



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICO - MECANICA**

TÍTULO:

ANALISIS DE LA COORDINACION DE LAS PROTECCIONES EN EL
SISTEMA DE MEDIA TENSION DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL

AUTOR:

SEMPERTEGUI SARABIA EDGAR OSWALDO

TUTOR:

ING. EDUARDO ZAMBRANO ROBAYO

Guayaquil, Ecuador

2014



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERIA ELECTRICO - MÉCANICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico-mecánico**.

TUTOR

Ing. Eduardo Zambrano

REVISORES

Ing. Raúl Montenegro

Ing. Luis Vallejo

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Armando Heras

Guayaquil, a los 25 del mes de Abril del año 2014



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICO – MÉCANICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE LA COORDINACION DE LAS PROTECCIONES EN EL SISTEMA DE MEDIA TENSION DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**, previa a la obtención del Título **de Ingeniero Eléctrico-Mecánico**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 25 del mes de Abril del año 2014

EL AUTOR

Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICO - MÉCANICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **ANALISIS DE LA COORDINACION DE LAS PROTECCIONES EN EL SISTEMA DE MEDIA TENSION DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, los 25 del mes de Abril del año 2014

EL AUTOR:

Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia

AGRADECIMIENTO

Primero que a nadie, mi eterno agradecimiento a Dios, por haberme permitido culminar mis estudios brindándome salud, dándome paciencia y guiándome por el camino correcto con el propósito de obtener este título que le pertenece en gran parte a Él.

A mi Madrecita que estuvo conmigo en todo momento, que cuando más necesitaba de alguien, ella con su fortaleza espiritual y sirviendo a Dios me ayudó a abrirme camino ante muchas adversidades que atravesé durante este tiempo de estudios, y los sacrificios que hizo por mi jamás podré devolvérselos ni con todo el oro que pueda obtener de ahora en adelante.

A mi Tía, la Dra. Eina Sarabia que gracias a su apoyo moral y económico no hubiera podido cumplir con esta meta de realizarme como profesional, aunque a la distancia sus palabras y mensajes fueron de suma importancia en este logro.

A mi abuelo Florencio, que lastimosamente partió días antes de verme como un Profesional, donde quiera que esté, se sienta orgulloso de su nieto que cumplió con su palabra.

Al Director de mi Trabajo de grado, el Ing. Eduardo Zambrano que con su experiencia en el campo laboral y docente me guió para la composición y realización de este trabajo.

Al Ing. Mario Pacheco que me orientó con sus sólidos conocimientos en el manejo del software tecnológico utilizado para realizar las simulaciones y obtención de resultados del estudio.

De forma general, agradecimientos a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo de grado.

Gracias Totales!!!

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que influyeron en mi formación académica durante mi estancia en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, como compañeros de aula, Maestros, Directivos y Personal de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Dedicado especialmente a toda mi familia. Esto es por Ustedes y para Ustedes.

INDICE GENERAL

TITULO	
CERTIFICACION	
CEDLARACION DE RESPONSABILIDAD	
AUTORIZACION	
AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE TABLAS	VI
ABRAVIATURAS	VIII
RESUMEN	IX
CAPITULO I	
1. Generalidades	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Justificación	2
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo Principal	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Metodología	4
1.7. Hipótesis	5
CAPITULO II	
2. Marco Teórico	6
2.1 Corto Circuito	6
2.2 Corriente de Cortocircuito	6
2.3 Características de los cortocircuitos	7
2.3.1 Por su origen	7
2.3.2 Localización	7
2.4 Tipos de cortocircuitos	8
2.4.1 Fallas Trifásicas	8
2.4.2 Fallas de línea a línea	8
2.4.3 Fallas de línea-línea a tierra	8
2.4.4 Fallas de línea a tierra	9

2.4.5 Fallas de doble contacto a tierra	9
2.5 Porcentajes de ocurrencia de los tipos de cortocircuito.	10
2.6 Estudio de cortocircuito.	10
2.6.1 Requisitos para realizar un estudio de cortocircuito	10
2.7 Funciones de un sistema de protección	11
2.7.1 Principios generales	11
2.7.2 Filosofía del despeje de fallas	12
2.7.2.1 Disparo indeseado	12
2.7.2.2 Omisión de disparo durante cortocircuito	12
2.7.2.3 Operación incorrecta	12
2.7.2.4 Confiabilidad, fiabilidad y seguridad	12
2.7.2.5 Selectividad	13
2.8 Protección de redes de distribución contra sobrecorriente	13
2.8.1 Elementos de protección en redes de M/T.	14
2.8.1.1 Cortacircuitos fusibles	14
2.8.1.2 Fusibles	17
2.8.1.3 Características físicas y eléctricas de los fusibles.	18
2.8.1.4 Norma ANSI C37.42, 43 Fusibles de Expulsión.	18
2.8.2 Características de operación de fusibles	19
2.8.2.1 Curva característica de los fusibles	19
2.8.2.2 Curva tiempo-corriente de un fusible	20
2.8.3 Aspectos para la selección de fusibles de media tensión	21
2.8.3.1 Fusibles de distribución	21
2.9 Estudio de Coordinación de protecciones	22
2.9.1 Tipos de coordinación	23
2.9.1.1 Coordinación fusible – fusible	23
2.9.1.2 Coord. de dispositivos de protección en serie en redes de distribución	23
2.10 Curvas de protección de los transformadores durante fallas	24
CAPITULO III	
3 Descripción del software utilizado en el análisis	26
3.1 EDSA Paladin DesignBase®™	26
3.2 Estudio de cortocircuito y coordinación en EDSA	27
3.3 Análisis de Corto Circuito en EDSA.	28

3.4 Análisis de Coordinación de Protecciones en EDSA.	29
CAPITULO IV	
4.1 Situación actual	30
4.2 Primera celda de media tensión	30
4.2.1 Cuarto de Transformadores del Centro de Idiomas.	31
4.2.2 Cuarto de Transformadores Facultad de Jurisprudencia.	31
4.2.3 Transformador Pedestal de Pastoral.	31
4.2.4 Transformador Pedestal de Nueva Asociación de Profesores.	31
4.2.5 Cuarto de Transformadores de Aula Magna.	31
4.2.6 Cuarto de Transformadores Facultad de Ingeniería.	32
4.2.7 Cuarto de Transformadores Facultad de Arquitectura.	32
4.2.8 Cuarto de Transformadores Facultad de Filosofía.	32
4.2.9 Transformador en poste de la Facultad de Economía.	33
4.2.10 Cuarto de Transformadores Facultad de Economía.	33
4.2.11 Cuarto de Transformador Clínica Odontológica.	33
4.2.12 Trafos en poste de la Fac. de Medicina (Morfología).	33
4.2.13 Cuarto de Trafos Facultad de Medicina (Edificio Nuevo).	33
4.2.14 Cuarto de Transformadores Facultad de Medicina (Vieja).	34
4.2.15 Transformador en poste del Coliseo.	34
4.2.16 Transformador Pedestal de Proveeduría.	34
4.2.17 Transformador en poste de Cancha de fútbol.	34
4.2.18 Descripción de Seccionadores Tipo Pedestal S&C Modelo PMH6 (Pad Mounted) de Banco Bolivariano, Parqueos, Pastoral, Ingeniería, Ingeniería y Arquitectura, Filosofía y Economía.	34
4.2.18.1 Configuración de circuitos del equipo.	35
4.2.18.2 Componentes del Equipo PMH-6	36
4.2.18.3 Mini-Rupters de S&C.	39
4.2.18.4 Fusibles de potencia tipo SML.	40
4.2.18.5 Unidad Fusible SMU-20.	41
4.3 Segunda celda de media tensión	42
4.3.1 Cuarto de Transformadores del Edificio Principal.	42
4.4 Tercera celda de media tensión	42
4.4.1 Cuarto de Transformadores de la Biblioteca General.	42
4.4.2 Cuarto de Transformadores del CEYS y Salas de Cómputo.	42

4.4.3 Cuarto de Transformadores del Centro de Cómputo.	43
4.4.4 Cuarto de Trafos de Fac. de Especialidades Empresariales.	43
4.4.5 Cuarto de Transformadores de la Fac. de Educación Técnica.	43
4.4.6 Cuarto de Transformadores del Canal de Tv de la U.C.S.G.	43
4.5. Estudio de Flujo de carga del sistema eléctrico de la U.C.S.G.	43
CAPITULO V	
5 Análisis de resultados obtenidos	45
5.1 Corriente de cortocircuito encontradas	45
5.1.1 Reporte de Cortocircuito (Trifásico)	46
5.1.2 Reporte de Cortocircuito (Línea - Línea)	47
5.1.3 Reporte de Cortocircuito (Línea - Tierra)	48
5.1.4 Reporte de Cortocircuito (Dos líneas a tierra)	49
5.2 Diagramas y análisis de curvas de fusibles de protección de trafos.	50
5.2.1 C.F. de acometida principal y fusible principal en celdas de M/T.	51
5.2.1.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 1)	51
5.2.2 Fusible principal y fusibles de las tres celdas de M/T.	53
5.2.2.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro. (Sección 2)	53
5.2.3 Fusibles de los Transformadores del Centro de Cómputo.	55
5.2.3.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 3).	55
5.2.4 Fusibles del Transformador de la Biblioteca.	57
5.2.4.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 4).	57
5.2.5 Fusibles de trafos del CEYS – Salas de Computo.	59
5.2.5.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 5).	59
5.2.6 Fusibles del Trafo de la Facultad de Empresariales.	61
5.2.6.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 6).	61
5.2.7 Fusibles de Transformadores de la Facultad Técnica	63
5.2.7.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 7).	63
5.2.8 Fusibles de los Transformadores del Canal Tv U.C.S.G.	65
5.2.8.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 8).	65
5.2.9 Fusibles de los Trafos del Edificio Principal.	67
5.2.9.1 Comparación curvas de coord. actual y futuro (Sección 9).	67
5.2.10 Fusibles de los Trafos del Centro de Idiomas.	69
5.2.10.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 10).	69
5.2.11 Fusibles del Transformador de la Facultad de Jurisprudencia	71

5.2.11.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 11).	71
5.2.12 Fusibles del Transformador Pad Mounted de Pastoral.	73
5.2.12.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 12).	73
5.2.13 Fusibles del Transformador P.M. de Asoc. de Profesores.	75
5.2.13.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 13).	75
5.2.14 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Ingeniería.	77
5.2.14.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 14).	77
5.2.15 Fusibles de los Transformadores del Aula Magna.	79
5.2.15.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 15).	79
5.2.16 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Arquitectura.	81
5.2.16.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 16).	81
5.2.17 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Filosofía.	83
5.2.17.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 17).	83
5.2.18 Fusibles del Trafo en poste de la Fac. Economía.	85
5.2.18.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 18).	85
5.2.19 Fusibles del Transformador Pad mounted de Proveeduría.	87
5.2.19.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 19).	87
5.2.20 Fusibles del Transformador del Coliseo.	89
5.2.20.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 20).	89
5.2.21 Fusibles del Trafo de Cancha de fútbol	91
5.2.21.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 21).	91
5.2.22 Fusibles de los Trafos de la Fac. de Medicina (Edif. Viejo).	93
5.2.22.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 22).	93
5.2.23 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Medicina (Nuevo)	95
5.2.23.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 23).	95
5.2.24 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Economía.	97
5.2.24.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 24).	97
5.2.25 Fusible del Transformador de la Clínica Odontológica.	99
5.2.25.1 Comparación curvas coord. actual y futuro (Sección 25).	99
5.2.26 Fusible de los Trafos de Morfología (Anfiteatro).	101
5.2.26.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 26).	101
CAPITULO VI	
6 Plan de mejoras respecto a resultados y presupuesto	103
6.1 Presupuesto previsto	104

CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFIA	111
ANEXOS	113

INDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Componentes de la corriente de cortocircuito	7
Fig. 2.2 Esquema de una falla trifásica.	8
Fig. 2.3 Esquema de una falla de línea a línea.	8
Fig. 2.4 Esquema de falla de dos líneas a tierra.	9
Fig. 2.5 Esquema de falla de línea a tierra.	9
Fig. 2.6 Esquema de falla doble contacto a tierra.	9
Fig. 2.7 Zonas de protección de un sistema eléctrico.	13
Fig. 2.8 Cortacircuitos fusible y componentes	15
Fig. 2.9 Zonas de trabajo de un fusible	19
Fig. 2.10 Curva tiempo-corriente de un fusible de 15.5 kV, 100 A.	21
Fig. 2.11 Coordinación fusible – fusible.	23
Fig. 2.12 Ejemplo simple de coordinación	24
Fig. 2.13 Curva de protección de un transformador.	25
Fig. 3.1 Logotipo del programa EDSA.	26
Fig. 4.1 Configuración del equipo PMH-6.	35
Fig. 4.2 Vista de lado del fusible de la unidad PMH.	36
Fig. 4.3 Vista del lado del interruptor de la unidad PMH.	38
Fig. 4.4 Mini-Rupter de 600 amperios, 14.4 KV	40
Fig. 4.5 Fusible de potencia Tipo SML-20	41
Fig. 5.1 Diagrama fusibles acometida principal y celdas M/T.	51
Fig. 5.2 Curva de fusibles de acometida y celdas M/T. (actual)	52
Fig. 5.3 Curva de fusibles de acometida y celdas M/T. (futuro)	52
Fig. 5.4 Diagrama de fusibles principales y fusibles celdas M/T.	53
Fig. 5.5 Curva de fusible principal y fusibles en celdas M/T. (actual)	53
Fig. 5.6 Curva fusible principal y fusibles de celdas M/T. (futuro)	54
Fig. 5.7 Diagrama de fusibles de trafos del Centro de cómputo.	55
Fig. 5.8 Curva de fusibles de trafos del Centro Cómputo. (actual)	56
Fig. 5.9 Curva de fusibles de trafos del Centro Cómputo (futuro).	56
Fig. 5.10 Diagrama de fusibles del transformador de la Biblioteca.	57
Fig. 5.11 Curva de fusibles del transformador de la Biblioteca. (actual)	58

