

Estudios de Coordinación de Las Protecciones En Base a Herramientas Computacionales, Aplicables a La Subestación Las Cumbres

Torres Badillo Adriana Belén, Riera Peralta Jonathan Vicente, Calero Álvarez Héctor Andrés
 Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863 Guayaquil-Ecuador
 adribeltorres@hotmail.com, jorip-14@hotmail.com, andresc_001@hotmail.com
 Juan Saavedra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniero Eléctrico Especialidad Potencia,
 jsaavedra@hidronacion.org

Resumen – El Objetivo principal de este trabajo es **Coordinar el Sistema de Protecciones de la Subestación Las Cumbres por Métodos Computarizados, para lo cual es necesario disponer información de su estado, es decir, conocer el valor de las tensiones e intensidades en cada punto de análisis del sistema.**

El Estudio de Flujo de Carga nos proporcionó información sobre los niveles de voltaje en las barras, consumos y capacidades transmitidas de los componentes del sistema bajo operación normal.

Una parte fundamental del ajuste de las protecciones es el Estudio de Cortocircuito, proporcionando las Corrientes de Falla Trifásica y de Línea a Tierra Máximas y Mínimas. Para nuestro estudio del caso base los ajustes se realizaron en función de la máxima corriente de falla con tiempos de despeje rápido de las fases falladas o con problemas.

Finalmente, sabemos que dentro de una instalación eléctrica se pueden producir diversos tipos de fallas, que si persisten, pueden ocasionar daños en los equipos eléctricos y electrónicos, inestabilidad en el sistema o daños al personal encargado de la operación de la instalación; estos eventos son evitados con una óptima Coordinación de Protecciones.

Palabras Claves: *Flujo de Carga, Cortocircuito, Corrientes de Falla*

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un país depende de su grado de industrialización y tecnología digital, este a su vez necesita de las fuentes de energía en especial de la energía eléctrica. Por lo que la Protección de Subestaciones de Sistemas Eléctricos de Distribución es de gran importancia ante el crecimiento acelerado de los consumidores (población), de las redes eléctricas y la exigencia de un suministro de energía.

En el Capítulo I, se describen los elementos, equipos y dispositivos de protección que conforman la Subestación Las Cumbres, de acuerdo a sus especificaciones técnicas de los

fabricantes y proporcionadas por la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

En el Capítulo II, se muestra el Estudio de Flujo de Carga en Estado Estable, determinando los voltajes en las barras y las corrientes que fluyen en las diferentes alimentadoras y ramales, para los casos bases de máxima y mínima carga. Este análisis se realizó utilizando los datos medidos por la Empresa Eléctrica.

En el Capítulo III, conjunto a la información obtenida en el Capítulo II, se realiza el Estudio de Cortocircuito teórico orientados a los conceptos, cálculos preliminares y recomendaciones generales. Se pretende realizar los cálculos eléctricos involucrados en la protección y determinar los parámetros pertinentes, determinando para los tipos de Fallas Trifásicas y Fallas de Línea a Tierra. Este estudio es de importancia para la futura coordinación de las protecciones eléctricas para las corrientes de falla máxima y mínima en cada punto de interés.

En el Capítulo IV, se tratan los temas de Esquemas de Protección y Coordinación de operación de los mismos en forma simple, todo dentro del marco de la filosofía de las protecciones en sistemas eléctricos. Se estudian en particular los equipos más utilizados por la Empresa Eléctrica para el estudio de coordinación, como son: relés de protección, interruptores de poder, fusibles, reconectores automáticos, pararrayos, Intellirupter S&C y Switch Vista S&C; estos últimos están siendo utilizados en ciertas alimentadoras de gran importancia debido a la cantidad de fallas presentes en su circuito.

