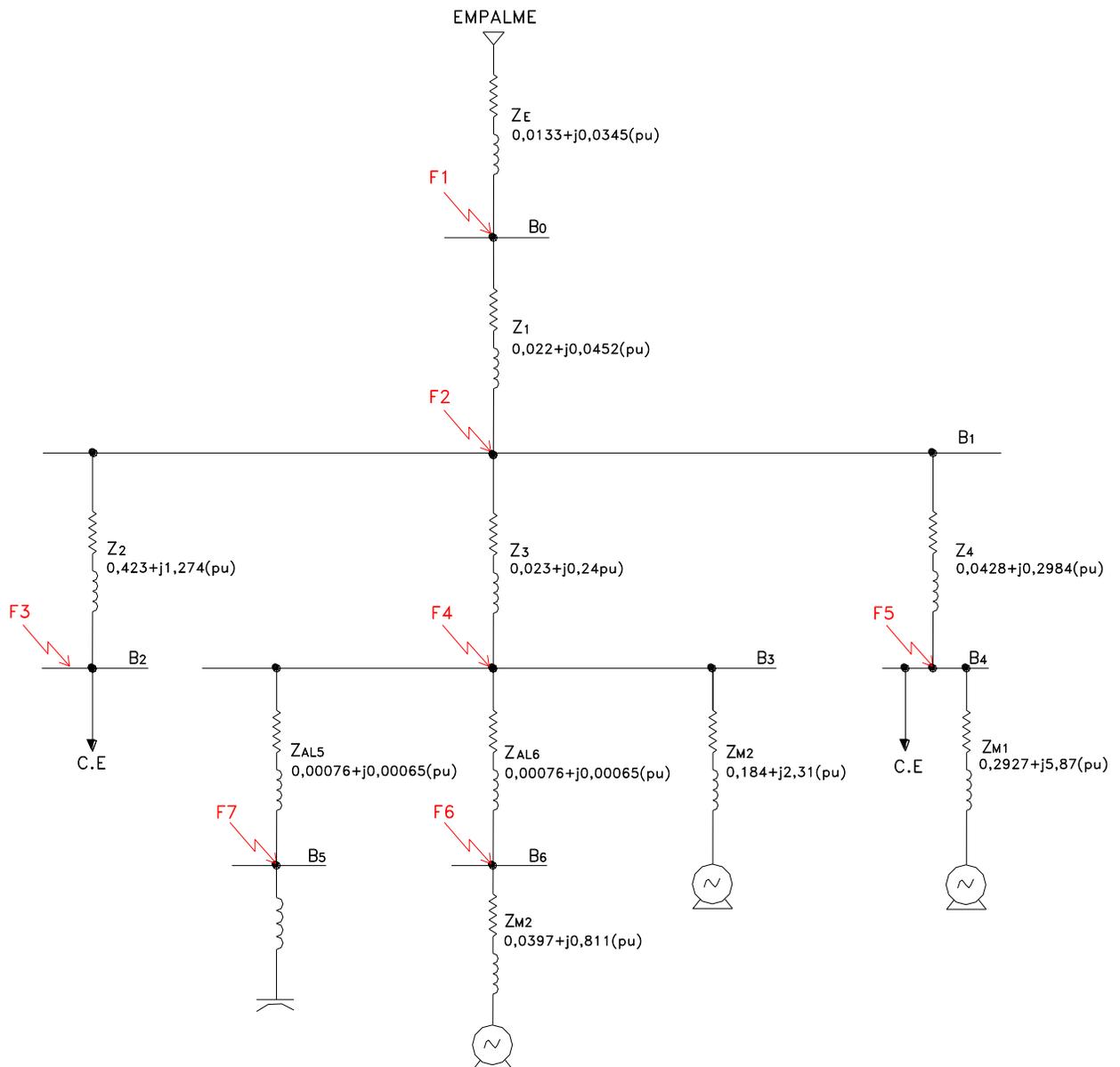


Figura 4.1: Diagrama de Puntos de Falla en Estudio

4.2 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barras

Con referencia al diagrama de la figura 4.1, a continuación se describe el cálculo de cortocircuito trifásico, que considera el análisis de falla en régimen permanente, es decir, sin considerar el aporte de los motores. Esto se debe a que para este valor de corriente de falla, es que se realiza el ajuste o estudio de protecciones eléctricas.

Para simplificar la expresión de cálculo, se establece una reducción de impedancias, definiendo las siguientes impedancias:

$$\begin{aligned} Z_E &= 0,0133 + j 0,0345 \text{ p.u.} \\ Z_1 &= AL_0 + AL_1 = 0,022 + j 0,0452 \text{ p.u.} \\ Z_2 &= AL_2 + T_1 = 0,423 + j 1,274 \text{ p.u.} \\ Z_3 &= AL_3 + T_2 = 0,023 + j 0,24 \text{ p.u.} \\ Z_4 &= AL_4 + T_3 = 0,0428 + j 0,2984 \text{ p.u.} \\ Z_{AL5} &= 0,00076 + j 0,00065 \text{ p.u.} \\ Z_{AL6} &= 0,00076 + j 0,00065 \text{ p.u.} \end{aligned}$$

4.2.1 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B₀ (F₁)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B₀, con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.2, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E = 0,0133 + j 0,0345 \text{ p.u.}$$

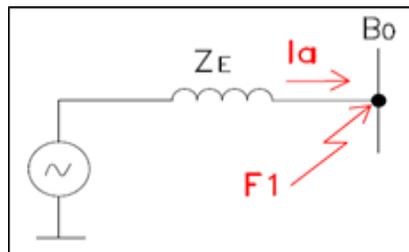


Figura 4.2: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₁

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₀ resulta ser:

$$I_{F1} = \frac{1 \angle 0^\circ}{(0,0133 + j 0,0345)} = 27,045 \angle -68,92^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₀ se encuentra en la zona de 12 kV, la corriente base resulta ser de 481,12 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F1} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 13,01 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F_1 , en la Figura 4.3 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

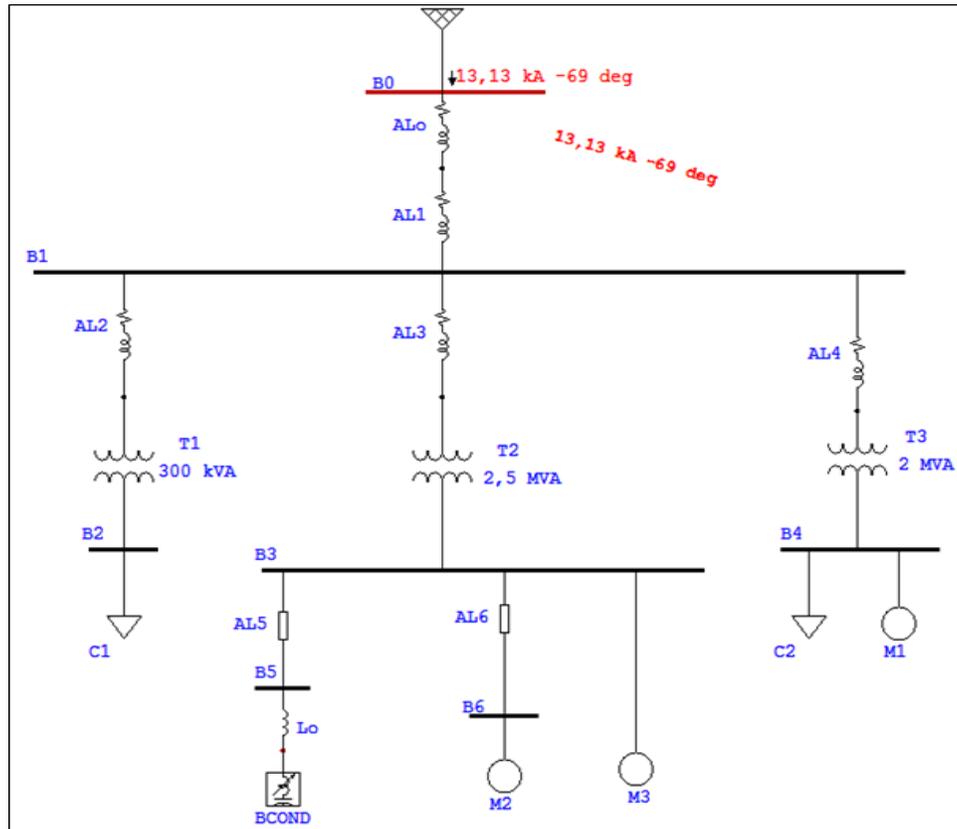


Figura 4.3: Análisis falla F_1 en Barra B_0 mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.2 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B_1 (F_2)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B_1 , con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.4, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = (Z_E + Z_1) = 0,0353 + j 0,0797 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 0,087 \angle 66,1^\circ \text{ p.u.}$$

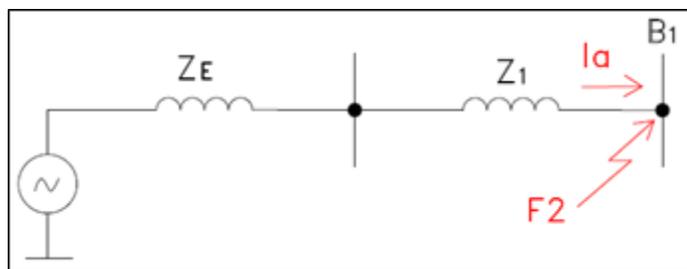


Figura 4.4: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₂

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₁ resulta ser:

$$I_{F2} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,087 \angle 66,1^\circ} = 11,47 \angle -66,1^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₁ se encuentra en la zona de 12 kV, la corriente base resulta ser de 481,12 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F2} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 5,52 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F₂, en la Figura 4.5 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

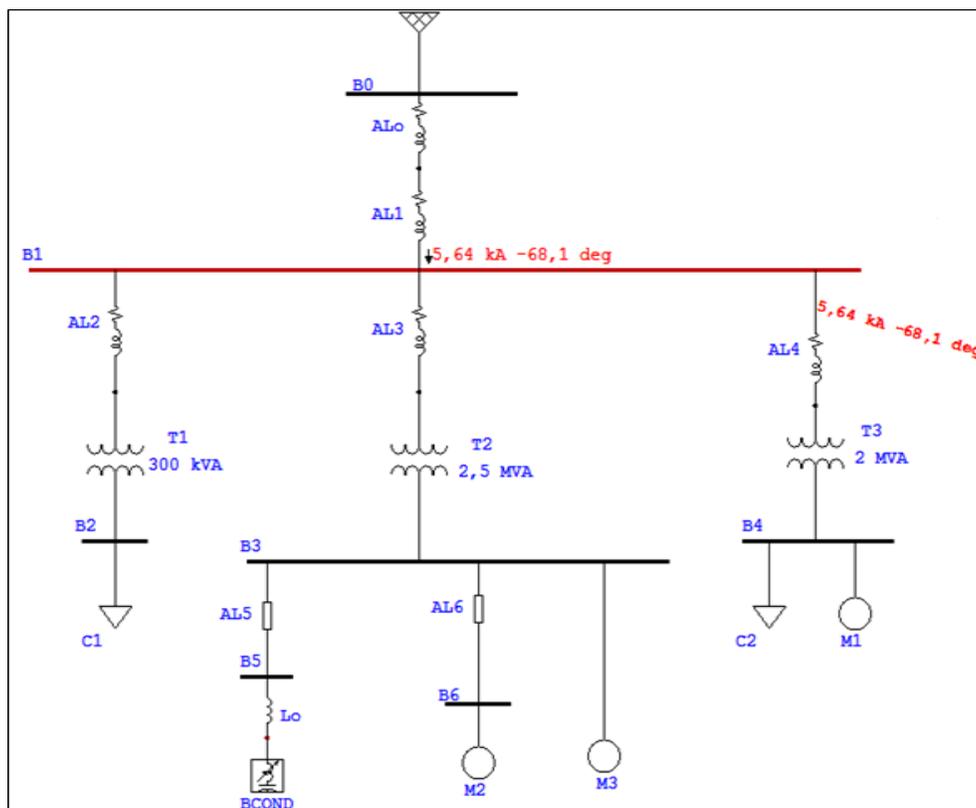


Figura 4.5: Análisis falla F₂ en Barra B₁ mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.3 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B₂ (F₃)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B₂, con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.6, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E + Z_1 + Z_2 = 0,458 + j 1,354 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 1,43 \angle 71,3^\circ \text{ p.u.}$$

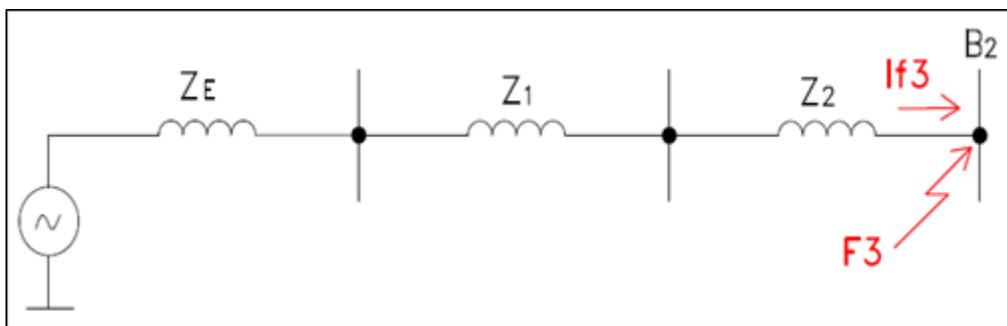


Figura 4.6: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₃

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₂ resulta ser:

$$I_{F3} = \frac{1 \angle 0^\circ}{1,43 \angle 71,3^\circ} = 0,7 \angle -71,3^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₂ se encuentra en la zona de 0,4 kV, la corriente base resulta ser de 14.433,76 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F3} = I_{CC} \text{ (p.u)} \times I_b = 10,09 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F₃, en la figura 4.7 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

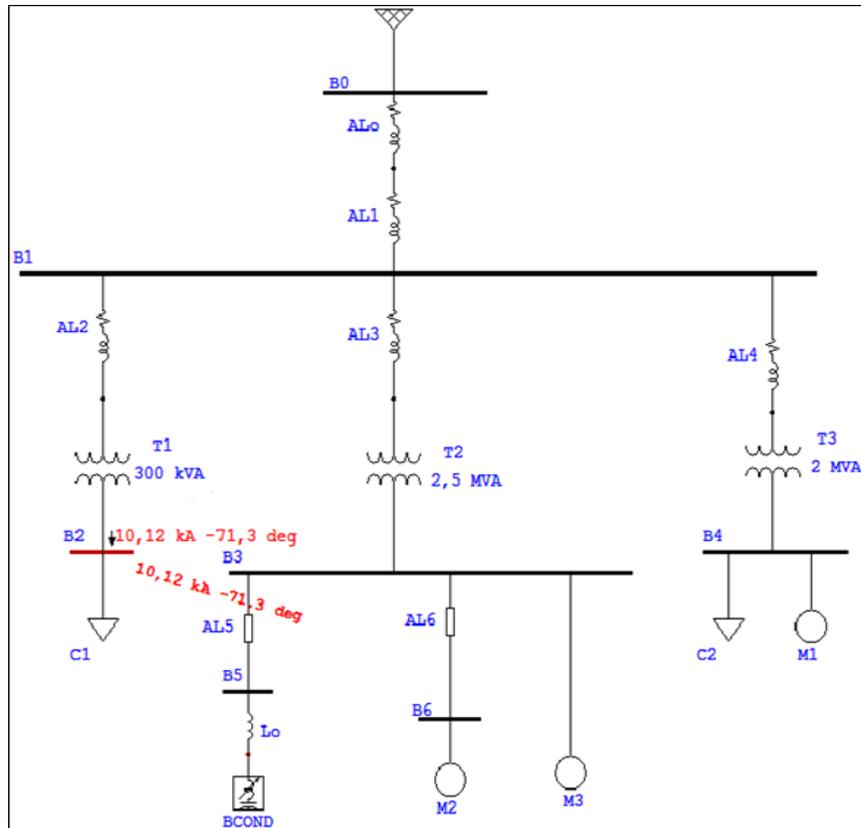


Figura 4.7: Análisis falla F_3 en Barra B_2 mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.4 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B_3 (F_4)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B_3 , con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.8, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E + Z_1 + Z_3 = 0,0583 + j 0,3197 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 0,325 \angle 79,7^\circ \text{ p.u.}$$

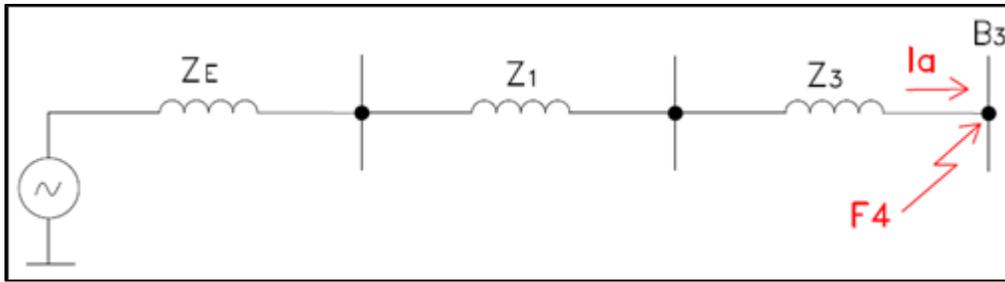


Figura 4.8: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F_4

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B_3 resulta ser:

$$I_{F4} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,325 \angle 79,7^\circ} = 3,08 \angle -79,7^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B_3 se encuentra en la zona de 6,3 kV, la corriente base resulta ser de 916,42 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F4} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 2,82 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F_4 , en la figura 4.9 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

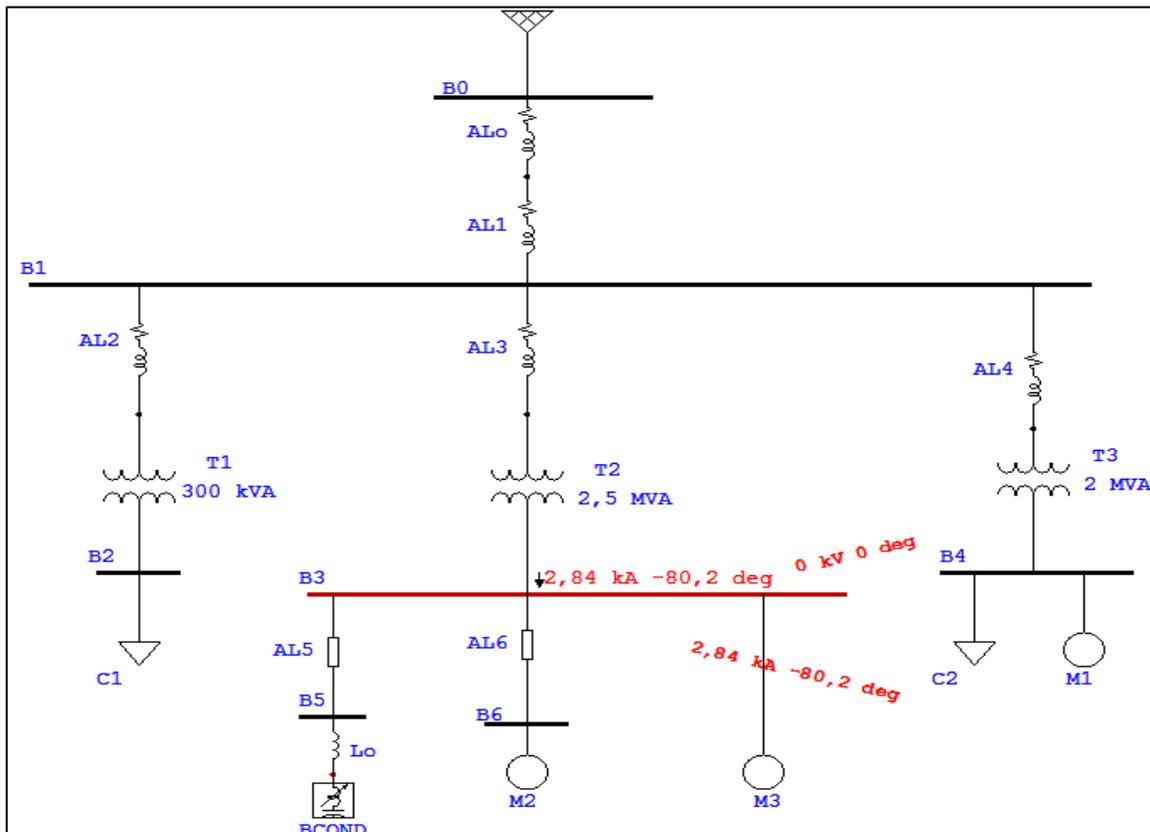


Figura 4.9: Análisis falla F_4 en Barra B_3 mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.5 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B₄ (F₅)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B₄, con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.10, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E + Z_1 + Z_4 = 0,0781 + j 0,3781 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 0,386 \angle 78,3^\circ \text{ p.u.}$$

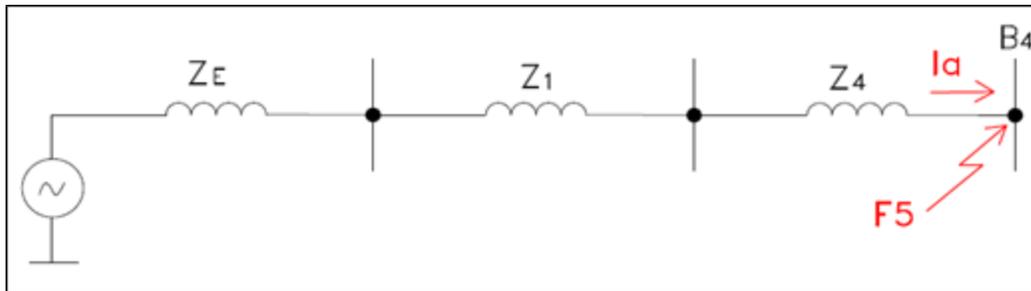


Figura 4.10: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₅

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₄ resulta ser:

$$I_{F5} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,386 \angle 78,3^\circ} = 2,59 \angle -78,33^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₄ se encuentra en la zona de 0,4 kV, la corriente base resulta ser de 14.433,76 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F5} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 37,38 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F₅, en la figura 4.11 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

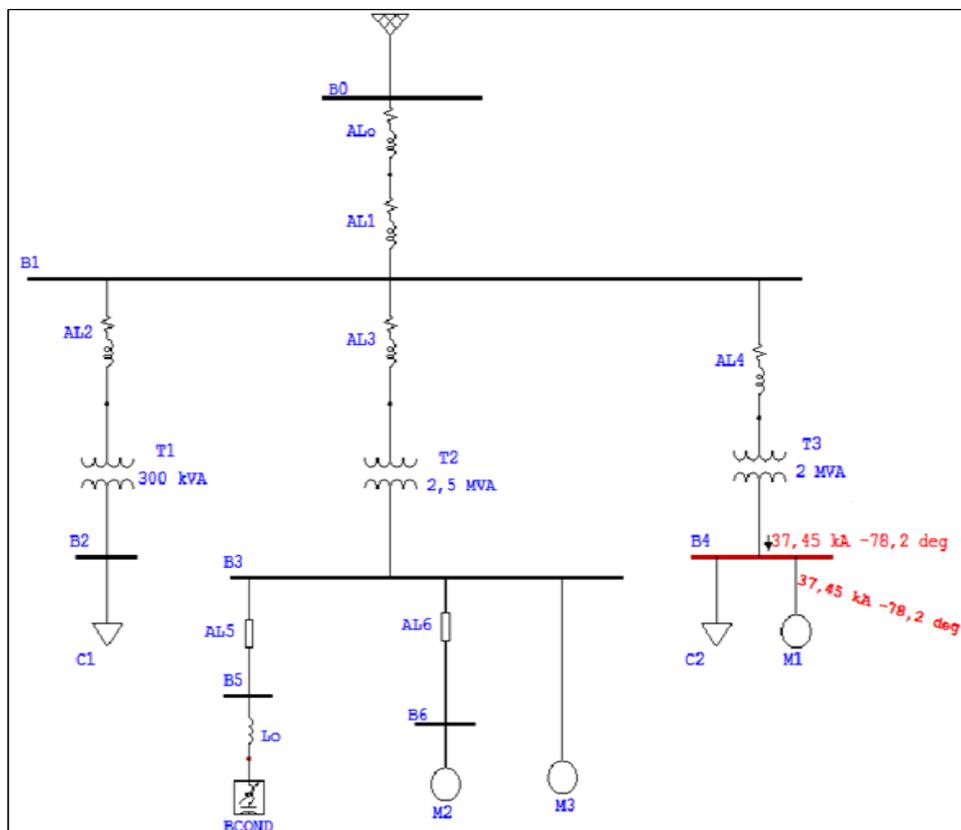


Figura 4.11: Análisis falla F₅ en Barra B₄ mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.6 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B₆ (F₆)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B₆, con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.12, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E + Z_1 + Z_3 + Z_{AL6} = 0,05906 + j 0,3204 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 0,326 \angle 79,55^\circ \text{ p.u.}$$