Fig. 5.12 Diagrama de fusibles trafos CEYS–Salas de Computo.	59
Fig. 5.13 Curva de fusibles trafos CEYS – Salas de Computo. (actual)	60
Fig. 5.14 Curva de fusibles trafos CEYS–Salas de Cómputo (futuro).	60
Fig. 5.15 Diagrama de fusibles del trafo Fac. Esp. Empresariales	61
Fig. 5.16 Curva de fusibles del trafo Fac. Esp. Empresariales. (actual)	62
Fig. 5.17 Curva de fusibles del trafo Fac. Esp. Empresariales. (futuro)	62
Fig. 5.18 Diagrama de fusibles de trafos de la Facultad Técnica.	63
Fig. 5.19 Curva de fusibles de trafos de la Facultad Técnica. (actual)	64
Fig. 5.20 Curva de fusibles de trafos de la Facultad Técnica. (futuro)	64
Fig. 5.21 Diagrama de fusibles cuarto de transformadores Canal Tv.	65
Fig. 5.22 Curva de fusibles de trafos del Canal de Tv. (actual)	66
Fig. 5.23 Curva de fusibles de trafos del Canal de Tv. (futuro)	66
Fig. 5.24 Diagrama de fusibles cuarto trafos Edificio Principal.	67
Fig. 5.25 Curva de fusibles de trafos del Edificio Principal. (actual)	68
Fig. 5.26 Curva de fusibles de trafos del Edificio Principal. (futuro)	68
Fig. 5.27 Diagrama de fusibles cuarto transformadores de Idiomas.	69
Fig. 5.28 Curva de fusibles de trafos Centro de Idiomas. (actual)	70
Fig. 5.29 Curva de fusibles de trafos Centro de Idiomas. (futuro)	70
Fig. 5.30 Diagrama de fusibles del transformador Fac. Jurisprudencia.	71
Fig. 5.31 Curva de fusibles trafo Facultad de Jurisprudencia. (actual)	72
Fig. 5.32 Curva de fusibles trafo Facultad de Jurisprudencia. (futuro)	72
Fig. 5.33 Diagrama de fusibles del transformador PM de Pastoral.	73
Fig. 5.34 Curva de fusibles del transformador PM de Pastoral. (actual)	74
Fig. 5.35 Curva de fusibles del transformador PM de Pastoral. (futuro)	74
Fig. 5.36 Diagrama de fusibles del transformador PM Aso. Profesores.	75
Fig. 5.37 Curva de fusibles del trafo PM Aso. Profesores. (actual)	76
Fig. 5.38 Curva de fusibles del trafo PM Aso. Profesores. (futuro)	76
Fig. 5.39 Diagrama de fusibles de transformadores Fac. Ingeniería.	77
Fig. 5.40 Curva de fusibles de trafos Fac. de Ingeniería. (actual)	78
Fig. 5.41 Curva de fusibles de trafos Fac. de Ingeniería. (futuro)	78
Fig. 5.42 Diagrama de fusibles de los trafos de Aula Magna.	79
Fig. 5.43 Curva de fusibles de trafos de Aula Magna. (actual)	80

Fig. 5.44 Curva de fusibles de trafos de Aula Magna. (futuro)	80
Fig. 5.45 Diagrama de fusibles de transformadores Fac. Arquitectura.	81
Fig. 5.46 Curva de fusibles de trafos de Fac. de Arquitectura. (actual)	82
Fig. 5.47 Curva de fusibles de trafos de Fac. de Arquitectura. (futuro)	82
Fig. 5.48 Diagrama de fusibles de los trafos de la Fac. de Filosofía.	83
Fig. 5.49 Curva de fusibles de trafos de la Fac. Filosofía. (actual)	84
Fig. 5.50 Diagrama de fusible del trafo. del poste de Economía.	85
Fig. 5.51 Curva de fusible del trafo del poste de Economía.	86
Fig. 5.52 Diagrama de fusibles del trafo PM Proveeduría.	87
Fig. 5.53 Curva de fusibles del trafo PM Proveeduría.	88
Fig. 5.54 Diagrama de fusibles del trafo del Coliseo.	89
Fig. 5.55 Curva de fusibles del trafo del Coliseo.	90
Fig. 5.56 Diagrama del fusible del trafo de la Cancha de fútbol.	91
Fig. 5.57 Curva del fusible del trafo de la Cancha de fútbol.	92
Fig. 5.58 Diagrama de fusibles de trafos de Fac. de Medicina (Viejo)	93
Fig. 5.59 Curva de fusibles de trafos de Fac. de Medicina (Viejo).	94
Fig. 5.60 Diagrama de fusibles de trafos de Fac. de Medicina. (Nuevo)	95
Fig. 5.61 Curva de fusibles trafos de Fac. Medicina (Nuevo). (actual)	96
Fig. 5.62 Curva de fusibles trafos de Fac. Medicina (Nuevo). (futuro)	96
Fig. 5.63 Diagrama de fusibles de trafos de la Fac. de Economía.	97
Fig. 5.64 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Economía. (actual)	98
Fig. 5.65 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Economía. (futuro)	98
Fig. 5.66 Diagrama del fusible del trafo de la Clínica Odontológica.	99
Fig. 5.67 Curva del fusible de trafo de Clínica Odontológica. (actual)	100
Fig. 5.68 Curva del fusible de trafo de Clínica Odontológica. (futuro)	100
Fig. 5.69 Diagrama del fusible del trafo de Clínica Odontológica.	101
Fig. 5.70 Curva del fusible del trafo de la Clínica Odontológica.	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Porcentaje de fallas por los tipos de cortocircuitos	10
Tabla 2.2 Tipos de fusibles Norma ANSI C3742	17
Tabla 2.3 Capacidad continua de I de fusibles tipos K, T, H y N (Sn)	22
Tabla 4.1 Datos Transformadores Centro de Idiomas.	31
Tabla 4.2 Datos Transformador Facultad Jurisprudencia.	31
Tabla 4.3 Datos Transformador Pedestal Pastoral.	31
Tabla 4.4 Datos Transformador Pedestal Nueva Aso. Profesores.	31
Tabla 4.5 Datos Transformadores Aula Magna.	32
Tabla 4.6 Datos Transformadores Facultad Ingeniería.	32
Tabla 4.7 Datos Transformadores Facultad Arquitectura.	32
Tabla 4.8 Datos Transformador Facultad Filosofía.	32
Tabla 4.9 Datos Transformador poste Facultad Economía.	33
Tabla 4.10 Datos Transformadores Facultad Economía.	33
Tabla 4.11 Datos Transformador Clínica Odontológica.	33
Tabla 4.12 Datos Transformadores Poste Anfiteatro.	33
Tabla 4.13 Datos Transformadores Facultad Medicina (Edif. Nuevo).	33
Tabla 4.14 Datos Transformadores Facultad Medicina (Vieja).	34
Tabla 4.15 Datos Transformador Coliseo.	34
Tabla 4.16 Datos Transformador Pedestal Proveeduría.	34
Tabla 4.17 Datos Transformador Cancha Fútbol.	34
Tabla 4.18 Datos Transformadores Edificio Principal.	42
Tabla 4.19 Datos Transformadores Biblioteca General.	42
Tabla 4.20 Datos Transformadores CEYS y Salas de Computo.	42
Tabla 4.21 Datos Transformadores Centro de Computo.	43
Tabla 4.22 Datos Transformador Facultad Esp. Empresariales.	43
Tabla 4.23 Datos Transformadores Facultad de Educación Técnica.	43
Tabla 4.24 Datos Transformadores Canal U.C.S.G.	43
Tabla 6.1 Tabla comparativa de fusibles.	103
Tabla 6.2 Detalle de costos totales	105

ABREVIATURAS

U.C.S.G.: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

EEPG: Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.

M/T: Media Tensión.

IEC: International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

ANSI: American National Standards Institute (Instituto Nacional de Normalización Americano)

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios).

KVA: Kilo Voltios - Amperios.

MVA: Mega Voltios - Amperios.

KV: Kilo Voltios.

KW: Kilo Vatios.

C.F.: Caja Fusible.

Trafo - Trafos: Transformador – Transformadores.

EDSA: Electrical Design System Advance. (Sistema Avanzado de Diseños Eléctricos).

P.M.: Pad Mounted.

Fac.: Facultad.

Fus.: Fusible.

Coord.: Coordinación.

Edif.: Edificio.

RESUMEN

El presente trabajo de grado contiene el análisis del sistema eléctrico de media tensión de la Universidad Católica de Guayaquil, cuyos datos se obtuvieron realizando todo el levantamiento eléctrico durante un período de tres semanas, recorriendo en su totalidad desde las celdas de media tensión hacia cada seccionador y cuartos de transformadores respectivamente, tomando las distancias entre cajas de paso por donde pasan los conductores de forma subterránea y en algunos tramos existen líneas aéreas.

Ya con los datos de cada equipo instalado en cada facultad, se procedió a realizar el estudio de cortocircuito partiendo de los datos proporcionados de corrientes de cortocircuito por parte de la Eléctrica de Guayaquil E.P. recurriendo a la utilización del programa EDSA Paladin® DesignBase™, para calcular y encontrar las corrientes máximas y mínimas de falla que se presentan en los cuatro casos que se simularon, fallas trifásicas, fallas de línea a línea, fallas de línea a tierra, y fallas de dos líneas a tierra, a los tiempos de 0.5 ciclos, 5 ciclos y estado estable, las mismas que circulan por el sistema eléctrico con el objetivo de establecer el respectivo y adecuado ajuste de las protecciones eléctricas en el sistema de media tensión de la Universidad Católica y evitar que sigan produciéndose desconexiones innecesarias en partes del suministro eléctrico que no deben ser afectados.

CAPITULO I

1.1. Antecedentes

La continua interrupción del suministro eléctrico en las instalaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que se ha venido desencadenando en los últimos años se ha vuelto un problema que puede llegar a magnitudes mayores como el daño de los transformadores de las facultades, y de hecho ya se ha dado, lo que ha llevado al cambio de varios de estos transformadores.

El problema radica en el aumento de carga que se ha realizado de manera inequitativa en las celdas de media tensión, ya que cuando se procedió a realizar el diseño del diagrama unifilar de media tensión se pudo apreciar una distribución ineficiente y como ejemplo tenemos que de los tres compartimientos que componen la celda de media tensión, el compartimiento número uno cuenta con una capacidad instalada que incumple las normas establecidas por la Eléctrica de Guayaquil E.P., por lo tanto es imperativo realizar el estudio de corto circuito y la coordinación de las protecciones de los equipos eléctricos para aprovechar su tiempo de vida útil y que estos no presenten daños que posteriormente representan gastos a la Administración de la Universidad al tener que reemplazarlos por equipos nuevos.

Por los motivos expuestos anteriormente, los elementos que juegan un papel importante en la continuidad y mayor tiempo de vida de los equipos, son los dispositivos de protección. Un sistema de protección debe ser capaz de operar lo más rápido posible, de manera que si se presenta una falla, el suministro eléctrico no se vea afectado y disminuya su confiabilidad.

Por esta razón, los dispositivos de protección deben operar desde la presencia de la falla inicial con el propósito de evitar su propagación hacia el resto del sistema.

1.2. Planteamiento del Problema.

El desarrollo en infraestructura académica y administrativa de la UCSG en los últimos años ha sido notable, sin embargo no ha correspondido a una planificación adecuada, lo cual deriva en el incremento de la carga eléctrica en las salidas a 13.8 KV., provocando interrupciones innecesarias en el suministro eléctrico debido a fallas que no ameritan la desconexión desde la fuente, existiendo poca selectividad en las protecciones que se tienen instaladas en cada cuarto de transformadores respectivamente en la actualidad.

1.3. Formulación del Problema.

Para proceder al desarrollo de este trabajo, se debe contar con un diagrama unifilar de media tensión de la Universidad pero al no contar con el mismo, se procedió a realizar el levantamiento eléctrico de todos los elementos que forman parte del sistema eléctrico en media tensión tales como, celdas de media tensión, transformadores, conductores, seccionadores, protecciones, fusibles, etc., con el propósito de obtener resultados confiables al momento de realizar la simulación en el programa EDSA Paladin ® DesignBase ™, para el posterior estudio de cortocircuito y análisis de la coordinación las protecciones que deberían estar instalados respectivamente.

1.4. Justificación

Al contar la Universidad con un diagrama unifilar actualizado y además de un estudio técnico de sobrecargas, mediante el uso de las herramientas actuales, específicamente el software denominado EDSA Paladin ® DesignBase ™ que se utiliza para este tipo de estudios se procederá a redactar y elaborar un informe con datos técnicos, simulados, utilizando parámetros actuales de cada uno de los elementos que están instalados en la red de distribución de la Universidad Católica de Guayaquil, logrando así evitar los cortocircuitos.

Este documento permitirá a los interesados y encargados del departamento de mantenimiento e infraestructura, consultar según sea el caso para

proceder a aumentar e instalar cargas dentro de los límites de la Universidad de una manera más ordenada y eficiente.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo Principal.