II. DESARROLLO

1. Descripción de las Instalaciones

La Subestación Las Cumbres fue construida en 1992 con una extensión de 1200 metros cuadrados, se encuentra ubicada en Cdla. Las Cumbres Mz. 19 junto al Área Comunal. La Subestación está alimentada por la Subtransmisión Aníbal Santos y Pascuales como interconexión a nivel de 69 KV; cuenta con una patio de 69KV en el lado de alta del transformador de 18/24 MVA y en el lado de baja tensión una configuración de barras principal y de transferencia a nivel de

13.8 KV. Del patio de 13.8 Kv salen cuatro alimentadoras trifásicas de distribución las cuales son: Santa Cecilia, Ceibos Norte, Cumbres 4 y Celoplast. De la troncal principal parten derivaciones o ramales que pueden ser trifásicos, bifásicos o monofásicos. Las distintas alimentadoras estarán protegidas a través de un reconector el cual permitirá el flujo de corriente en condiciones normales de funcionamiento. Cabe recalcar que las alimentadoras, así como cada elemento de la subestación se encuentran protegidos por seccionador de aire con cuchillas de tierra, interruptor en gas, fusibles, pararrayos y sistemas de interruptores inteligentes.

2. Estudio de Flujo de Carga

El Estudio Eléctrico de Flujo de Potencia es de suma importancia en la planeación y diseño de Sistemas Eléctricos de Potencia, determinándola condición optima de operación de sistemas planificados o existentes. El flujo de Carga nos proporciona información sobre la corriente y el voltaje de las barras, que necesitan estar dentro de los valores nominales de los equipos e instalaciones. Hoy en día gracias al desarrollo de herramientas computacionales podemos simplificar el Estudio de Flujo de Carga, en nuestro análisis utilizamos el Simulador PowerWorld 12. El Diagrama Unifilar de la Subestación Las Cumbres se muestra a continuación.

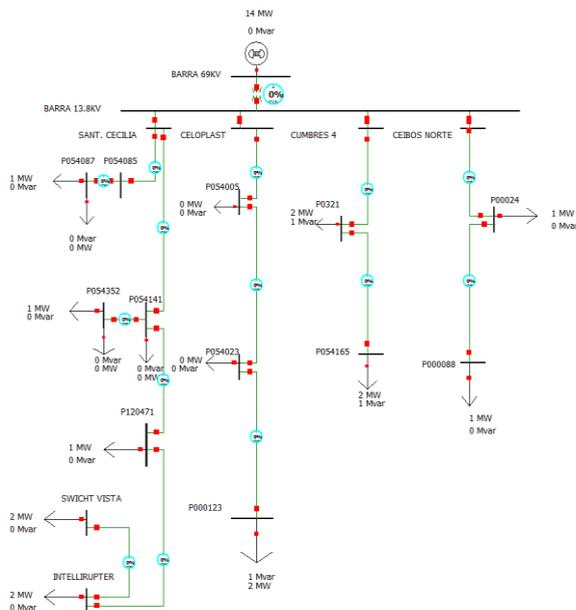


Fig. 1. Diagrama Unifilar de la Subestación Las Cumbres [1]

2.1. Criterios adoptados para el Estudio

2.1.1. Flexibilidad Operacional

El sistema podrá funcionar alimentado por la Empresa Eléctrica sin ninguna restricción ante cualquier evento.

2.1.2. Niveles de confiabilidad

El sistema debe proveer la continuidad del servicio y la alimentación a las instalaciones de Urbanizaciones Privadas

de gran demanda en forma prioritaria, ante la existencia de falla de un elemento un del Sistema.

2.1.3. Niveles de sobrecarga

No se aceptan sobrecarga en los Elementos de Distribución del Sistema mayores a la cargabilidad establecida en las especificaciones técnicas.

Para el caso de los Transformadores Convencionales de Fuerza, la carga no debe exceder su capacidad OA.

2.1.4. Regulación de voltaje

Los voltajes a nivel de Barras del Sistema no deben exceder del 2.5% hacia arriba y 2.5% hacia abajo, ante cualquier contingencia operativa.

2.2. Datos del Sistema

2.2.1. Datos del Transformador

TABLA I
Datos del Transformador de Poder

	Z%	Marca	Capacidad (MVA) OA/FA	V1/V2 KV	Conexión
Transformador	7.38	GENERAL ELECTRIC	18/24	69/13.8 KV	Δ - Y aterrizada