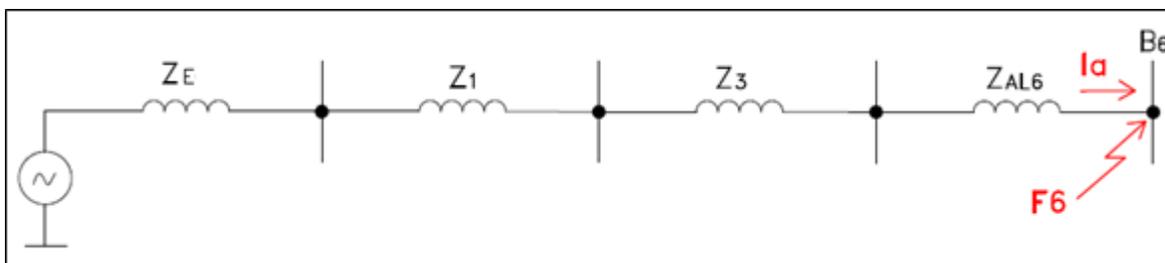


Figura 4.12: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₆

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₆ resulta ser:

$$I_{F6} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,326 \angle 79,55^\circ} = 3,07 \angle -79,55^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₆ se encuentra en la zona de 6,3 kV, la corriente base resulta ser de 916,42 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F6} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 2,81 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F₆, en la figura 4.13 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

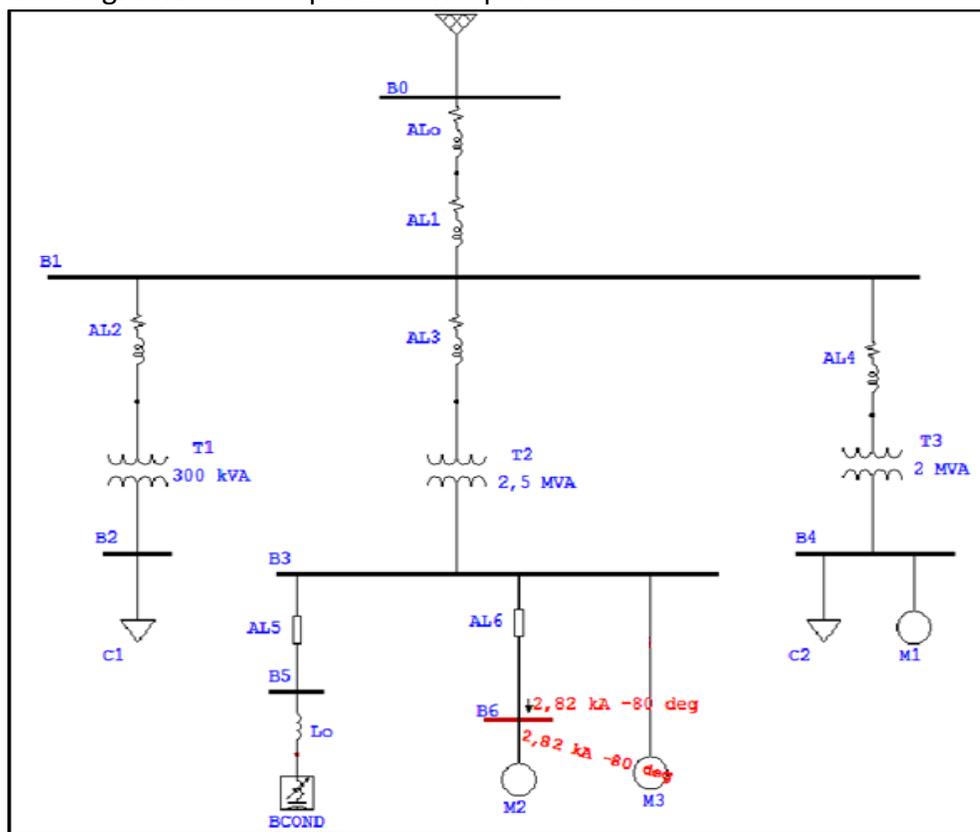


Figura 4.13: Análisis falla F₆ en Barra B₆ mediante ETAP

Del análisis comparativo, es posible verificar la coincidencia entre los resultados entregados por ambos procedimientos, tanto para la corriente de falla, como en las magnitudes de los aportes a la falla.

4.2.7 Cálculo de Cortocircuito Trifásico en Barra B₅ (F₇)

Para el cálculo de cortocircuito en la Barra B₅, con referencia al diagrama de impedancias de la figura 4.1, utilizando el circuito equivalente simplificado de la Figura 4.14, se obtiene que la impedancia equivalente en por unidad resulta ser:

$$Z_{eq} = Z_E + Z_1 + Z_3 + Z_{AL5} = 0,05906 + j 0,3204 \text{ p.u.}$$

$$Z_{eq} = 0,326 \angle 79,55^\circ \text{ p.u.}$$

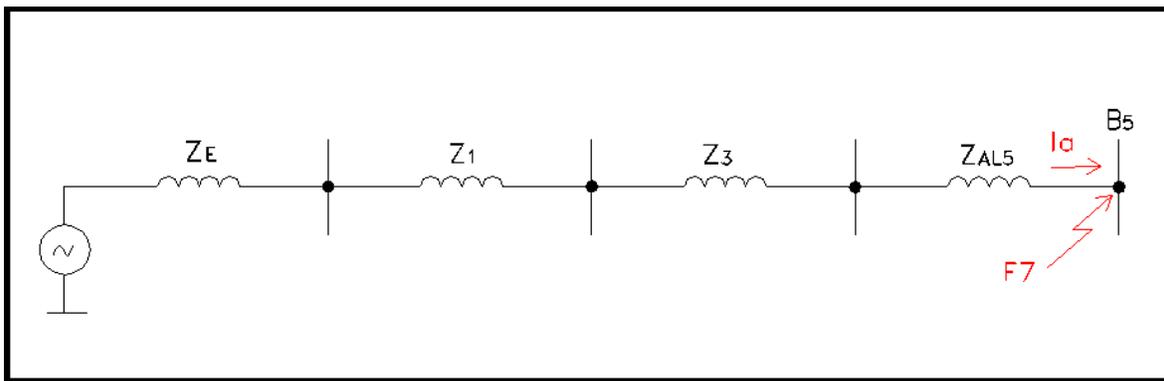


Figura 4.14: Circuito Equivalente Simplificado para Falla F₇

Luego, la corriente de falla trifásica en por unidad en la barra B₅ resulta ser:

$$I_{F7} = \frac{1 \angle 0^\circ}{0,326 \angle 79,55^\circ} = 3,07 \angle -79,55^\circ \text{ p.u.}$$

Puesto que la Barra B₅ se encuentra en la zona de 6,3 kV, la corriente base resulta ser de 916,42 (A) por lo cual, las magnitudes de corriente de falla en amperes vienen dadas por:

$$I_{F7} = I_{CC} (\text{p.u.}) \times I_b = 2,81 \text{ (kA)}$$

Mediante el uso de software ETAP para el análisis de la falla F₇, en la figura 4.15 se muestra el diagrama con los aportes correspondientes:

Tabla 4.1: Resumen Comparativo de Cortocircuitos Trifásicos en Barras

Barras	Tensión (kV)	Icc Trifásico Calculado (kA)	Icc Trifásico ETAP (kA)
Barra B ₀	12	13,01	13,1
Barra B ₁	12	5,52	5,64
Barra B ₂	0,4	10,09	10,12
Barra B ₃	6,3	2,82	2,84
Barra B ₄	0,4	37,38	37,45
Barra B ₆	6,3	2,81	2,82
Barra B ₅	6,3	2,81	2,83

Con respecto a la Tabla 4.1, se verifica que los resultados obtenidos mediante el cálculo en detalle, coinciden con los entregados por el software ETAP.

CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES MEDIANTE ETAP

5.1 Fundamentos

Las protecciones eléctricas están destinadas a brindar seguridad a las personas y equipos involucrados en un sistema eléctrico, es por este motivo por el cual deben ser selectivas y rápidas a la hora de actuar ante alguna falla o anomalía que presente la red, de manera de proporcionar seguridad y continuidad de suministro.

La coordinación es el método conocido mediante el cual se ajustan las protecciones para actúen y/o protejan equipos frente a anomalías estimadas mediante el cálculo o el uso de software. Dentro de los software destacados se encuentra ETAP, que es el que se utiliza en el presente seminario.

5.2 Análisis de Coordinación Mediante Software ETAP

Se realiza la inspección en terreno de los elementos de protección, con el fin de obtener los parámetros a los cuáles están ajustados. Los parámetros obtenidos del levantamiento en terreno se resumen en la Tabla 5.1. Además, mediante la ayuda del software ETAP, se comprueba que los ajustes de las protecciones eléctricas dan protección a los elementos del sistema (curvas de daño de equipos y alimentadores).

Tabla 5.1: Resumen de Parámetros de Ajuste de Protecciones

Descripción	Designación	Modelo	Ajuste
Reconectador	NOVA F6	S280-70-3S	Form 6 Curva KYLE 163 230 A DIAL 1
Reconectador	NOJA F6	OSM15-079	RCO1 ANSI EXT. INV. 200 A DIAL 0,5
Relé Alimentador	R1	SR-750	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 200 A M = 3 PICKUP 50: 2000 A
Relé T ₁	R2	SR-750	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 15 A M = 2 PICKUP 50: 50 A
Relé T ₂	R3	SR-750	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 120 A M = 4 PICKUP 50: 1200 A

Relé T ₃	R4	SR-750	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 100 A M = 1 PICKUP 50: 1000 A
Relé CCM	R5	SR-750	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 250 A M = 4 PICKUP 50: 1800 A
Relé Condensador	R6	REF-541	ANSI VE. INV. PICKUP 51: 70 A LEVER 1 PICKUP 50: 1000 A
Relé M ₂	R7	SR-469	FLA: 160 A CURVA STD 2 UNIDAD 50: DH
Relé M ₃	R8	SR-469	FLA: 60 A CURVA STD 3 UNIDAD 50: DH
Interruptor C1	I-C1	NT06	I _r = 0,7 x I. nominal Tr = 4 (s) I _{sd} = 6 x I _r I ² t = off T _{sd} = 0,4 I _i = 5 x I. nominal
Interruptor C2	I-C2	NW32	I _r = 1 x I. nominal Tr = 6 (s) I _{sd} = 8 x I _r I ² t = off T _{sd} = 0,3 I _i = 5 x I. nominal
Interruptor C3	I-C3	NS630H	I _r = 0,8 x I. nominal Tr = 4 (s) I _{sd} = 6 x I _r I ² t = off T _{sd} = 0,4 I _i = 5 x I. nominal

Una vez realizado el levantamiento de ajustes, se procede a analizar como se comporta este ajuste frente a las fallas mínimas (30 ciclos) calculadas en el Capítulo 4, poniendo énfasis en la selectividad y tiempos de operación.

5.2.1 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₀

Con referencia al análisis de falla trifásica en la barra B₀, en la figura 5.1 se presenta el diagrama unilineal extraído de software ETAP, donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas según los ajustes de la Tabla 5.1.

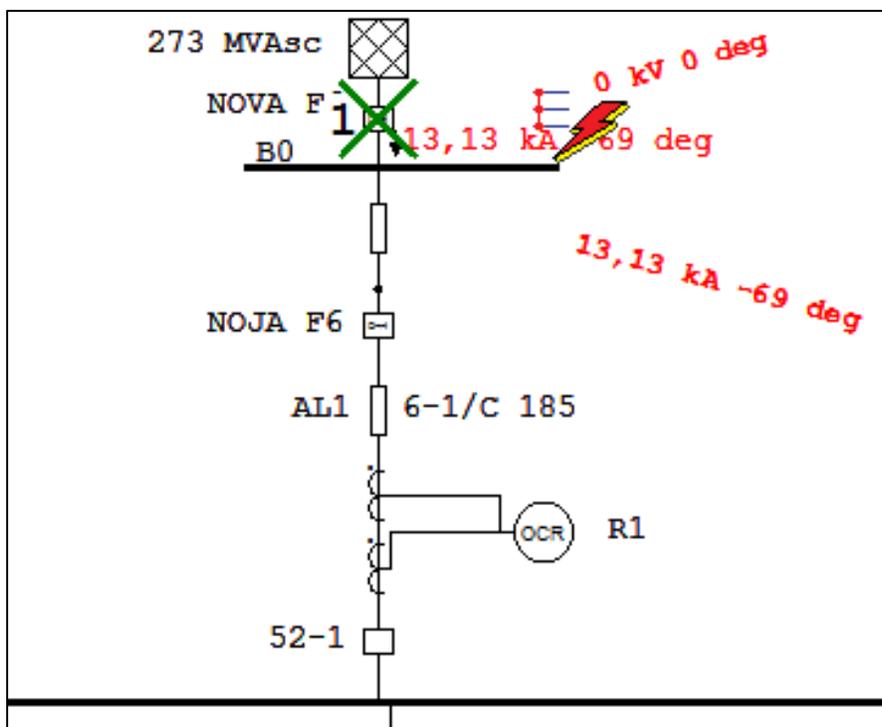


Figura 5.1: Falla Trifásica en Barra B₀ Analizada en ETAP

Además, se adjunta la Tabla 5.2, donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección, donde se aprecia claramente la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas y la unidad que opera frente a la falla.

Tabla 5.2: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₀

Sequence-of-Operation Events - Output Report: Untitled					
3-Phase (Symmetrical) fault on bus: B0					
Data Rev.: Base		Config: Normal		Date: 07-12-2015	
Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
54,9	NOVA F6	13,135	12,8	54,9	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
54,9	NOVA F6		0,0		1st Redcloser
110	NOVA F6	13,135	12,8	54,9	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
110	NOVA F6		0,0		2nd Redcloser
165	NOVA F6	13,135	12,8	54,9	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC

Como resultado del estudio, se observa la correcta operación del reconectador, realizando 3 operaciones de apertura y cierre, intentando restablecer el sistema antes de quedar totalmente desconectado. Por otro lado, en la figura 5.2 se presenta la carta de coordinación de la protección involucrada.

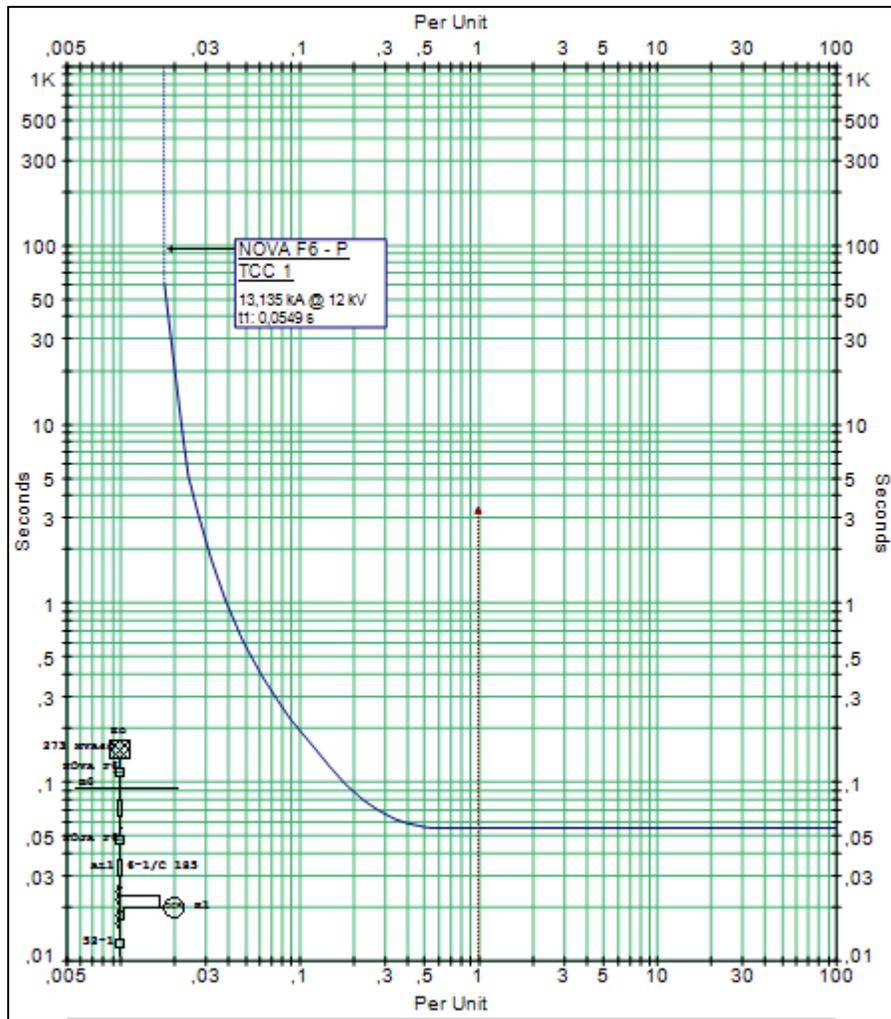


Figura 5.2: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₀

En la carta de coordinación se observa la curva de operación del reconectador NOVA F6, además la línea roja indica la magnitud de falla y la intersección de ambas establece el tiempo de operación de la protección en la primera reconexión (0,0549 s).

5.2.2 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₁

Con referencia al análisis de falla trifásica en la barra B₁, en la figura 5.3 se presenta el diagrama unilineal extraído del software ETAP, donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas, según los ajustes de la Tabla 5.1.

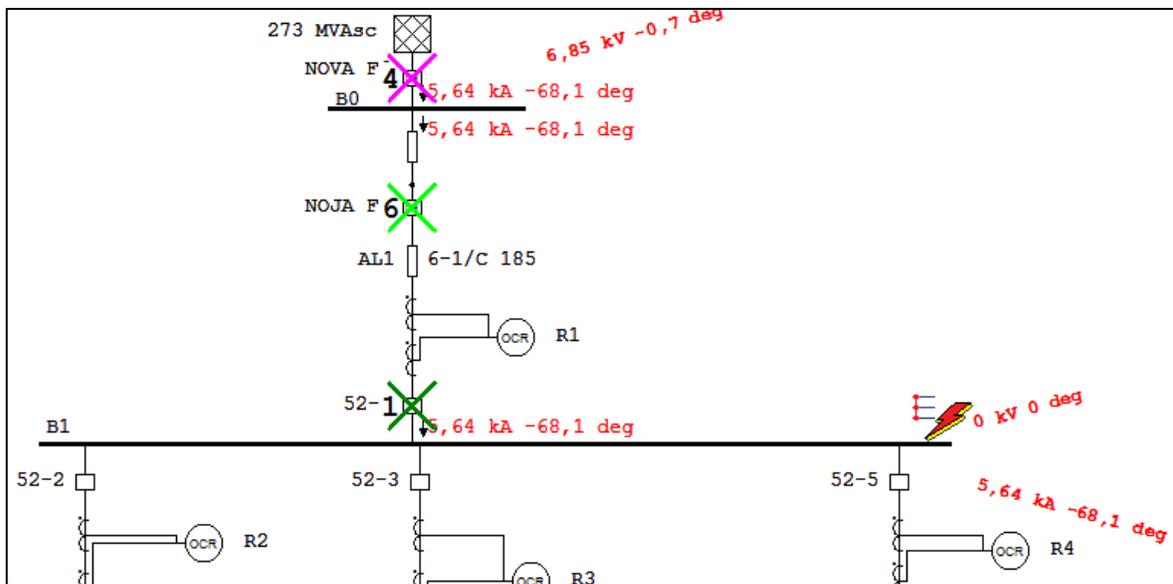


Figura 5.3: Falla Trifásica en Barra B₁ Analizada en ETAP

Además, se adjunta la Tabla 5.3, donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección y se aprecia claramente la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas y la unidad que actúa ante la falla.

Tabla 5.3: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₁

Sequence-of-Operation Events - Output Report: Untitled					
3-Phase (Symmetrical) fault on bus: B1					
Data Rev.: Base		Config: Normal		Date: 07-12-2015	
Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
10,0	R1	5,641	10,0		Phase - OC1 - 50
20,0	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 50
57,6	NOVA F6	5,641	15,5	57,6	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
57,6	NOVA F6		0,0		1st Redoser
115	NOVA F6	5,641	15,5	57,6	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
115	NOVA F6		0,0		2nd Redoser
173	NOVA F6	5,641	15,5	57,6	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC
197	NOJA F6	5,641	157	197	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
197	NOJA F6		0,0		1st Redoser
394	NOJA F6	5,641	157	197	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
394	NOJA F6		0,0		2nd Redoser
592	NOJA F6	5,641	157	197	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC

Como resultado del estudio, se observa una correcta operación del relé R1 específicamente la función 50 del relé. Donde se detecta un problema de selectividad es en la operación de los reconectadores, donde primero debiese operar el NOJA, pero gráficamente se observa que opera en primera instancia el reconector NOVA F6. Por otro lado, en la figura 5.4 se presenta la carta de coordinación de las protecciones donde se observa gráficamente los problemas mencionados.

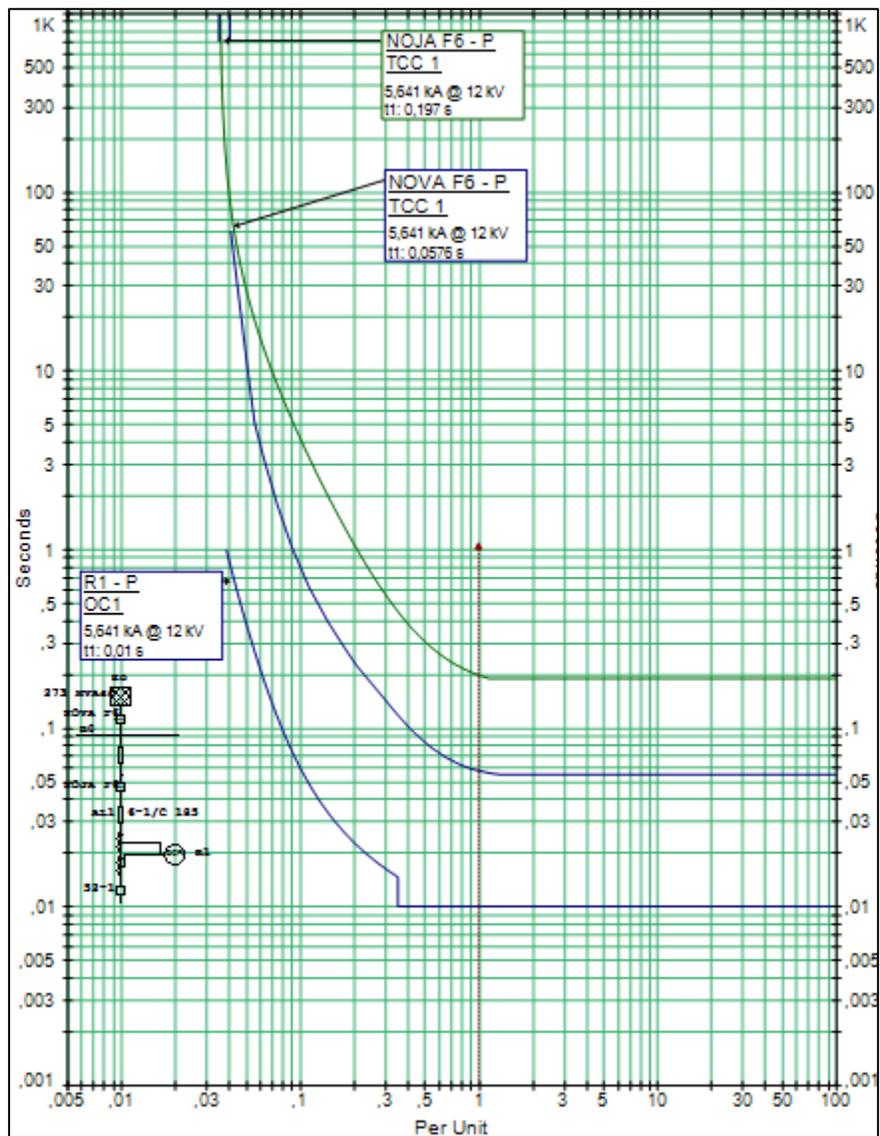


Figura 5.4: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₁

En la carta de coordinación se observa la operación de la unidad 50 del relé R1, además se observa claramente el mal ajuste y selectividad de ambos reconectores (NOVA y NOJA).

5.2.3 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₂

Con referencia al análisis de falla trifásica en la barra B₂, en la figura 5.5 se presenta el diagrama unilineal extraído de software ETAP, donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas según los ajustes de la Tabla 5.1.