Realizar un estudio de cortocircuito que abarque desde las celdas de media tensión a 13.8 kV de la Universidad Católica de Guayaquil hasta los transformadores o bancos de transformadores instalados en cada facultad, para lo cual se tomará necesariamente como referencia el estudio técnico de las corrientes de cortocircuito que la Eléctrica de Guayaquil EP proporciona para proceder a realizar el informe técnico, y determinar la coordinación de las protecciones más adecuadas, tanto para las celdas de media tensión y transformadores con el propósito de evitar averías en los mismos y consecuentemente a las cargas.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- ❖ Establecer en el sistema de distribución los niveles de fallas.
- ❖ Determinar los efectos de las corrientes de falla en los elementos del sistema tales como cables, barras de distribución y transformadores durante el tiempo que persista la falla.
- ❖ Establecer el grado de selectividad, continuidad y confiabilidad del sistema de distribución.
- ❖ Elaborar un informe con datos técnicos simulados, basándose en datos reales otorgados por la Eléctrica de Guayaquil, para el respectivo análisis de las cargas.
- ❖ Entregar un diagrama unifilar con los datos actuales del sistema de media tensión de la U.C.S.G.
- ❖ Proponer mediante el informe y un presupuesto los cambios de dispositivos de protección que deben realizarse para una óptima coordinación de estos elementos en el sistema de M/T.

1.6 Metodología

El método a usar, para efecto de este estudio será el Deductivo, ya que partiremos de un problema particular que se origina en las celdas de distribución de media tensión y que puede originar problemas en el sistema en caso de no realizar los correctivos necesarios en varias facultades de la Universidad. Para lo cual haremos acopio de las modalidades analíticas, cuantitativas y cualitativas.

Se procedió a realizar Investigación de Campo para el levantamiento eléctrico de todo lo referente al sistema eléctrico de media tensión de la U.C.S.G., ya con los datos obtenidos de los equipos tales como celdas de media tensión, conductores, transformadores, seccionadores tipo pedestal, conexiones en el primario, fusibles y dispositivos de protección. Cabe recalcar que para realizar un mejor estudio de cortocircuito también se recopilaron datos en baja tensión como los conductores y el breaker principal de cada transformador así como el tipo de conexión en baja tensión de cada uno de los transformadores de las facultades.

Además se hicieron mediciones longitudinales de todos los conductores desde las salidas de las celdas de media tensión hacia cada una de las acometidas, tanto aérea y subterránea de los bancos de transformadores de las facultades. Para mayor detalle se adjunta el diagrama unifilar de media tensión actual de la U.C.S.G. en el primer anexo y además la planilla de circuitos en los anexos siguientes.

Con todos los datos recopilados se realizará una Investigación Experimental y se procederá a ingresarlos en el software profesional EDSA Paladin DesignBase y proceder a la simulación de cortocircuito para obtener las corrientes de cortocircuito y observar cuales son las protecciones que no están actuando a tiempo y provocan interrupciones innecesarias del suministro eléctrico en otras facultades y sectores que constan dentro del sistema eléctrico de media tensión de la Universidad Católica.

1.7 Hipótesis.

La realización de este estudio, permitirá a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil tener información más precisa en lo referente a las protecciones de las cargas instaladas y al realizar los cambios recomendados se tendrá mayor confiabilidad en las protecciones y mayor robustez y continuidad en el sistema de media tensión eléctrica de la Universidad. Además se procederá a la entrega de un informe completo acompañado de su respectivo diagrama unifilar actualizado, y de esta manera, en caso de aumentar cargas con la implementación y construcción de nuevos edificios o facultades, se tendrá a disposición este documento para consulta y verificación de las variables intervinientes como los niveles de voltaje, las capacidades y cargas instaladas, así como vigilar las sobrecargas y malas conexiones que pueden desencadenar en cortocircuitos, por parte del personal del Departamento de mantenimiento en caso de ser necesario.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

2.1. Corto Circuito.

Está considerada entre las fallas más importantes con respecto a daños se refiere, ya que puede llegar a dañar de manera considerable el sistema eléctrico desde un solo elemento hasta gran parte del mismo.

En el presente estudio se lo considera de mucha importancia ya que este trabajo se centra en la coordinación de las protecciones del sistema de media tensión que permitirá el aislamiento de esta falla, de una manera rápida y eficaz para evitar averías en los equipos instalados en cada facultad, además de evitar que todo el sistema eléctrico se quede fuera de servicio. Los efectos que causan los cortocircuitos son dos:

- Aumenta el esfuerzo térmico, porque se libera calor en la resistencia del circuito.
- Aumenta esfuerzos dinámicos.

2.2 Corriente de cortocircuito.

Para calcular las corrientes de cortocircuito, se deben emplear modelos matemáticos complicados, pero para este trabajo se utilizará el software profesional “EDSA Paladin ® DesignBase™”.

Se considera a la corriente de cortocircuito como la sobrecorriente originada a partir de la diferencia de potencial cuando dos puntos hacen contacto, además estos puntos presentan una impedancia prácticamente inexistente por lo que la corriente resultante es demasiado alta.

Se ha comprobado que en la mayor parte de los casos donde la corriente se convierte en corriente de falla no es por daños en los conductores, sino por la inesperada aparición de algún objeto que haga contacto el conductor con la tierra o entre otro conductor del sistema eléctrico.

Según datos estadísticos, el 80% de fallas de este tipo son temporales y se resuelven con la adecuada operación de los dispositivos de protección.

A continuación se describe la definición oficial de corriente de cortocircuito establecida por norma IEC-60909 de la Comisión Electrotécnica Internacional:

“Es la corriente que circula durante el cortocircuito a través del punto de origen de la falla. Esta consta de una corriente alterna a la frecuencia de servicio y con amplitud variable en el tiempo, además de una corriente continua superpuesta que se atenúa hasta hacerse cero.” (IEC, 2001)

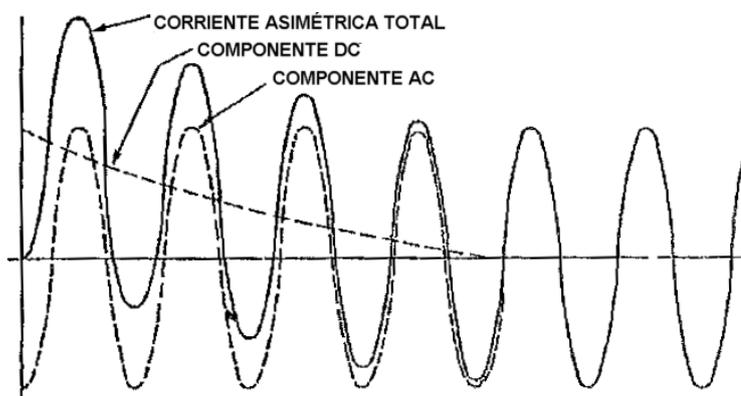


Fig. 2.1 Componentes de la corriente de cortocircuito.

2.3 Características de los cortocircuitos.

2.3.1 Por su origen.

- **Origen mecánico:** Rotura de cables o conductores, presencia de un objeto conductor ajeno al sistema eléctrico que ocasiona la unión entre dos o más conductores, tales como animales, ramas de árboles, herramientas.
- **Sobretensiones:** Ocurridas en el interior de los equipos o por eventos atmosféricos.
- **Fallas de aislamiento:** Debido a la degradación del aislamiento del conductor por el calor, corrosión o humedad.

2.3.2 Localización

- En lugares abiertos o los exteriores.
- Dentro de los equipos o las estructuras.

2.4 Tipos de cortocircuitos.

La gran parte de las fallas que se pueden presentar en los sistemas eléctricos son del tipo asimétricas.

2.4.1 Fallas Trifásicas.

Se caracteriza por ser el único cortocircuito que se comporta como sistema equilibrado porque cada fase se ve afectada por igual.

Las tensiones de voltaje en el punto de cortocircuito son nulas, pero sus respectivas intensidades tienen el mismo módulo con desfases de 120° .

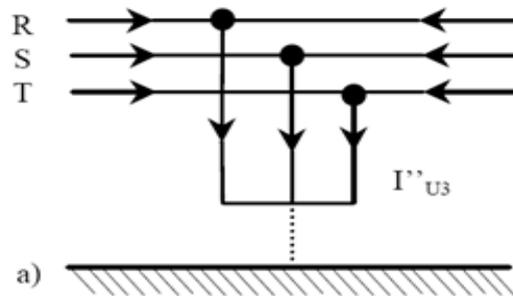


Fig. 2.2 Esquema de una falla trifásica. (Blogspot, 2013)

2.4.2 Fallas de línea a línea.

Las corrientes iniciales de este tipo de cortocircuito suelen ser menores que del tipo trifásico, pero si la falla ocurre por causa de máquinas asíncronas o síncronas, estas corrientes incluso pueden ser superiores a las de la falla trifásica.

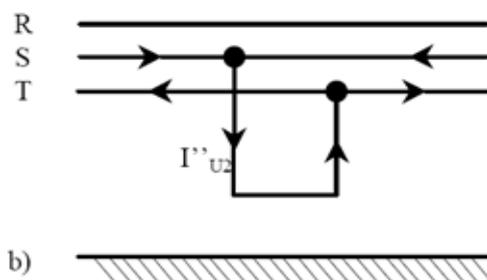


Fig. 2.3 Esquema de una falla de línea a línea. (Blogspot, 2013)

2.4.3 Fallas de línea-línea a tierra.

Poseen características similares que el cortocircuito de línea a línea, con la diferencia que se presentan pérdidas de energía a tierra.

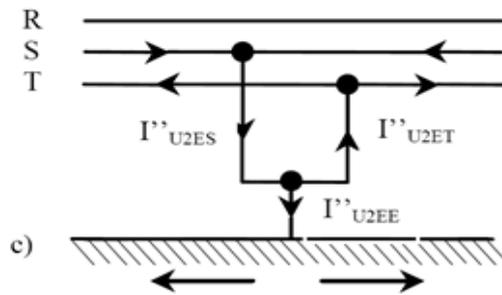


Fig. 2.4 Esquema de falla de dos líneas a tierra. (Blogspot, 2013)

2.4.4. Fallas de línea a tierra.

Considerado como el cortocircuito que ocurre con mayor frecuencia y violencia, suele presentarse principalmente en sistemas eléctricos aterrizados o por impedancias de bajo valor.

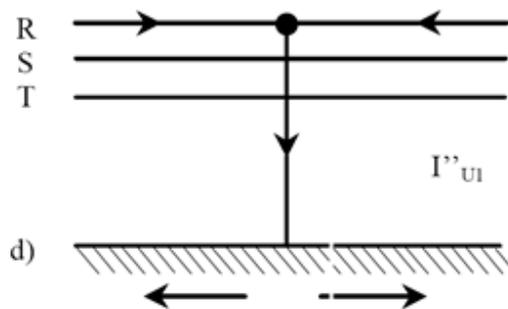


Fig. 2.5 Esquema de falla de línea a tierra. (Blogspot, 2013)

2.4.5 Fallas de doble contacto a tierra.

Suele presentarse en sistemas con neutro aislado o en puestas a tierra con impedancias altas. Presenta corrientes inferiores a las otras fallas de cortocircuito. Es considerado como el caso que menos se analiza debido a su rara presencia en las redes eléctricas.

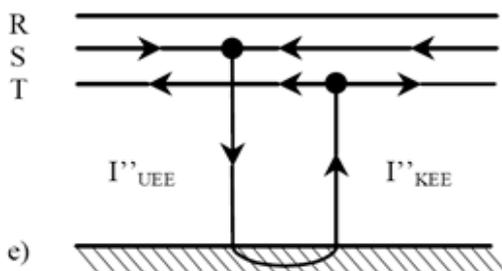


Fig. 2.6 Esquema de falla doble contacto a tierra. (Blogspot, 2013)

2.5 Porcentajes de ocurrencia de los tipos de cortocircuito.

Tipo de falla	Clase	Causas	% de ocurrencia
Línea-tierra	Asimétrica	-Descargas atmosféricas -Vientos, lluvias	85
Línea-Línea	Asimétrica	-Ramas, animales	8
Línea-línea-tierra	Asimétrica	-Ramas -Malas maniobras en mantenimiento	5
Trifásica	Simétrica	- Malas maniobras en mantenimiento -Caída de postes	2
Doble contacto a tierra	Asimétrica	-Falla unipolar a tierra	< 1

Tabla 2.1 Porcentaje de fallas por los tipos de cortocircuitos. (CHEN, 1994) – (TLEIS, 2008)

2.6 Estudio de Cortocircuito.

Este tipo de estudios se realizan con el propósito principal de calcular los valores de las corrientes de cortocircuito que pueden presentarse en el sistema eléctrico, y así prevenir los efectos dañinos y proveer al sistema con elementos de desconexión y dispositivos de protección adecuados y la respectiva coordinación entre estos. (Acosta, 2011)

De forma general los objetivos de un estudio de cortocircuito sirven para:

- Dimensionar la capacidad de soporte de las barras principales de los tableros de distribución.
- Dimensionar la capacidad de soporte de conductores del sistema eléctrico.
- Realizar la selectividad y coordinación de protecciones contra cortocircuitos.
- Estudios de flujo de carga y caídas de tensiones.

2.6.1 Requisitos para realizar un estudio de cortocircuito.

El primordial requisito para proceder a realizar un estudio de cortocircuito es un diagrama unifilar actualizado, que contenga los siguientes datos:

- ✓ Datos de contribución de la Empresa proveedora del suministro eléctrico, en este caso la Eléctrica de Guayaquil EP, valores de las fallas de cortocircuito monofásico, trifásico y los valores de X/R. Estos datos nos los debe entregar EEPG.
- ✓ Datos de las protecciones instaladas actuales, tales como; marcas, capacidades, modelos, ajustes.
- ✓ Datos de los conductores: distancias desde las barras de distribución principal hasta los equipos instalados, calibres, ampacidad, recorrido (subterráneo o aéreo).
- ✓ Datos de transformadores: Marca, potencia, tipo de conexión, voltajes, impedancias.
- ✓ Datos de tableros de distribución.

Una vez confirmados estos datos, se los ingresa en el diagrama modelado en el programa que se utilizara para la simulación y obtención de resultados para los tipos de fallas y tiempos seleccionados. (Acosta, 2011)

2.7 Funciones de un sistema de protección

- a. Aislar las fallas permanentes.
- b. Minimizar el número de salidas y de fallas permanentes.
- c. Minimizar el tiempo de localización de las fallas.
- d. Prevenir daños a los equipos.
- e. Minimizar la probabilidad de rotura de conductores.
- f. Minimizar la probabilidad de falla disruptiva.
- g. Minimizar los riesgos.

