



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

<b>MEMORIA DE CALCULO</b>					
Instalación:	S.E. BOTIFLACA	Nº PSS:	51006	Tensión:	138 kV
Empresa:	SPCC				
<b>PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE</b>					
Marca:		Modelo:		Tipo:	Sobrecorriente
Responsable:		Coordinador:			

Rev.	Fecha	Nombre	Descripción	Aprobó	Fecha

DIAGRAMA UNIFILAR

## 1 Información básica.

- Esquema unifilar del SEIN (Diagrama Unifilar\_Modelo de Carga\_05-12-03.dwg)
- Esquema unifilar (SEBOTIF 001 - B.dwg).
- Ficha técnica.
- Documento 040209\_DIAGRAMA ACTUALIZADO ECP.-
- Ajustes actuales.
- Listado de relés.

## 2 Datos Asumidos o Faltantes.

Para los transformadores BT1 y BT2 en el lado de 13.8 KV, para el sobrecorriente de fase y de tierra la base de datos de ajustes de protecciones del COES indica que el TI es de 2000/5 Amp, además en el esquema unifilar SEBOTIF 001 - B.dwg, aparece un relé de tierra que aparentemente no ha sido declarado en la base de datos de ajustes de protecciones, asimismo no se indica su TI.

Para los transformadores BT1 y BT2 en el lado de 6.9 KV en la base de datos de ajustes de protecciones se indica un TI de 6000/5 Amp.

Para los transformadores BT1 y BT2 en el lado de 138 kV, no se cuenta con la información correspondiente a la protección de sobrecorriente de fase y de tierra.

Para el BT3 solamente especifica la relación del TI lado 138 KV, no se especifica las relaciones de transformación en el lado 13.8 KV y 6.9 KV.-

Dadas estas indefiniciones se adopta para BT1 y BT2:

- 1) Se considera el relé de tierra en 13.8 KV y 6.9 KV está conectado en los TI de la celda del Transformador.
- 2) Se considera no declarado al rele de tierra de centro de estrella de 13.8 y 6.9 KV que figuran en los planos unifilares.

## 3 Equipo protegido.

### 3.1 Transformador de potencia: BT1, BT2, BT3

- Potencia nominal: 58/33/33 MVA
- Relación de transformación de Tensión: 138/13.8/6.9 kV
- Corriente nominal: 242.65/1380.62/2761.24 A

### 3.2 Transformador de potencia: T4, T5

- Potencia nominal: 15/15 MVA
- Relación de transformación de Tensión: 138/69 kV
- Corriente nominal: 62.76/125.51 A

## 4 Funciones de Sobrecorriente – Ajustes actuales.

La síntesis de funciones de sobrecorriente y los ajustes actuales en la SE son:

### 4.1 Transformador de potencia: BT1, BT2

- Lado 138 kV - Relé, Marca/Modelo:

TC:	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	T2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)									
Tierra (E)									

No se tiene la información actual de la protección de sobrecorriente correspondiente al lado de 138 kV.

- Lado 13.8 kV - Relé (Marca/Modelo): GEC Measurements/CDG34

TC:2000/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	t2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)	EI	2000	0.7	-	-	-	-	-	-

- Lado 13.8 kV - Relé (Marca/Modelo): GEC Measurements/CDG12

TC:2000/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	t2	Curva	I3 (A)	t3
Tierra (E)	LTD	300	0.2	-	-	-	-	-	-

- Lado 6.9 kV - Relé (Marca/Modelo): G.E./IAC53

TC:6000/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	t2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)	VI	6000	7	-	-	-	-	-	-
Tierra (E)	VI	2400	5	-	-	-	-	-	-

## 4.2 Transformador de potencia: BT3

Este transformador tiene una protección marca GENERAL ELECTRIC tipo MULTILIN SR 735 con función diferencial y máxima corriente en 138KV, 13.8KV y 6.9 KV.

En la base de datos de ajustes de protecciones, solamente se indica, la información correspondiente al lado de 138 kV. La información de los ajustes actuales correspondientes a los lados de 13.8 kV y 6.9 kV se ha obtenido de lo indicado en la memoria de cálculo realizada por Transener.

- Lado 138 kV - Relé, Marca/Modelo: G.E./SR 735

TC:300/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	T2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)	IEC EI	270	8	DT	3600	Inst.	-	-	-

- Lado 13.8 kV - Relé Marca/Modelo: G.E./ SR 735

Solo se tiene la información en valores secundarios. El TI no esta especificado.