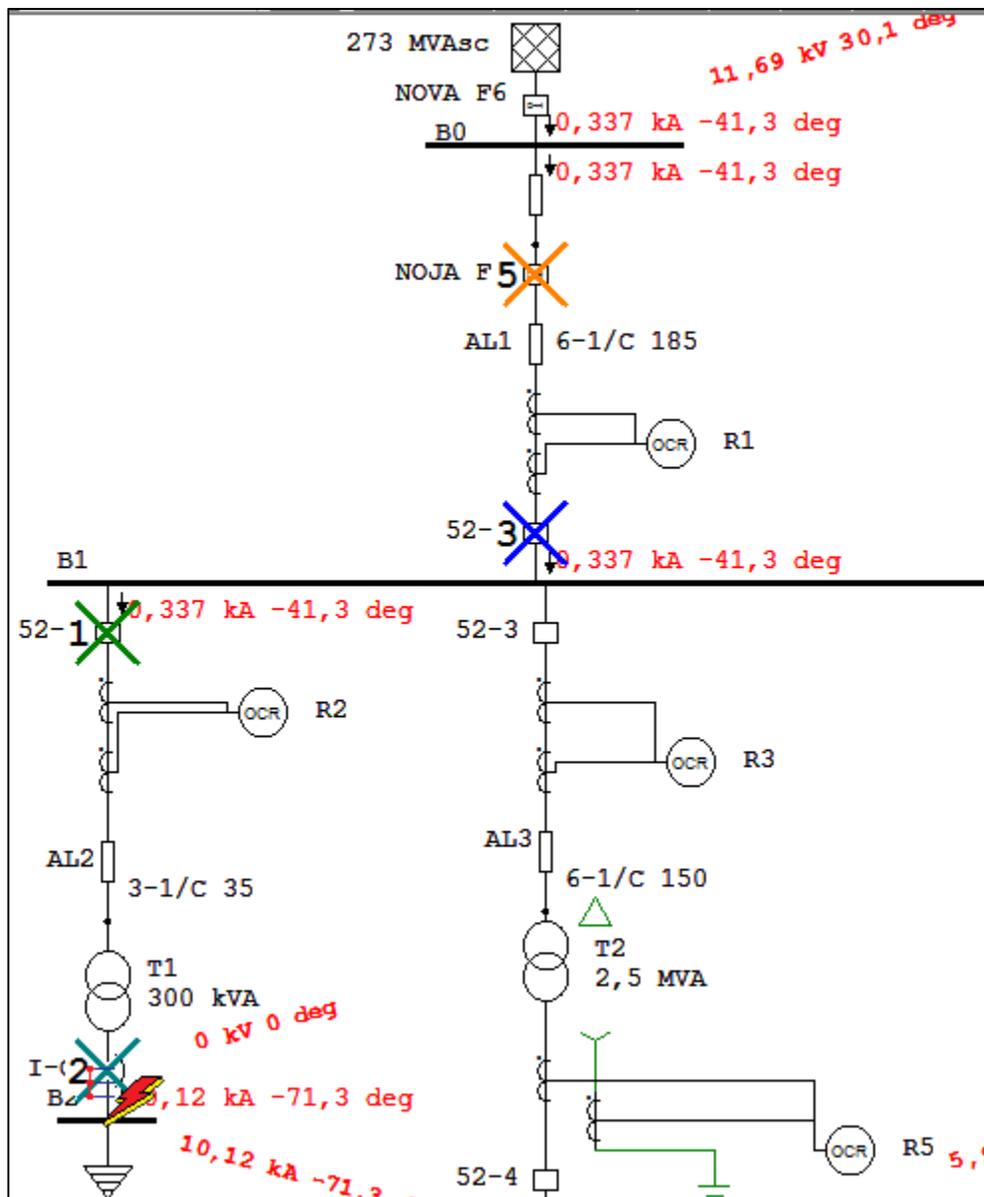


Figura 5.5: Falla Trifásica en Barra B₂ Analizada en ETAP

Además, se adjunta la Tabla 5.4, donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección y se aprecia la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas, indicando tiempo de operación y la función que actúa de la protección.

Tabla 5.4: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₂

Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
0,6	R2	0,337	0,6		Phase - OC1 - 51
10,6	52-2		10,0		Tripped by R2 Phase - OC1 - 51
17,9	I-C1	10,116	0,0	17,9	
216	R1	0,337	216		Phase - OC1 - 51
226	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 51
15464	NOJA F6	0,337	15424	15464	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
15464	NOJA F6		0,0		1st Redoser
30928	NOJA F6	0,337	15424	15464	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
30928	NOJA F6		0,0		2nd Redoser
46393	NOJA F6	0,337	15424	15464	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC

Como resultado del análisis de la falla trifásica mínima en la barra B₂, se observa un problema de selectividad entre la operación del relé R2 y el CB Masterpact, éste último debe ser el primero en operar ante una falla en la barra, protegiendo al motor, siendo su respaldo y a la vez protección del transformador de la línea. El relé R2 genera la apertura del interruptor 52-2. Luego de esto, se observa una correcta secuencia de operación de respaldo del relé R1, utilizando su función 51 generando la apertura del interruptor 52-1 y seguido de esto las operaciones de apertura y cierre del reconectador NOJA F6.

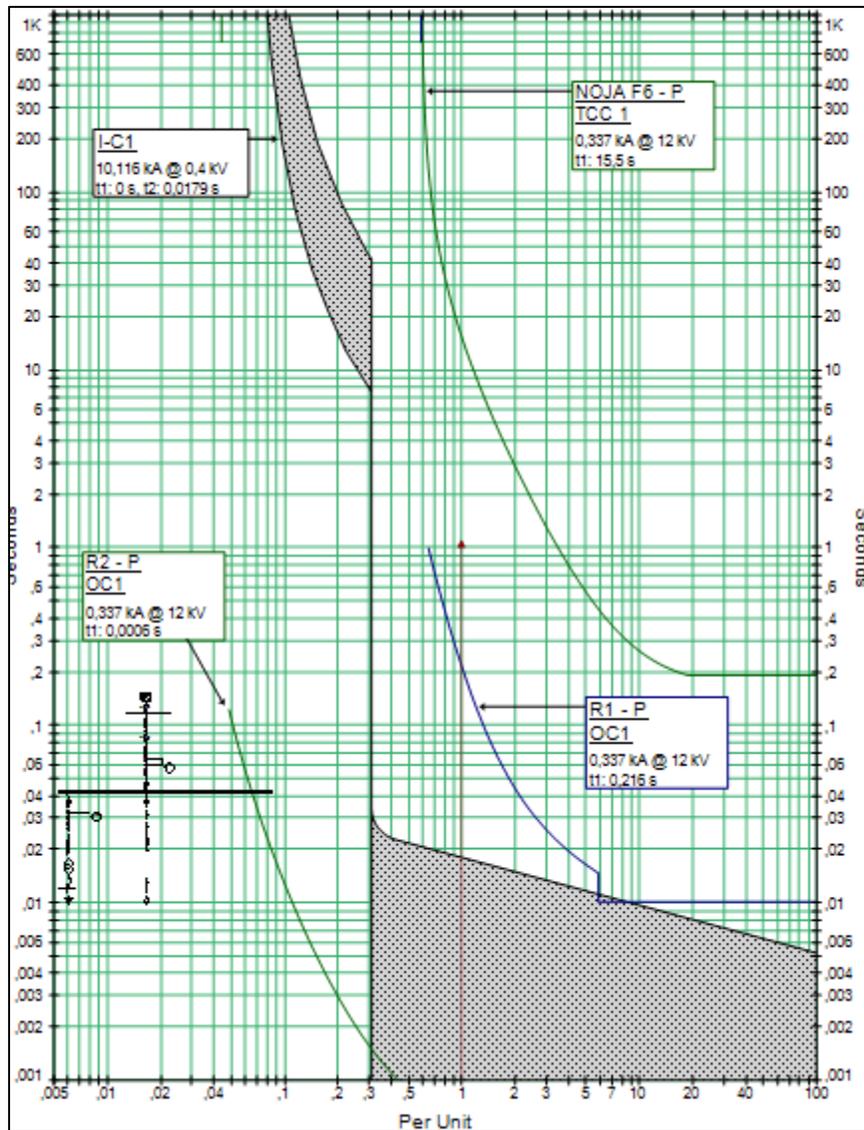


Figura 5.6: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₂

En la carta de coordinación se observa la falta de selectividad en el ajuste de protecciones, ya que primero opera la unidad 51 del relé R2, enviando la señal de apertura al interruptor 52-2. Luego actúa la protección térmica Masterpact, de esta protección, se observa una zona achurada que corresponde al rango de operación que ofrece el fabricante, indicando que puede actuar en cualquier punto de ese rango, esto debido a la construcción de este dispositivo y el comportamiento térmico de sus contactos. Luego éste es respaldado por el relé R1 dejando en último lugar las operaciones de reconexión del reconectador NOJA F6.

Tabla 5.5: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₃

Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
10,0	R3	1,488	10,0		Phase - OC1 - 50
10,0	R5	2,835	10,0		Phase - OC1 - 50
18,0	R1	1,488	18,0		Phase - OC1 - 51
20,0	52-3		10,0		Tripped by R3 Phase - OC1 - 50
20,0	52-4		10,0		Tripped by R5 Phase - OC1 - 50
28,0	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 51
680	NOJA F6	1,488	640	680	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
680	NOJA F6		0,0		1st Redcloser
1360	NOJA F6	1,488	640	680	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
1360	NOJA F6		0,0		2nd Redcloser
2041	NOJA F6	1,488	640	680	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC

Como resultado del estudio, se observan problemas de selectividad y sensibilidad respecto a los relés R3 y R5. Además, en la figura 5.8 se presenta la carta de coordinación de las protecciones, donde se observa gráficamente los problemas mencionados.

En la carta de coordinación de la figura 5.8 se observa el ajuste de protecciones, donde se denota que primero opera las unidades 50 de R3 y R5 perdiendo selectividad y sensibilidad debido a que el orden adecuado sería la operación de R5 y como respaldo, con un leve delay, la operación de R3. Como esto no ocurre, queda a márgenes que dependen del estado mecánico de los contactos de los interruptores de quien opere primero, si R3 o R5. Luego como respaldo y de manera correcta, opera la unidad 51 del relé R1. Seguido de esto, las operaciones de reconexión del reconectador NOJA F6.

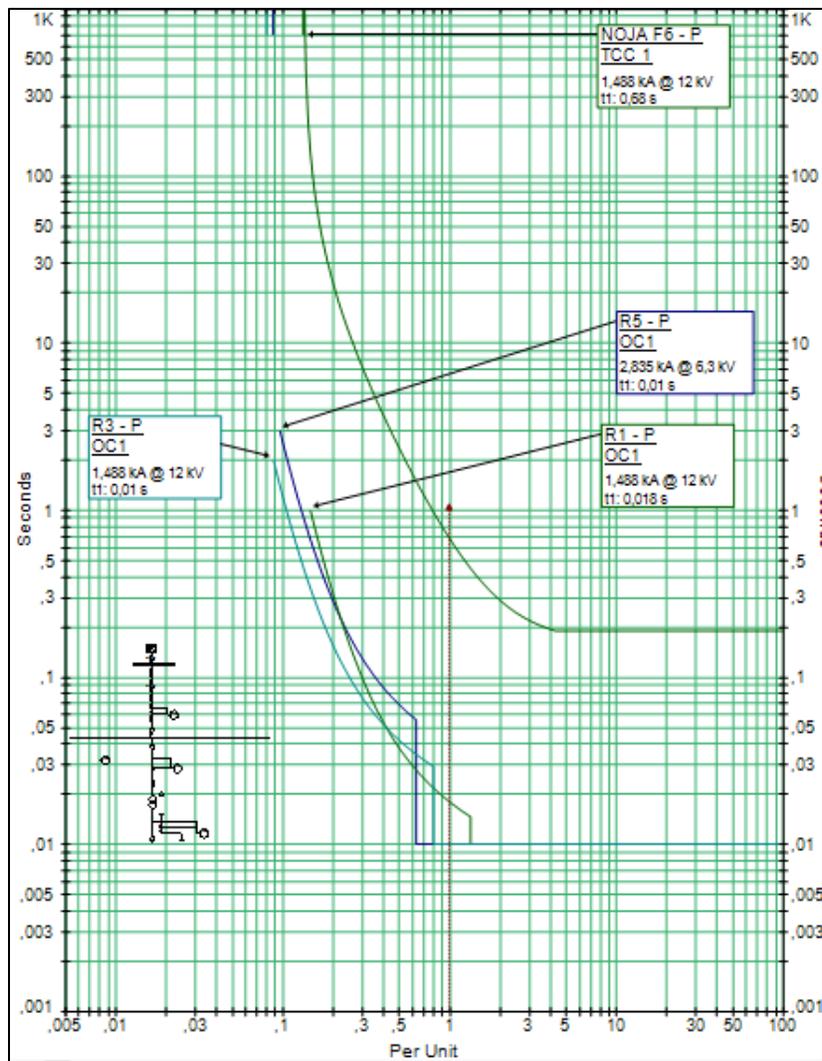


Figura 5.8: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₃

5.2.5 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₄

Con referencia al análisis la de falla trifásica en la barra B₄, en la figura 5.8 se presenta el diagrama unilineal extraído de ETAP donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas según los ajustes de la tabla 5.1.

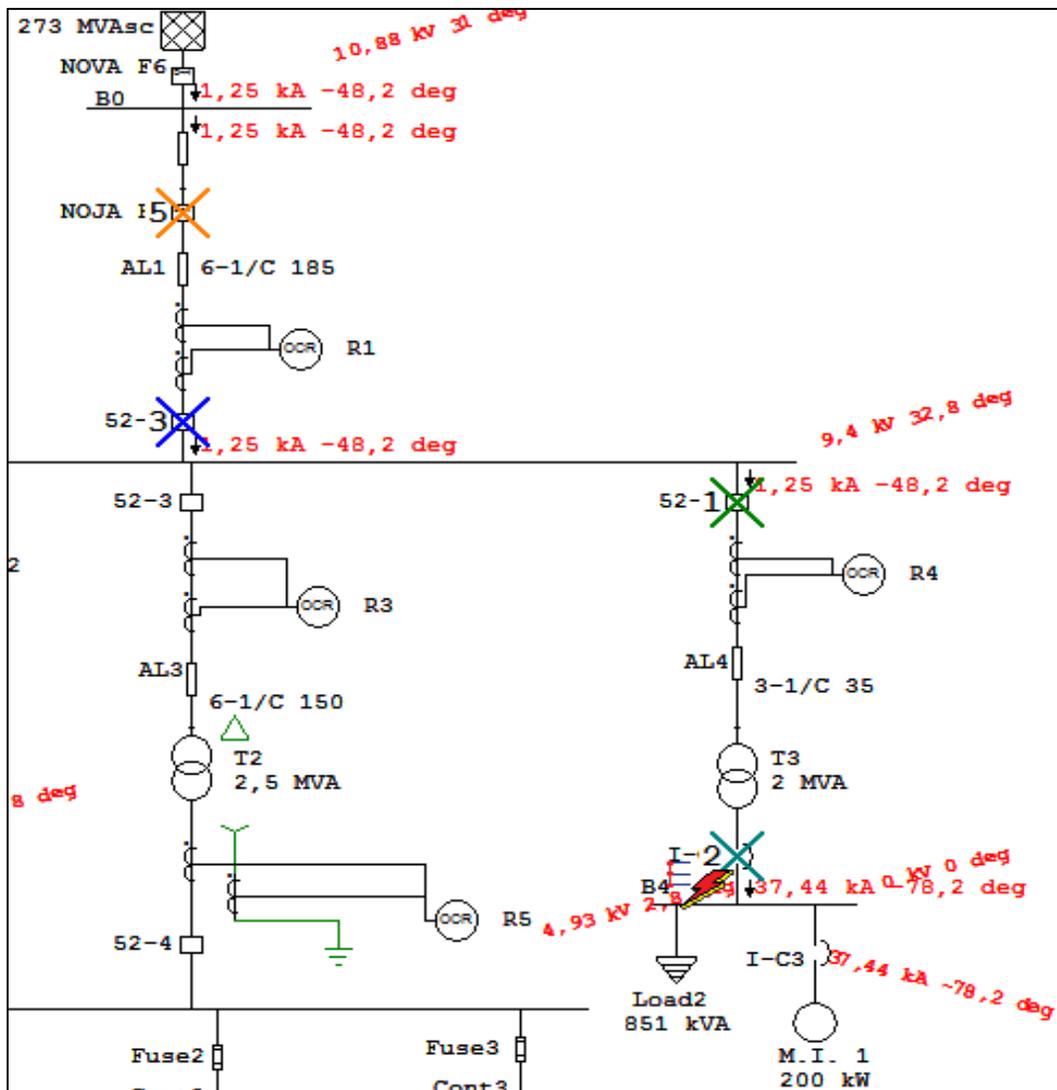


Figura 5.8: Falla Trifásica en Barra B₄ Analizada en ETAP

Por otro lado, se adjunta Tabla 5.6, donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección y se aprecia claramente la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas.

Tabla 5.6: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₄

3-Phase (Symmetrical) fault on bus: B4					
Data Rev.: Base		Config: Normal		Date: 07-12-2015	
Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
6,4	R4	1,248	6,4		Phase - OC1 - 51
16,4	52-5		10,0		Tripped by R4 Phase - OC1 - 51
20,8	R1	1,248	20,8		Phase - OC1 - 51
30,0	I-C2	37,442	10,0	30,0	Phase
30,8	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 51
905	NOJA F6	1,248	865	905	1st Operation - Phase - TCC 1 - TOC
905	NOJA F6		0,0		1st Redoser
1810	NOJA F6	1,248	865	905	2nd Operation - Phase - TCC 1 - TOC
1810	NOJA F6		0,0		2nd Redoser
2715	NOJA F6	1,248	865	905	3rd Operation - Lockout - Phase - TCC 1 - TOC

Como resultado del estudio, se observan problemas de selectividad en la protección térmica de la barra B₄ operando a continuación del relé 4. Por otro lado, en la figura 5.9 se presenta la carta de coordinación de las protecciones donde se observa gráficamente los problemas mencionados.

En la carta de coordinación de la figura 5.9 y Tabla 5.6, se observa la falta de selectividad en la operación de las protecciones, donde se observa que primero opera la unidad 51 del relé 4, realizando la apertura del interruptor 52-5. Luego actúa la unidad 51 del relé R1, luego actúa la protección térmica Masterpact, que debería operar primero, para finalizar con las operaciones del reconectador NOJA F6.

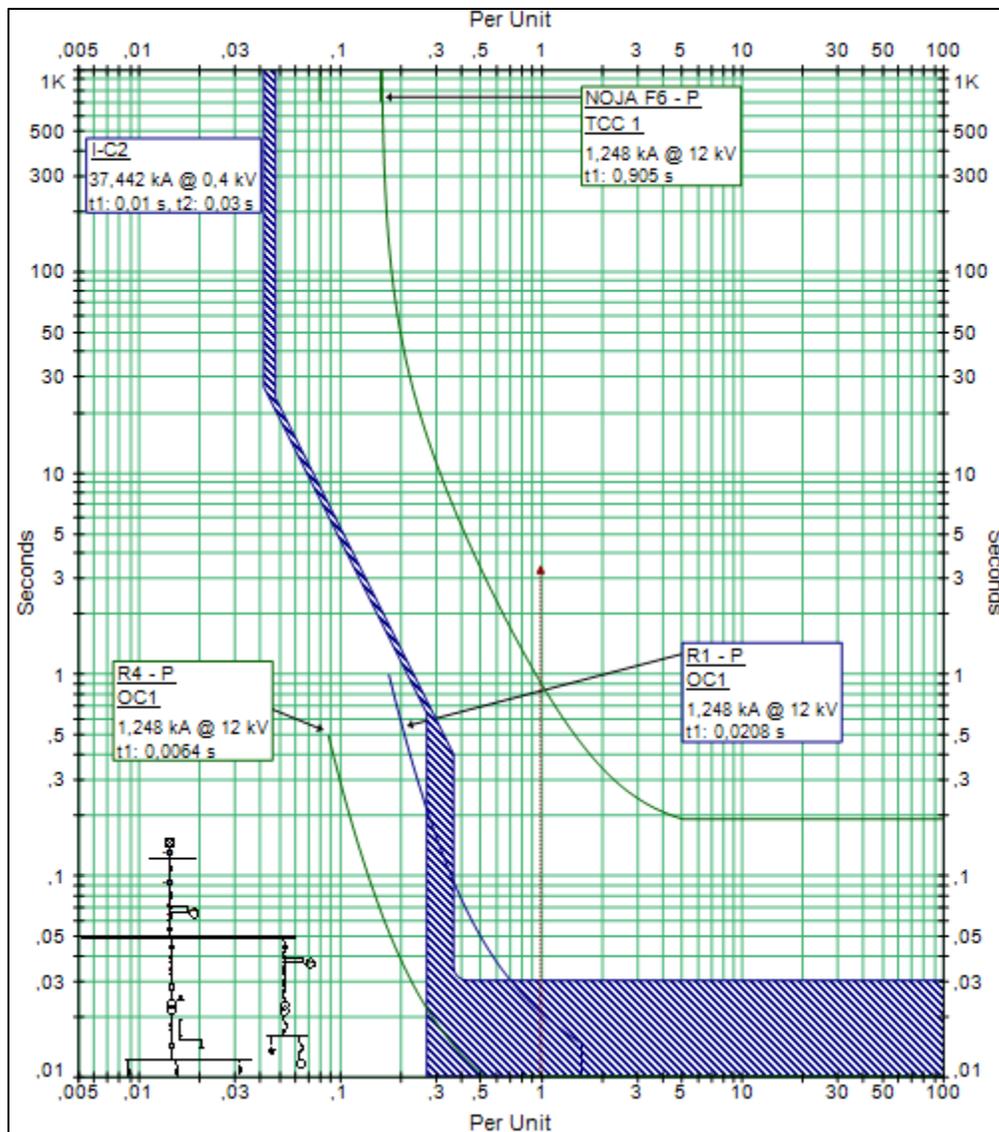


Figura 5.9: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₄

5.2.6 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₆

Con referencia al análisis de falla trifásica en la barra B₅, en la figura 5.9 se presenta el diagrama unilíneal extraído de ETAP, donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas según los ajustes de la Tabla 5.1.

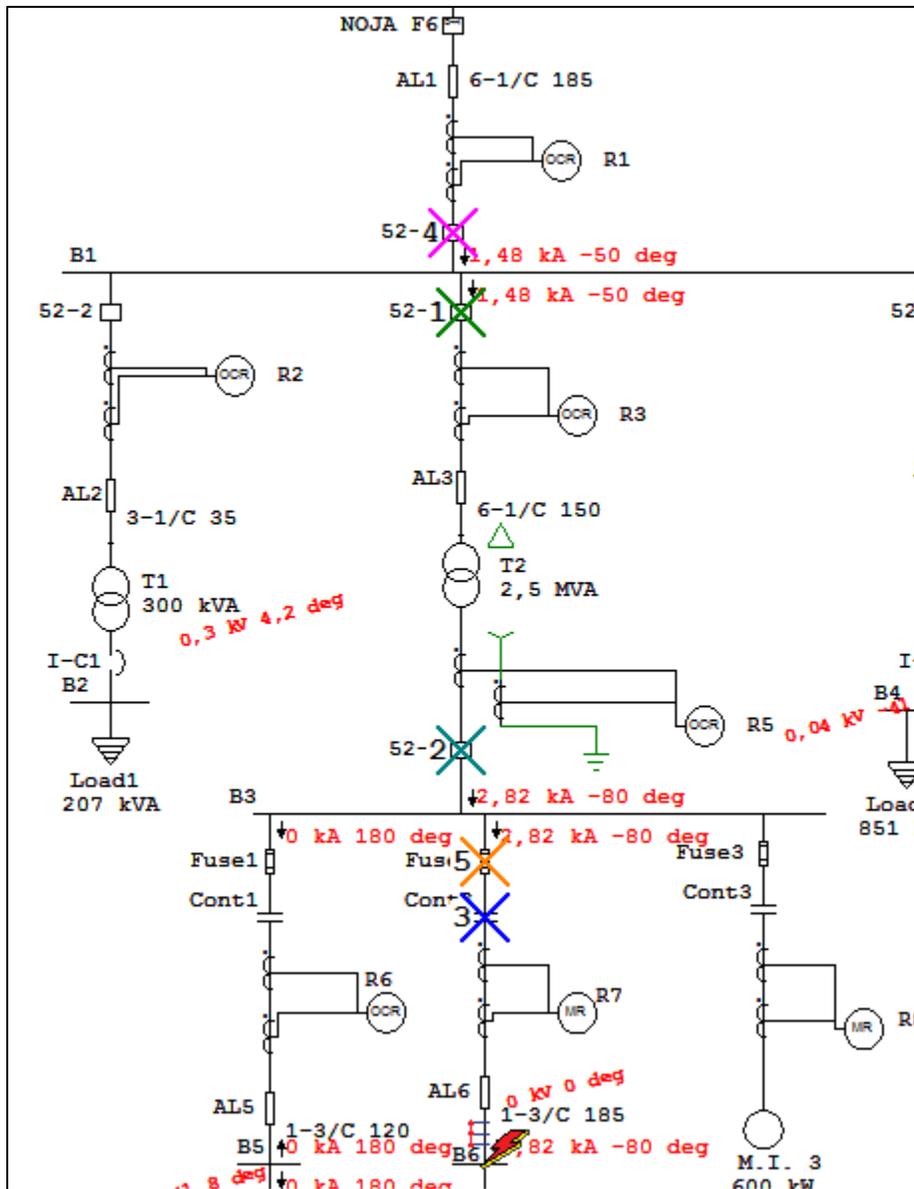


Figura 5.9: Falla Trifásica en Barra B₆ Analizada en ETAP

Además, se adjunta Tabla 5.7 donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección, donde se aprecia claramente la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas.

