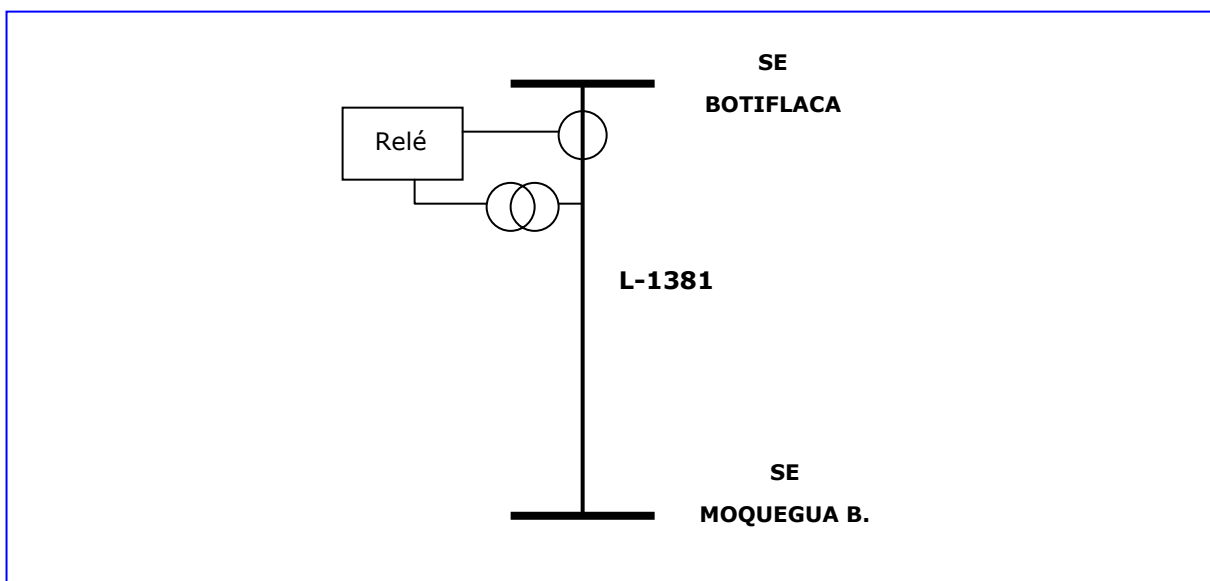


ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

| MEMORIA DE CALCULO | | | | | |
|---|--------------|--------------|-------|----------|-----------|
| Instalación: | SE BOTIFLACA | N° PSS: | 51006 | Tensión: | 138 kV |
| Empresa: | ENERSUR | | | | |
| PROTECCION DE LINEA L-1381 [Moquegua B.] | | | | | |
| | | 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) | 12.0 | 27.0 | 35.0 | -20.0 | 42.0/-20.0 |
| RP (Ω) | 35.0 | 70.0 | 70.0 | -35.0 | 70.0/-70.0 |
| RE (Ω) | 50.0 | 75.0 | 75.0 | -50.0 | 75.0/-75.0 |
| 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-1381 tiene los siguientes parámetros:

L= 30.8 Km

Rd= 2.34 ohm primario

Xd= 14.76 ohm primario

R01= 7.62 ohm primario

X01= 49.21 ohm primario

R02= 7.62 ohm primario

X02= 49.21 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.

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

P_{máxima} 196 MVA (declarada)

P_{máxima} 80 MVA (Según flujos)

$$Z_{\text{carga mín}}: (0,85 * 138)^2 / 196 = 70 \text{ ohm}$$

2.3 Factores de compensación homopolar:

El factor de compensación homopolar K_0 de la línea.

