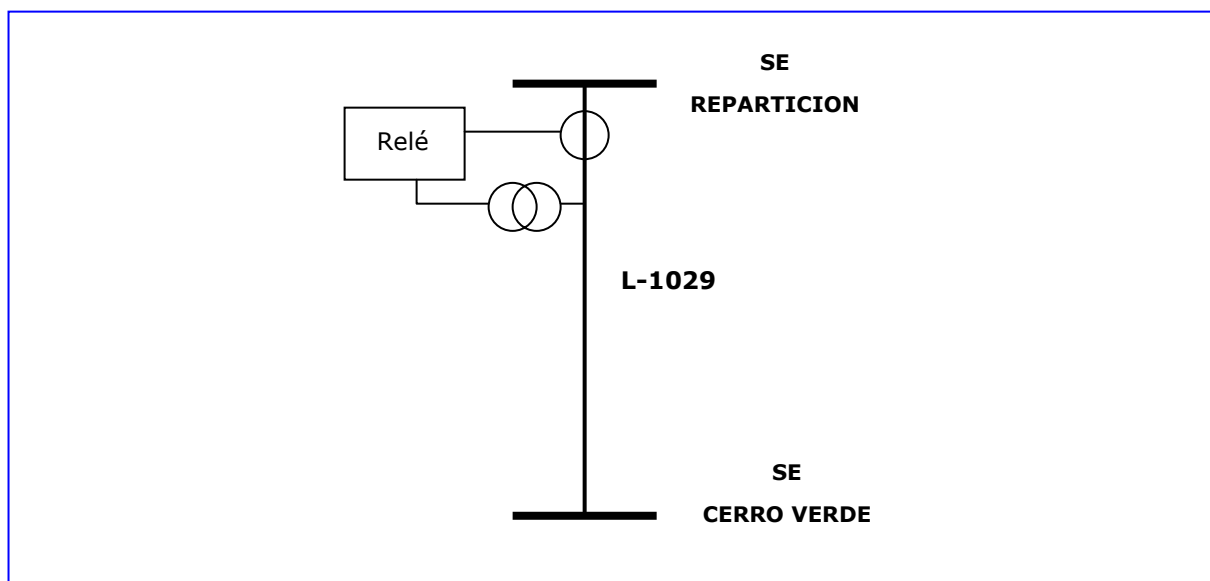


## ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

<b>MEMORIA DE CALCULO</b>					
Instalación:	SE REPARTICION	N° PSS:	51106	Tensión:	138 kV
Empresa:	REP				
<b>PROTECCION DE LINEA L-1029 [ Cerro Verde ]</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 ( $\Omega$ )	10.3	25.0	59.0	-15.0	70.0/-25.0
RP ( $\Omega$ )	30.0	75.0	75.0	-15.0	75.0/-75.0
RE ( $\Omega$ )	50.0	100.0	100.0	-25.0	100.0/-100.0
T (s)	0.0	0.7	1.2	0.9	2.0

## 2 Parámetros Generales

De acuerdo a la base de datos, la línea L-1029 tiene los siguientes parámetros:

L= 23 km

Rd= 3.39 ohm primario

Xd= 12.14 ohm primario

R0= 7.37 ohm primario

X0= 39.33 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:

S= 92.86 MVA (Máxima carga posible por la línea de acuerdo a la capacidad suministrada por los parámetros de la línea).

$$Z_{carga} = (0.85 \cdot U)^2 / S = (0.85 \cdot 138)^2 / 92.86 \text{ MVA} = 148 \text{ ohm}$$

Se adoptará 0.8 veces de la mínima Zcarga. Zmín carga  $\approx$  118.5 ohm.

## 2.3 Factores de compensación homopolar:

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

$K_0 \text{ modulo} = 0.73$

$K_0 \text{ ángulo} = 7.50$

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

$K_{0R} = 0.39$

$K_{0X} = 0.75$

## 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 ( $\Omega$ )	8.10	12.13	13.09	11.64	-
RP ( $\Omega$ )	40.0	40.0	40.0	40.0	-
RE ( $\Omega$ )	79.93	80.02	80.02	80.02	-
T (s)	0.0	0.5	1.2	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 Repartición - Cerro Verde.

**X1P** 10.30 ohm primario

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

**R1P** 30.0 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:

<b>X1P</b>	10.3 ohm primario
<b>R1P</b>	30.0 ohm primario
<b>R1E</b>	50.0 ohm primario
<b>T1P</b>	0.0 seg.

## 4.2 Zona 2:

**Dirección:** Forward

**Ajustes:**

### Fase-Fase

**Alcance Reactivo:** Igual a 2 veces la reactancia de la línea Repartición - Cerro Verde.

<b>X2P</b>	25.0 ohm primario
------------	-------------------

**Alcance Resistivo:** Igual a 3 veces el alcance reactivo de fase de la zona 2.

<b>R2P</b>	75.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>T2P</b>	0.7 seg.
------------	----------

### Fase-Tierra

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

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

Resumiendo la zona 2 tiene los siguientes ajustes:

<b>X2P</b>	25.0 ohm primario
<b>R2P</b>	75.0 ohm primario
<b>R2E</b>	100.0 ohm primario
<b>T2P</b>	0.7 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 de Santuario 138 kV.