Tabla 5.7: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₆

3-Phase (Symmetrical) fault on bus: B6					
Data Rev.: Base		Config: Normal		Date: 24-11-2015	
Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
10,0	R3	1,482	10,0		Phase - OC1 - 50
10,0	R5	2,823	10,0		Phase - OC1 - 50
10,0	R7	2,823	10,0		Overload Phase - Instantaneous
18,0	R1	1,482	18,0		Phase - OC1 - 51
20,0	52-3		10,0		Tripped by R3 Phase - OC1 - 50
20,0	52-4		10,0		Tripped by R5 Phase - OC1 - 50
20,0	Cont2		10,0		Tripped by R7 Overload Phase - Insta...
28,0	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 51
41,0	Fuse2	2,823	41,0		

Como resultado del estudio, se observan problemas de selectividad de los cuales, el que más llama la atención, es la incorrecta selección del fusible ya que éste debiese ser el primero en operar. Por otro lado, en la figura 5.10 se presenta la carta de coordinación de las protecciones donde se observa gráficamente los problemas mencionados. En primer lugar, se observa la falta de selectividad y sensibilidad, ya que el fusible está mal dimensionado, operando en última instancia. Se observa que los relés R3 y R5 que funcionan de respaldo operan más rápido que el fusible y contactor, esto demuestra que los ajustes establecidos para éstas protecciones son erróneos y no cumpliendo con los objetivos básicos de una protección eléctrica.

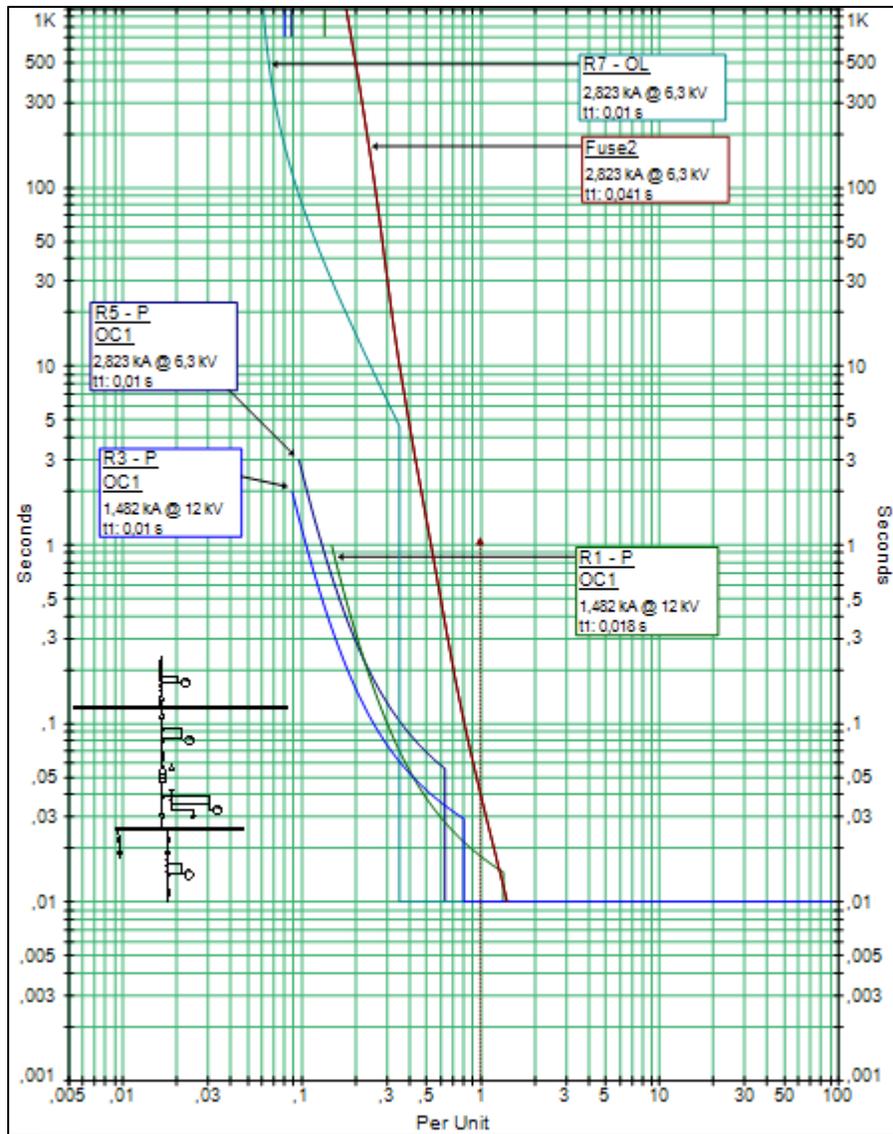


Figura 5.10: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₆

5.2.7 Análisis de Falla Trifásica en Barra B₅

Con referencia al análisis de falla trifásica en la barra B₅, en la figura 5.10 se presenta el diagrama unilíneal extraído de ETAP, donde se muestra la secuencia de operación de las protecciones eléctricas, según los ajustes de la Tabla 5.1.

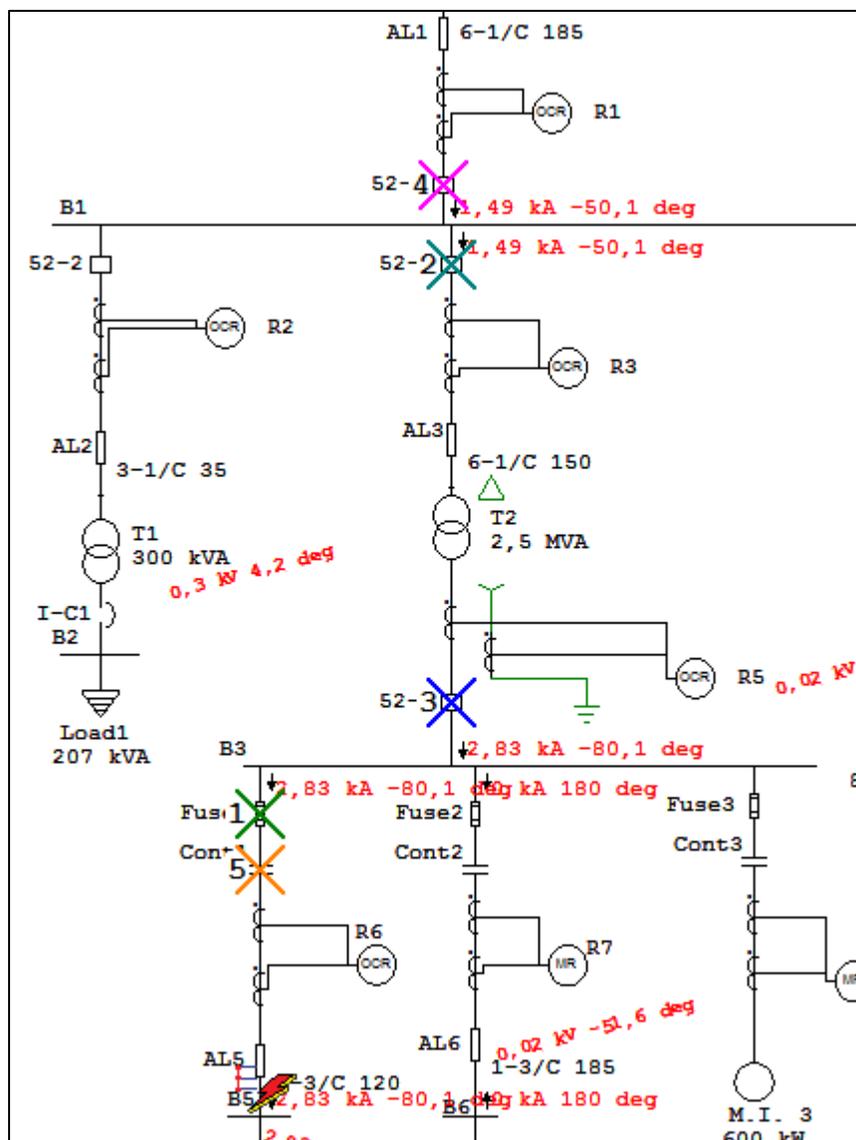


Figura 5.10: Falla Trifásica en Barra B₅ Analizada en ETAP

Además, se adjunta Tabla 5.8, donde se presentan los tiempos de operación de los dispositivos de protección y se observa claramente la secuencia completa de funcionamiento de las protecciones eléctricas involucradas.

Tabla 5.8: Secuencia de Operación de Protecciones para Falla en B₅

3-Phase (Symmetrical) fault on bus: B5					
Data Rev.: Base		Config: Normal		Date: 24-11-2015	
Time (ms)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
10,0	R3	1,486	10,0		Phase - OC1 - 50
10,0	R5	2,83	10,0		Phase - OC1 - 50
10,0	Fuse1	2,83	< 10,0		
18,0	R1	1,486	18,0		Phase - OC1 - 51
20,0	52-3		10,0		Tripped by R3 Phase - OC1 - 50
20,0	52-4		10,0		Tripped by R5 Phase - OC1 - 50
28,0	52-1		10,0		Tripped by R1 Phase - OC1 - 51
50,0	R6	2,83	50,0		Phase - OC1 - 50
60,0	Cont1		10,0		Tripped by R6 Phase - OC1 - 50

Como resultado del estudio, se observa el correcto dimensionamiento del fusible y problemas de selectividad en los relés R3, R5 y R6. Por otro lado, en la figura 5.10 se presenta la carta de coordinación de las protecciones donde se observa gráficamente los problemas mencionados.

En la carta de coordinación se observa la falta de selectividad en el ajuste de protecciones, donde luego de la correcta operación del fusible, operan las unidades 50 de R3 y R5, luego opera la protección de sobre corriente del relé 1 y finalmente abre el contactor comandado por la señal enviada desde el relé R6. En una correcta operación, luego de la operación del fusible debiese operar el relé R6 por lo que los problemas de selectividad son evidentes.

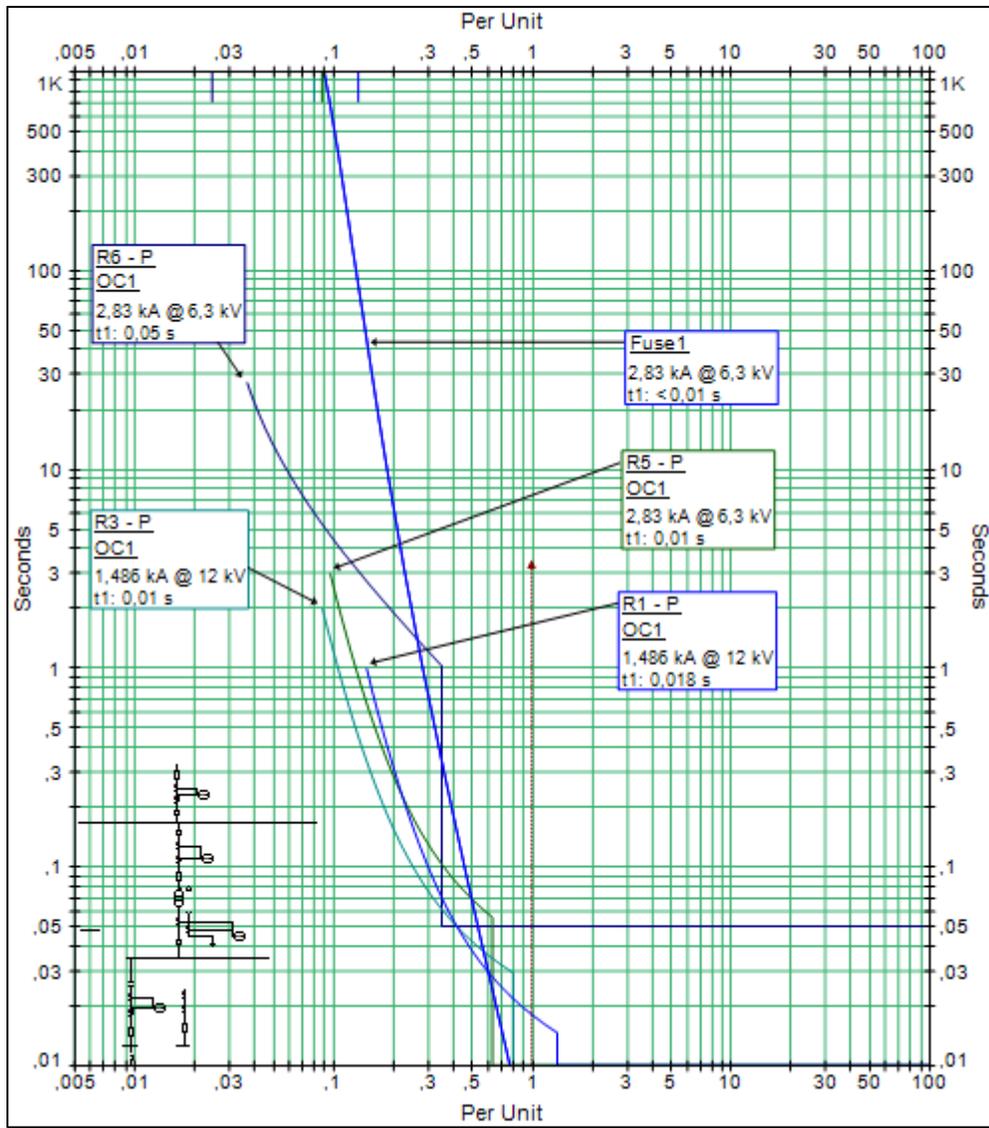


Figura 5.11: Carta de Coordinación de Protecciones para Falla en B₅

CAPÍTULO 6: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Comentarios y Conclusiones

En el presente seminario, se realizó el análisis de coordinación de protecciones eléctricas de la planta de Cemento ubicada en la VIII región, en dicha planta existe hoy en día una línea de producción, la cual dados los requerimientos actuales de producción necesita expandirse por lo cual se proyecta una segunda línea de producción, en tal consecuencia el análisis se centra en el estudio de coordinación de protecciones de la ampliación de potencia de la nueva línea de producción.

Al efectuar un análisis de cada parámetro de la red, nos encontramos con distintos elementos que componen el sistema, tales como transformadores, motores y cargas estáticas, de estos elementos mencionados se hace hincapié el estudio, dado que la protección de tales equipos se realiza mediante interruptores y equipos de protección, los cuales deben dar selectividad en baja y media tensión. La red presenta 3 niveles distintos niveles de voltaje, uno en 12 kV otro en 6,3 kV y otro de 0,4 kV.

De acuerdo a lo anterior, se realizó el cálculo de cortocircuito con el fin de determinar las corrientes de falla en régimen permanente en distintos puntos de la red del sistema que contempla el proyecto, para luego hacer un análisis comparativo con el fin de determinar mediante la ayuda del software ETAP, el correcto ajuste preliminar de las protecciones, teniendo en cuenta en el software que para falla en régimen permanente se debe ajustar en 30 ciclos (régimen donde no se considera el aporte de los motores a la falla).

Por otra parte se realizó el cálculo y análisis de regulación de tensión, para así ratificar que existe una tensión apta en cada barra, para el trabajo de los equipos que componen el sistema, teniendo siempre en consideración el cumplimiento de acuerdo a la norma eléctrica Chilena que exige $\pm 5\%$, el no cumplimiento de este requerimiento de la norma, obligaría a una nueva especificación de los alimentadores o instalación de condensadores.

Luego de analizar los ajustes preliminares entregados por el software ETAP, se concluyó que los ajustes de la red son erróneos, dado que no existe selectividad en algunos elementos de protección, por lo cual se sugiere realizar un nuevo estudio de coordinación para así poder redefinir cada ajuste con más selectividad y acierto para cada operación.

A continuación se hace mención de las modificaciones que habría que realizar donde el estudio arroja error de ajustes en las protecciones:

- Para la Falla F_2 en barra B_1 se deben modificar los ajustes de los reconectores NOVA F6 y NOJA F6. Dado que opera antes NOVA F6 y luego NOJA F6.

- Para la Falla F_3 en barra B_2 se deben modificar los ajustes del relé R1, dado que opera primero 52-2 y luego I-C1.
- Para la Falla F_4 en barra B_3 se deben modificar los ajustes del relé R3, dado que opera primero 52-1 y luego 52-2.
- Para la Falla F_5 en barra B_4 se deben modificar los ajustes del relé R4, dado que éste, opera antes que I-C2.
- Para la Falla F_6 en barra B_6 se deben modificar los ajustes del rele R6, dado que opera el contactor antes que el fusible contactor. Ésta es una situación que no debe ocurrir, debido a que el contactor opera por sobrecarga, con lo cual se estaría arriesgando la vida útil del motor ya que debe actuar primero el fusible para no dejar expuesto al motor a corrientes tan altas.

Dentro de los principales problemas que se detectaron en el estudio de coordinación, fue el tema de selectividad, la cual es uno de los pilares fundamentales al momento de especificar y calcular un ajuste de protecciones.

Es importante destacar que el estudio realizado de coordinación de protecciones es fundamental, debido a que estos elementos están para proteger a las personas y a los equipos, asegurando la continuidad de operación de la red eléctrica de la planta.

Por último, cabe resaltar que se hace necesario un estudio futuro que incluya el análisis de falla monofásica a tierra.

Bibliografía

- 1- Schneider Electric (Julio 2015). Ficha de producto 32950. Compact NS630H – MA – 500 A – 3.
- 2- Schneider Electric (2011). Catálogo LV power circuit braker and switch-disconnectors. Masterpact NT06 y Masterpact NW32.
- 3- NOJA Power Switchgear (2009). Manual de usuario. Reconectador Automático OSM Series 200, en 15 kV & 27 kV Series 079, en 15 kV Control RC01ES.
- 4- Cooper Power System (Julio 2004). Restauradores, información de servicio. S280-70-3S.
- 5- General Electric Multilin. Manual Sistema de Protección de Motor. Relé SR 469.
- 6- ABB (1999 Actualizado 2014). Guía del comprador. Terminal de línea REF 541.
- 7- General Electric. Manual Sistema de Protección de Alimentador. Relé SR 750/760.
- 8- Cementos BioBio S.A. (2015). Animación proceso elaboración de cemento. URL: http://www.cbb.cl/cementos/proceso_productivo.aspx?Id=1
- 9- Apuntes y material de clases.

ANEXO A: TRANSFORMADORES

A.1 Impedancia de Transformadores

Table 1 – Recognized minimum values of short-circuit impedance for transformers with two separate windings

Short-circuit impedance at rated current	
Rated power kVA	Minimum short-circuit impedance %
Up to 630	4,0
631 to 1 250	5,0
1 251 to 2 500	6,0
2 501 to 6 300	7,0
6 301 to 25 000	8,0
25 001 to 40 000	10,0
40 001 to 63 000	11,0
63 001 to 100 000	12,5
Above 100 000	>12,5

NOTE 1 Values for rated power greater than 100 000 kVA are generally subjected to agreement between manufacturer and purchaser.

NOTE 2 In case of single-phase units connected to form a three-phase bank, the value of rated power applies to three-phase bank rating.

A.2 X/R de Transformadores

X/R Ratios

Typical values for generators, synchronous motors, power transformers, induction motors, utility sources, and reactors. (From ANSI Standard C37.010)

A. Large generators and hydrogen-cooled synchronous condensers

Range	Typical
40-120	80

B. Generators and synchronous motors (See TABLE 8A)

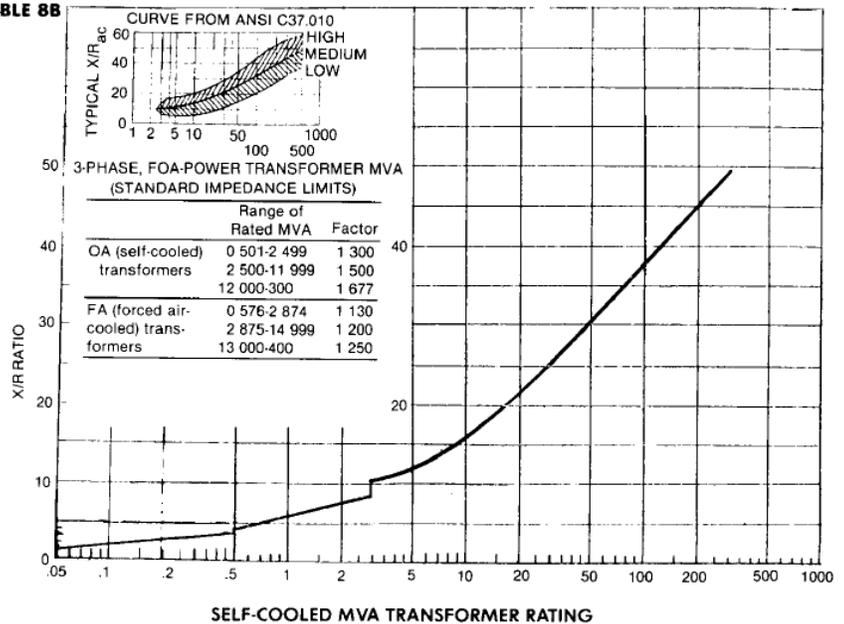
C. Power transformer (See TABLE 8B)

D. Induction motors (See TABLE 8C)

E. Utility source

1. Near generating plant
Range: 15-30
2. Long open-wire line
Range: 2-16
3. Typical
Range: 5-12

TABLE 8B



ANEXO B: MOTORES

B.1 Motor Siemens 200 kW

SIEMENS

Datasheet for three-phase Squirrel-Cage-Motors

Order Number: 1LE0101-3AB73-4AB4

Client-order-no.:

Order-no.:

Offer-no.:

Remarks:



Item-no.:

Consignment-no.:

Project:

Electrical data

Rated motor voltage:	400VD / 690VY
Frequency:	50 Hz
Rated motor power:	200 kW
Rated motor speed:	1488 1/min
Maximum Speed:	2300 1/min
Number of poles:	4
No load current:	86 A
Rated current:	345 A
Starting current:	7.4
Rated motor torque:	1284 Nm
Torque class:	J
Starting torque:	3
Breakdown torque:	3
Efficiency class:	IE 2
Efficiency 100% Load:	95.1%
Efficiency 75% Load:	95.1%
Efficiency 50% Load:	95.1%
Power factor 100% Load:	0.88
Motor protection:	3 PTC thermistors for tripping
Terminal box position:	terminal box on top

Mechanical data

Noise (Lpfa):	74.00 dB(A)
Moment of inertia:	3.7 kg m ²
Cantilever force for x0:	8700 N
Cantilever force for xmax:	7250 N
Bearing drive end:	6319 C3
Bearing non-drive end (hor.mount.):	6319 C3
Bearing non-drive end (vert.mount.):	7319 AC
Drain holes:	yes
Regreasing device:	yes
Relubrication interval at 40°C:	5000 h
Coating:	RAL 7030 stone gray

Site conditions

Ambient temperature:	-20.0°C to +40°C
Altitude above sea level:	1000m
Standards and specifications:	IEC

General data

Frame size:	315L
Type of construction:	IMB3
Weight in kg (net):	1080 kg
Frame material:	Cast iron
Fan cover material:	metal
Degree of protection:	IP 55
Method of cooling:	Self-ventilated (IC 411)
Vibration class:	A (standard)
Insulation:	155(F) / 130(B)
Duty type:	S1 = cont. operation
Direction of rotation:	bidirectional

Terminal box

Material of terminal box:	Cast iron
Terminal screw thread:	M12
Max. cable cross-sectional area:	240 mm ²
Cable diameter from ... to ...:	37 - 44 mm
Cable entry:	M63 x 1.5 + M63 x 1.5
Cable gland:	no

Explosion protection

Type of protection:	without (standard)
---------------------	--------------------

Special configurations

B.2 Motor EMZ 600 kW

Serie AK

Basados en el módulo básico de una carcasa de estator soldada, los motores con rotor de jaula de ardilla de la serie AK se adaptan perfectamente a los requerimientos individuales de las correspondientes aplicaciones.

La ejecución y fabricación de gran calidad garantizan la fiabilidad de los motores EMZ.

Se pueden suministrar los siguientes modelos (denominaciones conformes a la norma IEC 60034-5/6):

Serie AKD

Clase de protección IP23/W24/R54

Tipo de refrigeración IC01/31

Serie AKL

Clase de protección IP55

Tipo de refrigeración IC611/616

Serie AKW

Clase de protección IP55 | Tipo de refrigeración IC81W

Mediante el uso de rodamientos de los fabricantes SKF y FAG garantizamos una duración prolongada de los cojinetes y unos costes de mantenimiento reducidos.

Todos los motores se pueden suministrar por encargo con dos cojinetes de fricción con soporte abridado en 2 piezas del fabricante Renk. Dependiendo de las cargas sobre los cojinetes los cojinetes de fricción cuentan con autorrefrigeración con una lubricación de anillo suelto o con refrigeración por ventilación forzada con una lubricación por circulación de aceite.

Los devanados del inducido constan en la ejecución básica de unas barras verticales de cobre soldadas mediante soldadura fuerte a los anillos de cortocircuito estriados. Para aplicaciones especiales con condiciones duras de arranque y funcionamiento utilizamos inducidos con doble jaula de ardilla. Para aplicaciones especiales se aseguran los anillos de cortocircuito con unos anillos de apriete antimagnéticos de acero inoxidable adicionales.



Accionamientos de sopladores AKL 560-06 de 1.200 kW para la industria cementera.



Accionamiento de refinador AKL 710-06 de 2.500 kW para la industria papelera.

Rango de potencia

- Potencia 150 – 15.000 kW
- Tensión De 2.000 a 13.800 V
- Frecuencia 50 y 60 Hz
- Número de polos De 2 a 24 polos
- Clase de protección IP 23/W24/R54/55
- Tipo de refrigeración IC 01/31/611/81W
- Formas constructivas IM B3 e IM V1/V10

Campos de aplicación

- Bombas
- Condensadores/compresores
- Ventiladores
- Picadoras/refinadores
- Trituradoras de chatarra
- Accionamientos de transporte
- Molinos/trituradores

B.3 Motor WEG 1600 kW Rotor Bobinado

Motor de inducción trifásico de rotor bobinado con sistema motorizado de levantamiento de escobillas



Aplicación: Molino de bolas
6.500 kW, 11.000 V, 6 polos, carcasa 900



Aplicación: Bomba de agua
2.000 kW, 11.000 V, 4 polos, carcasa 560



Aplicación: Molino de bolas
4.600 kW, 11.000 V, 6 polos, carcasa 800

Los motores de inducción trifásicos de rotor bobinado con sistema motorizado de levantamiento de escobillas son fabricados con sistema electromecánico que permite el cortocircuitamiento de los anillos colectores y el levantamiento de las escobillas luego de la partida.

