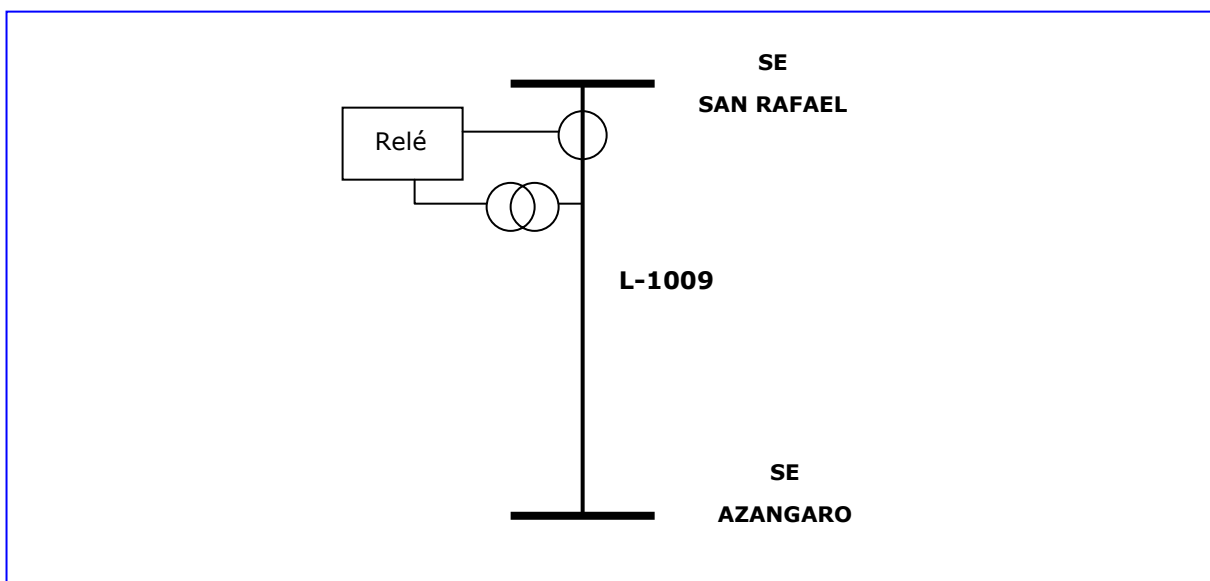


ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

| MEMORIA DE CALCULO | | | | | |
|--|---------------|--------------|-------|----------|-----------|
| Instalación: | SE SAN RAFAEL | N° PSS: | 61130 | Tensión: | 138 kV |
| Empresa: | MINSUR | | | | |
| PROTECCION DE LINEA L-1009 [Azángaro] | | | | | |
| | | 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) | 39.0 | 102.0 | 150.0 | -20.0 | 180.0/-50.0 |
| RP (Ω) | 80.0 | 80.0 | 100.0 | -45.0 | 100.0/-100.0 |
| RE (Ω) | 100.0 | 100.0 | 100.0 | -80.0 | 100.0/-100.0 |
| T (s) | 0.0 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | 2.0 |

2 Parámetros Generales

De acuerdo a la base de datos, la línea L-1009 tiene los siguientes parámetros:

L= 89.29 km

Rd= 9.91 ohm primario

Xd= 44.94 ohm primario

R0= 28.39 ohm primario

X0= 153.27 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:

La máxima carga posible por la línea de acuerdo a la capacidad suministrada en los parámetros de la línea es de 385 A, equivalente a 92 MVA, la máxima corriente está dada en el escenario LT1010_FS y es de 358 A, equivalente a 85.6 MVA.

Considerando la capacidad de transporte de la línea tenemos:

$$Z_{carga} = (0.85 \cdot U)^2 / S = (0.85 \cdot 138)^2 / 92 \text{ MVA} = 150 \text{ ohm}$$

Adoptando un margen de 0.8 resulta $Z_{carga} \approx 120 \text{ ohm}$.