2.2.2. Datos de las Líneas

TABLA II
Datos de las Líneas

Líneas		Dist (m)	Imped. en pu por conductor	
De Barra	A Barra		R	X
P054085	P054087	30	0,00268337	0,00452741
SANT. CECILIA	P054085	16	0,00143113	0,00241462
P054141	P054352	201	0,01797854	0,03033365
SANT. CECILIA	P054141	32	0,00286226	0,00482924
P054141	P120471	756	0,06762079	0,11409074
P120471	INTELLIRUPTER	2530	0,2262971	0,38181159
INTELLIRUPTER	SWICHT VISTA	760	0,06797858	0,11469439
CELOPLAST	P054005	231	0,02066191	0,03486106
P054005	P054023	1560	0,13953497	0,23542533
P054023	P000123	80	0,00715564	0,01207309
CUMBRES 4	P0321	850	0,07602867	0,12827662
P0321	P054165	550	0,04919502	0,08300252
CEIBOS NORTE	P00024	460	0,04114493	0,06942029
P00024	P000088	102	0,00912344	0,01539319

2.3. Resultados del Estudio de Flujo de Carga

El análisis de Flujo de Carga muestra lo siguiente:

2.3.1. Voltaje en las Barras

TABLA III
Niveles de Voltaje en las Barras

Barra	Máxima Carga			Mínima Carga		
	Vnom	PU Volt	Volt (kv)	Vnom	PU Volt	Volt (kv)
BARRA 69KV	69	1	69	69	1	69
BARRA 13.8KV	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,686
P054085	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,685
P054087	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,685
P054141	13,8	0,9866	13,615	13,8	0,9916	13,684
P054352	13,8	0,9864	13,612	13,8	0,9915	13,682
SANT. CECILIA	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,686
P120471	13,8	0,9828	13,563	13,8	0,9896	13,656
SWICHT VISTA	13,8	0,9704	13,392	13,8	0,983	13,566
INTELLIRUPTER	13,8	0,9719	13,413	13,8	0,9838	13,577
CELOPLAST	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,686
P054005	13,8	0,986	13,606	13,8	0,9912	13,678
P054023	13,8	0,9809	13,536	13,8	0,9881	13,636
P000123	13,8	0,9806	13,533	13,8	0,988	13,634
CUMBRES 4	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,686
P054165	13,8	0,9809	13,536	13,8	0,9872	13,623
P0321	13,8	0,9823	13,555	13,8	0,9882	13,637
CEIBOS NORTE	13,8	0,9868	13,618	13,8	0,9917	13,686
P00024	13,8	0,9861	13,608	13,8	0,9912	13,679
P000088	13,8	0,986	13,607	13,8	0,9912	13,678

2.3.2. Consumo en las Barras

TABLA IV
Consumo en las Barras

Barras	Máxima Carga			Mínima Carga		
	Cargas MW	Cargas MVAR	Corriente (Amp)	Cargas MW	Cargas MVAR	Corriente (Amp)
P054087	0,05	0,02	0,05	2,092	0,05	0,02
P054087	0,6	0,06	0,61	25,521	0,32	0,33
P054141	0,28	0,12	0,3	12,551	0,28	0,3
P054352	0,06	0,05	0,08	3,347	0,06	0,08
P054352	0,9	0,1	0,91	38,072	0,49	0,49
P120471	0,6	0,06	0,61	25,521	0,32	0,33
SWICHT VISTA	1,81	0,19	1,82	76,143	0,97	0,98
INTELLIRUPTER	2,11	0,22	2,12	88,694	1,14	1,14
P054005	0,21	0,12	0,25	10,459	0,21	0,25
P054023	0,04	0,01	0,05	2,092	0,04	0,05
P000123	2,45	0,62	2,53	105,848	1,63	1,65
P054165	1,81	0,57	1,89	79,072	1,33	1,4
P0321	2,05	0,63	2,14	89,531	1,63	1,71
P00024	0,84	0,16	0,85	35,561	0,45	0,47
P000088	0,56	0,1	0,57	23,847	0,3	0,31
TOTAL	14,37	3,03	14,78	618,351	9,22	2,09