Estas se consideran las principales funciones de un sistema de protección para una red de distribución eléctrica a proteger. (Castaño, 2002)

2.7.1 Principios generales.

La protección de sistemas eléctricos es considerada como un arte y una ciencia, bien fundamentada por principios científicos y de ingeniería que son seguidos cuando se calculan las corrientes de falla, se determinan las características nominales requeridas de los equipos y luego se determina si los sistemas de protección se coordinan adecuadamente.

Se consideran además otras técnicas que no están muy bien definidas como las reglas para especificar las zonas de protección, ubicación de los equipos de protección y tipos de equipos de protección de acuerdo a su ubicación. Otras consideraciones que son características de cada sistema de potencia tales como la localización y naturaleza de las cargas y las condiciones ambientales del circuito a proteger deben ser tenidas en cuenta en el diseño de sistemas de protección. (Castaño, 2002)

2.7.2 Filosofía del despeje de fallas.

2.7.2.1 Disparo Indeseado.

Este es más severo en una línea adyacente a la línea fallada (Disparo no selectivo), un buen SP debe ser capaz de soportarlo. No obedece a una falla real y más bien puede ser el resultado de un sistema de protección mal ajustado o a problemas en servicios auxiliares.

En condiciones de alta carga, la pérdida de dos líneas puede hacer perder estabilidad. Se entiende por seguridad de la protección la probabilidad de no tener un disparo indeseado. (Castaño, 2002)

2.7.2.2 Omisión de disparo durante cortocircuito.

Es la peor de las operaciones incorrectas, puede ser ocasionada por fallas del sistema de protección o del interruptor, conlleva a problemas de estabilidad y apagones. Se entiende por fiabilidad *de la* protección la probabilidad de no tener una omisión de disparo. "Es preferible el disparo indeseado a una omisión de disparo". (Castaño, 2002)

2.7.2.3 Operación incorrecta.

Es la combinación de disparo indeseado con la omisión de disparo durante cortocircuito. Se entiende por confiabilidad *de la* protección la posibilidad de no tener una operación incorrecta. (Castaño, 2002)

2.7.2.4 Confiabilidad, fiabilidad y seguridad.

El sistema de protección de líneas se diseña con alta fiabilidad y el sistema de protección de barras es diseñado con alta seguridad.

Alta Fiabilidad + Alta Seguridad = Confiabilidad. (Castaño, 2002)

2.7.2.5 Selectividad.

El dispositivo de protección más cercano debe actuar cuando ocurra la falla, por lo tanto solo debe operar bajo falla en un sector determinado, con el objetivo de no cortar el suministro eléctrico a otras áreas del sistema eléctrico.

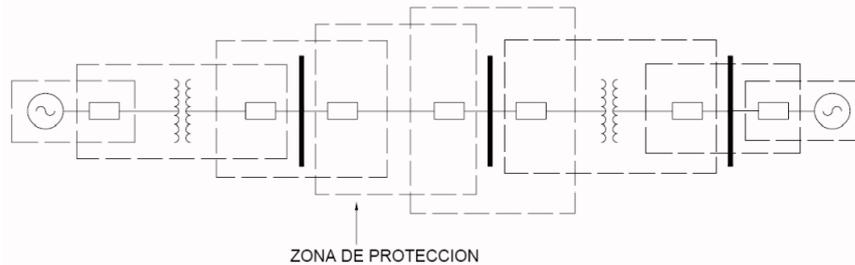


Fig. 2.7 Zonas de protección de un sistema eléctrico. (Carrillo, 2007)

2.8 Protección de redes de distribución contra sobrecorriente.

Las fallas en los sistemas de distribución se clasifican, de acuerdo con su naturaleza, en temporales o permanentes. Una falla temporal se define como aquella que puede ser liberada antes de que ocurra algún daño serio al equipo o a las instalaciones. Un ejemplo de fallas temporales o transitorias son los arcos que se producen en los aisladores debido a sobretensiones por descargas atmosféricas, "galopeo" de los conductores (debido a fuertes vientos o sismos) o a contactos temporales de ramas de árbol con los conductores. Una falla que en un inicio puede ser de naturaleza temporal puede convertirse en permanente si no se despeja rápidamente. Una falla permanente es aquella que persiste a pesar de la rapidez con la que el circuito se desenergiza. Si dos o más conductores desnudos en un sistema aéreo de distribución se juntan debido a rotura de postes, crucetas o conductores, la falla será permanente. Un arco entre fases de un circuito con conductor aislado puede ser inicialmente temporal, pero si la falla no se despeja rápidamente los conductores pueden romperse y la falla se volvería permanente. (Castaño, 2002)

Casi todas las fallas en los sistemas de distribución subterráneos son de naturaleza permanente. Fallas de aislamiento del cable debido a

sobrevoltajes y roturas mecánicas del cable son ejemplos de fallas permanentes en cables subterráneos. (Castaño, 2002)

En caso que un circuito de distribución fuera instalado sin su respectivo equipo de protección de sobrecorriente, las fallas causarían falta de suministro eléctrico a los demás consumidores de dicho alimentador. Esto trae como consecuencia una reducción en los niveles de confiabilidad (continuidad del servicio) que son inaceptables. Para incrementar el nivel de confiabilidad en el suministro de energía eléctrica existen dos opciones:

- Diseñar, construir y operar un sistema de tal forma que el número de fallas se minimice.
- Instalar equipo de protección contra sobrecorrientes de tal forma que reduzca el efecto de las fallas.

Se deben analizar las dos alternativas para que el servicio al consumidor tenga un nivel de confiabilidad aceptable al más bajo costo. (Castaño, 2002)

2.8.1 Elementos de Protección en redes de M/T.

2.8.1.1 Cortacircuitos Fusible.

También son conocidos como cuchillas fusible o cajas primarias y son de uso común en sistemas de distribución. Están diseñados para la protección de transformadores y otros equipos (incluyendo el seccionamiento de derivaciones de red) en circuitos de hasta 34.5 kV y 200 A continuos, cumpliendo con las Normas ANSI C37.41 1981, ANSI C37.42 – 1981. Su construcción fuerte en bronce o aluminio, contactos resortados plata-plata y otros buenos materiales lo hacen prácticamente libre de mantenimiento durante toda su vida útil. Se pueden encontrar comercialmente de acuerdo con su aplicación clasificados como: tipo interior, tipo intemperie (con y sin porta fusibles), tipo hilo de apertura y fusión, en aceite, en arena (para sistemas de distribución subterráneos). (Castaño, 2002)

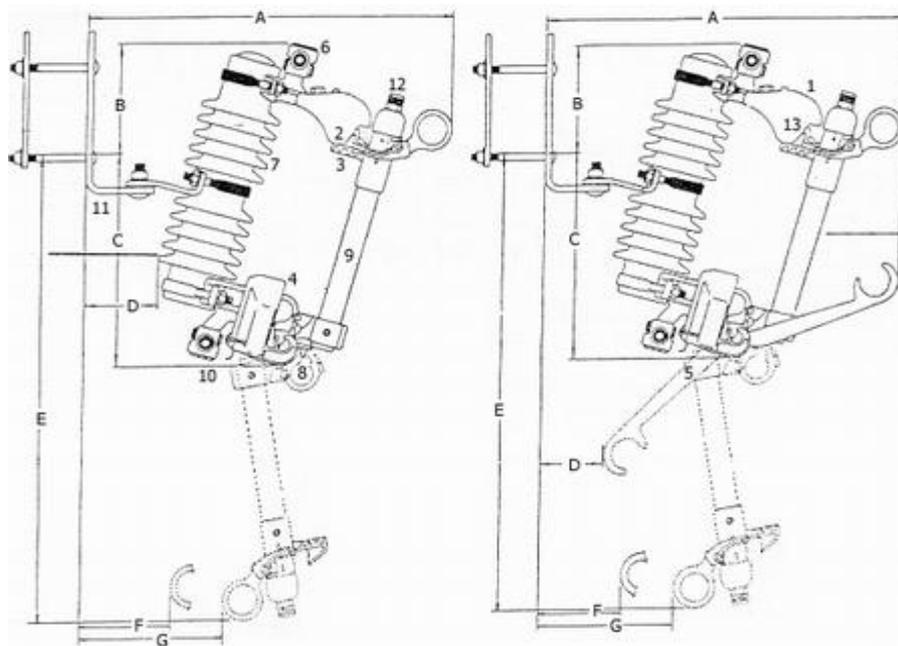


Fig. 2.8 Cortacircuitos fusible y componentes. (Castaño, 2002)

A continuación se identifican y describen los componentes del corta circuito fusible mostrado en la figura 2.8.

1. **Coraza**: Guía los contactos durante la operación de cerrado garantizando un ajuste perfecto. Cuando el corta circuito está cerrado la coraza provee de aseguramiento por enganche positivo de modo que el aparato no se abra debido a vientos fuertes o vibraciones del poste.
2. **Contactos (Plata-Plata)**: Los contactos se fabrican en aleación especial de cobre al berilio (material de propiedades eléctricas y mecánicas ideales para contactos eléctricos) con baño de plata. Los contactos son auto limpiantes y están provistos de topes que evitan daños por operaciones bruscas.
3. **Anillo de operación**: Estos componentes diseñados para trabajo pesado dan completo control al operario para la remoción y colocación de la cañuela cuando se necesite cambiar el fusible.
4. **Anillo de remoción de la vela**: igual que el anterior.
5. **Articulación**: La alta resistencia de esta estructura permite cerrar el corta circuito con fuerza, desde posiciones diferentes ala frontal.

- 6. Terminal tipo tornillo de ojo (Fundición de bronce, galvanizado en caliente):** Adaptables para cualquier calibre estándar de cable de Aluminio o Cobre, desde No 6 sólido hasta 4/0 A.C.S.R.
- 7. Aislador:** En porcelana sólida, con herrajes de sujeción embutidos para mayor fortaleza estructural.
- 8. Sistema de eyección:** Compuesto por un trinquete resortado en acero inoxidable el cual evita que al cerrar el corta circuito el fusible se someta a esfuerzos excesivos, también ayuda a la separación rápida del fusible en el momento de una falla. Adicionalmente el Portafusible tiene otro resorte de acero inoxidable que facilita la operación de apertura y garantiza que no se quedará pegado en caso de una corriente de falla.
- 9. Tubo Portafusible:** En fibra de vidrio reforzada con resinas epóxicas (o resinas fenólicas para bajas capacidades de interrupción), en el momento de una falla libera gases a alta presión que contribuyen a la extinción de arco.
- 10. Tope de fin de carrera:** Limita el recorrido de la cañuela al abrirse el corta circuito.
- 11. Herraje de montaje tipo NEMA.**
- 12. Tapón renovable:** Durante fallas de baja intensidad el tapón permanece en su sitio causando una gran turbulencia en los gases liberados de modo que actúen más eficientemente en la extinción del arco. Durante fallas de alta intensidad, la alta presión alcanzada por los gases hace que el disco del tapón sea expulsado permitiendo la expulsión de gases por ambos lados de la vela, el doble venteo hace mínimo el esfuerzo (causado por la reacción a chorro de los gases liberados) sobre el corta circuito y sus estructuras de soporte. Los tapones de repuesto son suministrados por la fábrica a un costo mínimo.
- 13. Ganchos para apertura bajo carga con Load-Break-tool** (Herramienta para apertura con carga). (Castaño, 2002)

2.8.1.2 Fusibles.

La definición que da la IEEE al fusible es: “Dispositivo de protección en el cual al existir un exceso de corriente a través del circuito de apertura de los fusibles este se calienta debido a la sobrecorriente y se produce una ruptura para interrumpir el flujo”. (IEEE-100, 1989)

Considerado como el dispositivo de protección más utilizado para sistemas de protección por su confiabilidad y economía. Entre sus funciones tenemos:

- Censar aumentos de corriente en el sistema protegido.
- Capacidad para soportar voltajes de recuperación para impedir la reignición.
- Interrumpir corrientes de cortocircuito.

Según la norma ANSI C37.42, se detallan en la siguiente tabla las subdivisiones de tipos de fusibles.

Tipos de fusibles.

Tipo	Capacidad de corriente (+)	Relación de velocidad	Coordinación apropiada	Características
K	150%	6-8	Relés de curva inversa	Remover fallas en menor tiempo
T	150%	10-13	Reconectores de aceite	Mayor resistencia a transitorios
MS o KS	130%	20	Equipos que requieran comportamiento más lento que los tipo T	Más útil en protección de línea
Slow-Fast	150%			Protegen trafos
Std	150%	7-11	Al requerir comportamiento entre tipo K y T	Permisivos a fluctuaciones de corriente
H	100%	7-11		Fusión muy rápida
N	100%	6		Más rápidos que los H
X	100%	32		De elemento dual
Sft				De elemento dual
Dual		13-20		De elemento dual

(+) Cantidad de corriente nominal soportable por el dispositivo antes de fundirse.