2.3 Factores de compensación homopolar:

El factor de compensación homopolar K_0 de la línea.

$K_0 \text{ modulo} = 0.80$

$K_0 \text{ ángulo} = 2.75$

Con los parámetros de líneas se calculan los factores de K_{0R} y K_{0X} compensación homopolar de corriente.

$K_{0R} = 0.62$

$K_{0X} = 0.80$

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) | 39.17 | 55.29 | 85.74 | -39.47 | 120.06/-120.06 |
| RP (Ω) | 40.0 | 40.0 | 40.0 | -40.0 | 149.96/-149.96 |
| RE (Ω) | 79.99 | 79.99 | 79.99 | -79.99 | 149.96/-149.96 |
| T (s) | 0.0 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | inf |

4 Protección de Distancia

4.1 Zona 1:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 85% de la línea San Rafael - Azángaro.

X1P 39.0 ohm primario

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

R1P 80.0 ohm primario

Temporización:

T1P 0.0 seg.

Fase-Tierra

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

R1E 100.0 ohm primario

Resumiendo la zona 1 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|--------------------|
| X1P | 39.0 ohm primario |
| R1P | 80.0 ohm primario |
| R1E | 100.0 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 Azángaro - Juliaca.

| | |
|------------|--------------------|
| X2P | 102.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm hasta el 50% de la línea Azángaro - Juliaca.

| | |
|------------|-------------------|
| R2P | 80.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm hasta el 85% de la línea Azángaro - Juliaca.

| | |
|------------|--------------------|
| R2E | 100.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Resumiendo la zona 2 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|--------------------|
| X2P | 102.0 ohm primario |
| R2P | 80.0 ohm primario |
| R2E | 100.0 ohm primario |
| T2P | 0.4 seg. |

4.3 Zona 3:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas en la barra Juliaca 138 kV.

| | |
|------------|--------------------|
| X3P | 150.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm en la barra Juliaca 138 kV.

| | |
|------------|--------------------|
| R3P | 100.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Temporización:

| | |
|------------|----------|
| T3P | 1.0 seg. |
|------------|----------|

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|--------------------|
| R3E | 100.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Resumiendo la zona 3 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|--------------------|
| X3P | 150.0 ohm primario |
| R3P | 100.0 ohm primario |
| R3E | 100.0 ohm primario |
| T3P | 1.0 seg. |

4.4 Zona Reversa:

Dirección: Reverse

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 50% de la línea San Rafael - San Gabán.

| | |
|------------|--------------------|
| XRP | -20.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm hasta el 50% de la línea San Rafael - San Gabán.

| | |
|------------|--------------------|
| RRP | -45.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm hasta el 50% de la línea San Rafael - San Gabán.

| | |
|------------|--------------------|
| RRE | -80.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Resumiendo la zona reversa tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|--------------------|
| XRP | -20.0 ohm primario |
| RRP | -45.0 ohm primario |
| RRE | -80.0 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 | 180.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

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

| | |
|------------|--------------------|
| RAP | 100.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual al alcance resistivo 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 | -50.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

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

| | |
|------------|---------------------|
| RAP | -100.0 ohm primario |
|------------|---------------------|

Fase-Tierra

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

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

Resumiendo la zona de arranque tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|---------------------------|
| XAP | 180.0/-50.0 ohm primario |
| RAP | 100.0/-100.0 ohm primario |
| RAE | 100.0/-100.0 ohm primario |
| TAP | 2.0 seg. |

5 Esquema de Teleprotección:

Se propone un Esquema de teleprotección POTT

6 Protección de Oscilación de Potencia – 68

Dado que se trata de una línea que vincula el SEIN con la Central San Gabán, se sugiere ajustar el máximo tiempo permitido por el relé, $t_{PSblock} = 10$ seg.

7 Protección de Recierre - 79

Según estudios realizados por el CESI y en acuerdo con su informe sobre arco secundario ES, se propone tiempos de recierres unipolar y tripolar de 500 msec asistido por sincrocheck.

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