2.3.3. Capacidades Transmitidas en transformador y líneas

TABLA V
Capacidades Transmitidas en Transformador y Líneas – Máxima Carga

De Barra	A Barra	MW	Mvar	MVA	Lim MVA	% MVA Limit (Max)	MW Perdidas	Mvar Perdidas	I (Amp)
BARRA 69KV	BARRA 13.8KV	14,444	4,000	14,988	24	62,43	0	0,82	627,063
BARRA 13.8KV	SANT. CECILIA	6,461	0,921	6,626	0	0,00	0	0	273,028
BARRA 13.8KV	CELOPLAST	2,720	0,778	2,829	0	0,00	0	0	118,367
BARRA 13.8KV	CUMBRES 4	3,869	1,224	4,068	0	0,00	0	0	169,774
BARRA 13.8KV	CEIBOS NORTE	1,394	0,262	1,418	0	0,00	0	0	59,325
P054085	P054087	0,649	0,084	0,664	12	5,50	0	0	27,361
SANT. CECILIA	P054085	0,649	0,084	0,664	12	5,50	0	0	27,361
P054141	P054352	0,980	0,146	0,971	12	8,10	0	0	40,624
SANT. CECILIA	P054141	5,612	0,838	5,672	12	48,90	0	0	245,667
P054141	P120471	4,574	0,573	4,610	12	38,40	0,01	0,02	192,888
P120471	INTELLIRUPTER	3,957	0,484	3,986	12	33,20	0,04	0,06	166,762
INTELLIRUPTER	SWICHT VISTA	1,810	0,197	1,821	12	15,20	0	0	76,185
CELOPLAST	P054005	2,720	0,777	2,829	12	23,60	0	0	118,367
P054005	P054023	2,505	0,649	2,588	12	21,60	0,01	0,02	108,274
P054023	P000123	2,450	0,621	2,528	12	21,10	0	0	106,764
CUMBRES 4	P0321	3,869	1,225	4,068	12	33,80	0,01	0,02	169,774
P0321	P054165	1,808	0,575	1,897	12	15,80	0	0	79,385
CEIBOS NORTE	P00024	1,394	0,263	1,419	12	11,80	0	0	59,367
P00024	P000088	0,567	0,105	0,567	12	4,70	0	0	23,722

TABLA VI
Capacidades Transmitidas en Transformador y Líneas – Mínima Carga

De Barra	A Barra	MW	Mvar	MVA	Lim MVA	% MVA Limit (Max)	MW Perdidas	Mvar Perdidas	I (Amp)
BARRA 69KV	BARRA 13.8KV	9,268	2,433	9,573	24	39,90	0	0,33	400,505
BARRA 13.8KV	CEIBOS NORTE	0,743	0,244	0,782	0	0,00	0	0,00	32,717
BARRA 13.8KV	CELOPLAST	1,894	0,397	1,936	0	0,00	0	0,00	80,955
BARRA 13.8KV	CUMBRES 4	2,969	0,918	3,108	0	0,00	0	0,00	130,029
P120471	INTELLIRUPTER	2,119	0,243	2,133	7	30,50	0,01	0,02	89,238
P00024	P000088	0,298	0,097	0,313	7	4,80	0	0,00	13,095
P054023	P000123	1,630	0,265	1,651	7	23,80	0	0,00	69,073
CEIBOS NORTE	P00024	0,745	0,244	0,784	7	11,20	0	0,00	32,800
CUMBRES 4	P0321	2,969	0,947	3,117	7	44,50	0,01	0,01	130,406
CELOPLAST	P054005	1,893	0,410	1,936	7	27,70	0	0,00	80,996
P054005	P054023	1,679	0,284	1,703	7	24,30	0	0,01	71,248
SANT. CECILIA	P054085	0,370	0,064	0,374	7	5,30	0	0,00	15,647
P054085	P054087	0,370	0,064	0,374	7	5,30	0	0,00	15,647
SANT. CECILIA	P054141	3,267	0,503	3,305	7	47,20	0	0,00	138,271
P0321	P054165	1,333	0,421	1,398	7	20,00	0	0,00	58,488
P054141	P054352	0,543	0,101	0,562	7	7,90	0	0,00	23,094
P054141	P120471	2,448	0,285	2,464	7	35,20	0	0,01	103,086
BARRA 13.8KV	SANT. CECILIA	3,639	0,561	3,662	0	0,00	0	0,00	164,044
INTELLIRUPTER	SWICHT VISTA	0,974	0,105	0,979	7	14,00	0	0,00	40,958

3. Estudio de Cortocircuito

3.1. Alcance de los Estudios de Cortocircuito

Considerando que el Sistema de Las Cumbres, se caracteriza por ser un sistema típicamente aterrizado el estudio de cortocircuito considera los siguientes tipos de falla:

Falla Trifásica a Tierra
Falla de Línea a Tierra.