<b>X3P</b>	59.0 ohm primario
------------	-------------------

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

<b>R3P</b>	75.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>T3P</b>	1.2 seg.
------------	----------

#### Fase-Tierra

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

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

Resumiendo la zona 3 tiene los siguientes ajustes:

<b>X3P</b>	59.0 ohm primario
<b>R3P</b>	70.0 ohm primario
<b>R3E</b>	100.0 ohm primario
<b>T3P</b>	1.2 seg.

#### **4.4 Zona Reversa:**

**Dirección:** Reverse

**Ajustes:**

##### Fase-Fase

**Alcance Reactivo:** Para cubrir fallas hasta el 50% de la línea Repartición - El Alto.

<b>XRP</b>	-15.0 ohm primario
------------	--------------------

**Alcance Resistivo:** Para cubrir fallas bifásicas de 10 ohm hasta el 50% de la línea Repartición - El Alto.

<b>RRP</b>	-15.0 primario
------------	----------------

**Temporización:**

<b>TRP</b>	0.9 seg.
------------	----------

##### Fase-Tierra

**Alcance Resistivo:** Para cubrir fallas monofásicas de 20 ohm hasta el 50% de la línea Repartición - El Alto.

<b>RRE</b>	-25.0 ohm primario
------------	--------------------

Resumiendo la zona reversa tiene los siguientes ajustes:

<b>XRP</b>	-15.0 ohm primario
<b>RRP</b>	-15.0 ohm primario
<b>RRE</b>	-25.0 ohm primario
<b>TRP</b>	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.

<b>XAP</b>	70.0 ohm primario
------------	-------------------

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

<b>RAP</b>	75.0 ohm primario
------------	-------------------

**Temporización:**

<b>TAP</b>	2.0 seg.
------------	----------

#### Fase-Tierra

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

<b>RAE</b>	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.

<b>XAP</b>	-25.0 ohm primario
------------	--------------------

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

<b>RAP</b>	-75.0 ohm primario
------------	--------------------

#### Fase-Tierra

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

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

Resumiendo la zona de arranque tiene los siguientes ajustes:

<b>XAP</b>	70.0/-25.0 ohm primario
<b>RAP</b>	75.0/-75.0 ohm primario
<b>RAE</b>	100.0/-100.0 ohm primario
<b>TAP</b>	2.0 seg.

## 5 Protección de Oscilación de Potencia – 68

Para el cálculo de la banda de transición se deben adoptar dos valores:

Delta R: de acuerdo a lo recomendado por el manual se adopta el 20% de la R3Ph-R4Ph,  $\Delta R = 0.2 \times 20 = 4$

Delta X: Idem el anterior

$\Delta R = 4$

$\Delta X = 4$

Para el ajuste del nivel de corriente residual, se adopta lo aconsejado por el fabricante, que coincide con el actual.

$I_{N>}(\%I_{max}) = 40\%$

Para el ajuste del nivel de corriente de secuencia negativa, se adopta el aconsejado por el fabricante, que coincide con el actual.

$I_{2>}(\%I_{max}) = 30\%$

De acuerdo a lo expresado en el manual, el ajuste del nivel de la corriente de fase, deberá estar comprendido entre  $1.2 \times (\text{máxima corriente de la oscilación de potencia})$  y  $0.8 \times (\text{mínima corriente de fase en falla})$

La mínima corriente de fase en falla, se obtiene del escenario SOCABAYA T12 FS, siendo esta  $I_{min} = 44 \text{ A}$  cuándo la falla se produce en Cerro Verde.

Se propone ajustar  $I_{mxLínea} > 335 \text{ A}$

El tiempo de desbloqueo de la protección lo deberá suministrar el CESI

Tiempo de desbloqueo: 2.5 seg

## 6 Comparación direccional DEF

El umbral de excitación actual de  $I_N = 120 \text{ Aprimarios}$ , se considera alto para la comparación direccional.

La mínima corriente de tierra vista por la protección, para fallas monofásicas con  $R_f = 50 \text{ ohm}$  en Cerro Verde 138 kV, es del orden de los 143 A. Se propone ajustar:

$I_N \text{ Adelante} = 0.5 \times 143 \approx 71.5 \text{ Aprimarios}$

El tiempo de disparo debe garantizar la efectividad de iniciación del recierre. Con 200 mseg se permite a la protección de distancia que inicie el recierre.

Temporización de disparo = 200 mseg.

Para el ajuste de la tensión de secuencia cero se adopta el mismo que el actualmente regulado

$V > \text{Ajuste tensión} = 3 \% \text{ equivalen a } 4140 \text{ Vprimarios}$

## **7 Protección de Recierre – 79**

Se propone ajustar el tiempo muerto del recierre en 500 mseg, de acuerdo a lo aconsejado por el CESI.