Luego del procedimiento de partida, los motores trabajan en condiciones nominales, con las características de motores de jaula.

Ofrecen alta confiabilidad, pues son proyectados con la más alta tecnología de proyecto y fabricados con materiales de calidad comprobada internacionalmente.

Ventajas

El levantamiento motorizado de escobillas implica ventajas importantes en el desempeño del motor a lo largo de los años:

- Evita el desgaste constante y prematuro de las escobillas y anillos colectores;
- Reduce las paradas para mantenimiento y cambio de escobillas;
- Evita la acumulación de polvo de las escobillas en el interior del compartimiento de las mismas, manteniendo alto el nivel de aislamiento del rotor;
- Aumenta la vida útil de las escobillas, anillos colectores y, consecuentemente, la del motor.

Aplicaciones

Estos motores son recomendados en casos en que la carga posee un alto conjugado resistente o alta inercia en la partida. Las resistencias externas son utilizados apenas para partir el motor, proporcionando elevado conjugado y reducción acentuada en la corriente de partida.

Las escobillas permanecen en contacto con los anillos colectores solamente durante la partida del motor, evitando de esta forma, el desgaste desnecesario de las escobillas y anillos colectores durante el funcionamiento en régimen, permitiendo un mayor tiempo de uso para el conjunto.

Ejemplos de aplicaciones

- Molinos de bolas;
- Ventiladores;
- Extractores;
- Trituradores;
- Bombas en general;
- Otros.

Características

Constructivas

- Carcasa: Fundida hasta la carcasa 450 y de acero soldado de la carcasa 500 a 1600.
- Estator: En alta o baja tensión, aislados con sistema WEG de aislación Micatherm – VPI.
- Rotor: Bobinado y con anillos colectores.
- Anillos colectores: De acero inoxidable proporcionando una mejor performance y mayor vida útil.
- Portaescobillas: Con sistema motorizado para levantamiento de las escobillas.
- Escobillas: Desarrolladas para atender específicamente las maniobras en la partida de los motores.
- Sistema motorizado de levantamiento de las escobillas: Posee un actuador electromecánico que suministra el comando para el levantamiento de las escobillas, como también el cortocircuitamiento de los anillos colectores. Posee llaves fin de curso para comando y señalización. Necesita de comando externo a través de llaves contactores o CLP.

Técnicas

- Potencias: 160 a 27.000 kW
- Tensiones: 220 a 13.800 V
- Polaridades: 4 a 14 polos
- Clase de aislación: F
- Grado de protección: Abierto (IP23) o cerrado (IP54 a IP65W)
- Carcasas: 280 a 1600 (IEC)
- Formas constructivas: Horizontal o vertical

Funcionamiento

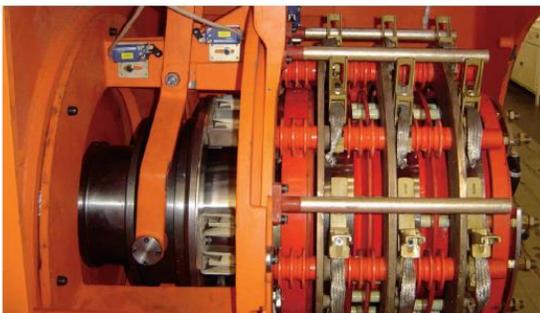
Los motores de rotor bobinado posibilitan el aumento de su resistencia rotórica a través de la utilización de una resistencia externa variable (reóstato), conectada al circuito rotórico, aumentando el conjugado de partida con corriente relativamente baja.

El motor parte con las escobillas bajadas y los anillos colectores no cortocircuitados, lo que debe ser garantizado por el intertrabado de las llaves fin de curso de señalización, localizadas en los conjuntos de movimiento de estos componentes.

En la medida en que el motor va ganando velocidad, el reóstato debe disminuir su resistencia progresivamente hasta alcanzar el menor valor posible y entonces el mismo debe ser cortocircuitado.

Cuando el motor alcanza la rotación nominal, el actuador electromecánico debe ser accionado para cortocircuitar los anillos colectores y levantar las escobillas y entonces el motor pasa a funcionar en régimen nominal.

El sistema está diseñado para garantizar que las escobillas no sean levantadas antes que el rotor esté cortocircuitado. El actuador electromecánico posee llaves fin de curso de comando que son ajustadas para actuar de manera precisa tanto en el procedimiento de levantamiento como en la bajada de las escobillas.



Operación manual

En caso de no la imposibilidad de accionamiento del sistema motorizado, el conjunto de escobillas puede ser accionado manualmente a través del volante localizado en la parte superior del actuador electromecánico.

ANEXO C: LÍNEA AÉREA

C.1 Línea Aérea Nexans

AAAC

CABLES DE ALUMINIO ALEACIÓN 6201

Tensión de Servicio

500 kV

Temperatura de Servicio

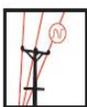
90° C

Temp. Sobrecarga de Emergencia

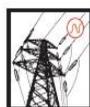
100° C

Temperatura de Cortocircuito

180° C



Tendido
Aéreo



Alta
Tensión



*Imagen referencial 3D. Puede definir la realidad

Uso / Aplicaciones

Conductores para líneas de transmisión y distribución con características maximizadas de resistencia mecánica y conductividad requeridas.

Para tendidos aéreos de media, alta y extra alta tensión

Normas de fabricación

ASTM B399

Construcción

Formación

Conductor homogéneo encordonado concéntricamente, formado por cables de aluminio liga 6201.

Conductor

Conductor de aluminio aleación 6201.

Características

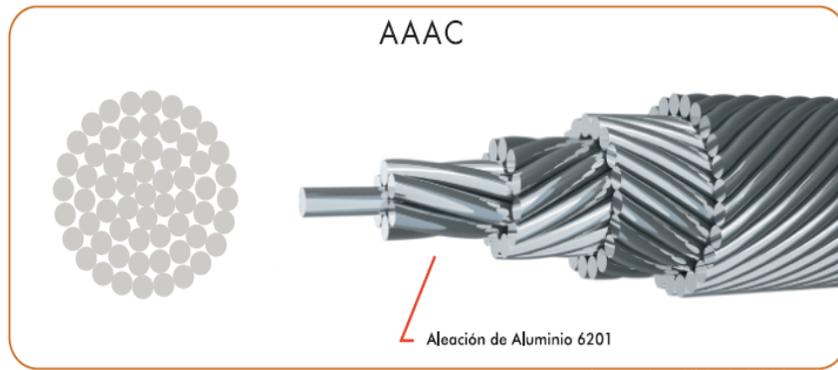
Ventajas; la flexibilidad posibilita proyectos de líneas de transmisión y distribución con características maximizadas de resistencia mecánica y conductividad requeridas.

Composición Química; el material es un compuesto de Magnesio y Silicio, que proporciona aproximadamente el doble de la resistencia mecánica, en comparación al AL v1350 H19, utilizado en cables ACSR.

Resistencia a la corrosión.

Dureza superficial; le otorga a los conductores una resistencia a la abrasión superior

Diseño



*Imagen referencial. Puede definir la realidad

Características Técnicas

Nombre	Calibre [kcmil]	Sección del cond. [mm ²]	Tipo de cable	Número de alambres de aleación AL 6201	Diámetro del alambre [mm]	Diámetro conductor [mm]	Peso nominal [kg/km]	Radio medio geométrico (M)
Akron	30,6	15,5	Akron	7	1,679	5	42,5	0,00183
Alton	48,7	24,7	Alton	7	2,118	6,4	67,6	0,0023
63,36 MCM	63,4	33,6	63,36 MCM	7	2,474	7,4	92,3	0,00269
Ames	77,5	39,3	Ames	7	2,672	8	107,7	0,00291
105,6 MCM	105,6	53,5	105,6 MCM	7	3,119	9,4	146,8	0,00339
Azusa	123,3	62,5	Azusa	7	3,371	10,1	171,4	0,00367
133,1 MCM	133,1	67,5	133,1 MCM	7	3,503	10,5	185,1	0,00381
Anaheim	155,4	78,6	Anaheim	7	3,782	11,4	215,8	0,00412
167,8 MCM	167,8	85	167,8 MCM	7	3,932	11,8	233,2	0,00428
Amherst	195,7	99,2	Amherst	7	4,247	12,7	272,1	0,00462
211,6 MCM	211,6	107,3	211,6 MCM	7	4,417	13,3	294,3	0,00481
Alliance	246,9	125,1	Alliance	7	4,77	14,3	343,2	0,00519
250,0 MCM	250	126,7	250,0 MCM	19	2,913	14,6	347,5	0,00552
300,0 MCM	300	152,1	300,0 MCM	19	3,193	16	417,4	0,00605
Butte	312,8	158,5	Butte	19	3,259	13,3	434,8	0,00618
350,0 MCM	350	177,3	350,0 MCM	19	3,447	17,2	486,4	0,00653
Canton	394,5	199,9	Canton	19	3,66	18,3	548,5	0,00693
400,0 MCM	400	202,7	400,0 MCM	19	3,686	18,4	556,2	0,00698
450,0 MCM	450	228	450,0 MCM	19	3,909	19,6	625,7	0,0074
Cairo	465,4	235,8	Cairo	19	3,975	19,9	646,9	0,00753
500,0 MCM	500	253,3	500,0 MCM	19	4,12	20,6	695	0,0078
550,0 MCM	550	278,6	550,0 MCM	37	3,096	21,7	764,4	0,00832
Darien	559,5	283,5	Darien	19	4,359	21,8	777,9	0,00826
600,0 MCM	600	303,8	600,0 MCM	37	3,233	22,6	833,6	0,00869
650,0 MCM	650	329,1	650,0 MCM	37	3,366	23,6	903,1	0,00904
Elgin	652,5	330,6	Elgin	19	4,707	23,5	907,2	0,00892
700,0 MCM	700	354,5	700,0 MCM	37	3,493	24,5	972,6	0,00939
Flint	740,8	375,4	Flint	37	3,594	25,2	1029,9	0,00966
750,0 MCM	750	380,2	750,0 MCM	37	3,617	25,3	1043,1	0,00972

AAAC

Nombre	Calibre (kcmil)	Sección del cond. (mm ²)	Tipo de cable	Número de alambres de aleación AL 6201	Diámetro del alambre (mm)	Diámetro conductor (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio medio geométrico (M)
800,0 MCM	800	405,1	800,0 MCM	37	3,734	26,1	1111,6	0,01003
900,0 MCM	900	456,3	900,0 MCM	37	3,962	27,7	1251,9	0,01065
Greeley	927,2	469,8	Greeley	37	4,021	28,2	1289,2	0,01081
1000,0 MCM	1000	506,7	1000,0 MCM	37	4,176	29,2	1390,3	0,01122

Nombre	Carga de rotura (kgf)	Resistencia eléctrica máxima (Ohm/km)		Radio medio geométrico (m)	Reactancia inductiva (Ohm/km)	Reactancia capacitiva (MOhm.km)	Ampacidad [A]
		CC 20°C	AC - 60 Hz 75° C				
Akron	502	2,1614	2,5725	0,00183	0,4754	0,2856	105
Alton	799	1,3582	1,6156	0,0023	0,458	0,2746	145
63,36 MCM	1090	0,9955	1,1869	0,00269	0,4462	0,2672	90
Ames	1272	0,8534	1,0191	0,00367	0,4404	0,2635	190
105,6 MCM	1733	0,6263	0,7457	0,00339	0,4288	0,2561	215
Azusa	1939	0,5362	0,6388	0,00417	0,4229	0,2524	255
133,1 MCM	2093	0,4966	0,5916	0,00381	0,42	0,2506	275
Anaheim	2440	0,4259	0,5071	0,00462	0,4142	0,2469	295
167,8 MCM	2638	0,3941	0,4698	0,00428	0,4113	0,245	320
Amherst	3077	0,3378	0,4027	0,00519	0,4055	0,2414	340
211,6 MCM	3329	0,3123	0,3722	0,00481	0,4025	0,2395	365
Alliance	3882	0,2678	0,3194	0,00519	0,3967	0,2358	395
250,0 MCM	3976	0,2645	0,3157	0,00552	0,3921	0,235	400
300,0 MCM	4775	0,2202	0,2628	0,00605	0,3852	0,2306	440
Butte	4765	0,2113	0,2523	0,00618	0,3835	0,2296	460
350,0 MCM	5330	0,1889	0,2256	0,00653	0,3794	0,2269	515
Canton	6009	0,1676	0,2001	0,00693	0,3749	0,2241	530
400,0 MCM	6094	0,1653	0,1976	0,00698	0,3744	0,2237	535
450,0 MCM	6855	0,1469	0,1759	0,0074	0,37	0,2209	670
Cairo	7088	0,1421	0,1696	0,00753	0,3687	0,2201	590
500,0 MCM	7614	0,1323	0,1585	0,0078	0,366	0,2184	635
550,0 MCM	8557	0,1202	0,1442	0,00832	0,3612	0,216	655
Darien	8524	0,1181	0,1417	0,00826	0,3617	0,2157	665
600,0 MCM	9332	0,1103	0,1324	0,00869	0,3579	0,2139	710
650,0 MCM	9682	0,1018	0,1224	0,00904	0,3549	0,212	725
Elgin	9939	0,1013	0,1218	0,00892	0,3559	0,2121	730
700,0 MCM	10427	0,0945	0,1137	0,00939	0,3521	0,2102	745
Flint	11041	0,0892	0,1075	0,00966	0,3499	0,2089	790
750,0 MCM	11183	0,0881	0,1063	0,00972	0,3494	0,2086	800
800,0 MCM	11917	0,0827	0,0994	0,01003	0,347	0,2071	785
900,0 MCM	13421	0,0734	0,0889	0,01065	0,3426	0,2042	880
Greeley	13821	0,0713	0,0864	0,01081	0,3414	0,2035	910
1000,0 MCM	14905	0,0802	0,0802	0,01122	0,3386	0,2017	980

ANEXO D: ALIMENTADORES DE MT

D.1 Alimentadores Cocesa

Tabla D.1: Reactancia Monoconductores 8 kV

MONOCONDUCTORES XAT 8 KV 133% NA

AWG	CONST. N°Hebras ∅ mm	ESP. AISL mm	DIAM. AISL. mm	ESP. CUB. mm	DIAM. EXT. mm	PESO APROX. Kg/Km	CORRIENTE MAXIMA AMPERES				REACT. INDUCT.		CAPACID. uF/Km
							DUCTO t° 20°C	TIERRA t° 20°C	CONDUT t° 40°C	BANDEJAS t° 40°C	Ducto no magnet. Ohm/Km	Bandeja Ohm/Km	
6	7 x 1,56	3,56	12,88	1,52	18,84	477	90	130	83		0,181		0,133
4	7 x 1,96	3,56	14,02	1,52	19,98	573	115	170	110		0,168		0,152
3	7 x 2,20	3,56	14,66	1,52	20,62	637	135	190	130		0,162		0,162
2	7 x 2,47	3,56	15,44	1,52	21,40	718	155	210	150		0,156		0,175
1	19 x 1,69	3,56	16,24	2,03	23,27	872	175	240	170		0,154		0,188
1/0	19 x 1,89	3,56	17,20	2,03	24,23	993	200	275	195	260	0,149	0,273	0,203
2/0	19 x 2,13	3,56	18,23	2,03	25,26	1.149	230	310	225	300	0,143	0,266	0,219
3/0	19 x 2,39	3,56	19,45	2,03	26,48	1.339	260	355	260	345	0,138	0,259	0,239
4/0	19 x 2,68	3,56	20,79	2,03	27,82	1.572	295	405	295	400	0,133	0,253	0,260
250	37 x 2,09	3,56	21,96	2,03	28,99	1.780	325	440	330	445	0,129	0,249	0,278
300	37 x 2,29	3,56	23,65	2,03	30,68	2.064	358	488	363	498	0,127	0,245	0,305
350	37 x 2,47	3,56	24,83	2,03	32,41	2.352	390	535	395	550	0,125	0,243	0,323
400	37 x 2,64	3,56	25,95	2,03	33,53	2.611	428	593	438	618	0,122	0,240	0,341
500	37 x 2,95	3,56	27,94	2,03	35,52	3.121	465	650	480	685	0,118	0,235	0,372
600	61 x 2,52	3,56	31,02	2,03	38,60	3.669	505	712	522	765	0,113	0,229	0,420
650	61 x 2,62	3,56	31,91	2,03	39,49	3.916	525	743	543	805	0,112	0,227	0,434
700	61 x 2,72	3,56	32,78	2,03	40,36	4.171	545	774	564	845	0,111	0,226	0,447
750	61 x 2,82	3,56	33,62	2,03	41,20	4.435	565	805	585	885	0,110	0,224	0,460
800	61 x 2,91	3,56	34,44	2,79	43,63	4.832	580	830	603	920	0,112	0,227	0,473
900	61 x 3,09	3,56	36,00	2,79	45,19	5.349	610	880	639	990	0,110	0,224	0,498
1000	61 x 3,25	3,56	37,43	2,79	46,62	5.833	640	930	675	1.060	0,108	0,222	0,520

Tabla D.2: Reactancia Monoconductores 15 kV

MONOCONDUCTORES XAT 15 KV 133% NA

AWG	CONST. N°Hebras ∅ mm	ESP. AISL mm	DIAM. AISL. mm	ESP. CUB. mm	DIAM. EXT. mm	PESO APROX. Kg/Km	CORRIENTE MAXIMA AMPERES				REACT. INDUCT.		CAPACID. uF/Km
							DUCTO t° 20°C	TIERRA t° 20°C	CONDUT t° 40°C	BANDEJAS t° 40°C	Ducto no magnet. Ohm/Km	Bandeja Ohm/Km	
2	7 x 2,47	5,46	19,45	2,03	26,49	920	155	210	150		0,172		0,130
1	19 x 1,69	5,46	20,25	2,03	27,29	1.027	175	240	170		0,166		0,138
1/0	19 x 1,89	5,46	21,21	2,03	28,25	1.154	200	275	195	260	0,160	0,287	0,149
2/0	19 x 2,13	5,46	22,24	2,03	29,28	1.316	230	310	225	300	0,154	0,280	0,160
3/0	19 x 2,39	5,46	23,46	2,03	30,50	1.513	260	355	260	345	0,149	0,273	0,172
4/0	19 x 2,68	5,46	24,80	2,03	32,39	1.784	295	405	295	400	0,144	0,268	0,186
250	37 x 2,09	5,46	25,97	2,03	33,56	2.001	325	440	330	445	0,140	0,262	0,199
300	37 x 2,29	5,46	27,67	2,03	35,25	2.296	358	488	363	498	0,137	0,258	0,216
350	37 x 2,47	5,46	28,85	2,03	36,43	2.560	390	535	395	550	0,134	0,254	0,228
400	37 x 2,64	5,46	29,97	2,03	37,55	2.826	428	593	438	618	0,131	0,251	0,240
500	37 x 2,95	5,46	31,96	2,03	39,54	3.348	465	650	480	685	0,126	0,245	0,260
600	61 x 2,52	5,46	35,04	2,03	42,62	3.914	505	712	522	765	0,121	0,238	0,292
650	61 x 2,62	5,46	35,93	2,79	45,11	4.322	525	743	543	805	0,122	0,240	0,301
700	61 x 2,72	5,46	36,80	2,79	45,98	4.586	545	774	564	845	0,121	0,238	0,310
750	61 x 2,82	5,46	37,64	2,79	46,82	4.857	565	805	585	885	0,119	0,236	0,319
800	61 x 2,91	5,46	38,46	2,79	48,17	5.156	580	830	603	920	0,119	0,236	0,327
900	61 x 3,09	5,46	40,02	2,79	49,73	5.683	610	880	639	990	0,117	0,233	0,343
1000	61 x 3,25	5,46	41,45	2,79	51,16	6.177	640	930	675	1.060	0,115	0,231	0,357

ANEXO E: INTERRUPTORES

E.1 Compact NS630H

Product data sheet Characteristics

32896

circuit breaker Compact NS630H - STR23SE -
630 A - 4 poles 4d



Main

Device short name	Compact NS630H
Circuit breaker application	Distribution
Poles description	4P
Protected poles description	3t 3t + N/2 4t
Neutral position	Left
Network type	AC DC
Network frequency	50/60 Hz
[In] rated current	500 A (65 °C) 630 A (40 °C)
[U] rated insulation voltage	750 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to IEC 60947-2
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 750 V DC conforming to IEC 60947-2
Circuit breaker rating code	H
Breaking capacity	Icu 100 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu 70 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu 65 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu 50 kA at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Icu 35 kA at 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 kA at 240 V AC 50/60 Hz conforming to NEMA AB1 HIC 65 kA at 480 V AC 50/60 Hz conforming to NEMA AB1 HIC
[Ics] rated service breaking capacity	Ics 50 kA 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 65 kA 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 70 kA 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 100 kA 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category A
Trip unit name	STR23SE
Trip unit technology	Electronic
Protection type	Instantaneous short-circuit protection Overload protection (long time) Protection of the fourth pole Short time short-circuit protection
Pollution degree	3 conforming to IEC 60947

Complementary

Control type	Toggle
Mounting mode	Fixed
Mounting support	Backplate
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Circuit breaker CT rating	630 A
Mechanical durability	15000 cycles
Electrical durability	8000 cycles 440 V AC 50/60 Hz In/2 conforming to IEC 60947-2 4000 cycles 440 V AC 50/60 Hz In conforming to IEC 60947-2
Connection pitch	45 mm
Local signalling	Positive contact indication
Neutral protection setting	0.5 x Ir 1 x Ir No protection
Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable 48 settings
Long time pick-up adjustment range	0.4...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
[Tr] long-time delay adjustment	3.2...5 s 7.2 x Ir 5...7.5 s 6 x Ir 90...180 s 1.5 x Ir
Short-time pick-up adjustment type I _{sd}	Adjustable 8 settings
[I _{sd}] short-time pick-up adjustment range	2...10 x Ir
Short-time delay adjustment type	Fixed
[T _{sd}] short-time delay adjustment range	0.04...0.06 s
Instantaneous pick-up adjustment type I _i	Fixed
Instantaneous pick-up adjustment range	11 x In
Display type	LED
Height	255 mm
Width	185 mm
Depth	110 mm

Environment

Standards	IEC 60947-2
Product certifications	ASEFA ASTA KEMA LCIE
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK07 conforming to EN 50102
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C
RoHS EUR conformity date	0911
RoHS EUR status	Compliant

E.2 Masterpact NW32

Functions and characteristics

Circuit breakers and switch-disconnectors NW08 to NW63



Common characteristics

Number of poles		3/4
Rated insulation voltage (V)	Ui	1000/1250
Impulse withstand voltage (kV)	Uimp	12
Rated operational voltage (V AC 50/60 Hz)	Ue	690/1150
Suitability for isolation		IEC 60947-2
Degree of pollution	IEC 60664-1	4 (1000 V)/3 (1250 V)

Basic circuit-breaker

Circuit-breaker as per IEC 60947-2

Rated current (A)		at 40 °C / 50 °C ⁽¹⁾
Rating of 4th pole (A)		
Sensor ratings (A)		

Type of circuit breaker

Ultimate breaking capacity (kA rms) V AC 50/60 Hz	Icu	220/415/440 V 525 V 690 V 1150 V
Rated service breaking capacity (kA rms)	Ics	% Icu

Utilisation category		
Rated short-time withstand current (kA rms) V AC 50/60 Hz	Icw	1 s 3 s

Integrated instantaneous protection (kA peak ±10 %)		
Rated making capacity (kA peak) V AC 50/60 Hz	Icm	220/415/440 V 525 V 690 V 1150 V

Break time (ms) between tripping order and arc extinction		
Closing time (ms)		

Circuit-breaker as per NEMA AB1

Breaking capacity (kA) V AC 50/60 Hz		240/480 V 600 V
--------------------------------------	--	--------------------

Unprotected circuit-breaker

Tripping by shunt trip as per IEC 60947-2

Type of circuit breaker

Ultimate breaking capacity (kA rms) V AC 50/60 Hz	Icu	220... 690 V
Rated service breaking capacity (kA rms)	Ics	% Icu
Rated short-time withstand current (kA rms)	Icw	1 s 3 s

Overload and short-circuit protection
External protection relay: short-circuit protection, maximum delay: 350 ms ⁽⁴⁾

Rated making capacity (kA peak) V AC 50/60 Hz	Icm	220... 690 V
---	------------	--------------

Switch-disconnector as per IEC 60947-3 and Annex A

Type of switch-disconnector

Rated making capacity (kA peak) AC23A/AC3 category V AC 50/60 Hz	Icm	220... 690 V 1150 V
Rated short-time withstand current (kA rms) AC23A/AC3 category V AC 50/60 Hz	Icw	1 s 3 s

Earthing switch

Latching capacity (kA peak)		135
Rating short time withstand (kA rms)	Icw	1 s 3 s

Mechanical and electrical durability as per IEC 60947-2/3 at In/Ie

Service life C/O cycles x 1000	Mechanical	with maintenance without maintenance	
--------------------------------	------------	---	--

Type of circuit breaker

Rated current			In (A)
C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440 V ⁽⁵⁾ 690 V 1150 V
IEC 60947-2			

Type of circuit breaker or switch-disconnector

Rated operational current			Ie (A)	AC23A
C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440 V ⁽⁵⁾ 690 V	
IEC 60947-3				

Type of circuit breaker or switch-disconnector

Rated operational current			Ie (A)	AC3 ⁽⁶⁾
Motor power				380/415 V (kW) 440 V ⁽⁵⁾ (kW) 690 V (kW)

C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440/690 V ⁽⁵⁾
IEC 60947-3 Annex M/IEC 60947-4-1			

(1) 50 °C: rear vertical connected. Refer to temperature derating tables for other connection types.