La Falla Trifásica a Tierra es a menudo, para este tipo de sistema, la más severa de todas, por ello es costumbre de simular solamente la Falla Trifásica cuando se busca las magnitudes máximas de corriente de falla; sin embargo se verificará que la Corriente de Falla a Tierra no exceda la corriente trifásica.

3.2. Impedancias Equivalentes en el punto de entrega de la Empresa Eléctrica

La Empresa Eléctrica nos facilitó los MVA de Cortocircuito y

las Impedancias de Thevenin en la Barra de Interconexión a 69 KV, de la Subestación de Distribución Las Cumbres. La información ha sido trasladada a la base de 100MVA y 69KV

3.3. Impedancias Equivalentes

TABLA VII
Impedancias Equivalentes en Mínima Generación

Tipo de Falla	Magnitud p.u.	R + jX Ohmios	R + jX pu	X/R
ZQQ-1	0.117	0.9801+j5.514	0.0205852+j0.115820	5.6264
ZQQ-0	0.309	1.8839+j14.59	0.0395685+j0.306494	7.7459

TABLA VIII
Impedancias Equivalentes en Máxima Generación

Tipo de Falla	Magnitud p.u.	R + jX Ohmios	R + jX pu	X/R
ZQQ-1	0.084	0.8895+j3.920	0.0186840+j0.08234	4.4075
ZQQ-0	0.309	1.8839+j14.59	0.0395685+j0.306494	7.7459

3.4. MVA de Cortocircuito

TABLA IX
MVA de Cortocircuito en Mínima Generación

Tipo de Falla	Falla (p.u.)	I. Falla (Amp)	MVA de CortoCircuito
Trifásica	8.542	7.147.430	854,2
Línea-Tierra	5.525	4.623.300	552,54

TABLA X
MVA de Cortocircuito en Máxima Generación

Tipo de Falla	I. Falla (p.u)	I. Falla (Amp)	MVA de Corto Circuito
Trifásica	11.914	9.969.070	1191,42
Línea-Tierra	6.299	5.270.330	629,86

3.5. Resultados del Estudio de Cortocircuito

TABLA XI
Corrientes de Falla para Máxima y Mínima Generación

Barras	Máxima Generación		Mínima Generación	
	Ifalla (Trifásica)	Ifalla (Línea a Tierra)	Ifalla (Trifásica)	Ifalla (Línea a Tierra)
BARRA 69KV	9969,070	5270,330	7112,960	4613,060
BARRA 13.8KV	9409,270	9982,830	8700,430	9483,200
SAINT. CECILIA	9409,050	9982,830	8700,250	9483,200
POS4085	9354,810	9892,350	8655,770	9402,380
POS4087	9254,360	9726,800	8573,230	9254,300
POS4141	9302,630	9804,120	8611,510	9323,220
POS4352	8671,860	8798,130	8088,320	8417,880
P120471	7295,570	6808,44	6901,180	6593,450
INTELLURPTER	4153,900	3265,860	4057,070	3236,320
SWICHT VISTA	3665,410	2816,430	3601,580	2799,990
CELOPLAST	9409,050	9982,830	8700,250	9483,200
POS4005	8681,180	8808,370	8093,220	8426,910
POS4023	5623,870	4785,720	5418,030	4692,020
PO00123	5522,100	4673,530	5325,470	4585,180
CUMBRES 4	9409,060	9982,830	8700,250	9483,200
POS21	7168,670	6638,260	6788,070	6435,520
POS4165	6180,390	5416,690	5918,260	5290,540
CEIBOS NORTE	9409,050	9982,830	8700,250	9483,200
PO0024	8048,510	7867,840	7561,300	7570,540
PO00088	7794,030	7506,770	7344,160	7239,040

4. Estudio de Coordinación

Los Estudios de Flujo de Carga y Cortocircuito de la Subestación Las Cumbres son la base para el ajuste y coordinación de las Protecciones del Sistema.