Tabla 2.2 Tipos de fusibles Norma ANSI C3742

(Cooper, 1990), (ANSI-C37.42, 2011)

2.8.1.3 Características físicas y eléctricas de los fusibles.

Los fusibles de un elemento manejan temperaturas de fusión altas y bajas con elementos como el cobre, plata y estaño. Los fusibles tipo K vienen incorporados con elementos rápidos porque por lo general tienen un hilo aleado de plata y cobre para fusibles mayores de 100 amperios hasta 200 amperios, mientras que los fusibles tipo T son fusibles con elemento lento debido a que poseen un hilo aleado de Hierro, Cromo y Aluminio para fusibles de hasta 6 amperios y para fusibles superiores a 6 amperios hasta 100 amperios tienen un hilo tensor de acero inoxidable que actúa para absorber la tensión mecánica al momento de cierre. El hilo que transporta la corriente suele ser de estaño o plomo colocado en paralelo, troquelado y soldado en el borne y el casquillo. (SIGICORP)

Los fusibles Slow-Fast son considerados de doble elemento o duales y manejan protecciones contra cortos y sobrecargas, obteniendo curvas características que representan excelente protección. Estos fusibles están compuestos por dos secciones, la lenta tiene una bobina arrollada sobre un hilo tensor aislado troquelado al borne y a una pequeña junta de cobre, la sección rápida tiene en paralelo un hilo tensor de acero y un hilo de cobre, ambas troqueladas al casquillo y a una junta de cobre. Las dos secciones lenta y rápida están unidas por una soldadura. (SIGICORP)

2.8.1.4 Norma ANSI C37.42, 43 Fusibles de Expulsión.

La norma ANSI C37.42, 43 especifica los estándares de fabricación para fusibles de distribución de alta tensión (sobre 600 volts), para ser utilizados en ambiente cerrado y abierto. El montaje del conjunto fusible y el equipo portafusible, se realiza generalmente en lugares elevados del sistema de distribución primaria, y cuando opera por una corriente elevada, queda suspendido por el contacto inferior de la pieza portafusible, proporcionando una indicación visual de su operación. Además cumple una función protectora y de maniobra para seccionar una determinada línea. La expulsión que produce la caída de la pieza portafusible es causada por la

presión que ejerce un resorte propio del bastón portafusible, el cual logra mantener un cierto grado de tensión mecánica sobre el elemento fusible.

En el momento del corte, se pierde la tensión mecánica y el resorte aleja las partes derretidas del elemento fusible, logrando aumentar el recorrido del arco junto con su resistencia, para finalmente interrumpir la corriente cuando ésta pasa por cero. La norma ANSI indica que el fusible debe ser capaz de soportar una tensión mecánica de 10 libras (4,5 Kg.) sin sufrir daño en ninguna parte. (Acosta Acuña, 2005)

Los fusibles tipo K, el cual corresponde a una fusión rápida, y el tipo T a una fusión lenta. Cada rango de fusión tiene sus tiempos límites estandarizados por la norma ANSI. La característica de tiempo-corriente de pre-arco satisface los valores de corriente mínima y máxima necesaria para fundir el elemento fusible en tres puntos, a 300 segundos para fusibles de 100 amperes y menores, y 600 segundos para fusibles de 140 y 200 amperes, el segundo tiempo corresponde a 10 segundos, y el tercero a 0.1 segundos. Los fusibles curva K poseen relaciones de velocidad para la característica tiempo de pre-arco y corriente, que varían desde 6 a 8.1 para corrientes nominales entre 6 a 200 amperes nominales. (Acosta Acuña, 2005)

2.8.2 Características de operación de fusibles.

2.8.2.1 Curva característica de los fusibles.

En la figura se muestra la curva característica de este elemento de protección, la cual indica el tiempo de fusión del hilo dependiendo del nivel de corriente existente.

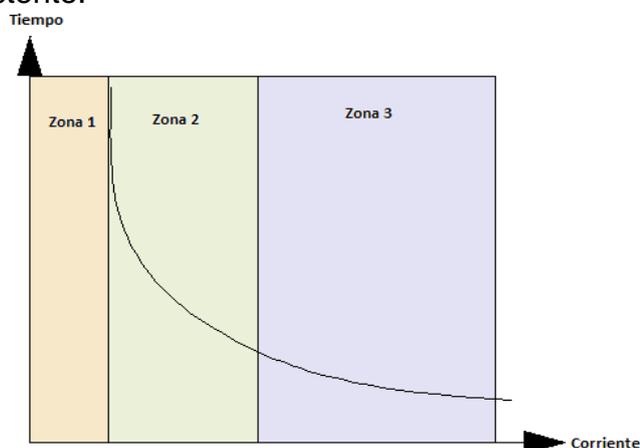


Fig. 2.9 Zonas de trabajo de un fusible. (López & Viteri, 2010)

- **Zona 1:** Condiciones normales de operación, por lo tanto el fusible no actúa porque la corriente nominal es superior a la corriente de operación.
- **Zona 2:** En esta zona ya entra en acción el fusible en tiempos superiores a 10 milisegundos, pero permite que la sobrecarga desaparezca en el tiempo dado y el suministro eléctrico no sea interrumpido.
- **Zona 3:** Zona de cortocircuito. El fusible actúa en tiempos menores a 10 mili segundos, pero pudiendo operar en milésimas de segundo dependiendo de la magnitud de la falla. En caso que la intensidad aumente demasiado, el fusible se funde de manera instantánea.

(López & Viteri, 2010)

2.8.2.2 Curva Tiempo-Corriente de un fusible.

Este tipo de curva muestra una línea continua representando el tiempo en el que el fusible interrumpe una determinada sobrecorriente.

Las corrientes se indican en el eje X y se incrementan de izquierda a derecha, mientras que en el eje Y se observa el tiempo de operación del fusible que por lo general empieza en 10 mili segundos (1/2 ciclo), incrementando sus valores de abajo hacia arriba.

Los dos tipos de curvas que refleja el fusible en la gráfica se refieren al tiempo en que el fusible tarda para llegar a la temperatura de fusión y el tiempo total de despeje de la falla, en esta curva se comprenden el tiempo de pre-arco y el de arco.

A continuación se presenta un ejemplo de una curva tiempo-corriente de un fusible de 100 A, 15.5 KV: (Duncan & Mulukufu, 2008)

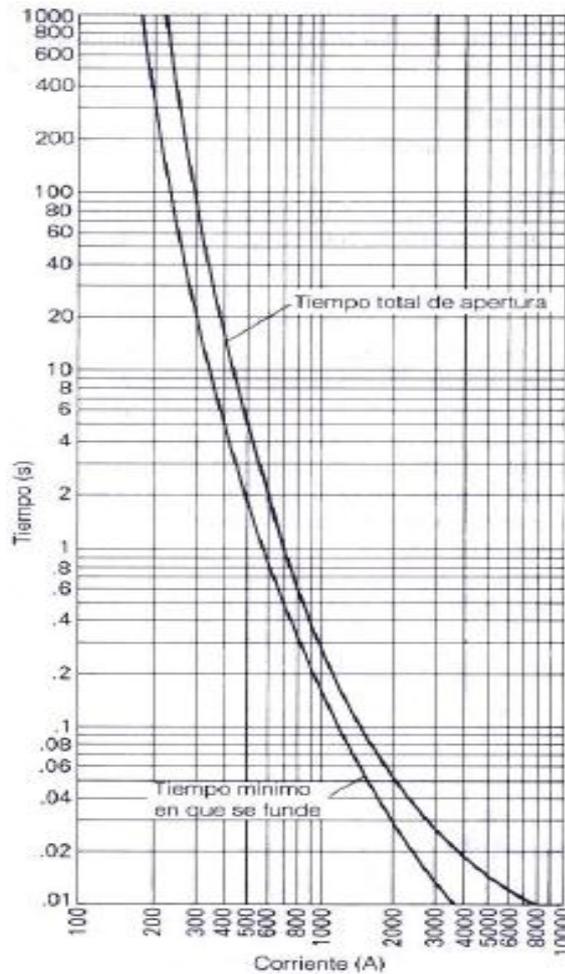


Fig. 2.10 Curva tiempo-corriente de fusible de 15.5 KV, 100 A. (Duncan & Mulukufila, 2008)

2.8.3 Aspectos para la selección de fusibles de media tensión.

2.8.3.1 Fusibles de distribución.

En fusibles de distribución, la selección depende de la filosofía de protección que se aplique al sistema, en general, los fusibles K (rápidos) desconectan al sistema de fallas en menos tiempo y coordinan mejor con los relevadores.

Los fusibles T (lentos) soportan corrientes transitorias mayores (corrientes de arranque de motores, etc.) y coordinan mejor con otros fusibles de la misma clase o diferentes. (Castaño, 2002)

Para escoger el tamaño mínimo del fusible se debe considerar no sólo la máxima carga normal del lugar de la instalación sino la corriente de arranque y carga fría. En la tabla 2.3 se indican las capacidades de fusibles (K y T, de acuerdo con normas NEMA) que puede llevar una carga continua del 15 %

de su valor nominal. Las temperaturas ambiente extremas y precargas grandes afectan las curvas tiempo-corriente de los fusibles; por tanto, deben considerarse cuando la instalación del fusible trabaje bajo estas condiciones. (Castaño, 2002)

Fusible de alta descarga	Corriente continua (A)	Nominal	Corriente continua (A)	EEL-NEMA K o T nominal	Corriente continua (A)	EEL-NEMA K o T nominal	Corriente continua (A)
1 H	1	25	25	6	9	40	60*
2 H	2	30	30	8	12	50	75*
3 H	3	40	40	10	15	65	95
5 H	5	50	50	12	18	80	120+
8 H	8	60	60	15	23	100	150+
		75	75	20	30	140	190
N Nominal		85	85	25	38	200	200
5	5	100	100	30	45		
8	8	125	125				
10	10	150	150				
15	15	200	200				
20	20						
* Solo cuando es usado en cortacircuitos de 100 o 200 Amperios. + Solo cuando es usado en cortacircuitos de 200 Amperios. Limitado por corriente de régimen continuo del cortacircuito.							

Tabla 2.3 Capacidad continua de corriente de fusibles de distribución tipos K,T,H y N de estaño. (Castaño, 2002)

2.9 Estudio de Coordinación de Protecciones.

Un estudio de coordinación es el proceso de determinar las características y ajustes óptimos de los elementos de protección de un sistema eléctrico. Los ajustes son elegidos para obtener interrupciones de la mínima parte del sistema durante condiciones de falla.

Con el fin de determinar los ajustes adecuados de las protecciones para soportar las corrientes nominales y operar en forma rápida y selectiva ante la presencia de una falla, evitando disparos innecesarios por sobre-corrientes transitorias normales al energizar algún equipo, se realiza el análisis de coordinación de protecciones.

Se recomienda realizar el estudio de coordinación para determinar los ajustes adecuados a fin que las protecciones actúen en forma rápida y selectiva en caso de falla, protegiendo al equipo y garantizando la continuidad de servicio. (Servelec, 2010)

2.9.1 Tipos de coordinación

2.9.1.1 Coordinación Fusible – Fusible.

En este tipo de coordinación, el fusible 2 más cercano a la falla se denomina protección principal y debe terminar su proceso de fundición antes que la protección de respaldo fusible 1 inicie su respectivo proceso de fusión, con lo cual estamos cumpliendo uno de los criterios más importantes que es la selectividad.

La coordinación fusible – fusible se logra mediante la selección adecuada del tipo de fusible y su capacidad de manera que el fusible más cercano a la falla se funda antes que el de respaldo, aislando el área con problemas.

En la práctica, la coordinación de fusible indica que el tiempo máximo de despeje de falla de un fusible no debe exceder el 75% del tiempo mínimo de fusión del fusible de respaldo, en el rango posible de corriente de cortocircuito. Se suele poner en práctica la coordinación de fusibles del mismo tipo (Std, T, H, K, Dual, etc.) para un alimentador o circuito.

(Arce Lazo, 2010)

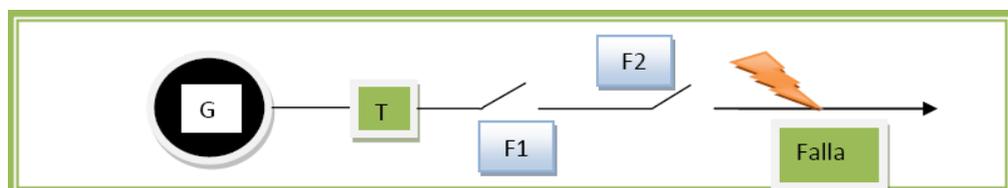


Fig. 2.11 Coordinación fusible – fusible.

(Arce Lazo, 2010)

2.9.1.2 Coordinación de dispositivos de protección en serie en redes de distribución.

En los sistemas de distribución actuales, la coordinación de los dispositivos de protección debe hacerse en serie; también se le conoce como "cascada", debido a la que la mayoría de estos operan en forma radial. Cuando dos o más dispositivos de protección son aplicados en un sistema, el dispositivo más cercano a la falla del lado de alimentación es el dispositivo protector, y el siguiente más cercano del lado de la alimentación es el dispositivo "respaldo" o protegido. (Castaño, 2002)

El requerimiento indispensable para una adecuada coordinación consiste en que el dispositivo protector debe operar y despejar la sobrecorriente antes que el dispositivo de respaldo se funda (fusible) u opere al bloqueo (restaurador). Los cortes de energía causados por fallas permanentes se deben restringir a secciones pequeñas del sistema por tiempo más corto. (Castaño, 2002)

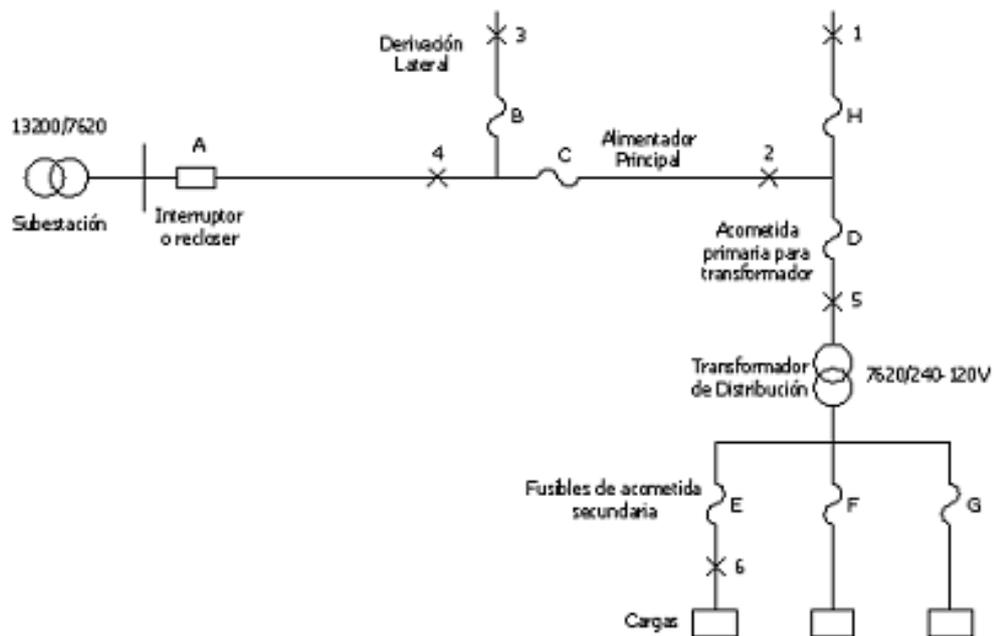


Fig. 2.12 Ejemplo simple de coordinación. (Castaño, 2002)

2.10 Curvas de protección de los transformadores durante fallas.

Todos los dispositivos de protección, como fusibles y relevadores, tienen una característica de operación definida en el dominio corriente-tiempo.