(2) See the current-limiting curves in the "additional characteristics" section.

(3) Equipped with a trip unit with a making current of 90 kA peak.

(4) External protection must comply with permissible thermal constraints of the circuit breaker (please consult us). No fault-trip indication by the SDE or the reset button.

(5) Available for 480 V NEMA.

(6) Suitable for motor control (direct-on-line starting).

(7) The use of NW08 to NW20 H1 in IT systems is limited to 500 V network voltage.

Sensor selection

Sensor rating (A)	250 ⁽¹⁾	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300
Ir threshold setting(A)	100 to 250	160 to 400	250 to 630	320 to 800	400 to 1000	500 to 1250	630 to 1600	800 to 2000	1000 to 2500	1250 to 3200	1600 to 4000	2000 to 5000	2500 to 6300

(1) For circuit-breaker NW02 , please consult us.

NW08	NW10	NW12	NW16	NW20					NW25	NW32	NW40	NW40b	NW50	NW63	
800	1000	1250	1600	2000					2500	3200	4000	4000	5000	6300	
800	1000	1250	1600	2000					2500	3200	4000	4000	5000	6300	
400 to 800	400 to 1000	630 to 1250	800 to 1600	1000 to 2000					1250 to 2500	1600 to 3200	2000 to 4000	2000 to 4000	2500 to 5000	3200 to 6300	
N1	H1⁽⁷⁾	H2	L1⁽²⁾	H10	H1⁽⁷⁾	H2	H3	L1⁽²⁾	H10	H1	H2	H3	H10	H1	H2
42	65	100	150	-	65	100	150	150	-	65	100	150	-	100	150
42	65	85	130	-	65	85	130	130	-	65	85	130	-	100	130
42	65	85	100	-	65	85	100	100	-	65	85	100	-	100	100
-	-	-	-	50	-	-	-	-	50	-	-	-	50	-	-
100 %					100 %					100 %					
B					B					B					
42	65	85	30	50	65	85	65	30	50	65	85	65	50	100	100
22	36	50	30	50	36	75	65	30	50	65	75	65	50	100	100
-	-	190	80	-	-	190	150	80	-	-	190	150	-	-	270
88	143	220	330	-	143	220	330	330	-	143	220	330	-	220	330
88	143	187	286	-	143	187	286	286	-	143	187	286	-	220	286
88	143	187	220	-	143	187	220	220	-	143	187	220	-	220	220
-	-	-	-	105	-	-	-	-	105	-	-	-	105	-	-
25	25	25	10	25	25	25	10	25	25	25	25	25	25	25	25
< 70					< 70					< 80					
42	65	100	150	-	65	100	150	150	-	65	100	150	-	100	150
42	65	85	100	-	65	85	100	100	-	65	85	100	-	100	100

HA	HF ⁽³⁾	HA	HF ⁽³⁾	HA	HF ⁽³⁾	HA
50	85	50	85	55	85	85
100 %		100 %		100 %		100 %
50	85	50	85	55	85	85
36	50	36	75	55	75	85
-	-	-	-	-	-	-
105	187	105	187	121	187	187

NW08/NW10/NW12/NW16				NW20			NW25/NW32/NW40			NW40b/NW50/NW63
NA	HA	HF	HA10	HA	HF	HA10	HA	HF	HA10	HA
88	105	187	-	105	187	-	121	187	-	187
-	-	-	105	-	-	105	-	-	105	-
42	50	85	50	50	85	50	55	85	50	85
-	36	50	50	36	75	50	55	75	50	85

60 Hz
50 Hz

25				20					10				
12.5				10					5				
N1/H1/H2	L1	H10		H1/H2	H3	L1	H10	H1/H2	H3	H10	H1	H2	
800/1000/1250/1600				2000					2500/3200/4000			4000b/5000/6300	
10	3	-		8	2	3	-	5	1.25	-	1.5	1.5	
10	3	-		6	2	3	-	2.5	1.25	-	1.5	1.5	
-	-	0.5		-	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	
H1/H2/NA/HA/HF				H1/H2/H3/HA/HF					H1/H2/H3/HA/HF			H1/H2/HA	
800/1000/1250/1600				2000					2500/3200/4000			4000b/5000/6300	
10				8					5			1.5	
10				6					2.5			1.5	
H1/H2/NA/HA/HF				H1/H2/H3/HA/HF									
800		1000		1250		1600		2000					
335 to 450		450 to 560		560 to 670		670 to 900		900 to 1150					
400 to 500		500 to 630		500 to 800		800 to 1000		1000 to 1300					
≤ 800		800 to 1000		1000 to 1250		1250 to 1600		1600 to 2000					

E.3 Masterpact NT06

Functions and characteristics

Circuit breakers and switch-disconnectors NT06 to NT16

PB10835A49



Common characteristics

Number of poles		3/4
Rated insulation voltage (V)	Ui	1000
Impulse withstand voltage (kV)	Uimp	12
Rated operational voltage (V AC 50/60 Hz)	Ue	690
Suitability for isolation	IEC 60947-2	
Degree of pollution	IEC 60664-1	3

Basic switchgear

Circuit-breaker as per IEC 60947-2

Rated current (A)	In	at 40 °C/50 °C ⁽¹⁾
Rating of 4th pole (A)		
Sensor ratings (A)		
Type of circuit breaker		
Ultimate breaking capacity (kA rms) V AC 50/60 Hz	Icu	220/415 V 440 V 525 V 690 V
Rated service breaking capacity (kA rms)	Ics	% Icu
Utilisation category		
Rated short-time withstand current (kA rms) V AC 50/60 Hz	Icw	0.5 s 1 s 3 s
Integrated instantaneous protection (kA peak ±10 %)		
Rated making capacity (kA peak) V AC 50/60 Hz	Icm	220/415 V 440 V 525 V 690 V
Break time (ms) between tripping order and arc extinction		
Closing time (ms)		
Circuit-breaker as per NEMA AB1		
Breaking capacity (kA) V AC 50/60 Hz		240 V 480 V 600 V

Switch-disconnector as per IEC 60947-3 and Annex A

Type of switch-disconnector		
Rated making capacity (kA peak) AC23A/AC3 category V AC 50/60 Hz	Icm	220 V 440 V 525/690 V
Rated short-time withstand current (kA rms) AC23A/AC3 category V AC 50/60 Hz	Icw	0.5 s 1 s 3 s
Ultimate breaking capacity Icu (kA rms) with an external protection relay Maximum time delay: 350 ms		690 V

Mechanical and electrical durability as per IEC 60947-2/3 at In/Ie

Service life	Mechanical	without maintenance	
C/O cycles x 1000			
Type of circuit breaker			
Rated current			In (A)
C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440 V ⁽⁴⁾ 690 V
IEC 60947-2			
Type of circuit breaker or switch-disconnector			
Rated operational current			Ie (A)
C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440 V ⁽⁴⁾ 690V
IEC 60947-3			
Type of circuit breaker or switch-disconnector			
Rated operational current			Ie (A)
Motor power			380/415 V (kW) 440 V (kW)
C/O cycles x 1000	Electrical	without maintenance	440 V ⁽⁴⁾ 690 V
IEC 60947-3 Annex M/IEC 60947-4-1			

(1) 50 °C: rear vertical connected. Refer to temperature derating tables for other connection types.

(2) See the current-limiting curves in the "additional characteristics" section.

(3) SELLIM system.

(4) Available for 480 V NEMA.

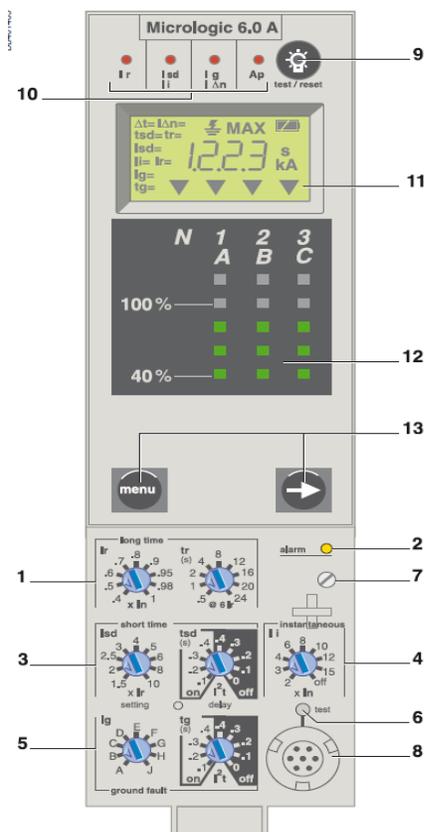
(5) Suitable for motor control (direct-on-line starting).

E.4 Unidad de Control Micrologic

Functions and characteristics

Micrologic control units Micrologic A “ammeter”

Micrologic A control units protect power circuits. They also offer measurements, display, communication and current maximeters. Version 6 provides earth-fault protection, version 7 provides earth-leakage protection.



- 1 long-time threshold and tripping delay
- 2 overload alarm (LED) at 1,125 Ir
- 3 short-time pick-up and tripping delay
- 4 instantaneous pick-up
- 5 earth-leakage or earth-fault pick-up and tripping delay
- 6 earth-leakage or earth-fault test button
- 7 long-time rating plug screw
- 8 test connector
- 9 lamp test, reset and battery test
- 10 indication of tripping cause
- 11 digital display
- 12 three-phase bargraph and ammeter
- 13 navigation buttons

"Ammeter" measurements

Micrologic A control units measure the true (rms) value of currents. They provide continuous current measurements from 0.2 to 1.2 In and are accurate to within 1.5 % (including the sensors). A digital LCD screen continuously displays the most heavily loaded phase (Imax) or displays the I1, I2, I3, In, Ig, IΔn, stored-current (maximeter) and setting values by successively pressing the navigation button. The optional external power supply makes it possible to display currents < 20 % In. Below 0.1 In, measurements are not significant. Between 0.1 and 0.2 In, accuracy changes linearly from 4 % to 1.5 %.

Communication option

In conjunction with the COM communication option, the control unit transmits the following:

- settings
- all "ammeter" measurements
- tripping causes
- maximeter readings.

Protection

Protection thresholds and delays are set using the adjustment dials.

Overload protection

True rms long-time protection. Thermal memory: thermal image before and after tripping. Setting accuracy may be enhanced by limiting the setting range using a different long-time rating plug. Overload protection can be cancelled using a specific LT rating plug "Off".

Short-circuit protection

Short-time (rms) and instantaneous protection. Selection of I^t type (ON or OFF) for short-time delay.

Earth-fault protection

Residual or source ground return earth fault protection. Selection of I^t type (ON or OFF) for delay.

Residual earth-leakage protection (Vigi).

Operation without an external power supply. Δ Protected against nuisance tripping. \sphericalangle DC-component withstand class A up to 10 A.

Neutral protection

On three-pole circuit breakers, neutral protection is not possible. On four-pole circuit breakers, neutral protection may be set using a three-position switch: neutral unprotected (4P 3d), neutral protection at 0.5 Ir (4P 3d + N/2), neutral protection at Ir (4P 4d).

Zone selective interlocking (ZSI)

A ZSI terminal block may be used to interconnect a number of control units to provide total discrimination for short-time and earth-fault protection, without a delay before tripping.

Overload alarm

A yellow alarm LED goes on when the current exceeds the long-time trip threshold.

Fault indications

LEDs indicate the type of fault:

- overload (long-time protection Ir)
- short-circuit (short-time I_{sd} or instantaneous I_i protection)
- earth fault or earth leakage (Ig or IΔn)
- internal fault (Ap).

Battery power

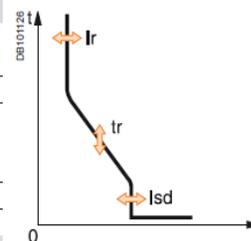
The fault indication LEDs remain on until the test/reset button is pressed. Under normal operating conditions, the battery supplying the LEDs has a service life of approximately 10 years.

Test

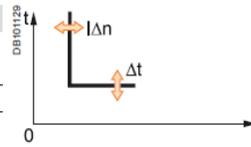
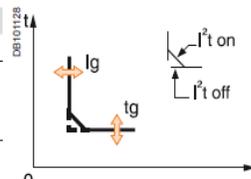
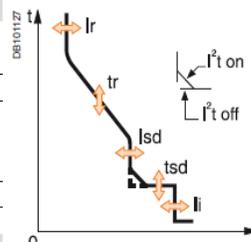
A mini test kit or a portable test kit may be connected to the test connector on the front to check circuit-breaker operation. For Micrologic 6.0 A and 7.0 A control units, the operation of earth-fault or earth-leakage protection can be checked by pressing the test button located above the test connector.

Note: Micrologic A control units come with a transparent lead-seal cover as standard.

Protection		Micrologic 2.0 A									
Long time											
Current setting (A)		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1	
Tripping between 1.05 and 1.20 x Ir		Other ranges or disable by changing long-time rating plug									
Time setting		tr (s)	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
Time delay (s)	Accuracy: 0 to -30 %	1.5 x Ir	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600
	Accuracy: 0 to -20 %	6 x Ir	0.7 ⁽¹⁾	1	2	4	8	12	16	20	24
	Accuracy: 0 to -20 %	7.2 x Ir	0.7 ⁽²⁾	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6
Thermal memory		20 minutes before and after tripping									
(1) 0 to -40 % - (2) 0 to -60 %											
Instantaneous											
Pick-up (A)	I_{sd} = I_r x ...	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	
Accuracy: ±10 %											
Time delay		Max resettable time: 20 ms Max break time: 80 ms									



Protection		Micrologic 5.0 / 6.0 / 7.0 A										
Long time												
Current setting (A)	I_r = I_n x ...	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1		
Tripping between 1.05 and 1.20 x Ir		Other ranges or disable by changing long-time rating plug										
Time setting		tr (s)	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24	
Time delay (s)	Accuracy: 0 to -30 %	1.5 x Ir	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600	
	Accuracy: 0 to -20 %	6 x Ir	0.7 ⁽¹⁾	1	2	4	8	12	16	20	24	
	Accuracy: 0 to -20 %	7.2 x Ir	0.7 ⁽²⁾	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6	
Thermal memory		20 minutes before and after tripping										
(1) 0 to -40 % - (2) 0 to -60 %												
Short time												
Pick-up (A)	I_{sd} = I_r x ...	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10		
Accuracy: ±10 %												
Time setting tsd (s)	Settings	I ² t Off	0	0.1	0.2	0.3	0.4					
		I ² t On	-	0.1	0.2	0.3	0.4					
Time delay (ms) at 10 x Ir (I ² t Off or I ² t On)	tsd (max resettable time)	20	80	140	230	350						
	tsd (max break time)	80	140	200	320	500						
Instantaneous												
Pick-up (A)	I_{li} = I_n x ...	2	3	4	6	8	10	12	15	off		
Accuracy: ±10 %												
Time delay		Max resettable time: 20 ms Max break time: 50 ms										
Earth fault												
Micrologic 6.0 A												
Pick-up (A)	I_g = I_n x ...	A	B	C	D	E	F	G	H	J		
Accuracy: ±10 %	I _n ≤ 400 A	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
	400 A < I _n < 1250 A	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
	I _n ≥ 1250 A	500	640	720	800	880	960	1040	1120	1200		
Time setting tg (s)	Settings	I ² t Off	0	0.1	0.2	0.3	0.4					
		I ² t On	-	0.1	0.2	0.3	0.4					
Time delay (ms) at I _n or 1200 A (I ² t Off or I ² t On)	tg (max resettable time)	20	80	140	230	350						
	tg (max break time)	80	140	200	320	500						
Residual earth leakage (Vigi)												
Micrologic 7.0 A												
Sensitivity (A)	I_{Δn}	0.5	1	2	3	5	7	10	20	30		
Time delay Δt (ms)	Settings	60	140	230	350	800						
	Δt (max resettable time)	60	140	230	350	800						
	Δt (max break time)	140	200	320	500	1000						



Ammeter		Micrologic 2.0 / 5.0 / 6.0 / 7.0 A		
Type of measurements		Range	Accuracy	
Instantaneous currents	I1, I2, I3, I _N	0.2 x I _n to 1.2 x I _n	± 1.5 %	
	I _g (6.0 A)	0.2 x I _n to I _n	± 10 %	
	I _{Δn} (7.0 A)	0 to 30 A	± 1.5 %	
Current maximeters of	I1, I2, I3, I _N	0.2 x I _n to 1.2 x I _n	± 1.5 %	

Note: all current-based protection functions require no auxiliary source.
The test / reset button resets maximeters, clears the tripping indication and tests the battery.

ANEXO F: RECONECTADORES

DESCRIPCION DEL CONTROL DE RESTAURADORES FORMA 6

Descripción

El control de restauradores controlado por microprocesador Kyle® Forma 6 de montaje en poste incluye funciones completas de protección del sistema, incluyendo protección contra sobrecorrientes de fase, tierra y secuencia negativa, sobrefrecuencia/subfrecuencia y protección contra voltaje, dirección de flujo de potencia, falla a tierra sensible y comprobación de sincronismo.

Las herramientas de análisis que ofrece incluyen la localización de fallas, registro de eventos, TCC Editor™ II, Idea Workbench™, administrador de perfil de datos y funciones de oscilógrafo, incluyendo reproducción en oscilógrafo.

Las funciones de medición incluyen demanda y corriente instantánea por cada fase, voltaje instantáneo y factor de potencia por cada fase y potencia (real, reactiva y aparente) por cada fase o total. Los componentes simétricos de los voltajes y corrientes se despliegan junto con el consumo de kilovatios-hora para la medición de energía. También se incluye la medición de frecuencias armónicas de la 2a a la 15a.

La pantalla LCD del tablero delantero se utiliza para configurar los valores de funcionamiento del control. También se utiliza para desplegar valores de medición, información de contadores, parámetros de control, reposicionar alarmas y ofrecer información de diagnóstico.

Los parámetros del control también pueden programarse por medio de una computadora personal que se conecta al control por medio del puerto RS-232 de su tablero delantero.

La programación, consulta y operaciones del control se ejecutan usando el software de interfaz ProView™ Forma 6 instalado en la computadora personal. ProView™ incluye funciones adicionales utilizadas para crear y desplegar gráficamente las curvas de tiempo-corriente y proporciona el Idea Workbench™ para configurar señales de entrada y salida seleccionadas por el usuario, datos de eventos y alarmas configurables y puntos de comunicaciones seleccionables para comunicaciones en serie.

El control funciona en sistemas de 50 y 60 Hz.

El control puede configurarse, en la fábrica o por el usuario, para una variedad de aplicaciones. Si los requisitos del usuario cambian, las funciones del control pueden modificarse para satisfacer los requisitos nuevos.

El control puede accederse desde las partes delantera y trasera de su gabinete (Figura 2).

Teoría de funcionamiento

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques del funcionamiento del control de restauradores Forma 6. La detección de corriente se efectúa por medio de tres transformadores de corriente ubicados en el restaurador que se conectan al control de restauradores Forma 6 por medio del cable de control. Este cable también suministra la fuente a las funciones de disparo, cierre y estado del restaurador y se conecta al módulo de interfaz del restaurador (RIF) para proporcionar mejor aislamiento y un funcionamiento más confiable. Los voltajes de medición se conectan al módulo de entradas analógicas por medio del bloque de bornes TB8.

La corriente de línea que fluye a través del restaurador es transformada por el módulo de la CPU en una señal digital adecuada para las funciones de medición y el cálculo de corrientes de falla. El muestreo de datos se produce con una frecuencia de 64 veces por ciclo. La CPU contiene una sección de adquisición de datos que emplea las muestras adquiridas para calcular las intensidades y el voltaje fundamentales que deben utilizarse en la protección contra sobrecorriente, sub/sobrevoltaje y sub/sobrefrecuencia, así como las intensidades y los voltajes de las funciones de medición. La intensidad de la protección contra sobrecorriente se calcula a base de subciclos; incluye únicamente el componente de frecuencia fundamental y de CC.

Cuando la corriente de fase o de tierra es mayor que su valor mínimo programado de disparo y el correspondiente intervalo de temporización de su curva de tiempo-corriente (TCC), el control inicia la secuencia programada de operaciones de disparo y reconexión del restaurador por medio de los módulos de CPU y de RIF. Si la falla es temporal, el control cesa de iniciar operaciones del restaurador después de cerrarlo exitosamente y el control se reposiciona al inicio de su secuencia de trabajo

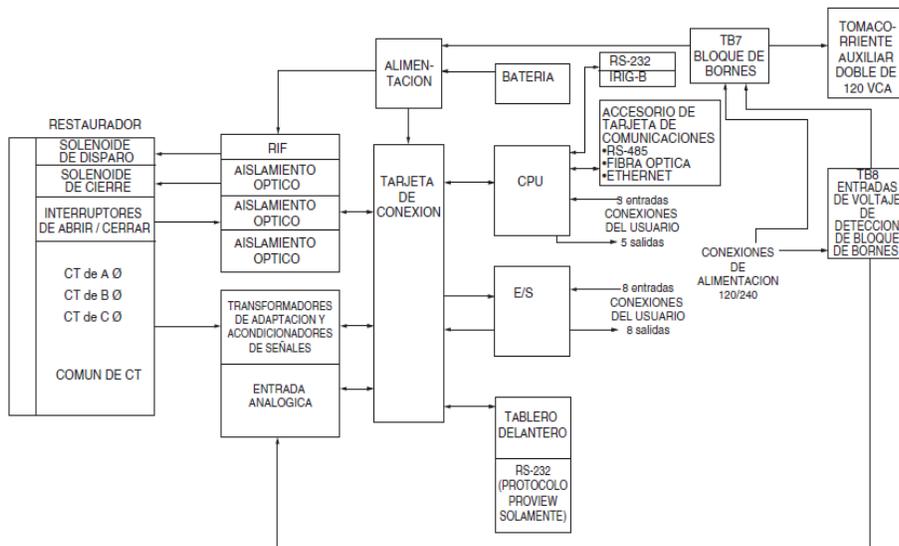


Figura 3. Diagrama de flujo funcional del control Forma 6 de montaje en poste.

F.2 NOJA-533-09: OSM15-079

Los reconectores automáticos OSM cumplen con las normas estandarizadas ANSI/IEEE C37.60-2003.

2.1.1 Parámetros Básicos de Operación

	OSM15-079	OSM15-200 - OSM27-203
Corriente	6 x Sensores de corriente de Rogowski	6 x Sensores de corriente de Rogowski
Voltaje	6 x Divisores Capacitivos de Voltaje	6 x Divisores Capacitivos de Voltaje
Temperatura Ambiente	- 40°C to + 55°C	- 40°C to + 55°C
Humedad	0 – 100%	0 – 100%
Altura ₁	3000m	3000m
Generales (largo x ancho x alto)	720 x 640 x 630 mm	760 x 534 x 750 mm
Peso	62.5kg	85kg

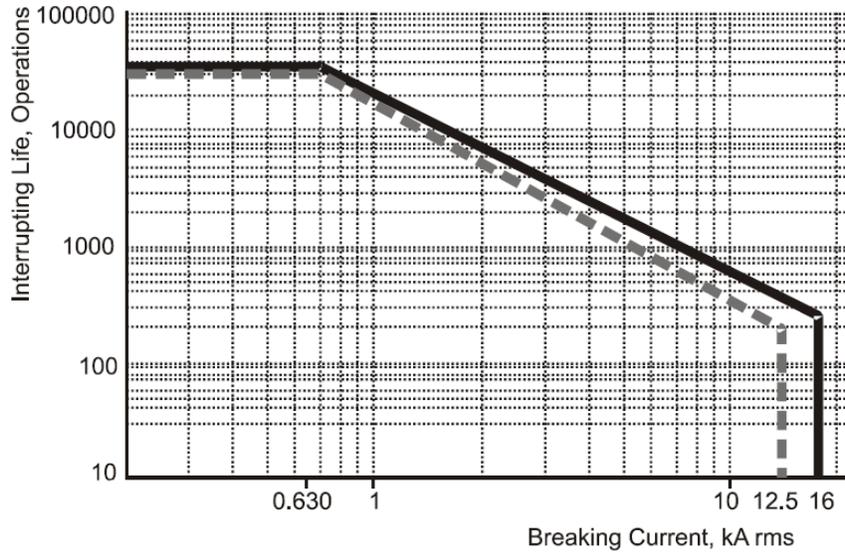
Nota: 1. Para alturas superiores a 1000m. Las especificaciones deben corregirse según normas ANSI C37.60-2003.

2.1.2 Rangos

	OSM15-079	OSM15-200	OSM27-203
Voltaje nominal máximo	15.5kV	15.5kV	27kV
Corriente nominal continuada	630A	630A	630A
Capacidad de Falla (RMS)	16kA	16kA	12.5kA
Capacidad máxima de Falla (peak)	40kA	40kA	31.5kA
Capacidad de ruptura	16kA	16kA	12.5kA
Capacidad de interrupción de componentes de corriente continua	20%	20%	20%
Operaciones mecánicas	30000	30000	30000
Operaciones a plena carga	30000	30000	30000
Operaciones a capacidad de Falla.	200	200	200
Corriente de falla de corta duración (4 seg)	16kA	16kA	12.5kA
Capacidad de ruptura activa principal	630A	630A	630A
Corriente de magnetización de Transformador	22A	22A	22A
Corriente de Carga del Cable	25A	25A	25A
Corriente de carga de la línea	5A	5A	5A
Capacidad de impulso fase a tierra, fase-fase, y a través del interruptor	110kV	110kV	125kV ¹
Oscilación de potencia fase a tierra y a través del interruptor	50kV	50kV	60kV
Tiempo de cierre	<60ms	<60ms	<60ms
Tiempo de apertura	<30ms	<30ms	<30ms
Tiempo de ruptura / interrupción (incluyendo tiempo de arco)	<40ms	<40ms	<40ms

2.1.4 Trabajo de ruptura

La vida de los contactos, así como la función de la corriente de interrupción se ilustra en el gráfico siguiente.



La cantidad de operaciones a alta corriente y baja corriente para cada tipo OSM se muestra en la tabla que va a continuación.

	OSM15-079 & 200	OSM27-203
Cantidad de operaciones a corriente nominal continuada	30,000 ops a 630A	30,000 ops a 630A
Cantidad de operaciones a corriente nominal continuada	200 ops a 16kA	200 ops a 12.5kA

El ciclo máximo de trabajo se define como O – 0.1s – CO – 1s – CO – 1s – CO seguido por 60 segundos de tiempo de recuperación.

ANEXO G: RELÉS

G.1 General Electric Multilin SR750

Protección y monitorización completa para alimentadores industriales y de línea



DESCRIPCIÓN

El relé de protección de alimentador 750/760 es un equipo digital diseñado para la gestión y protección primaria de alimentadores de distribución. Además, permite su utilización en la gestión y protección de respaldo para embarrados, transformadores y líneas de potencia. El equipo registra la frecuencia del sistema de potencia y ajusta el rango de muestreo para mantener la precisión en todo momento.

Este equipo está especialmente diseñado para ofrecer un sistema de gestión de alimentadores económico, incorporando todos los requisitos de protección, control, medida, así como interfaces de usuario locales y remotas en un solo conjunto. De este modo, se elimina la necesidad de costosos componentes individuales.

El 750/760 proporciona una completa protección de sobreintensidad. Esta incluye protección de fase, neutro, tierra, tierra sensible, y secuencia inversa para sobreintensidad temporizada e instantánea, además de control direccional. Las funciones de máxima tensión, mínima tensión y mínima frecuencia, constan de

dos pasos independientes cada una. El control del 760 incluye un reenganchador de 4 intentos.

Gracias a sus entradas y salidas lógicas programables, el 750/760 puede ser configurado fácilmente para las aplicaciones específicas de cada usuario.

El equipo incluye numerosas funciones de monitorización y medida. Dispone de una memoria interna que permite almacenar los últimos 128 eventos, las 10 últimas faltas, y un total de 256 ciclos de datos oscilográficos. El relé realiza funciones de autochequeo de respaldo mientras está funcionando. El modo simulación permite al usuario comprobar el funcionamiento del equipo sin necesidad de entradas externas de tensión e intensidad.

El 750/760 incorpora un display de 2 líneas y un teclado, además de tres puertos serie que actúan como interfaz con el ordenador. Junto con el equipo se suministra un programa de PC, que permite comunicarse con el relé para realizar distintas funciones, incluyendo monitorización y control.

750/760

Relé de Protección de Alimentador

Aplicación

- Alimentadores industriales y de línea

Protección y Control

- Sobreintensidad temporizada
- Sobreintensidad instantánea
- Sobreintensidad con control direccional
- Mínima y máxima tensión
- Tensión de secuencia inversa
- Reposición automática de mínima tensión
- Mínima frecuencia de barras
- Reposición automática de mínima frecuencia
- Fallo de interruptor
- Control de cierre manual
- Control de arranque en frío
- 4 grupos de ajustes
- Comprobación de sincronismo - V, Φ , Hz y barra muerte
- 20 entradas lógicas programables
- Transferencia de Barras
- Reenganchador de cuatro intentos (sólo 760)

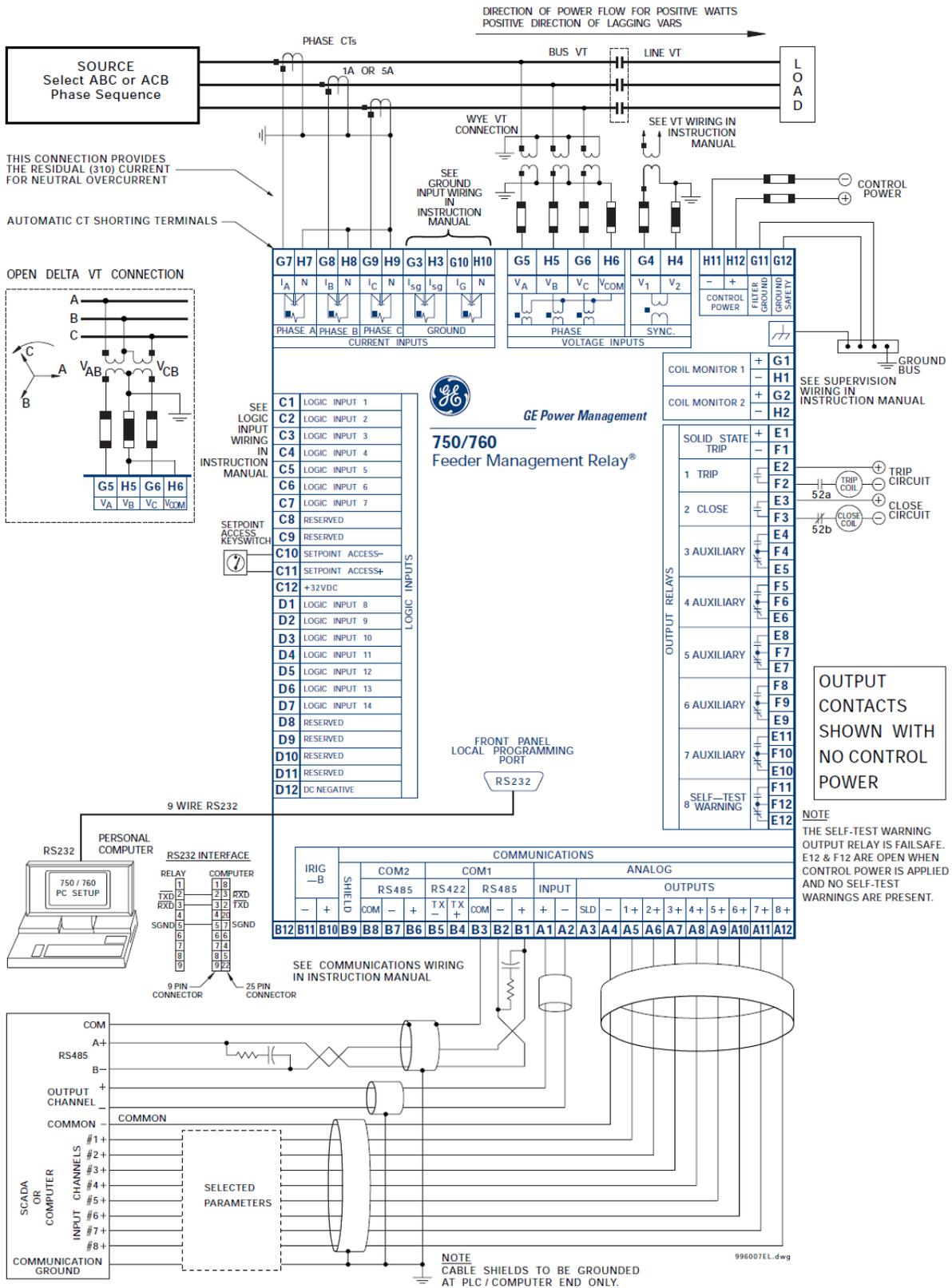
Medida y Monitorización

- Localizador de faltas, con registro de las 10 últimas
- Maniobras del interruptor y fallo de disparo
- Fallo del transformador de tensión
- Fallo de potencia - dos pasos independientes
- Entrada analógica - nivel y rango
- Intensidad total del arco de interruptor
- Registro de los últimos 128 eventos
- Oscilografía - 256 ciclos
- Medida de los valores de V, I, Hz, W, var, VA, FP
- Demanda de los valores de Ia, Ib, Ic, MW, Mvar, MVA
- Cargador de datos

Interfaz de Usuario

- Teclado numérico y display de 40 caracteres
- 24 indicadores LED
- Puertos de comunicación RS232, RS485 y RS422
- Construcción extraíble
- Entrada IRIG-B
- Protocolo ModBus® RTU/DNP 3.0 nivel 2
- Opción actualizable en campo

CABLEADO TÍPICO



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROTECCION

PROTECCIÓN DE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA PARA FASES/NEUTRO/TIERRA/SECUENCIA INVERSA

Nivel de Arranque: 0,05 a 20,00 en pasos de 0,01 x TT

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Forma de curva: ANSI Extremadamente inversa/muy inversa/moderadamente inversa/normalmente inversa

De tiempo definido (curva base 0,1 s)
Curva IEC A/B/C y Corta
FlexCurva™ A/B (programables)
IAC Extrem./Muy/Inversa/Corta

0,00 a 100,00 en pasos de 0,01

Dial de Curva: Instantáneo/lineal

Tiempo de reposición: Por entrada de intensidad (I_e es 3 x error de entrada)

Precisión de Nivel: A ≥ 1,03 x PU: ±3% del tiempo de disparo o ±20 segundos (al que sea mayor)

PROTECCIÓN DE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA PARA TIERRA SENSIBLE

Nivel de Arranque: 0,005 a 1,000 en pasos de 0,001 x TT

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Forma de curva: ANSI Extremadamente inversa/muy inversa/moderadamente inversa/normalmente inversa

De tiempo definido (curva base 0,1 s)
Curva IEC A/B/C y Corta
FlexCurva™ A/B (programables)
IAC Extrem./Muy/Inversa/Corta

0,00 a 100,00 en pasos de 0,01

Dial de Curva: Instantáneo/lineal

Tiempo de reposición: Por entrada de intensidad (I_e es 3 x error de entrada)

Precisión de Nivel: A ≥ 1,03 x PU: ±3% del tiempo de disparo o ±20 segundos (al que sea mayor)

PROTECCIÓN DE SOBREENTENSIDAD INSTANTANEA PARA FASES/NEUTRO/TIERRA/SECUENCIA INVERSA

Nivel de Arranque: 0,05 a 20,00 en pasos de 0,01 x TT

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Temperización: 0,00 a 600,00 en pasos de 0,01 s.

Precisión de Nivel: Por entrada de intensidad de fase/neutral/tierra (I_e es 3 x error de entrada de fase)

Precisión de Disparo: A temporización de 0 ms (sin retardo intencionado): contactos de salida = 50 ms max salida de estado sólido = 45 ms max

A temporización distinta de 0 ms: Precisión de tiempo = de 0 a 20 ms salida de estado sólido = 45 ms max

Fases: Debe operar cualquiera/dos cualquiera/sas tres (programable) fases para la salida (solo mínima tensión de barras)

Tipo de reposición: Instantánea o lineal

Precisión de nivel: Por entrada de tensión

Precisión de tiempo: ±100 ms.

MÍNIMA TENSION DE BARRAS 1/2 Y DE LINEA 3/4

Tensión mínima: > umbral programable de 0,00 a 1,25 x TT en pasos de 0,01

Nivel de Arranque: 0,00 a 1,25 en pasos de 0,01 x TT

Nivel de caída: 102-103% del arranque

Curva: Tiempo definido o tiempo inverso

Temperización: 0,0 a 600,00 en pasos de 0,1 s.

Fases: Debe operar cualquiera/dos cualquiera/sas tres (programable) fases para la salida (solo mínima tensión de barras)

Tipo de reposición: Instantánea o lineal

Precisión de nivel: Por entrada de tensión

Precisión de tiempo: ±100 ms.

MÁXIMA TENSION 1/2

Nivel de Arranque: 0,00 a 1,25 en pasos de 0,01 x TT

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Temperización: 0,0 a 600,00 en pasos de 0,1 s. (tiempo definido)

Fases: Debe operar cualquiera/dos cualquiera/sas tres (programable) fases para la salida

Precisión de nivel: Por entrada de tensión

Precisión de tiempo: ±100 ms.

TENSION DE SECUENCIA INVERSA

Nivel de Arranque: 0,00 a 1,25 en pasos de 0,01 x TT

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Temperización: 0,0 a 600,00 en pasos de 0,1 s. (tiempo definido)

Precisión de nivel: 3 x arro de entrada de tensión

Precisión de tiempo: ±100 ms.

MÍNIMA FRECUENCIA 1/2

Tensión mínima: 0,00 a 1,25 en pasos de 0,01 x TT en fase A

Nivel de arranque: 20,00 a 65,00 en pasos de 0,01 Hz

Nivel de caída: Arranque + 0,03 Hz

Temperización: 0,00 a 600,00 seg. En pasos de 0,01 s. (tiempo definido)

Precisión de Nivel: ±0,02 Hz

Precisión de Tiempos: A 60 Hz: ±25 ms
A 50 Hz: ±30 ms

FALLO DE INTERRUPTOR

Nivel de arranque: 0,05 a 20,00 x TT en pasos de 0,01

Nivel de caída: 97-98% del arranque

Temperización: 0,03 a 1,00 seg. en pasos de 10ms.

Precisión de Tiempos: ±20 ms de error

Precisión de Nivel: Por entrada de TI

MEDIOAMBIENTALES

Temperatura de funcionamiento: -40 a +60°C

Temperatura de almacenaje: -40 a +80°C

Humedad: Hasta 90% sin condensación

Grado de Polución: 2

Relación IP: 40-X

* Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso

CONTROL

RESTAURACIÓN DE MÍNIMA TENSION

Iniciada por: Disparo de mínima tensión 1, 2, 3 ó 4

Nivel Mínimo de Tensión: 0,00 a 1,25 x TT en pasos de 0,01.

Temperización: 0,1 a 100,0 en pasos de 0,1s.

Tiempo de secuencia incompleta: 1 a 10,000 en pasos de 1 min.

Fases: Debe operar cualquiera/dos cualquiera/sas tres (programable) fases para la salida

Por entrada de tensión

Precisión de nivel: ±100 ms.

RESTAURACIÓN DE MÍNIMA FRECUENCIA

Iniciada por: Disparo de mínima frecuencia 1 ó 2

Nivel Mínimo de Tensión: 0,00 a 1,25 x TT en pasos de 0,01.

Nivel Mínimo de Frecuencia: 20,00 a 60,00 en pasos de 0,01 Hz.

Temperización: 0,1 a 100,0 en pasos de 0,1s.

Tiempo de secuencia incompleta: 1 a 10,000 en pasos de 1 min.

Precisión de nivel: Por entrada de tensión y frecuencia

Precisión de tiempo: ±100 ms.

MONITORIZACIÓN

FALLO DE TT

Programable para inhabilitar funciones

MONITORIZACIÓN DE BOBINAS DE DISPARO/CIERRE

Detecta los circuitos abiertos de disparo y cierre

VALIDA DE PULSOS

Programable para inhabilitar funciones

INFORMACIÓN DEL ÚLTIMO DISPARO

Registra la causa de último disparo, 4 intensidades reales, y 3 tensiones reales, etiquetadas y sincronizadas con resolución de ms.

CONTADORES DE DISPAROS

Acumulan todos los disparos de tierra, tierra sensible, neutro, secuencia inversa y fases.

REGISTRO DE EVENTOS (128 EVENTOS)

Registra la causa del evento, los factores de intensidad de las tres fases, un factor de intensidad de tierra, factores de intensidad de tierra sensible, 3 factores de tensión, frecuencia del sistema, tensión de sincronismo, frecuencia de sincronismo y nivel de entrada analógica etiquetados en tiempo con resolución de 1ms.

CAPTURA OSCILOGRÁFICA

4 ó intensidad, 3 de tensión, estados de 14 entradas lógicas y 8 relés de salida.

Relación de Muestra: 16 por ciclo

Fuente para arranque: Arranque, disparo, caída de alguna función, eventos de control/alarma, entrada lógica u orden manual.

Posición de Arranque: 0 a 100%

Capacidad de Almacenaje: 2 a 16 eventos con 2048 a 256 muestras por dato respectivamente.

ALMACENADOR DE DATOS

Canales de Datos: 8 canales; mismos parámetros que para las salidas analógicas disponibles.

Relación de Muestra: Por ciclo / por segundo / por minuto / cada 5, 10, 15, 20, 30 ó 60 min.

Fuente para arranque: Arranque, disparo, caída de alguna función, eventos de control/alarma, entrada lógica, orden manual o continuo.

Posición de Arranque: 0 a 100%

Capacidad de Almacenaje: 2 a 16 eventos con 2048 a 256 muestras por dato respectivamente (4096 en caso continuo)

Precisión de tiempo: ±100 ms.

SALIDAS

SALIDAS ANALÓGICAS

Tipo: Activas

Salidas: 8 canales; especificar uno de los siguientes rangos de salida en el modelo:

Rango de Salida	Carga Máxima
0-1 mA	12 kΩ
0-5 mA	2,4 kΩ
0-10 mA	1,2 kΩ
4-20 mA	600 Ω

Aislamiento: Totalmente aisladas

Precisión: ±1% de la escala total

Tiempo de Respuesta: Indicación del 100% en menos de 3 ciclos del sistema eléctrico (50ms @ 60 Hz)

DISPARO DE ESTADO SÓLIDO

Capacidad de Cierre: 15 A a 250 VCC para 500 ms

Relés de Salida:

Configuración:	1 DISPARO: Forma A
	1 CIERRE: Forma A
	3-7 AUXILIARES: Forma C
	8 AUTOCHQUEO: Forma C

Material de contacto: Aleación de plata

COMUNICACIONES

Todos los puertos: 300-19200 baudios, paridad programable, protocolo ModBus, RTU o DNP 3.0

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Opciones: LO/Hi (rangos alto o bajo, según modelo)

Rango LO: CC: 20 a 60 V
CA: 20 a 48 V @ 48-62 Hz
CC: 88 a 300 V
CA: 70 a 265 V @ 48-62 Hz

Rango HI: 25 VA nominales, máximo 35 VA

Potencia: 25 VA nominales, máximo 35 VA

Tiempo operativo sin alimentación auxiliar: 30 ms

ENTRADAS

ENTRADAS DE INTENSIDAD DE FASE

TI fuente: De 1 a 50,000 A primario / 1 ó 5 A secundario

Entrada del relé: 1 ó 5 A (especificado en el modelo)

Consumo: Menos de 0,2 VA a la carga nominal

Rango de conversión: 0,01 a 20 x TT (solo frecuencia fundamental)

Precisión: A < 2 x TT: ±0,5% de 2 x TT
A > 2 x TT: ±1% de 20 x TT

Resistencia a sobrecarga: 1 seg @ 80 x I_n continua @ 3 x I_n

Errores Calculados de Intensidad de Neutro: 3 x entradas de fase

ENTRADA DE INTENSIDAD DE TIERRA

TI fuente: De 1 a 50,000 A primario / 1 ó 5 A secundario

Entrada del relé: 1 ó 5 A (especificado en el modelo)

Consumo: Menos de 0,2 VA a la carga nominal

Rango de conversión: 0,01 a 20 x TT (solo frecuencia fundamental)

Precisión: A < 2 x TT: ±0,5% de 2 x TT
A > 2 x TT: ±1% de 20 x TT

Resistencia a sobrecarga: 1 seg @ 80 x I_n continua @ 3 x I_n

ENTRADA DE INTENSIDAD DE TIERRA SENSIBLE

TI fuente: De 1 a 50,000 A primario / 1 ó 5 A secundario

Entrada del relé: 1 ó 5 A (especificado en el modelo)

Consumo: Menos de 0,2 VA a la carga nominal

Rango de conversión: 0,005 a 1,000 x TT (solo frecuencia fundamental)

Precisión: A < 0,1 x TT: ±0,2% de 1 x TT
A > 0,1 x TT: ±1% de 1 x TT

Resistencia a sobrecarga: 1 seg @ 80 x I_n continua @ 3 x I_n

ENTRADAS DE TENSION DE BARRA Y LINEA

TI fuente: De 0,12 600 kV / 50 a 240 V

Relación TT fuente: 1 a 5,000 en pasos de 0,1

Entrada del relé: 50 a 240 V fase-neutro

Consumo: Menos de 0,025 VA a 120 V ó >576 kΩ

Max. Continuo: 273 V fase-neutro (toda la escala) TI (solo frecuencia fundamental)

Precisión (0-40°C): ±0,25% de toda la escala (110 a 130 V) ±0,8% de toda la escala (130 a 273 V) (para triángulo abierto, la fase calculada tiene un error doble al indicado).

ENTRADAS LÓGICAS

Entradas: 14 de contacto y/o virtuales, 6 sólo virtuales (funciones asignadas a entradas lógicas)

Contactos libres de potencial: 1000Q máximo en resistencia (32 VCC @ 2 mA suministrados por el relé)

Contactos con Tensión: 30 a 300 VCC @ 2,0 mA (solo tensión CC externa)

ENTRADAS ANALÓGICAS

Entrada de uso general: 0-1 mA, 0-5 mA, 0-10 mA, 0-20 mA ó 4-20 mA (programable)

Impedancia de entrada: 375Ω ±10%

Rango de conversión: De 0 a 21 mA

Precisión: ±1% de la escala completa

ENTRADAS DE MONITORIZACIÓN DE BOBINA DE DISPARO Y CIERRE

Rango de Tensión Aceptable: 20 a 250 VCC

ENTRADA IRIG-B

Amplitud modulada: 2,5 a 6 Vpp a relación de señal 3:1

Turno CC: TTL

PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

Ciclo Térmico: Prueba de funcionamiento a temp. ambiente, reduciendo a -40°C y después incrementando hasta 60°C

Prueba Dieléctrica: En entradas de TI, TT, de alimentación, digitales, salidas de supervisión de bobinas y relés de salida (2kVac para 1 minuto) a tierra de seguridad.

NORMAS

Transitorios rápidos: ANSI/IEEE C37.90.1 e IEC 801.4 (nivel 4) (5 kV @ 5x50 ns, R_i = 50 Ω)

Resistencia de aislamiento: IEC 255-5 (500 VCC, 2000 MΩ)

SWC: Clase III según IEC 60255-22-1 y 255-4 (modo común de transitorios rápidos 2,5 kV, modos diferenciales 1 kV)

Descarga electrostática: IEC 255-4 y ANSI/IEEE C37.90.1 (2,5 kV a 1 MHz, 400seg. para 2 seg, R_i = 200 Ω)
Clase IV según IEC801.2 (15 kV, FP 150, 150 Ω)

Tensión de impulso: IEC 255-5 (5kV a 1,2 x 50 µs, 0,5 J, R_i = 500Ω modo común y diferencial)

Umbral de intensidad: ANSI/IEEE C37.90 (40 x Amp nominal para 2 seg, 80 x Amp nominal para 1 seg.)

RFI: 50 W transmisor móvil a 25 cm y 50 MHz, 15W transmisor móvil a 25 cm)

EMI: ANSI/IEEE C37.90.2. Interferencia electromagnética @ 150 MHz y 450 MHz, 10 Vm

Estática: IEC 801-2. Descarga estática

Vibración: IEC 68-2-6 e IEC 255-21-1

CERTIFICACIONES

CSA: Aprobado bajo LR 41286-56

UL: Reconocido bajo E33849

ISO: Fabricado bajo un programa registrado ISO9001

CE: Cumple con IEC 947-1

G.2 General Electric Multilin SR469

Sistema de protección para motores medianos y grandes.



DESCRIPCION

El relé de protección de motores 469 está pensado para la protección de motores de media y alta potencia y equipos asociados. Se han integrado la protección de motor, diagnóstico de faltas, medida de potencia y funciones de comunicación en un equipo completo, económico y extraíble.

El SR469 integra todas las funciones de protección que pueden ser necesarias para motores medianos y grandes. Este alto grado de integración permite la estandarización en un único relé de protección, independientemente de la aplicación.

El fundamento del SR469 es el modelo térmico. Además de los elementos de protección de intensidad, dispone de entradas de RTD para protección de temperatura del estator y los rodamientos. Las entradas de tensión proporcionan los elementos de protección de tensión y potencia. Dispone de entradas de transformadores de intensidad de fase para protección diferencial de fase. Todos los elementos de protección están incluidos en el relé y pueden ser habilitados. Este diseño hace sencilla la programación.

El SR469 tiene funciones de monitorización y medida completas. Un registro de sucesos guarda 40 registros etiquetados en tiempo. La captura de oscilografía de hasta 64 ciclos permite al usuario seleccionar los ciclos pre-falta y pos-falta. También proporciona completa medida. El SR469 detecta el tiempo de aceleración, la intensidad de arranque y capacidad térmica requerida durante el arranque del motor. Si la carga del motor durante el arranque es relativamente constante, estos valores aprendidos pueden usarse para ajustar con precisión la protección de aceleración. El SR469 puede también detectar la carga media del motor durante un periodo. Dispone de una herramienta de simulación para probar el relé sin entrada externa.

El relé tiene completos interfaces de usuario local y remoto. Un display de 40 caracteres, teclado e indicadores LED proporcionan los medios para comunicación local. Un puerto frontal RS232 permite acceso desde un ordenador. Dispone de dos puertos traseros RS485 para comunicación remota. El software 469PC incluido con el relé proporciona un acceso sencillo y directo al relé.

469

Sistema de Protección de Motor®

Aplicaciones

- Motores medianos y grandes
- Equipamiento asociado
- Motores con cargas de elevada inercia

Protección y Control

- Modelo térmico compensado por RTD y retroalimentado con secuencia negativa
- Aceleración con compensación de V
- Mínima y máxima tensión
- Protección diferencial de fases
- Mínima potencia para pérdidas de carga
- Osc. de potencia para motores síncronos
- Curvas de sobrecarga dobles para motores de dos velocidades
- Control de arranque con tensión reducida
- Supervisión de la bobina de disparo

Entradas y Salidas

- 12 entradas RTD programables
- 5 entradas digitales fijas y 4 configurables
- 4 entradas analógicas
- 6 relés de salida
- 4 salidas analógicas programables
- Salidas de pulso configurables

Monitorización y Medida

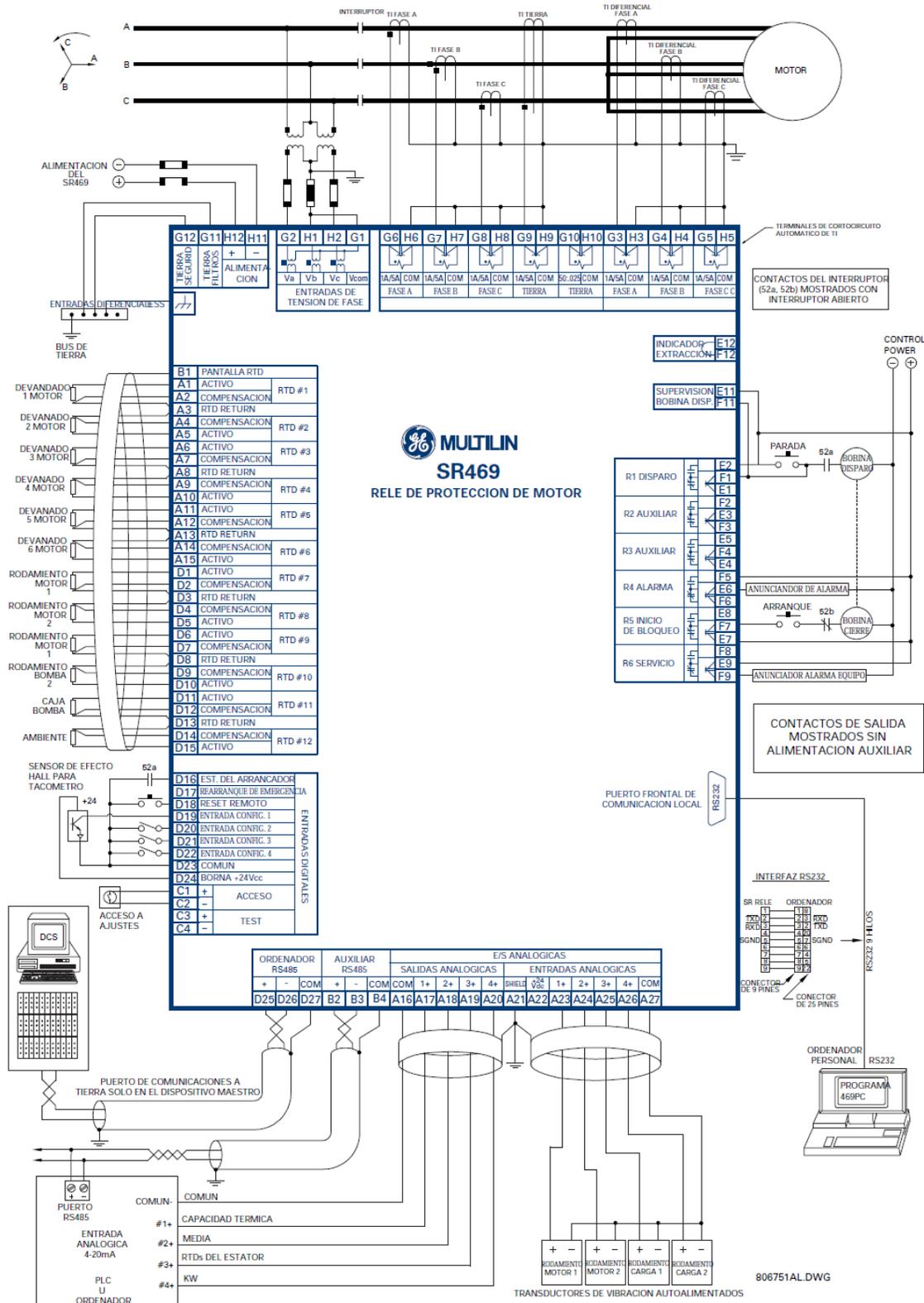
- A V W var VA PF Hz Wh varh demanda
- Par, temperatura
- Registro de los últimos 40 sucesos
- Captura de oscilografía - hasta 64 ciclos
- Tendencia

Interfaz de Usuario

- 22 indicadores LED en el frente
- Display de 40 caracteres
- Teclas de control y teclado numérico
- Un puerto RS232 y 2 puertos RS485
- Software 469PC

8

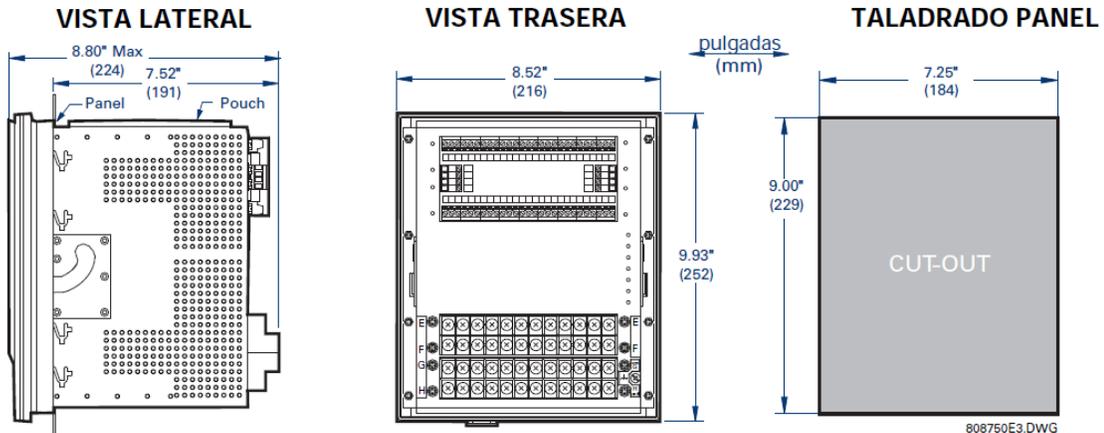
DIAGRAMA DE CONEXIONES EXTERNAS



ESPECIFICACIONES TECNICAS

<p>TENSION AUXILIAR Opciones: LO / HI (especificar en el pedido) Rango: LO: CC: 20 a 60 VCC CA: 20 a 48 VCA de 48 a 62 Hz HI: CC: 90 a 300 VCC CA: 70 a 265 VCA de 48 a 62 Hz Consumo: 35 VA Microcortes de tensión: 30 ms</p>	<p>ENTRADAS RTD RTDs: 3 tipos de sonda 100 Ω Platino (DIN.43760) 100 Ω Niquel 120 Ω Niquel 10 Ω Cobre } programables en campo Corriente del sensor RTD: 5mA Aislamiento: 36 Vpk (aislado con entradas y salidas analógicas) Rango: -50 a +250°C Precisión: ±2°C Resistencia del cable: 25 ohm max. por cable para tipos Pt y Ni Pérdida del sensor: 3 ohm max por cable para tipo Cu Alarma corto/bajo: >1000 Ω ≤50°C</p>	<p>AMBIENTE Temperatura de operación: -40 °C to +60 °C Temperatura de almacenaje: -40 °C to +80 °C Humedad: Hasta 90% sin condensación</p>																																																												
<p>ENTRADAS DE INTENSIDAD DE FASE Primario TI: 1-5000 A Secundario TI: 1 A ó 5 A (especificar en el pedido) Consumo: Menos de 0.2 VA a carga nominal Rango de conversión: 0.05-20 x TI Precisión: para <2 x TI: ± 0.5% de 2 x TI para >2 x TI: ± 1% de 20 x TI Withstand TI: 1 seg a 80 veces la intensidad nominal 2 seg a 40 veces la intensidad nominal continuo: 3 veces la intensidad nominal</p>	<p>SUPERVISION DE LA BOBINA DE DISPARO Tensión aplicable: 20-300 VCC Corriente inyectada: 2-5 mA</p>	<p>CAJA Totalmente extraíble (cortocircuito automáticos de los TI) Posibilidad de sellado Puerta contra el polvo Para montaje en panel o rack de 19"</p>																																																												
<p>ENTRADAS DE INTENSIDAD DE NEUTRO Primario TI: 1-5000 A, 25 A para 50:0.025 Secundario TI: 1 A ó 5 A (ajuste), 12.5 mA para 50:0.025 Consumo: Menos de 0.2 VA a carga nominal para 1/5 A Menos de 0.25 VA a carga nom. para 50:0.025 Rango de Conversión: 0.02-1 x TI primario ±0.5% de 1 x CT para 5 A ±0.5% de 5 x CT para 1 A ±0.5% de TI primario para 50:0.025 Withstand TI: 1 seg a 80 veces la intensidad nominal 2 seg a 40 veces la intensidad nominal continuo: 3 veces la intensidad nominal</p>	<p>ENTRADAS ANALOGICAS Entradas de intensidad: 0-1 mA, 0-20 mA or 4-20 mA (ajuste) Impedancia de entrada: 226 Ω ± 10% Rango de Conversión: 0-21 mA Precisión: ±1% del fondo de escala Tipo: pasivo Alimentación entradas analógicas: +24 VCC con 100 mA max</p>	<p>ENSAYOS DE PRODUCCION Ciclos térmicos: Prueba de funcionamiento a ambiente, reduciendo a -40°C y subiendo a 60°C Rigidez dieléctrica: 2.0 kV, 1 min para los relés, TIs, TTs y fuente de alimentación contra tierra de seguridad NO CONECTAR LA TIERRA DE SEGURIDAD A LA TIERRA DE FILTROS DURANTE LA PRUEBA A LA TIERRA DE FILTROS DURANTE LA PRUEBA</p>																																																												
<p>ENTRADAS DE INTENSIDAD DIFERENCIAL Primario TI: 1-5000 A Secundario TI: 1 A ó 5 A (ajuste) Consumo: Menos de 0.2 VA a carga nominal Rango de Conversión: 0.02-1 x TI Precisión: ±0.5% de 1 x TI para 5 A ±0.5% de 5 x TI para 1 A Withstand TI: 1 seg a 80 veces la intensidad nominal 2 seg a 40 veces la intensidad nominal continuo: 3 veces la intensidad nominal</p>	<p>PUERTOS DE COMUNICACION Puerto RS232: 1, panel frontal, no aislado Puertos RS485: 2, aislados juntos, a 36 Vpk RS485: 300,1200,2400,4800,9600,19200 Baudios: RS232: 9600 Paridad: Ninguna, par, impar Protocolo: ModBus® RTU / half duplex DNP 3.0</p>	<p>PRUEBAS TIPO Rigidez dieléctrica: Por IEC255-5 y ANSI/IEEE C37.90 2.0 kV, 1 min para los relés, TIs, TTs y fuente de alimentación contra tierra de seguridad NO CONECTAR LA TIERRA DE SEGURIDAD A LA TIERRA DE FILTROS DURANTE LA PRUEBA LA TIERRA DE FILTROS DURANTE LA PRUEBA Resistencia de aislamiento: IEC255-5 500VCC, para relés, TIs, TTs y fuente de alimentación contra tierra de segur. NO CONECTAR LA TIERRA DE SEGURIDAD A LA TIERRA DE FILTROS DURANTE LA PRUEBA ANSI C37.90.1 Oscilatorio (2.5 kV/1 MHz) ANSI C37.90.1 Transitorios rápidos (5 kV/10 ns) Ontario Hydro A-28M-82 IEC255-4 impulso/alta frecuencia Nivel clase III Impulso: IEC 255-5 0.5 J 5 kV RFI: Transisor 50 MHz/15W EMI: C37.90.2 interferencias electromagnéticas a 150 MHz y 450 MHz, 10 V/m Electrostática: IEC 801-2 Descarga electrostáticas Humedad: 95% sin condensación Temperatura: ambiente -40°C a +60°C Ambiente: IEC 68-2-38 ciclos de temperatura/humedad Vibración: Vibración senoidal 8.0 g durante 72 horas</p>																																																												
<p>ENTRADAS DE TENSION Relación TT: 1.00-150.00:1 en pasos de 0.01 Secundario TI: 273 VCA (fondo de escala) Rango de Conversión: 0.05-1.00 x fondo de escala Precisión: ±0.5% del fondo de escala Máximo continuo: 280 VCA</p>	<p>SALIDAS ANALOGICAS Tipo: Activo Rango: 4-20 mA, 0-1 mA (especificar en el pedido) Precisión: ±1% del fondo de escala Máxima carga en 4-20 mA: 1200 Ω Máxima carga en 0-1mA: 10 k Ω Aislamiento: 36 Vpk (aislado con las entradas analógicas y RTD) 4 salidas configurables: 24 posibles asignaciones</p>	<p>Transitorios: IEC255-4 impulso/alta frecuencia Nivel clase III Impulso: IEC 255-5 0.5 J 5 kV RFI: Transisor 50 MHz/15W EMI: C37.90.2 interferencias electromagnéticas a 150 MHz y 450 MHz, 10 V/m Electrostática: IEC 801-2 Descarga electrostáticas Humedad: 95% sin condensación Temperatura: ambiente -40°C a +60°C Ambiente: IEC 68-2-38 ciclos de temperatura/humedad Vibración: Vibración senoidal 8.0 g durante 72 horas</p>																																																												
<p>ENTRADAS DIGITALES Entradas: 9 entradas optoacopladas Contacto externo: contacto seco < 800 ohm, o transistor NPN en colector abierto de sensor de 6 mA alimentado de una resistencia de 4 K y tensión de 24 VCC con VCE < 4 VCC Alimentación sensores: +24 VCC con 20 mA max</p>	<p>RELES DE SALIDA Configuración: 6 electromecánicos forma C Material del contacto: aleación de plata Tiempo de operación: 10 ms Valores máximos para 100.000 operaciones</p>	<p>EMBALAJE Caja: 12" x 11" x 10" (ancho x alto x largo) (30.5 cm x 27.9 cm x 25.4 cm) Peso: 17 lbs max (7.7 kg)</p>																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TENSION</th> <th>MAKE/CARRY CONTINUO</th> <th>MAKE/CARRY 0.2 SEG</th> <th>APERTURA</th> <th>MAX CARGA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CC 30 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>10 A</td> <td>300 W</td> </tr> <tr> <td>Resistivo 125 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>0.5 A</td> <td>62.5 W</td> </tr> <tr> <td>250 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>0.3 A</td> <td>75 W</td> </tr> <tr> <td>CC 30 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>5 A</td> <td>150 W</td> </tr> <tr> <td>Inductivo 125 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>0.25 A</td> <td>31.3 W</td> </tr> <tr> <td>L/R = 40 ms 250 VDC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>0.15 A</td> <td>37.5 W</td> </tr> <tr> <td>AC 120 VAC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>10 A</td> <td>2770 VA</td> </tr> <tr> <td>Resistivo 250 VAC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>10 A</td> <td>2770 VA</td> </tr> <tr> <td>AC 120 VAC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>4 A</td> <td>480 VA</td> </tr> <tr> <td>Inductivo 250 VAC</td> <td>10 A</td> <td>30 A</td> <td>3 A</td> <td>750 VA</td> </tr> <tr> <td>FP = 0.4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	TENSION	MAKE/CARRY CONTINUO	MAKE/CARRY 0.2 SEG	APERTURA	MAX CARGA	CC 30 VDC	10 A	30 A	10 A	300 W	Resistivo 125 VDC	10 A	30 A	0.5 A	62.5 W	250 VDC	10 A	30 A	0.3 A	75 W	CC 30 VDC	10 A	30 A	5 A	150 W	Inductivo 125 VDC	10 A	30 A	0.25 A	31.3 W	L/R = 40 ms 250 VDC	10 A	30 A	0.15 A	37.5 W	AC 120 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA	Resistivo 250 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA	AC 120 VAC	10 A	30 A	4 A	480 VA	Inductivo 250 VAC	10 A	30 A	3 A	750 VA	FP = 0.4					<p>CERTIFICADOS UL: UL CSA: CSA CE: Conforme a IEC 947-1</p> <p>ELEMENTOS DE PROTECCION Y CONTROL NOTA: Para las especificaciones técnicas de cada elemento de protección y control véase el manual de instrucciones.</p> <p>Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso</p>
TENSION	MAKE/CARRY CONTINUO	MAKE/CARRY 0.2 SEG	APERTURA	MAX CARGA																																																										
CC 30 VDC	10 A	30 A	10 A	300 W																																																										
Resistivo 125 VDC	10 A	30 A	0.5 A	62.5 W																																																										
250 VDC	10 A	30 A	0.3 A	75 W																																																										
CC 30 VDC	10 A	30 A	5 A	150 W																																																										
Inductivo 125 VDC	10 A	30 A	0.25 A	31.3 W																																																										
L/R = 40 ms 250 VDC	10 A	30 A	0.15 A	37.5 W																																																										
AC 120 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA																																																										
Resistivo 250 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA																																																										
AC 120 VAC	10 A	30 A	4 A	480 VA																																																										
Inductivo 250 VAC	10 A	30 A	3 A	750 VA																																																										
FP = 0.4																																																														

DIMENSIONES



G.3 Terminal de Línea ABB REF 541

Terminal de Línea

Guía del Comprador

**REF 541,
REF 543,
REF 545**



Características

- Terminal de línea para protección, control, medida y supervisión de redes de media tensión.
- Medida de tensión e intensidad mediante transformadores de medida convencionales o sensores de intensidad y divisores de tensión.
- Interfaz humano-máquina fija incluyendo una amplia pantalla gráfica, o módulo de visualización externo para una instalación flexible en cuadros de distribución.
- Funciones de protección incluyendo, p. ej. protección no direccional y direccional de sobreintensidad y de faltas a tierra, protección de tensión residual, sobretensión y subtensión, protección de sobrecarga térmica, protección contra fallo de interruptor y reenganchador automático.
- Funciones de control incluyendo control local y remoto de objetos de conmutación con comprobación de sincronismo, indicación de estado de los objetos de conmutación y enclavamientos a nivel de bahía y estación.
- Medida de las intensidades de fase, tensiones fase-a-fase y fase-a-neutro, intensidad de neutro y tensión residual, frecuencia, factor de potencia, potencia y energía activa y reactiva.
- Posibilidades avanzadas de medida de calidad de potencia. Medida de distorsión total de armónicos (THD) tanto para intensidades como tensiones. Medida de variaciones de tensión de corta duración tales como crecidas, caídas e interrupciones cortas.
- Monitorización de condición incluyendo monitorización de condición de interruptor, supervisión de circuito de disparo y auto-supervisión interna del terminal de línea.
- Sincronización horaria a través de entrada digital. Un pulso de sincronización por segundo o por minuto.
- Localizador de falta para cortocircuitos en todo tipo de redes y para faltas a tierra en redes rígidamente puestas a tierra y en redes puestas a tierra mediante baja resistencia/baja reactancia.
- Funciones adicionales incluyendo comprobación de sincronismo, protección de frecuencia, protección y control de batería de condensadores.
- Módulo analógico/RTD para la medida de temperatura, medida de intensidad/tensión y salidas de mA.
- Comunicación sobre tres interfaces de comunicación: uno para comunicación local con un PC y dos para comunicación por puerto dual simultáneo con, por ejemplo, un sistema de comunicación de subestación y un sistema de monitorización de subestación.
- Nomenclatura de bloque de función seleccionable: números de dispositivo ANSI, símbolos CEI o nomenclatura ABB.
- Soporte del protocolo CEI 61850 a través del adaptador SPA-ZC 400.
- Soporte del protocolo Profibus-DPV1 a través del adaptador SPA-ZC 302.
- Parte del sistema de ABB Distribution Automation.



g.1 Ventana de ejemplo de grupo de ajustes.

Profibus está disponible a través del Gateway SPA-ZC 302 y CEI 61850 está disponible a través del Adaptador Ethernet SPA-ZC 400.

Los contactos de entrada y salida digital del terminal de línea son conectados a los conectores multipolares.

La interfaz serie RS-485 en el panel posterior se utiliza para conectar el terminal de línea al SPA bus o al LON bus. El SPA/LON bus se conecta vía el Módulo de Conexión RER 103 ajustado al conector miniatura tipo D de nueve pines y atornillado al panel posterior.

La tierra protectora se conecta al tornillo marcado con el símbolo de tierra.

Diagramas de conexión básicos

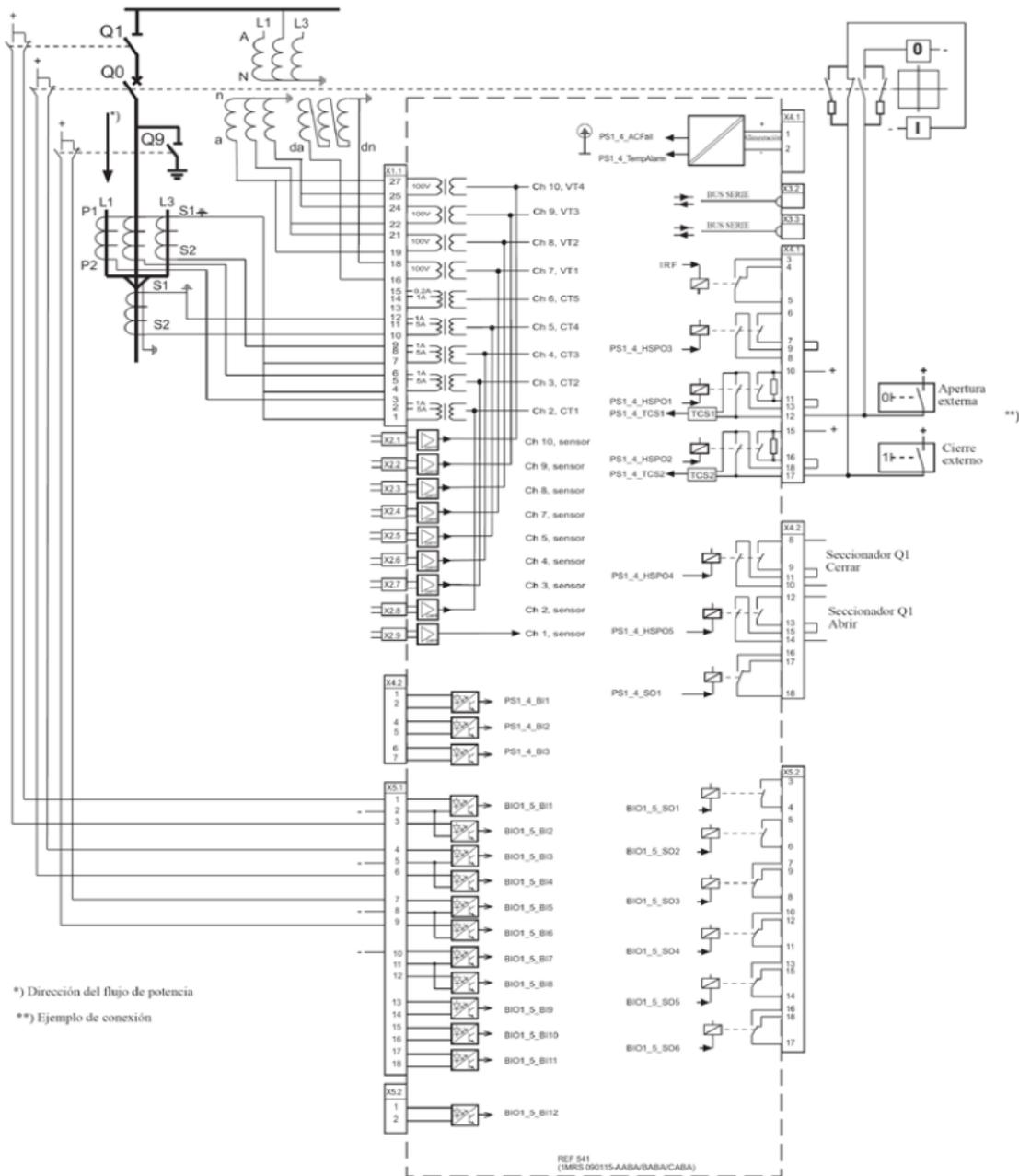


Fig. 3 Diagrama de conexión básico del REF 541.

A050202