4.1. Esquema de Protección de la Subestación

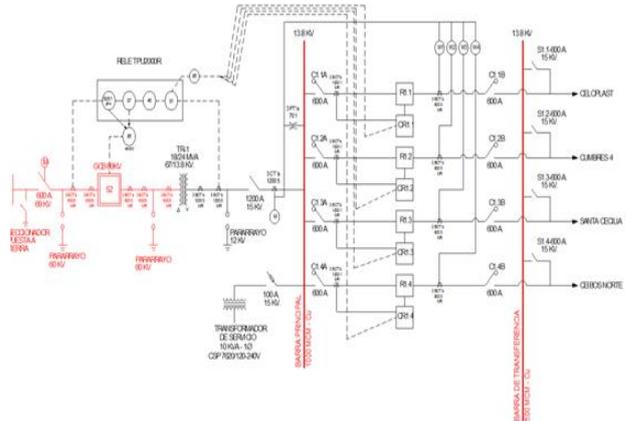


Fig. 2. Esquema de Protecciones de la Subestación Las Cumbres [2]

4.2. Protección de la Subestación

Del lado de 69K:

- Seccionador de Aire con Cuchillas de Tierra.- Marca MEMCO - Corriente continua de 600A - Corriente de interrupción instantánea de 40KA - BIL de 350KV
- Pararrayos.- 60KV nominales - Corriente directa máxima de 32KA - MCOV de 48KV
- Caja Portafusible.- Fusible tipo SMD-1A 200E - Característica extremadamente Inversa
- Interruptor en Gas SF6 marca SIEMENS.- Corriente continua 1200A - Corriente de interrupción máxima de 40.2KA - BIL de 350KV.

Trasformador de Poder:

- Protegido en el lado de alta por pararrayos de marca GE de 60KV nominales - 65KA de interrupción - MCOV de 48KV
- Del lado de baja tensión tiene pararrayo de marca GE 10KV nominales - 65KA de interrupción - MCOV de 8.4KV.
- Protección diferencial, instantánea y de corriente inversa de fase y de tierra proporcionada por el Relé TPU2000R

Del lado de 13.8KV:

- Seccionadores de Aire.- 15KV nominales - 1200A de corriente de operación - 61KA de corriente instantánea de interrupción - 110KV de BIL.

Las alimentadoras:

Cuchillas seccionadoras.-

600A de corriente de operación.- 40KA de corriente instantánea - 110KV de BIL. Cada una posee un reconectador Marca COOPER- 14.4KV nominales - 560A de corriente de operación - 10KA de corriente de interrupción- 110KV de BIL. Aguas debajo de las alimentadoras posee elementos como los Switch Vista e Interruptrer.

4.3. Ajuste de las Protecciones

4.3.1. Valores de Puesta en trabajo

- Lado de alta del Transformador de Poder: 1.3*In
- Lado de baja del Transformador de Poder: 1.3* In
- Red de Distribución: 1.5* In
- Disparo Instantáneo de Sobrecorriente: I Falla Máx
- Ajuste de tierra: 20% Inominal
- Fusibles: I Falla Máx

4.3.2. Ajuste del Transformador de Poder – 87T

TABLA XII

Determinación de la Pendiente del Relé Diferencial

Restricciones	Porcentaje	Norma
Error de CT'S	5%	IEC 60044
Mismatch	3.67%	Blackburn
Inrush	5%	ANSI C57.110
Tap	10%	IEC 60044
Suma:	23.67%	

4.3.3. Ajuste del Relé 46

La corriente de secuencia negativa I2 es igual a **58%** de la corriente en alta y baja, lo cual se establece según la norma ANSI C50.13.

4.3.4. Ajuste del Relé 81

El ajuste de este relé se lo fijó a 57 Hz con un tiempo de retardo de 0.16 s. (10 ciclos) según recomienda la norma IEEE Std. 1547-2003.

4.4. Resumen de la Coordinación

Cabe recalcar que la curva Rápida del reconectador escogida para la alimentadora Sta. Cecilia es 104, por motivos de una óptima coordinación en las demás alimentadoras la curva rápida del reconectador escogida fue la curva 101.