Esta característica debe ser coordinada correctamente con la capacidad de conducción de corriente del transformador para evitar daños por sobrecargas prolongadas o por fallas. La capacidad del transformador se define en la guía ANSI/IEEE C57.109-1985 "Transformer through fault current duration guide".

El formato de las curvas de capacidad del transformador se muestra en la figura 2.13. La curva de línea llena A define la capacidad térmica para todos los valores de capacidad, mientras que las curvas de línea punteada, B (apropiadas para la impedancia específica del transformador), definen la

capacidad mecánica. Para tener coordinación correcta en cualquier transformador, la característica del dispositivo de protección debe caer debajo de ambas porciones, la mecánica y la térmica de la curva de capacidad del transformador. (Fink & Beaty, 1991)

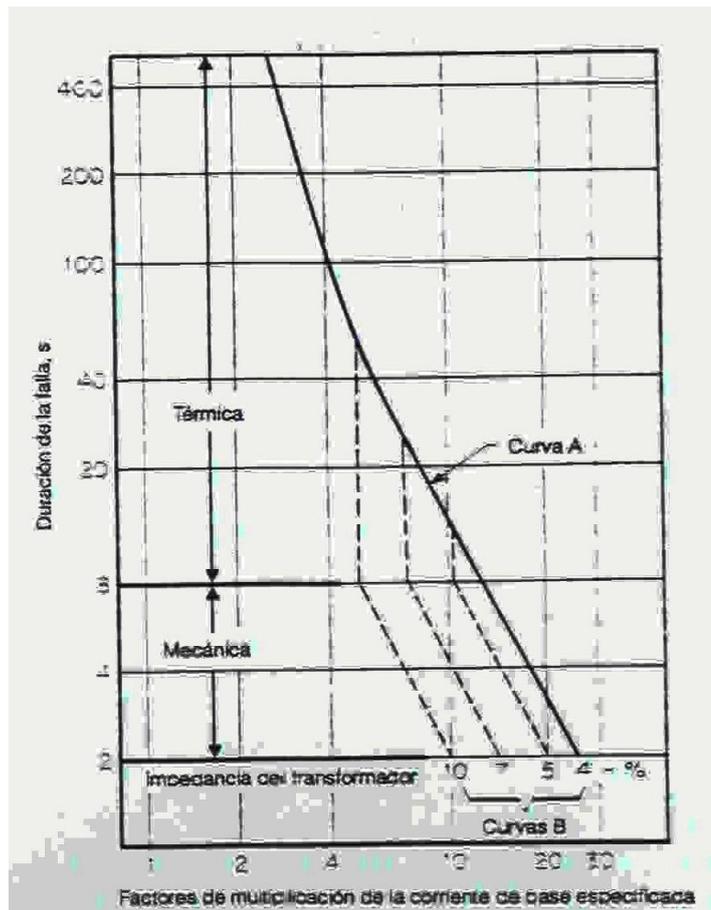


Fig. 2.13 Curva de protección de un transformador. (Fink & Beaty, 1991)

CAPITULO III

3. Descripción del software utilizado en el análisis.

3.1 EDSA Paladin DesignBase ®™.



Fig. 3.1 Logotipo del programa EDSA.

Es un modelador eléctrico de sistemas de energía el cual puede ser utilizado para crear, analizar y simular virtualmente cualquier tipo de infraestructura de energía, independientemente de la complejidad que tenga el sistema objeto a estudio. A diferencia de los sistemas de energía convencionales y paquetes de diseño de CAD, EDSA Paladin ® DesignBase ™ ofrece un desarrollo de la ingeniería eléctrica a los profesionales del área para crear un sólido Análisis y diseño de la totalidad de un sistema de distribución de electricidad. (INGEProject, 2009)

EDSA, Electrical Desing System Advance es un simulador con la capacidad y potencia de poder entregar resultados de una confiabilidad óptima al momento de consultarle y modelar un diseño eléctrico de potencia y/o industrial. Sus características responden una infinidad de preguntas que pueden nacer cuando se observa el comportamiento de una red, ahorrando tiempo y dinero. Por lo tanto para el desarrollo confiable y eficiente de los sistemas de potencia, los ingenieros necesitan diseñar y estudiar sus redes obteniendo así las mejores condiciones de operación.

En los grandes sistemas de potencia siempre es necesario conocer la dirección y magnitud de los flujos de la energía, así como las pérdidas técnicas que se producen, los costos de los despachos para la facturación, la dimensión de los equipos, entre otros. (Arosemena Salem, 2006)

De igual forma los sistemas industriales a pesar de ser considerados de menor tamaño pero no menos importantes requieren también de un estudio

similar. Sin embargo, estudios de cortocircuito, coordinación de protecciones eléctricas, mallas de puesta a tierra, y similares son también de vital importancia para estos.

El simulador expuesto tiene todas las herramientas en mención y muchas otras necesarias para realizar estudios de mayor complejidad tales como arranque de motores, estabilidad, incluyendo procesadores que realizan reportes y diferentes formas de presentación de resultados para su mejor interpretación, y siempre bajo el uso de normas internacionales tales como IEEE, ANSI, IEC, NFPA. (Arosemena Salem, 2006)

3.2 Estudio de cortocircuito y coordinación en EDSA.

Con EDSA se pueden conocer las corrientes de cortocircuitos necesarias para el dimensionado de los equipos de protección y estudios de puesta a tierra. Diferentes tipos de normas pueden definir los estudios de corto circuito, entre ellas se mencionan las siguientes:

- **AC ANSI / IEEE**
- **AC CLASSICAL**
- **AC IEC 60909**
- **AC IEC 61636**

Es importante también asegurarse que las protecciones se encuentran coordinadas en el sistema, evitando así posibles falsos disparos, a los que se suma una parada no programada de la instalación y con ello fuertes pérdidas económicas.

Distintos tipos de fallas pueden ser simulados con la ayuda del software, pudiendo además conocer la magnitud de las corrientes en diferentes tiempos luego de ocurrida la contingencia.

- 0.5 ciclos periodo de falla sub- transitorio
- 5 ciclos periodo de falla transitorio
- 30 ciclos periodo de falla estable.

Además se debe tener en cuenta aparte de estas características del programa, que también tiene interoperabilidad con archivos de AutoCAD DWG, Microsoft Office, Internet. (Arosemena Salem, 2006)

3.3 Análisis de Corto Circuito en EDSA.

En el software de análisis de redes eléctricas EDSA el tipo de estudio de corto circuito se realiza conforme a las recomendaciones del ANSI/IEEE Std. 141. A continuación se describen las actividades que deben realizarse en el programa previo a la obtención de los resultados:

- Definición de formas de operación del sistema eléctrico.
- Levantamiento de datos técnicos del equipo instalado en la planta, tales como alimentadores, interruptores, fusibles, transformadores, motores, generadores, etc.
- Elaboración del diagrama unifilar simplificado y base de datos en software especializado.
- Obtención de potencias y corrientes de corto circuito trifásica, entre dos líneas, entre dos líneas a tierra y línea a tierra, tanto en componente simétrica y asimétrica en 0.5, 5 y 30 ciclos.
- Verificación de capacidades interruptivas de los dispositivos de desconexión.
- Elaboración de Informe de Servicio integrado por:
 - ✓ Consideraciones Generales.
 - ✓ Diagrama unifilar simplificado, indicando niveles de corto circuito en los buses del sistema.
 - ✓ Reporte de resultados del software de corto circuito.
 - ✓ Tabulador de evaluación de capacidades interruptivas de dispositivos de desconexión.

(Servelec, 2010)

3.4 Análisis de Coordinación de Protecciones en EDSA.

El estudio de coordinación de protecciones se realiza conforme a las recomendaciones del ANSI/IEEE Std. 242. Se detallan la descripción de las actividades para este tipo de estudio en el software EDSA:

- Realizar el análisis de corto circuito y obtener las condiciones actuales de operación del sistema (mediciones).
- Elaboración y análisis de curvas de operación (tiempo-corriente) de los dispositivos de protección, tales como relevadores, fusibles e interruptores desde la acometida hasta los tableros de baja tensión, así como la carga de mayor magnitud de cada tablero.
- Elaboración de tablas de ajustes para cada uno de los dispositivos del ramal de coordinación.
- Elaboración de Informe de Servicio integrado por:
 - ✓ Curvas tiempo – corriente de los dispositivos de protección involucrados.
 - ✓ Tabulador de ajustes recomendados de acuerdo a los rangos disponibles de los equipos.

(Servelec, 2010)

CAPITULO IV

4. Sistema Eléctrico de Media Tensión de la U.C.S.G.

4.1 Situación actual.

La capacidad total instalada es de 5678 KVA, estos datos se los recopiló hasta el cinco de febrero del 2014. Con respecto a planillas de consumo se tiene que el consumo de la Universidad Católica presenta una demanda máxima que oscila entre los 2100 KW a 2500 KW en los diez meses de actividades académicas y los casos donde se presenta una demanda mínima es en los meses de Abril y Octubre que es el periodo de vacaciones. Debido a la carencia del diagrama unifilar del sistema de media tensión de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, se procedió a realizar el levantamiento eléctrico, partiendo desde el punto de acometida con la Eléctrica de Guayaquil Empresa Pública, hasta las celdas de media tensión de distribución. Se realizaron los recorridos desde cada una de las tres celdas que componen el gabinete de media tensión.

A continuación se detallan todos los cuartos de transformadores, capacidades, voltajes, conexiones, seccionadores tipo pedestal (Pad Mounted) y dispositivos de protección de las Facultades que conforman la U.C.S.G.

4.2 Primera Celda de Media Tensión.

Actualmente ésta celda es la que mayor capacidad instalada posee, con 3302 KVA. El departamento de mantenimiento no lleva una bitácora detallada de las fallas que se presentan semanal o mensualmente, por lo tanto no se puede hacer una estimación de la frecuencia de fallas del sistema eléctrico pero mediante averiguaciones al personal de mantenimiento se llegó a la conclusión de que esta celda es la que mayores problemas presenta.

Se detallan los cuartos de transformadores y transformadores instalados que están alimentados por el primer compartimiento de la celda de media tensión.

4.2.1 Cuarto de Transformadores del Centro de Idiomas.

La alimentación de este cuarto de trafos proviene de la celda de media tensión de forma subterránea, aérea y subterránea cuyas distancias correspondientes se detallan en el diagrama unifilar.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Centro de Idiomas	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	100 KVA c/u	3 cajas fusible 60 A	13.8 KV 240/120V	Y - Y tierra

Tabla 4.1 Datos Transformadores Centro de Idiomas.

4.2.2 Cuarto de Transformadores Facultad de Jurisprudencia.

La acometida de este transformador proviene del Seccionador Pedestal S&C (Pad Mounted) ubicado frente al Banco Bolivariano cuyas características se especificaran en el punto 4.2.18.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Jurisprudencia	Cuarto de trafos	Trafo trifásico	400 KVA	3 Fuse 8K A SMU - 20	13.8 KV- 240/120V	Δ - Y tierra

Tabla 4.2 Datos Transformador Facultad Jurisprudencia.

4.2.3 Transformador Pedestal de Pastoral.

Este transformador es del tipo pedestal y cuenta con un seccionador que energiza al transformador pedestal de la Nueva Asociación de Profesores.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Pastoral	Exterior Pastoral	Pad Mounted	100 KVA	3 Fuse 8K A SMU - 20	13.8 KV – 240V/120 V	---

Tabla 4.3 Datos Transformador Pedestal Pastoral.

4.2.4 Transformador Pedestal de Nueva Asociación de Profesores.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Asoc. Profesores	Ext. Asoc. Profesores	Pad Mounted	75 KVA	3 C.F. 8 A	13.8 KV – 240V/120 V	---

Tabla 4.4 Datos Transformador Pedestal Nueva Aso. Profesores.

4.2.5 Cuarto de Transformadores de Aula Magna.

Estos transformadores se energizan del seccionador pedestal S&C ubicado cerca de la Facultad de Ingeniería entre los parqueos y el aula magna. La protección del equipo son tres fusibles de 100 E amperios SMU-20.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Aula Magna	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	50 KVA c/u	3 C.F. 3 A	13.8 KV – 240V/120 V	Δ (Tierra) - Δ (Tierra)
	Jardín Aula Magna	Seccionador Pad Mounted	---	Seccionador cuchilla/ Fuse 100E A SMU-20	13.8 KV	---

Tabla 4.5 Datos Transformadores Aula Magna.

