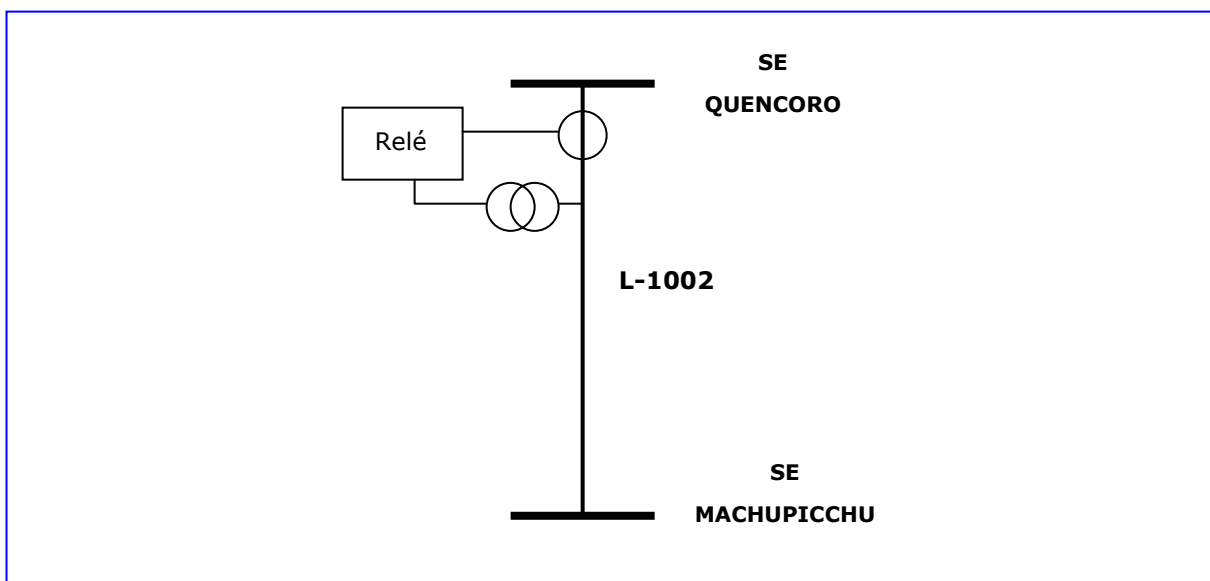


## ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

<b>MEMORIA DE CALCULO</b>					
Instalación:	SE QUENCORO	N° PSS:	61026	Tensión:	138 kV
Empresa:	REP				
<b>PROTECCION DE LINEA L-1002 [ Machupicchu ]</b>					
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 ( $\Omega$ )	44.0	83.0	135.0	-8.0	160.0/-50.0
RP ( $\Omega$ )	60.0	90.0	90.0	-40.0	90.0/90.0
RE ( $\Omega$ )	100.0	100.0	100.0	-70.0	110.0/-110.0
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-1002 tiene dos tramos: L-1002/1 (Machupicchu - T. Cachimayo) y L-1002/2 (T. Cachimayo - Quencoro), los cuales tienen los siguientes parámetros:

L-1002/1 (Machupicchu - T. Cachimayo)

L= 75.6 km

Rd= 11.05 ohm primario

Xd= 39.32 ohm primario

R0= 29.39 ohm primario

X0= 119.36 ohm primario

L-1002/2 (T. Cachimayo - Quencoro),

L= 23.7 km

Rd= 3.46 ohm primario

Xd= 12.32 ohm primario

R0= 9.21 ohm primario

X0= 37.4 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 línea total está compuesta por dos líneas: L-1002/1 con una capacidad de transporte de 512 A y L-1002/2 con una capacidad de transporte de 313 A. Para el cálculo de la potencia máxima de transmisión se considera este último valor.

$S = 74.8$  MVA ( Máxima carga posible por la línea de acuerdo a la capacidad suministrada por los parámetros de la línea).

$$Z_{carga} = (0.85 \cdot U)^2 / S = (0.85 \cdot 138)^2 / 74.8 \text{ MVA} = 183.9 \text{ ohms}$$

Se adoptará 0.8 veces de la mínima  $Z_{carga}$ .  $Z_{\min \text{ carga}} \approx 147.1 \text{ ohm}$ .