Resumen de la Coordinación de las Protecciones

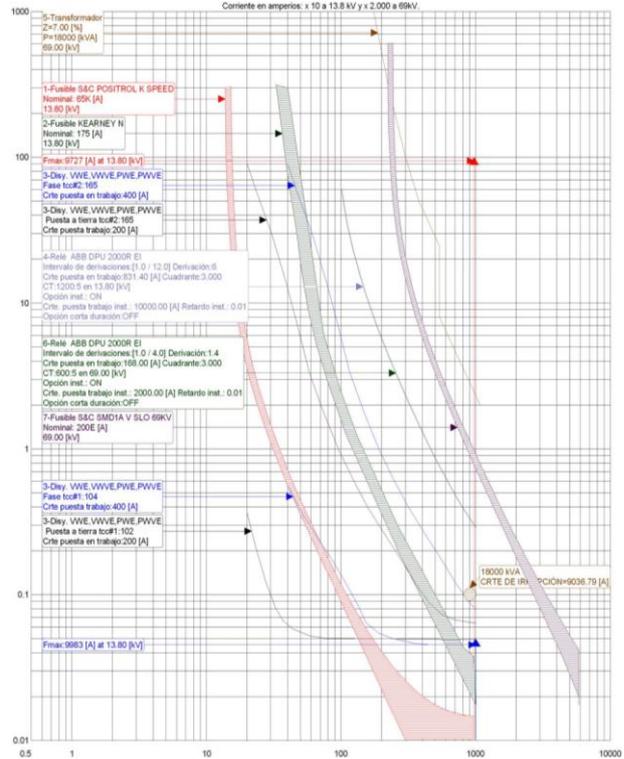


Fig. 2. Esquema de Coordinación de Protecciones de la Subestación Las Cumbres[3]

TABLA XIII

Tensión del disp.	Id Disp.	Tipo de protección	Option	Ajustes	Límites
1-Fusible S&C POSTROL K SPEED					
13.80	P054087	Fase	Nominal:	65.00 [A]	
2-Fusible KEARNEY N					
13.80	P054085	Fase/A tierra	Nominal:	175.0 [A]	
3-Disy. VWE,VWVE,PWVE,PWVE					
13.80		Fase/A tierra			
		Elemento de fase	Umbral de disparo:	400 [A]	
			Rápido:	104	
			Lento:	165	
			Accionar primer TCC:	2	
			Accionar bloqueo TCC:	4	
			Ajuste rápido (100p):	Adic. tiempo const.(102)	[s]
				Multiplificador(103):	[cycle]
				Tiempo Resp. Min.(104):	
			Disparo por sobrecorriente Fase(130):	TCC#1	ON
				TCC#2	ON
				Multi. disparo sobrecorriente (132):	25
				Tiempo disparo por sobrecorriente(133):	1 [cycle]
		Elemento de tierra	Umbral de disparo:	200 [A]	
			Rápido:	102	
			Lento:	165	
			Accionar primer TCC:	2	
			Accionar para bloquear TCC:	4	
		Secuencia	Tiempo de reposición	30.00 [s]	
			Tiempo de reconexión:	2.0 /2.0 /5.0 [s]	
4-Relé ABB DPU 2000R EI					
13.80		Fase	Cuadrante:	3.000	
			Intervalo de derivaciones:	[1.0 / 12.0]	
			Derivación:	6	
			CT:	1200 :5	
			Puesta en trabajo:	831.40 [A]	
			Option inst.:	ON	
			Derivación:	0.5 / 4.0 (INST)	
			Puesta en trabajo:	10000.00 [A]	
			Tiempo puesta en trabajo:	0.01 [s]	
5-Transformador					
69.00		N/A	P:	18000 [kVA]	
			Z:	7.00 [%]	
			FLA	1004.09 [A]	
6-Relé ABB DPU 2000R EI					
69.00		Fase	Cuadrante:	3.000	
			Intervalo de derivaciones:	[1.0 / 4.0]	
			Derivación:	1.4	
			CT:	600 :5	
			Puesta en trabajo:	168.00 [A]	
			Option inst.:	ON	
			Derivación:	20.0 / 80.0 (INST)	
			Puesta en trabajo:	2000.00 [A]	
			Tiempo puesta en trabajo:	0.01 [s]	
7-Fusible S&C SMD1A V SLO 69KV					
69.00		Fase	Nominal:	200.0 [A]	

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al Estudio de Flujo de Carga, la Subestación Las Cumbres trabaja sin inconvenientes de sobrecarga, con sus voltajes y capacidades dentro de los rangos normales.