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	t2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)	EI	0.9	8	DT	12	Inst.	-	-	-
Tierra (E)	EI	0.6	4	DT	2	Inst.	-	-	-

- Lado 6.9 kV - Relé Marca/Modelo: G.E./ SR 735

Solo se tiene la información en valores secundarios. El TI no esta especificado

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1 (A)	t1	Curva	I2 (A)	t2	Curva	I3 (A)	t3
Fase (P)	EI	1.1	10	DT	12	Inst.	-	-	-
Tierra (E)	EI	0.6	4	DT	2	Inst.	-	-	-

## 5 Análisis de Ajustes.

Según el listado de protecciones sobre el cual se deberá analizar su ajuste se encuentran las siguientes:

BT1- 138/13.8/6.9	GEC Measurements	CDG34	TRAFO	SOBRECORRIENTE	RST 51	13.8	SPCC
BT1- 138/13.8/6.9	GEC Measurements	CDG12	TRAFO	SOBRECORRIENTE	N 51N	13.8	SPCC
BT1- 138/13.8/6.9	General Electric	IAC53	TRAFO	SOBRECORRIENTE	N 51/51N	6.9	SPCC
BT2- 138/13.8/6.9	GEC Measurements	CDG34	TRAFO	SOBRECORRIENTE	RST 51	138	SPCC
BT2- 138/13.8/6.9	GEC Measurements	CDG12	TRAFO	SOBRECORRIENTE	N /51N	138	SPCC
BT1- 138/13.8/6.9	General Electric	IAC53	TRAFO	SOBRECORRIENTE	N 51/51N	6.9	SPCC
BT3- 138/13.8/6.9	General Electric	SR 735	TRAFO	SOBRECORRIENTE	RST 50/51+50N/51N	138/13.2/6.9	SPCC

En este caso que nos ocupa, se analizarán las protecciones de sobrecorriente de fase y tierra, que se encuentran en el listado precedente.

## 6 Análisis de Actuación.

Con respecto al ajuste original se formulan las siguientes observaciones:

### 6.1 Transformador de potencia: BT1, BT2

#### Coordinación de Fase

Relé arrollamiento 138 kV:

Si bien no está declarada ninguna protección en el lado 138 KV aconsejamos su instalación como respaldo de la protección diferencial. La regulación podría ser la siguiente:

Ajuste:

Relé de sobrecorriente propuesto

TC:300/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
Fase	IEC-VI	270	0.6	DT	3600	0.1 s	-	-	-

Con este ajuste disparamos en forma instantánea para fallas en los terminales del transformador en 138 KV y se da respaldo a la protección de máxima corriente de 6.9 KV y 13.8KV en tiempos que rondan los 1.6 y 2.5 segundos.

Relé arrollamiento 13.8 kV:

Protección de tiempo dependiente CDG34 con una regulación existente de 2000 Amperes primarios y clavija en 0.7. Se mantendrá el ajuste correspondiente a la corriente de arranque; el cual se considera adecuado. El ajuste del dial se modificara a un valor de 0.5; con lo cual, las fallas entre fases en barras de 13.8KV serán despejadas en un tiempo de actuación de alrededor del segundo.

Ajuste:

Relé GEC Measurements CDG34

TC:2000/5A	Umbra 1			Umbra 2			Umbra 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
Fase	IEC-NI	2000	0.5	-	-	-	-	-	-

Relé arrollamiento 6.9 kV:

Protección de tiempo dependiente IAC53A.

El ajuste existente es de 6000 Amperes primarios y clavija en 7. Suponemos que debe haber algún tipo de error dado que la corriente nominal de este arrollamiento es de 2761 Amperios; por lo cuál, no se justifica un arranque de protección en más del doble de la corriente nominal del arrollamiento. No obstante ello y como se desconocen los motivos de un ajuste tan alto y para proteger a la máquina consideramos que el arranque podría estar en los 4800 amperios primarios. El ajuste del dial se modificara a un valor de 4; con lo cual, las fallas entre fases en barras de 6.9KV serán despejadas en un tiempo de actuación de alrededor del segundo.

Ajuste:

Relé General Electric IAC53

TC:6000/5A	Umbra 1			Umbra 2			Umbra 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
Fase	VI	4800	4	-	-	-	-	-	-

## Coordinación de Tierra

Protección neutro 13.8 kV:

Para la tierra la protección CDG12 de tiempo dependiente tiene un ajuste de arranque que no permite ver las fallas a tierra en barras de 13.8KV; las cuales, de acuerdo a lo informado por Transener están alrededor de los 250 Amperes debido a la resistencia de puesta a tierra del centro de estrella de este arrollamiento. El ajuste existente es de 300 Amperios primarios y clavija en 0.2. Es necesario mencionar que el ajuste de corriente aparentemente es el mínimo que se podría llegar a ajustar con esta protección por lo cuál podríamos decir que la misma es inadecuada.