4.2.6 Cuarto de Transformadores Facultad de Ingeniería.

Los transformadores se energizan del seccionador pedestal S&C ubicado cerca de la Facultad de Ingeniería entre los parqueos y el aula magna. La protección del equipo son tres fusibles de 100 E amperios SMU-20.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Ingeniería	Cuarto trafos	3 trafos tipo botella	100 KVA c/u	3 C.F. 60 A	13.8 KV – 240/120 V	Y (tierra) - Y (tierra)
	Ext. Fac. Ingeniería	Seccionador P.M.	---	Seccionador cuchilla/ Fuse 100E A SMU - 20	13.8 KV	---

Tabla 4.6 Datos Transformadores Facultad Ingeniería.

4.2.7 Cuarto de Transformadores Facultad de Arquitectura.

La alimentación de estos trafos se da desde el seccionador pedestal S&C ubicado entre la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, cuyas protecciones son tres fusibles de 80 E amperios SMU – 20.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Arquitectura	Cuarto trafos	3 trafos tipo botella	100 KVA c/u	Fusibles del P.M. seccionador	13.8 KV – 240/120 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
	Ext. Fac. Arquitectura	Seccionador P.M.	---	Seccionador cuchilla / F. SMU-20 100E A	13.8 KV	---

Tabla 4.7 Datos Transformadores Facultad Arquitectura.

4.2.8 Cuarto de Transformadores Facultad de Filosofía.

Este transformador trifásico se energiza del seccionador pedestal S&C ubicado entre la Facultad de Filosofía y Economía, cuyas protecciones son tres fusibles de 80 E amperios SMU – 20.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Filosofía	Cuarto de trafos	Trafo trifásico	200 KVA	Fusibles del P.M. seccionador	13.8 KV – 240/120 V	3φ
	Ext. Fac. Filosofía	Seccionador P.M.	---	Seccionador tipo cuchilla/ F. 12K A SMU-20	13.8 KV	---

Tabla 4.8 Datos Transformador Facultad Filosofía.

4.2.9 Transformador en poste de la Facultad de Economía.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Economía	Poste ext. Fac. Economía	Trafo tipo botella	50 KVA	1C.F. 6 A	13.8 KV-240/120V	1 ϕ

Tabla 4.9 Datos Transformador poste Facultad Economía.

4.2.10 Cuarto de Transformadores Facultad de Economía.

La alimentación para los transformadores proviene del poste ubicado cerca de la cancha de la Facultad de Economía, y en dicho poste hay colocadas diez cajas fusibles de las cuales tres sirven de protección para este banco trifásico de transformadores.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Economía	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	167 KVA c/u	3 C.F. 15 A	13.8 KV – 240/120V	Y (Tierra) - Y (Tierra)

Tabla 4.10 Datos Transformadores Facultad Economía.

4.2.11 Cuarto de Transformador Clínica Odontológica.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Medicina	Cuarto de trafos	Trafo tipo botella	50 KVA	1C.F. 3 A	13.8 KV – 240/120 V	1 ϕ

Tabla 4.11 Datos Transformador Clínica Odontológica.

4.2.12 Trafos en poste de la Fac. de Medicina (Morfología).

Ambos transformadores están colocados en el poste que está ubicado a la entrada del Anfiteatro frente a la Nueva Facultad de Medicina.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Medicina	Poste Anfiteatro	2 trafos tipo botella	50 KVA c/u	2C.F. 6 A	13.8 KV– 240/120 V	1 ϕ

Tabla 4.12 Datos Transformadores Poste Anfiteatro.

4.2.13 Cuarto de Trafos Facultad de Medicina (Edificio Nuevo).

Se presenta el mismo caso que en la Facultad de Economía, ya que tres de las diez cajas fusibles protegen a este cuarto de transformadores.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Medicina	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	167 KVA c/u	3C.F. 15 A	13.8 KV– 240/120 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)

Tabla 4.13 Datos Transformadores Facultad Medicina (Edif. Nuevo).

4.2.14 Cuarto de Transformadores Facultad de Medicina (Vieja).

Las cajas fusibles que protegen a estos transformadores se ubican en el poste frente a la Facultad de Medicina (Vieja), y este banco de transformadores está ubicado en un cuarto dentro del comedor de la facultad.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Medicina	Cuarto de trafos	2 trafos tipo botella	100 KVA y 50 KVA	1 C.F. 6 A 1 C.F. 3 A	13.8 KV – 240/120 V	Y Abierto - Δ Abierto

Tabla 4.14 Datos Transformadores Facultad Medicina (Vieja).

4.2.15 Transformador en poste del Coliseo.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Coliseo	Poste ingreso a proveeduría	trafo tipo botella	50 KVA	1 C.F. 6 A	13.8 KV – 240/120 V	1φ

Tabla 4.15 Datos Transformador Coliseo.

4.2.16 Transformador Pedestal de Proveeduría.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Proveeduría	Junto a las bodegas de contratistas	Pad Mounted	25 KVA	1 C.F. 3 A	13.8 KV– 240/120 V	1φ

Tabla 4.16 Datos Transformador Pedestal Proveeduría.

4.2.17 Transformador en poste de Cancha de fútbol.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Cancha fútbol	Poste	trafo tipo botella	50 KVA	1 C.F. 6 A	13.8 KV– 240/120 V	1φ

Tabla 4.17 Datos Transformador Cancha Fútbol.

4.2.18 Descripción de Seccionadores Tipo Pedestal S&C Modelo PMH6 (Pad Mounted) de Banco Bolivariano, Parqueos, Pastoral, Ingeniería, Ingeniería y Arquitectura, Filosofía y Economía.

El Equipo Tipo Pedestal PMH de Operación Manual de S&C, en el cual se integran Fusibles de Potencia de S&C al igual que el Mini-Rupter® de S&C con el Uni-Rupter™ en gabinetes autónomos auto-soportados, se presentan en capacidades de 14.4 KV y 25 KV, cuentan con Interruptores Mini-Rupter de 600 amperios externos de accionamiento por palanca para el seccionamiento trifásico de los circuitos fuente. Los Interruptores Mini-Rupter fueron diseñados específicamente para manejar todas las tareas de

seccionamiento trifásico, incluyendo las de plena carga al igual que las relacionadas con las corrientes magnetizantes del transformador y las corrientes de carga del cableado además de realizar operaciones de cierre de fallas. (S&C Electric Company, 2009)

Este tipo de equipo permite seccionamiento, visibilidad y aislamiento aéreos. Los componentes, que son fáciles de ver, permiten al operador visualizar la configuración del circuito así como todos los componentes que están en operación. Las separaciones aislantes de los interruptores se pueden establecer y verificar con facilidad, a diferencia de los equipos cuyos contactos de los interruptores se encuentran ocultos, no se requiere de procedimientos difíciles para establecer las distancias permisibles de trabajo. La visibilidad plena permite que los fusibles quemados sean identificados inmediatamente, y no hay grasa aislante que genere molestias a la hora de retirar los fusibles para cambiarlos. El aislamiento aéreo elimina la necesidad de comprar, instalar, monitorear o dar mantenimiento a cualquier tipo de aislador. Generalmente estos modelos vienen en varias configuraciones, que son doce en total lo que brinda flexibilidad al momento de diseñar un sistema de distribución subterránea. (S&C Electric Company, 2009)

4.2.18.1 Configuración de circuitos del equipo.

La configuración que se tiene en todos los equipos PMH-6 ubicados en la U.C.S.G. es la misma y se detalla a continuación:

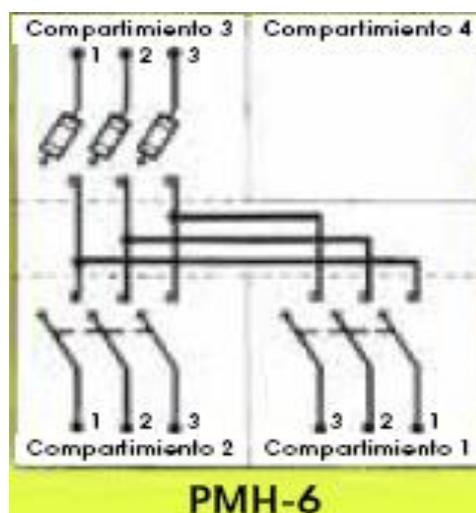


Fig. 4.1 Configuración del equipo PMH-6. (S&C Electric Company, 2009)

4.2.18.2 Componentes del Equipo PMH-6.

El Equipo Tipo Pedestal de S&C integra varios aditamentos para minimizar los riesgos a los que está expuesto el personal de mantenimiento y las personas que circulen alrededor de estos equipos. El gabinete autónomo y auto-soportado está hecho de láminas de acero sólido. Todas las bisagras llevan soldaduras, ninguna lámina lateral lleva tornillos externos, y no hay láminas traseras que inciten la extracción de las mismas. El mecanismo de apertura por dado pentagonal de S&C se atranca de manera automática cuando se cierra la puerta y se puede abrir solamente con una llave tubular de cinco cabezas. El mecanismo de cierre se coordina por completo con el dispositivo utilizado para cerrar con candado, además después que la puerta se cierre se puede colocar un candado y se asegura completamente, y el mecanismo puede abrirse solo después de quitar el candado.

(S&C Electric Company, 2009)



Fig. 4.2 Vista de lado del fusible de la unidad PMH. (S&C Electric Company, 2009)

1. **Señales de precaución:** Son en letras claras y en negritas.
2. **Uni-Rupter de S&C.**
3. **Cubierta superior aislada:** El compuesto “anti-escurrimiento” protege contra condensaciones que pueden llegar a partes energizadas.

4. **Circuitos agregados:** Las barreras de acero de longitud separan compartimientos contiguos, mientras que las barreras de poliéster reforzado con fibra de vidrio separan compartimientos traseros de los frontales con el propósito de aislar la barra de enlace.
5. **Barra principal:** Es de 600 amperios continuos.
6. **Barreras frontales de doble función:** Son hechas de poliéster reforzado con fibra de vidrio tipo GPO3 que van en todos los interruptores y fusibles, brindando protección contra posibles contactos accidentales con las partes vivas al estar en posición vertical normal. Las barreras insertadas en la separación de apertura de algún interruptor o fusibles, asilan los interruptores o fusibles de la barra y contactos superiores.
7. **Bastidores de almacenamiento:** Se encuentran en cada puerta de los compartimientos de los fusibles y puede almacenar hasta seis Unidades de relleno SM-4 o tres Unidades Fusibles SMU-20, lo que permite restablecer el servicio más rápido.
8. **Gancho manipulador grapppler:** Este accesorio para manipulación de fusibles viene integrado en cada modelo equipado con fusibles.
9. **Retenes de puerta:** Permanecen arriba cuando está abierta y estos retenes son visibles. Al cerrarse la puerta quedan detrás de esta.
10. **Mirilla:** Se desprende con facilidad con el propósito de permitir la verificación visual de la posición del interruptor.
11. **Conexiones de aluminio de la barra:** Van protegidas por un compuesto abrasivo con la capacidad de eliminar la oxidación. Están atornilladas con una fuerza de 50 libras/pie.
12. **Etiquetas para identificar compartimientos y fases.**

(S&C Electric Company, 2009)

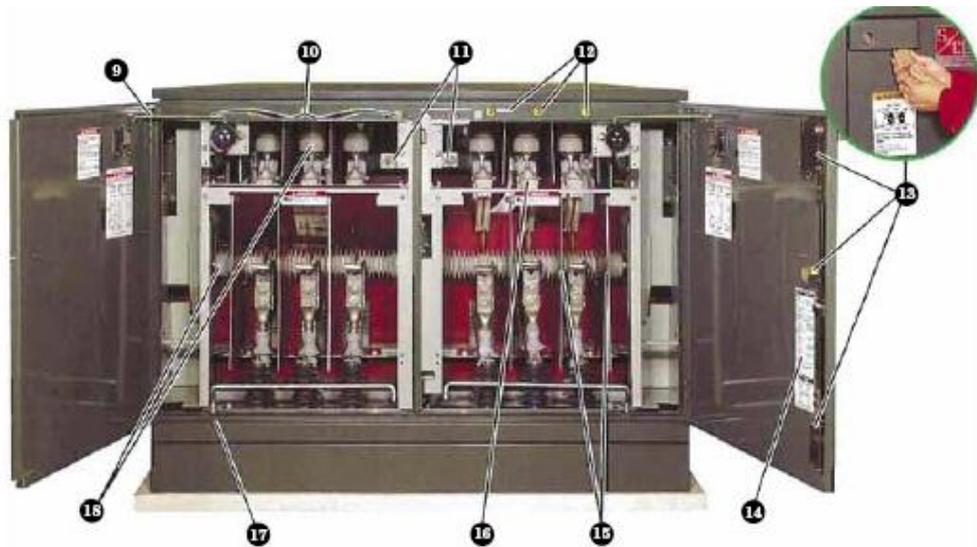


Fig. 4.3 Vista del lado del interruptor de la unidad PMH. (S&C Electric Company, 2009)

13. **Mecanismo de apertura por dedo pentagonal:** Asegura el cierre total en tres puntos de la puerta del equipo, brindando protección contra quienes quieran abrir el equipo. Al mismo tiempo que se cierra la puerta se libera el mecanismo de apertura con carga, lo cual cierra la puerta de manera automática y asegura el accionador de cinco cabezas.
14. **Diagrama del circuito:** Proporciona visualización instantánea de la configuración del circuito. Además la etiqueta contiene las capacidades de los fusibles y del interruptor.
15. **Barreras terminales y de interface:** Son hechas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, brindan mayor resistencia a los arcos y canales de conducción superficial. Realizan segregación de fases, ayudan a alcanzar los Niveles básicos de aislamiento y facilitan la manipulación de los fusibles.
16. **Interruptor Mini-Rupter de S&C:** Equipado con una palanca operadora para hacer más fácil su maniobrabilidad, esta se contrae para poder ser guardada detrás de la cubierta operativa del interruptor.
17. **Zapatas de conexión a tierra:** Se encuentran en el interior del montaje inferior de la puerta en cada compartimiento. Se adaptan a los conectores para enganchar las conexiones aterrizadas bajantes neutro-concéntricas de los cables la igual que las espigas conectadas a tierra.