La máxima carga actual se da para el flujo: LT1001\_FS y es de  $S = 83.2$  MVA, correspondiendo a 348 A.

$$Z_{carga \text{ actual}} = 0.8 [(0.85 \cdot 138)^2 / 83.2] = 132 \text{ ohms primarios}$$

## 2.3 Factores de compensación homopolar:

El factor de compensación homopolar  $K_0$  de la línea.

$$K_0 \text{ modulo} = 0.64$$

$$K_0 \text{ ángulo} = 2.77$$

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

$$K_{0R} = 0.55$$

$$K_{0X} = 0.68$$

## 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 ( $\Omega$ )	10.25	61.11	70.97	-10.25	81.22
RP ( $\Omega$ )	39.43	39.43	39.43	-39.43	39.43
RE ( $\Omega$ )	39.43	39.43	39.43	-39.43	39.43
T (s)	0.0	0.45	0.65	1.2	0.8

## 4 Protección de Distancia

### 4.1 Zona 1:

**Dirección:** Forward

**Ajustes:**

**Fase-Fase**

**Alcance Reactivo:** Para cubrir fallas hasta el 85% de la línea Quencoro - Machupicchu.

<b>X1P</b>	44.0 ohm primario
------------	-------------------

**Alcance Resistivo:** Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm hasta el 85% de la línea Quencoro - Machupicchu.

<b>R1P</b>	60.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>T1P</b>	0.0 seg.
------------	----------

#### Fase-Tierra

**Alcance Resistivo:** Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm hasta el 85% de la línea Quencoro - Machupicchu.

<b>R1E</b>	100.0 ohm primario
------------	--------------------

Resumiendo la zona 1 tiene los siguientes ajustes:

<b>X1P</b>	44.0 ohm primario
<b>R1P</b>	60.0 ohm primario
<b>R1E</b>	100.0 ohm primario
<b>T1P</b>	0.0 seg.

## 4.2 Zona 2:

**Dirección:** Forward

**Ajustes:**

#### Fase-Fase

**Alcance Reactivo:** Para cubrir fallas hasta el 50% del transformador de Machupicchu 138 - 13.8 kV.

<b>X2P</b>	83.0 ohm primario
------------	-------------------

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

<b>R2P</b>	90.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>T2P</b>	0.4 seg.
------------	----------

#### Fase-Tierra

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

<b>R2E</b>	100.0 ohm primario
------------	--------------------

Resumiendo la zona 2 tiene los siguientes ajustes:

<b>X2P</b>	83.0 ohm primario
<b>R2P</b>	90.0 ohm primario
<b>R2E</b>	100.0 ohm primario
<b>T2P</b>	0.4 seg.

### 4.3 Zona 3:

**Dirección:** Forward

**Ajustes:**

#### Fase-Fase

**Alcance Reactivo:** Igual al 85% de la impedancia vista para una falla en la barra Machupicchu 10 kV.

<b>X3P</b>	135.0 ohm primario
------------	--------------------

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

<b>R3P</b>	90.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>T3P</b>	1.0 seg.
------------	----------

#### Fase-Tierra

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

<b>R3E</b>	100.0 ohm primario
------------	--------------------

Resumiendo la zona 3 tiene los siguientes ajustes:

<b>X3P</b>	135.0 ohm primario
<b>R3P</b>	90.0 ohm primario
<b>R3E</b>	100.0 ohm primario
<b>T3P</b>	1.0 seg.