Por lo tanto, se recomienda implementar un adecuado sistema de protección de fallas a tierra, tomando en consideración las características de la resistencia de puesta a tierra instaladas en el centro estrella de los transformadores.

Protección neutro 6.9 kV:

La protección IAC53 de tiempo dependiente tiene un ajuste de arranque que no permite ver las fallas a tierra en barras de 6.9 KV; las cuales, de acuerdo a lo informado por Transener están alrededor de los 230 Amperes debido a la resistencia de puesta a

tierra del centro de estrella de este arrollamiento. El ajuste existente es de 2400 Amp y clavija en 5. Es necesario mencionar que el ajuste de corriente aparentemente es el mínimo que se podría llegar a ajustar con esta protección por lo cuál podríamos decir que la misma es inadecuada.

Por lo tanto, se recomienda implementar un adecuado sistema de protección de fallas a tierra, tomando en consideración las características de la resistencia de puesta a tierra instaladas en el centro estrella de los transformadores.

## 6.2 Transformador de potencia: BT3

Este transformador posee una protección digital MULTILIN de la cual solo se especifica la relación del TI en 138 KV desconociéndose la relaciones de los TI en 13.8 KV y 6.9 KV, por lo cuál no puede evaluarse el ajuste existente.

No obstante ello podríamos proponer los siguientes ajustes en valores primarios:

### Coordinación de Fase

Relé arrollamiento 138 kV:

Con la regulación que se propone las fallas entre fases en los terminales del transformador en 138 KV se despejan en 0,1 segundos y las fallas entre fases en 13.8KV y 6.9 KV se despejan en un tiempo que ronda los 1.5 y 2.6 segundos, manteniendo un margen de coordinación apropiado con los relés de media tensión.

Ajuste:

Relé G.E. / SR 735

TC:300/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
Fase	IEC-VI	300	0.5	DT	3600	0.1 s	-	-	-

Relé arrollamiento 13.8 kV:

Con la regulación que se propone las fallas entre fases en barras de 13.8KV serán despejadas en un tiempo de actuación de alrededor del segundo. Asimismo, estos ajustes deberán ser verificados, tomando en consideración las características de operación de las cargas existentes en el nivel de 13.8 kV tales como motores u otros equipos.

Ajuste:

Relé G.E. / SR 735

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
Fase	IEC-VI	1800	0.56	-	-	-	-	-	-

Relé arrollamiento 6.9 kV:

Con la regulación que se propone las fallas entre fases en barras de 6.9KV serán despejadas en un tiempo de actuación de alrededor del segundo. Asimismo, estos ajustes deberán ser verificados, tomando en consideración las características de operación de las cargas existentes en el nivel de 6.9 kV tales como motores u otros equipos.

Ajuste:

Relé G.E. / SR 735

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
<b>Fase</b>	IEC-VI	4000	0.25	-	-	-	-	-	-

## Coordinación de Tierra

Protección neutro 13.8 kV:

Teniendo en consideración los reportes de cortocircuito se propone el siguiente ajuste para la protección de falla a tierra del lado de 13.8 kV del transformador.

Ajuste:

Relé G.E. / SR 735

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1E (A)	t1	Curva	I2E (A)	T2	Curva	I3E (A)	t3
<b>Tierra</b>	IEC-NI	300	0.05	-	-	-	-	-	-

Protección neutro 6.9 kV:

Teniendo en consideración los reportes de cortocircuito se propone el siguiente ajuste para la protección de falla a tierra del lado de 6.9 kV del transformador.

Ajuste:

Relé G.E. / SR 735

TC:-----	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1E (A)	t1	Curva	I2E (A)	T2	Curva	I3E (A)	t3
<b>Tierra</b>	IEC-NI	300	0.05	-	-	-	-	-	-

## 6.3 Transformador de potencia: T4, T5

No se cuenta con la información correspondiente a la protección de los transformadores T4 y T5. En el diagrama unifilar se observa que tiene protección diferencial.

## Coordinación de Fase

Si bien no está declarada ninguna protección de sobrecorriente en el lado 138 KV aconsejamos su instalación como respaldo de la protección diferencial. La regulación podría ser la siguiente:

Ajuste:

Relé de sobrecorriente propuesto

TC:300/5A	Umbral 1			Umbral 2			Umbral 3		
	Curva	I1P (A)	t1	Curva	I2P (A)	T2	Curva	I3P (A)	t3
<b>Fase</b>	IEC-NI	90	0.35	DT	1200	0.1 s	-	-	-