$K_0 \text{ modulo} = 0.78$

$K_0 \text{ ángulo} = 0.27$

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

$K_{0R} = 0.75$

$K_{0X} = 0.78$

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 |
| ZP (Ω) | 10.86 | 31.44 | 75.95 | -8.36 | 94.93 |
| T (s) | 0.0 | 0.25 | 0.6 | 2.0 | 2.0 |

4 Protección de Distancia

4.1 Zona 1:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Para cubrir fallas hasta el 85% de la línea Botiflaca - Moquegua B.

| | |
|------------|-------------------|
| X1P | 12.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

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

| | |
|------------|-------------------|
| R1P | 35.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|-------------------|
| R1E | 50.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Resumiendo la zona 1 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|-------------------|
| X1P | 12.0 ohm primario |
| R1P | 35.0 ohm primario |
| R1E | 50.0 ohm primario |
| T1P | 0.0 seg. |

4.2 Zona 2:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

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

| | |
|------------|-------------------|
| X2P | 27.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Alcance Resistivo: Igual a 2 veces el alcance resistivo de fase de la zona 1.

| | |
|------------|-------------------|
| R2P | 70.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

Alcance Resistivo: Igual a 1.5 veces el alcance resistivo tierra de la zona 1.

| | |
|------------|-------------------|
| R2E | 75.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Resumiendo la zona 2 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|-------------------|
| X2P | 27.0 ohm primario |
| R2P | 70.0 ohm primario |
| R2E | 75.0 ohm primario |
| T2P | 0.4 seg. |

4.3 Zona 3:

Dirección: Forward

Ajustes:

Fase-Fase

Alcance Reactivo: Igual al 90% de la impedancia vista para una falla en la barra Moquegua 220 kV.

| | |
|------------|-------------------|
| X3P | 35.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

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

| | |
|------------|-------------------|
| R3P | 70.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|-------------------|
| R3E | 75.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Resumiendo la zona 3 tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|-------------------|
| X3P | 35.0 ohm primario |
| R3P | 70.0 ohm primario |
| R3E | 75.0 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 Botiflaca - Push Back.

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

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

| | |
|------------|--------------------|
| RRP | -35.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|--------------------|
| RRE | -50.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Resumiendo la zona reversa tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|--------------------|
| XRP | -20.0 ohm primario |
| RRP | -35.0 ohm primario |
| RRE | -50.0 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 | 42.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

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

| | |
|------------|-------------------|
| RAP | 70.0 ohm primario |
|------------|-------------------|

Temporización:

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

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|-------------------|
| RAE | 75.0 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 fase de la zona de arranque forward.

| | |
|------------|--------------------|
| RAP | -70.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Fase-Tierra

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

| | |
|------------|--------------------|
| RAE | -75.0 ohm primario |
|------------|--------------------|

Resumiendo la zona de arranque tiene los siguientes ajustes:

| | |
|------------|-------------------------|
| XAP | 42.0/-15.0 ohm primario |
| RAP | 70.0/-70.0 ohm primario |
| RAE | 75.0/-75.0 ohm primario |
| TAP | 2.0 seg. |

5 Parámetros de Teleprotección

De acuerdo a los criterios generales de ajuste, se recomienda utilizar el esquema de sobrealcance permisivo (POTT).

6 Protección de Oscilación de Potencia – 68

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

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

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

R_{lim} = Resistencia límite de la característica

X_{lin} = Impedancia de la red que corresponde a la suma de la impedancia hacia delante y la impedancia hacia atrás.

F = De 5 a 7 Hz , adoptamos 6 Hz.-

V = Velocidad de variación adoptada (1200 Ohms / seg).-

T_{err} = Error máximo en el tiempo de pasaje (10 milisegundos).-

$$R_{pen} = 0.00787 * 6 * (4 * 100^2 + (83.02 + 60.74)^2) / (83.02 + 60.74) = 19.92 \text{ Ohms primarios} .-$$

$$T_{pas} = (19.92 / 1200) - 0.01 = 0.0066 \text{ seg} = 6.6 \text{ milisegundos} > 5 \text{ milisegundos} .-$$

7 Protección de Recierre – 79

Se recomienda la habilitación de recierre monofásico para fallas monofásicas.-