### 4.4 Zona Reversa:

**Dirección:** Reverse

**Ajustes:**

#### Fase-Fase

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

<b>XRP</b>	-8.0 ohm primario
------------	-------------------

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

RRP	-40.0 ohm primario
-----	--------------------

**Temporización:**

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

#### Fase-Tierra

**Alcance Resistivo:** Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm en la barra Dolorespata 138kV.

RRE	-70.0 ohm primario
-----	--------------------

Resumiendo la zona reversa tiene los siguientes ajustes:

XRP	-8.0 ohm primario
RRP	-40.0 ohm primario
RRE	-70.0 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	160.0 ohm primario
-----	--------------------

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

RAP	90.0 ohm primario
-----	-------------------

**Temporización:**

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

#### Fase-Tierra

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

RAE	110.0 ohm primario
-----	--------------------

### 4.5.2 Dirección: Reverse

Ajustes:

### Fase-Fase

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

<b>XAP</b>	-50.0 ohm primario
------------	--------------------

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

<b>RAP</b>	-90.0 ohm primario
------------	--------------------

### Fase-Tierra

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

<b>RAE</b>	-110.0 ohm primario
------------	---------------------

Resumiendo la zona de arranque tiene los siguientes ajustes:

<b>XAP</b>	160.0/-50.0 ohm primario
<b>RAP</b>	90.0/-90.0 ohm primario
<b>RAE</b>	110.0/-110.0 ohm primario
<b>TAP</b>	2.0 seg.

## 5 Protección de Oscilación de Potencia

Se propone modificar la banda de detección de oscilación actual, debido que su valor es elevado (2050 ohms/seg) y podría originar bloqueos innecesarios. Se aconseja ajustar una banda para la detección de oscilaciones cuando la variación de la reactancia o resistencia sea menor a 900 ohms/seg, mediante el siguiente ajuste:

Delta R = 4.5 ohms primarios.

Delta X = 4.5 ohms primarios.

Los umbrales actuales de la corriente de neutro (IN>) y de la corriente de secuencia negativa (I2>) poseen valores por debajo de lo aconsejado por el fabricante, se propone implementar los siguientes ajustes:

IN> = 35%

I2> = 15%

Se propone modificar la banda de detección de oscilación actual, debido que su valor es elevado (3588 ohms/seg) y podría originar bloqueos innecesarios. Se aconseja ajustar una banda para la detección de oscilaciones cuando la variación de la reactancia o resistencia sea menor a 900 ohms/seg, mediante el siguiente ajuste:

Delta R = 4.5 ohms primarios.

Delta X = 4.5 ohms primarios.

Los umbrales actuales de la corriente de neutro ( $I_{N>}$ ) y de la corriente de secuencia negativa ( $I_{2>}$ ) poseen valores por debajo de lo aconsejado por el fabricante, se propone implementar los siguientes ajustes:

$I_{N>} = 35\%$

$I_{2>} = 15\%$

Con respecto al ajuste de  $I_{max\ line>}$  proponemos ajustar lo aconsejado por el fabricante: el 80% de la mínima corriente de falla trifásica en la barra remota, la cual es de 219 A (escenario MachuG123\_FS):

$I_{max\ line>} = 0.8 \cdot 219 = 175\ A$ , debido que este valor está por debajo del rango de ajuste del relé, se propone ajustar el mínimo valor permitido, o sea  $1\ I_n = 350\ A$ , por lo tanto:

$I_{max\ line>} = 350\ A$ .

## **6 Comparación direccional DEF**

La mínima corriente de tierra vista por la protección, para fallas monofásicas con  $R_f = 10\ \Omega$  en el 50% de la línea Machupicchu - Cachimayo es del orden de los 20 A. Se propone mantener el ajuste actual:

$I_{N\ Adelante} = 35\ A$  primarios el cual cubre las fallas con  $R_f = 50\ \Omega$  que se produzcan en la SE Machupicchu.

El tiempo de disparo debe garantizar la efectividad de iniciación del recierre por parte de la función impedancia, por lo tanto se propone el valor de la temporización de disparo = 200 msec.

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

$U_{primaria} = 0.06 \cdot 138000 / 1.73 = 4780\ V$  primarios.

Para garantizar la decisión direccional se propone

$V > \text{Ajuste tensión} = 4780 \cdot 0.8 = 3824$  o sea  $3824 / 1380 \cong 2.77\ V$  secundarios.

## **7 Protección de Recierre – 79**

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

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