En base a lo obtenido en el Estudio de Cortocircuito se recomienda tomar en cuenta que actualmente las corrientes de falla son similares a la capacidad de interrupción de los reconectores a la salida de la barra de 13.8KV, por lo que en un futuro ante un eventual incremento de las corrientes de falla, dichos elementos deberán ser reemplazados por otros de mayor capacidad de interrupción.

El Estudio de Coordinación se lo realizó para corrientes de fallas máximas obtenidas en el Estudio de Cortocircuito y la selección de los dispositivos de protección en base a las corrientes nominales proporcionadas por el Estudio de Flujo de potencia.

Los ajustes de los relés de protección fueron establecidos de acuerdo a las normas ANSI/IEEE, que obedecen a los criterios de protección para una buena coordinación.

Para que el Sistema sea más selectivo y así brindar una mejor continuidad de servicio de calidad, se debe monitorear constantemente todo el sistema para evitar sobrecargas en los elementos, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en los capítulos desarrollados.

El uso de los programas computacionales aplicados a estudios de Protecciones de Sistemas Eléctricos son de gran utilidad para desarrollo y estudios de proyectos ya realizados, simulando todos los eventos posibles a los que puede estar expuesto el sistema, siendo desarrollados en el menor tiempo posible y sin pérdidas económicas.

DATOS BIOGRÁFICOS



Riera Peralta Jonathan Vicente, Nacido en Milagro-Guayas el 14/05/1990. Estudiante de Ingeniería Eléctrica Especialización Potencia de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador 2008-2012. Del 2008-2012 fue Ayudante Académico del ICM

y FIEC. Levantamiento de Baja y Media Tensión del Sistema de Distribución en Milagro(ago. 2008 -- dic. 2008), Duran(nov.2009 -- dic.2009) y Daule(mar.2011--abr.2011). Pasantías en CNEL Guayas-Los Ríos y Eléctrica Guayaquil. Parametrización de Relés con la Empresa INSELECTRIC(may.2012).



Torres Badillo Adriana Belén, Nacida en Guayaquil -Guayas el 03/06/1990. Estudiante de Ingeniería Eléctrica Especialización Potencia de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador 2008-2012.



Calero Alvarez Hector Andres, Nacido en Portoviejo-Manabi el 01/05/1988. Estudiante de Ingeniería Eléctrica Especialización Potencia de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador 2006-2012. Pasante en Central Térmica Trinitaria CELEC-EP (mar2012-

may2012)

INFORMACION ADICIONAL

Torres Badillo Adriana Belén

adribeltorres@hotmail.com

Mat: 200835601

Título a obtener: Ingeniero en Electricidad especialización Potencia

Riera Peralta Jonathan Vicente

jorip-14@hotmail.com

Mat: 200807568

Título a obtener: Ingeniero en Electricidad especialización Potencia

Calero Álvarez Héctor Andrés

andresc_001@hotmail.com

Mat: 200619815

Título a obtener: Ingeniero en Electricidad especialización Potencia

Director de Tesis:

Juan Saavedra

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Ingeniero Eléctrico Especialidad Potencia
jasaavedra@hidronacion.org

Facultad de Ingeniería en Electricidad y
Computación

BIBLIOGRAFÍA

[1] J.Lewis Blackburn y Thomas J. Domin, Protective Relaying Principles and Applications, Editorial Taylor & Francis, 2006.

[2] ALSTOM (Firm), Network protection & automation guide, Editorial Levallois-Perret, 2002.

- [3] Mason Russell, El Arte y La Ciencia de la Protección por Relevadores, Editorial Continental S.A., 1971
- [4] Standard IEEE, Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis, IEEE STD 399-1990.
- [5] ABB, Manual Unidad de Protección de Transformadores TPU2000R, USA 2001.
- [6] ANSI/IEEE C37.13-1990. Standard for Low-Voltage AC Power Circuit Breakers Used in Enclosures.
- [7] ANSI/IEEE C57.110. IEEE Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Non-sinusoidal Load Currents.
- [8] IEC 60044. Electronic current transformers.
- [9] ANSI/IEEE C37.102-1995. IEEE Guide for AC Generator Protection.
- [10] ANSI/IEEE Std. 1547-2003. Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems.