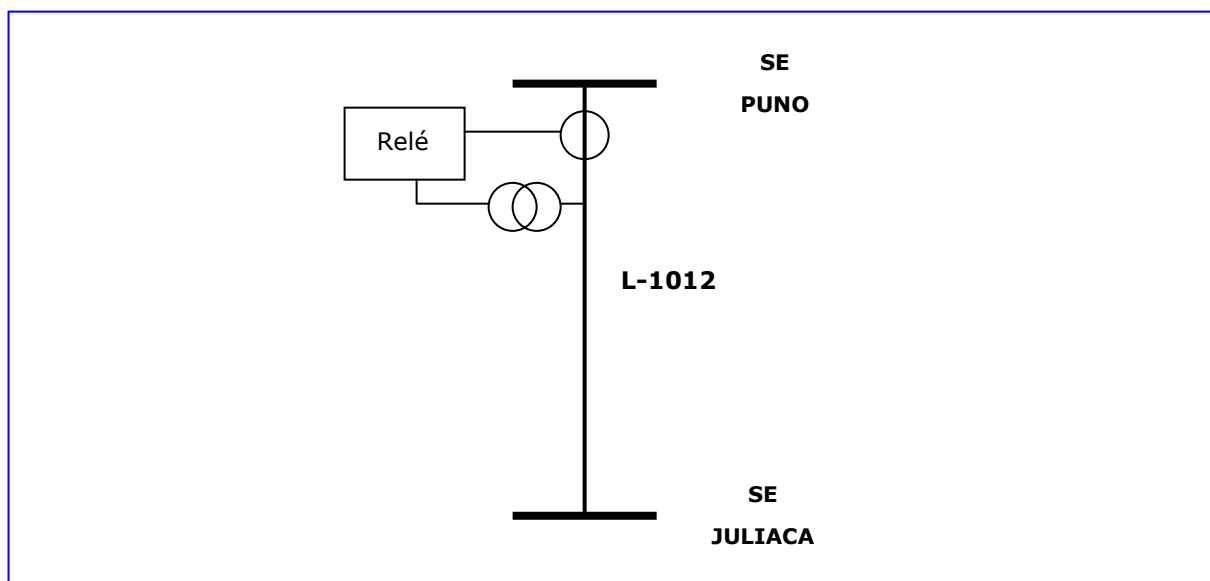


ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

MEMORIA DE CALCULO					
Instalación:	SE. PUNO	N° PSS:	61120	Tensión:	138 kV
Empresa:	REP				
PROTECCION DE LINEA L-1012 [Juliaca]					
Marca:		Modelo:		Tipo:	DISTANCIA
Responsable:		Coordinador:			

Rev.	Fecha	Nombre	Descripción	Aprobó	Fecha

DIAGRAMA UNIFILAR



1 Resumen de Ajustes a Implementar:

1.1 Protección de Distancia:

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona de Reversa	Zona de Arranque
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse	F/R
XP (Ω)	16.0	38.0	57.0	-10.0	68.0/-20.0
RP (Ω)	50.0	75.0	75.0	-50.0	75.0/-75.0
RE (Ω)	75.0	90.0	90.0	-75.0	100.0/-100.0
T (s)	0.0	0.4	0.7	0.9	2.0

2 Parámetros Generales

De acuerdo a la base de datos la línea L-1012 tiene los siguientes parámetros:

L= 37 km

Rd= 4.14 ohm primario

Xd= 18.62 ohm primario

R01= 8.18 ohm primario

X01= 46.33 ohm primario

2.1 Escenarios analizados:

- Avenida Máxima 2006: Av06max
- Avenida Media 2006: Av06med
- Avenida Mínima 2006: Av06min
- Estiaje Máxima 2006: Es06max
- Estiaje Media 2006: Es06med
- Estiaje Mínima 2006: Es06min

2.2 Impedancia de Carga:

Se ha verificado el valor de impedancia mínima de la carga, de acuerdo a los criterios de ajuste, se ha tomando como dato limitante la capacidad de la línea declarada.

$Z_{carga\ min} = (0,85\ Unom)^2 / P_{máxima}$

P_{máxima} 166 MVA (declarada)

P_{máxima} 49.7 MVA (Según flujos)

La máxima carga posible por la línea de acuerdo a la capacidad suministrada por los parámetros de la línea es de S= 166 MVA, por lo tanto la mínima impedancia de carga será de:

$$Z_{carga} = (0.85 \cdot U)^2 / S = (0.85 \cdot 138)^2 / 166 \text{ MVA} = 82.9 \text{ ohm}$$

Por lo tanto, el alcance resistivo de los escalones en los diagramas de impedancia deberá ser menor a este último valor calculado.

2.3 Factores de compensación homopolar:

El factor de compensación homopolar K0 de la línea.

$$K0 \text{ modulo} = 0.49$$

$$K0 \text{ ángulo} = 4.24$$

Con los parámetros de líneas se calculan los factores de K0R y K0X compensación homopolar de corriente.

$$K0R = 0.33$$

$$K0X = 0.55$$

3 Ajustes Actuales de la Protección de Distancia

Ajustes	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona de Reversa	Zona de Arranque
Dirección	Forward	Forward	Forward	Reverse	Forward
XP (Ω)	15.1	38.17	58.5	-31.46	68.0/-20.0
RP (Ω)	90.0	-	-	-	-
RE (Ω)	90.0	90.0	90.0	-	90.0
T (s)	0.0	0.3	0.6	2.0	1.2

4 Protección de Distancia

4.1 Zona 1:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 85% de la línea Puno - Juliaca.

X1P	16.0 ohm primario
------------	-------------------

Alcance Resistivo: Igual a 3 veces el alcance reactivo de fase de la zona 1.

R1P	50.0 ohm primario
------------	-------------------

Temporización:

T1P	0.0 seg.
------------	----------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual a 4.5 veces alcance reactivo de fase de la zona 1.

R1E	75.0 ohm primario
------------	-------------------

Resumiendo la zona 1 tiene los siguientes ajustes:

X1P	16.0 ohm primario
R1P	50.0 ohm primario
R1E	75.0 ohm primario
T1P	0.0 seg.

4.2 Zona 2:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 50% de la línea Juliaca - Azángaro.

X2P	38.0 ohm primario
------------	-------------------

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de fase de la zona 2.

R2P	75.0 ohm primario
------------	-------------------

Temporización:

T2P	0.4 seg.
------------	----------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de tierra de la Zona 2.

R2E	90.0 ohm primario
------------	-------------------

Resumiendo la zona 2 tiene los siguientes ajustes:

X2P	38.0 ohm primario
R2P	75.0 ohm primario
R2E	90.0 ohm primario
T2P	0.4 seg.

4.3 Zona 3:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta la barra de Azángaro 138 kV.

X3P	57.0 ohm primario
------------	-------------------

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm hasta la barra de Azángaro 138 kV.

R3P	75.0 ohm primario
------------	-------------------

Temporización:

T3P	0.7 seg.
------------	----------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm hasta la barra de Azángaro 138 kV.

R3E	90.0 ohm primario
------------	-------------------

Resumiendo la zona 3 tiene los siguientes ajustes:

X3P	57.0 ohm primario
R3P	75.0 ohm primario
R3E	90.0 ohm primario
T3P	0.7 seg.

4.4 Zona Reversa:

Dirección: Reverse

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 50% del transformador Puno 138 - 220 kV.

XRP	-10.0 ohm primario
------------	--------------------

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de fase de la zona 1.

RRP	-50.0 ohm primario
------------	--------------------

Temporización:

TRP	0.9 seg.
-----	----------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de tierra de la zona 1.

RRE	-75.0 ohm primario
-----	--------------------

Resumiendo la zona reversa tiene los siguientes ajustes:

XRP	-10.0 ohm primario
RRP	-50.0 ohm primario
RRE	-75.0 ohm primario
TRP	0.9 seg.

4.5 Zona de Arranque:

4.5.1 Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Igual a 1.2 veces el alcance reactivo de la zona 3.

XAP	68.0 ohm primario
-----	-------------------

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de fase de la zona 3.

RAP	75.0 ohm primario
-----	-------------------

Temporización:

TAP	2.0 seg.
-----	----------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual a 1.1 veces el alcance resistivo de tierra de la zona 3.

RAE	100.0 ohm primario
-----	--------------------

4.5.2 Dirección: Reverse

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Hasta el 30% del alcance reactivo de la zona de arranque forward.

XAP	-20.0 ohm primario
-----	--------------------

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de fases de la zona de arranque forward.

RAP	-75.0 ohm primario
------------	--------------------

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo de tierra de la zona de arranque forward.

XAP	-100.0 ohm primario
------------	---------------------

Resumiendo la zona de arranque tiene los siguientes ajustes:

XAP	68.0/-20.0 ohm primario
RAP	75.0/-75.0 ohm primario
RAE	100.0/-100.0 ohm primario
TAP	2.0 seg.

5 Protección de Oscilación de Potencia – 68

Se desprende del informe del CESI que sobre esta línea es baja la probabilidad de fenómenos oscilatorios y no se recomienda específicamente la formación de alguna isla.

El cálculo de la banda de transición está dado por la expresión:

$$R_{pen} = 0.00787 * F * (4 * R_{lim}^2 + X_{lin}^2) / X_{lin}$$

R_{lim} = Resistencia límite de la característica (50 ohm primarios)

X_{lin} = Impedancia de la red que corresponde a la suma de la impedancia hacia delante y la impedancia hacia atrás. (120 ohm primarios)

$$R_{pen} = 9.6 \text{ ohm primarios (para } F = 6 \text{ Hz)}$$

El fabricante considera que el tiempo mínimo de pasaje por la banda de oscilación debe ser de 5 msec. para ser considerada como una oscilación de potencia, por lo tanto verificamos el ancho de la banda calculado con la máxima variación de impedancia adoptada, y comprobamos que el tiempo de pasaje sea **mayor** al dado por el fabricante.

$$T_{pas} = (R_{pen} / V) - T_{err}$$

T_{pas} : tiempo de pasaje

T_{err} : Error máximo en el tiempo de pasaje (10 msec)

V : velocidad de variación adoptada (max 1000 a 1200 ohm/seg)
adoptamos 1000ohms/seg

$$\text{De acuerdo al calculo } T_{pas} = 9.6 \text{ msec.} - 10 \text{ msec} = -0.4$$

Debido que este valor es menor a 5 mseg no se verifica lo contemplado por el fabricante, por tal razón adoptamos un nuevo ancho de banda $R_{pen} = 20 \text{ ohms}$.

$T_{pas} = 20 \text{ mseg} - 10 \text{ mseg} = 10 \text{ mseg} > 5 \text{ mseg}$.

6 Protección de Sobrecorriente a Tierra – 67N

6.1 Comparación direccional

De acuerdo con los criterios generales de ajuste se propone para el nivel de corriente residual el correspondiente a la condición de corriente de corto circuito monofásica mínima, para fallas ubicadas a un 150% de la longitud de la línea, a este valor lo tenemos que afectar de un error del 20 %.

Para nuestro caso el valor de corriente mínima residual ($R_f = 50 \text{ ohms}$) lo obtenemos del flujo PUNO_TRT2_FS y su valor es de 117 A primarios.

$I_{e>} = 0.8 * 117 = 93.6 \text{ A primarios}$, Debido a las limitaciones del ajuste, adoptamos 96 A.

La mínima tensión residual corresponde a fallas considerada en el párrafo anterior es:

$U_{primaria} = 0.1 * 138000 / 1.73 = 7967 \text{ V primarios}$. Adoptamos

Para garantizar la decisión direccional se propone

$V > \text{Ajuste tensión} = 7967 * 0.8 = 6373$ o sea $6373 / 1320 = 4.82 \text{ V secundarios}$. Debido a la imposibilidad de ajustar este valor se adopta 5V que corresponde a 6600 V.

Se propone un tiempo de actuación de 200 mseg, considerando que esta función está bloqueada durante el tiempo muerto del recierre unipolar, caso contrario, se deberá adicionar a este tiempo el tiempo muerto del ciclo de recierre monofásico.

Se consideran adecuados el resto de los ajustes.

7 Protección de Recierre – 79

Se propone como duración de la orden de cierre 200 mseg.

Según estudios realizados por el CESI y en acuerdo con su informe sobre arco secundario ES, se propone un tiempo de recierre de 500 mseg

Se consideran adecuados el resto de los valores actuales de ajuste.