18. **Cypoxy®**: Este sistema de resina epóxica ciclo-alifática propiedad de S&C, mantiene aisladas a las partes vivas de la tierra.
19. **Fusible de Potencia SMU-20 con Uni-Rupter.**
20. **Espigas de conexión a tierra**: Útiles tanto para las terminales de los fusibles como de los interruptores, y las zapatas de conexión a tierra de cada compartimiento.
21. **Terminales**: Pueden conectarse a una amplia gama de dispositivos para remate de cables ensamblados en campo.
22. **Fusible Electrónico de Potencia Fault Filter con Uni-Rupter.**
23. **Bisagras y pernos de las bisagras no ferrosos resistentes a la corrosión.**
24. **Sistema de acabado Ultradur® de S&C**: Proporciona un recubrimiento horneado, duro y de múltiples etapas con excelente rendimiento, cuya eficacia fue comprobada por rigurosas pruebas de la industria eléctrica.

(S&C Electric Company, 2009)

4.2.18.3 Mini-Rupters de S&C.

Se denomina así al seccionador interruptor tripolar de grupo, cuya eficacia se ha probado y comprobado en campo. Se ofrece con los modelos PMH del Equipo Tipo Pedestal de S&C en capacidades de 14.4 KV y 25 KV. El mecanismo de operación acelerada, garantiza que tanto la apertura como el cierre del interruptor, independientemente de la velocidad en la cual esté funcionando el eje de operación, se lleve a cabo de una manera rápida y eficaz. El eje de operación de dicho mecanismo viene equipado con un cubo hexagonal de $\frac{3}{4}$ de pulgada, que se adapta a la palanca operativa del interruptor, a una llave de tubo profundo o a una llave de tubo normal con extensión. La palanca se puede acomodar en el cubo para brindar al operador el arco más conveniente de rotación de la palanca.

Este tipo de interruptores ofrecen seccionamiento de cargas plenas sin que llegasen a presentarse arcos o llamas externas ya que cuentan con la máxima flexibilidad operativa debido a su capacidad de cierre de fallas.

(S&C Electric Company, 2009)

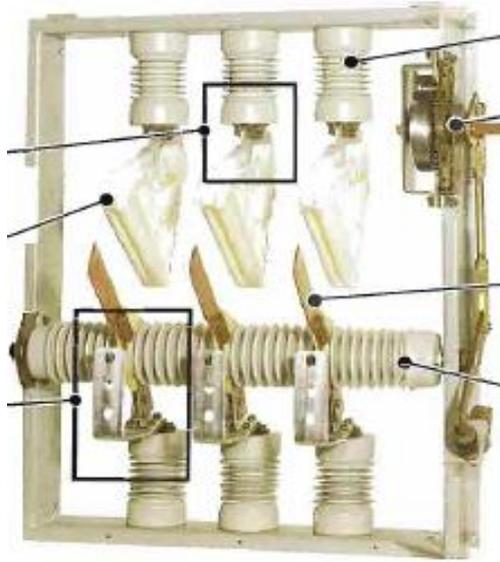


Fig. 4.4 Mini-Rupter de 600 amperios, 14.4 KV. (S&C Electric Company, 2009)

4.2.18.4 Fusibles de potencia tipo SML.

Este tipo de fusibles poseen la calidad y características de rendimiento que los convierten en los elementos ideales para brindar protección contra fallas en los sistemas de distribución con capacidad de 14.4 KV a 25 KV.

Tienen elementos fusibles de plata o níquel-cromo pre-tensionado con las siguientes características:

- a) Se extraen a través de troqueles de precisión para darles diámetros muy exactos.
- b) Su construcción no necesita soldaduras, sino que van prensados a sus terminales.

Sus características de tiempo corriente son precisas, con sólo un 10% de tolerancia total en la corriente de fusión. (S&C Electric Company, 2009)

Estos fusibles presentan las siguientes ventajas:

1. Protección superior para los transformadores. Hacen posible que la fusión se lleve a cabo en un punto más cercano a la corriente plena del transformador, lo cual proporciona protección contra una amplia gama de fallas secundarias.
2. Niveles más elevados de continuidad en el servicio. Se eliminan las operaciones innecesarias del fusible.

3. Coordinación más estrecha con los demás dispositivos protectores contra sobrecorrientes, lo cual se logra debido a la precisión inicial y sostenida de los elementos fusibles, y debido a que no es necesario aplicar “zonas seguras” o “espacios de retroceso” a las características de tiempo corriente publicadas para proteger al elemento fusible contra cualquier daño.

4. Ahorros de operación. No es necesario cambiar los fusibles complementarios bajo la sospecha de que éstos se hayan dañado tras la operación de un fusible. No se requiere de mantenimiento para perpetuar las capacidades. (S&C Electric Company, 2009)



Fig. 4.5 Fusible de potencia Tipo SML-20. (S&C Electric Company, 2009)

Los Fusibles de Potencia Tipo SML-20 cuentan con la Unidad Fusible Tipo SMU-20 de S&C, cuyo diseño es de uso universal, tanto para sistemas de distribución subterránea como para sistemas de distribución aérea.

4.2.18.5 Unidad Fusible SMU-20.

Consiste de un elemento fusible, una varilla de arqueo y un agente de material sólido para la extinción de arcos contenido en un tubo de fibra de vidrio con resina epóxica. Un extremo del elemento fusible va conectado, a través de un puente de transferencia de corriente, a la férula de escape. El otro extremo está conectado a la varilla de arqueo, la que se extiende hacia arriba a través del barreno escalonado de la unidad fusible. Un resorte impulsor dentro de la unidad fusible proporciona la energía almacenada para impulsar hacia arriba la varilla de arqueo, a través del agente para extinción

de arcos, durante la interrupción de la corriente de falla. El perno activador ubicado en la parte superior de la varilla de arqueo impulsada por un resorte, inicia la acción de expulsión penetrando el sello superior de la unidad-fusible y disparando el seguro de las partes vivas superiores.

Este tipo de unidades están diseñados para uso universal, como en aplicaciones subterráneas, en equipos del tipo PMH, tableros de distribución con gabinetes metálicos. (S&C Electric Company, 2009)

4.3 Segunda Celda de Media Tensión.

4.3.1 Cuarto de Transformadores del Edificio Principal.

En la segunda celda se encontró que alimenta a un banco trifásico compuesto por tres transformadores monofásicos de 167 KVA cada uno, dando un total de capacidad instalada de 501 KVA en esta celda.

El banco de transformadores suministra energía al Edificio Principal de la U.C.S.G.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Edif. Principal	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	167 KVA c/u	3 C.F. 100 A	13.8 KV – 240/120V	Y (tierra) - Y (tierra)
	Exterior/ Bco. Bolivariano	Seccionador Pad mounted	---	Seccionador cuchilla/ fusible	13.8 KV	---

Tabla 4.18 Datos Transformadores Edificio Principal.

4.4 Tercera Celda de Media Tensión.

En la tercera celda existe una capacidad instalada de 1875 KVA y se encontraron los siguientes cuartos de transformadores:

4.4.1 Cuarto de Transformadores de la Biblioteca General.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Biblioteca General	Cuarto de trafos	Trafo trifásico	225 KVA	3C.F. 15 A	13.8 KV– 240/120V	3φ

Tabla 4.19 Datos Transformadores Biblioteca General.

4.4.2 Cuarto de Transformadores del CEYS y Salas de Cómputo.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
CEYS - Salas de computo	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	50 KVA c/u	3C.F. 10 A	13.8 KV– 240/120 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)

Tabla 4.20 Datos Transformadores CEYS y Salas de Computo.

4.4.3 Cuarto de Transformadores del Centro de Cómputo.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Centro de computo	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	50 KVA c/u	3C.F. 5 A	13.8 KV– 240/120 V	Y (Tierra) – Y (Tierra)

Tabla 4.21 Datos Transformadores Centro de Computo.

4.4.4 Cuarto de Transformadores de la Fac. de Especialidades Empresariales.

En este cuarto está ubicado el transformador de 750 KVA, perteneciente a la clase 2 y es el de mayor capacidad de toda la universidad.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Facultad Esp. Empresariales	Cuarto de trafos	Trifásico	750 KVA	3C.F. 50 A	13.8 KV – 240/120 V	3 ϕ

Tabla 4.22 Datos Transformador Facultad Especialidades Empresariales.

4.4.5 Cuarto de Transformadores de la Fac. de Educación Técnica para el Desarrollo.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Facultad Técnica	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	100 KVA c/u	3C.F. 60 A	13.8 KV – 240/120 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)

Tabla 4.23 Datos Transformadores Facultad de Educación Técnica.

4.4.6 Cuarto de Transformadores del Canal de Televisión de la U.C.S.G.

Lugar	Ubicación	Tipo de equipo	Capacidad	Protección	Voltajes	Conexión
Canal U.C.S.G.	Cuarto de trafos	3 trafos tipo botella	100 KVA c/u	3C.F. 60 A	13.8 KV – 240/120 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)

Tabla 4.24 Datos Transformadores Canal U.C.S.G.

4.5 Estudio de Flujo de carga del sistema eléctrico de la U.C.S.G.

Antes de proceder a realizar la simulación de cortocircuito se realizó el estudio de flujo carga para analizar las condiciones en las que el sistema de media tensión de la U.C.S.G. está operando en la actualidad, con esto obtendremos las magnitudes de tensiones y corriente en las barras, potencias, niveles de cargas en los conductores y transformadores. Todos estos datos se encuentran en los anexos.

Con respecto a los resultados que se obtuvo de la simulación del flujo de carga se llegó a las siguientes conclusiones:

- Para efecto del flujo de carga se ha considerado como carga máxima el valor de 2500 KVA de acuerdo al consumo reflejado en una de las planillas de luz de la U.C.S.G.
- Para la simulación de flujo de carga se ha considerado un porcentaje del 40% de la capacidad de los transformadores, excepto los transformadores de la Clínica Odontológica, los dos transformadores ubicados en el poste a la entrada del Anfiteatro – Morfología, y el banco de transformadores de la Facultad de Medicina Edificio Antigo de los cuales se han confirmado sobrecargas según medición en campo.
- Los valores de caída de tensión se encuentran entre el 2%, con excepción a los transformadores sobrecargados, todos los datos están en el anexo “Reporte de caídas de tensión”.
- Todos los alimentadores (conductores) se encuentran por debajo del 66% de su capacidad de soporte de amperios, en el anexo denominado “Flujo de corriente en ramales” se detallan los porcentajes de capacidad de cada alimentador y fusible.

CAPITULO V

5. Análisis de resultados obtenidos.

5.1 Corrientes de cortocircuito encontradas.

En el programa una vez construido el diagrama unifilar, se realizó la simulación de cortocircuito, teniendo como referencia los datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil (EEPG), tanto con máxima generación y mínima generación que constan en los anexos. Se simularon los siguientes tipos de fallas para los datos actuales de equipos y elementos de protección en el sistema de M/T.:

- Falla Trifásica.
- Falla Línea – Línea.
- Falla Línea – Tierra.
- Falla Doble Línea – Tierra.

Todos los casos de fallas se los simuló para los tiempos 0.5 ciclos, 5 ciclos y estado estable.

A continuación se presenta los valores de las corrientes de cortocircuito que arrojó el programa en cada uno de los casos citados en el mismo orden.

5.1.1 Reporte de Cortocircuito (Trifásico)

Nombre de Barra	Prefalla	Volt.		---1/2-Ciclo---		---5-Ciclos---		---Estado-Estable---					
		X/R	Sim	DC	Iasym	X/R	Sim	DC	Iasym				
BARRA_B-BOLIVARIANO	13800	9.966	4990	5149	7170	9.966	4990	302	4999	9.966	4990	0	4990
BARRA_FILOSOFIA-ECONOMIA	13800	5.858	4823	3989	6259	5.858	4823	32	4823	5.858	4823	0	4823
BARRA_ING (PARQUEO-AULA)	13800	7.509	4914	4574	6713	7.509	4914	106	4915	7.509	4914	0	4914
BARRA_ING_AULA-MAGNA	13800	7.506	4912	4570	6709	7.506	4912	106	4913	7.506	4912	0	4912
BARRA_ING-ARQ	13800	6.459	4862	4228	6443	6.459	4862	53	4862	6.459	4862	0	4862
BARRA_PARQUEOS	13800	8.489	4950	4835	6920	8.489	4950	173	4953	8.489	4950	0	4950
BARRA_PASTORAL	13800	7.144	4896	4460	6623	7.144	4896	85	4896	7.144	4896	0	4896
BARRA_POSTE-ECONOMIA	13800	5.548	4795	3849	6149	5.548	4795	24	4795	5.548	4795	0	4795
BARRA_PR_RAMAL_1	13800	10.88	5003	5301	7289	10.88	5003	395	5019	10.88	5003	0	5003
BARRA_PR_RAMAL_2	13800	15.70	5068	5868	7754	15.70	5068	970	5160	15.70	5068	0	5068
BARRA_RAMALES_MT	13800	15.71	5071	5872	7758	15.71	5071	971	5163	15.71	5071	0	5071
BARRA_SERV_GENERALES	13800	5.479	4787	3815	6121	5.479	4787	22	4787	5.479	4787	0	4787
BARRA_SUB_RAMAL_1_B	13800	9.076	4960	4962	7016	9.076	4960	220	4965	9.076	4960	0	4960
BARRA_SUB_RAMAL_1-A	13800	10.29	4988	5199	7205	10.29	4988	333	4999	10.29	4988	0	4988
Carga (Morfologia)	220	1.111	2917	244	2927	1.111	2917	0	2917	1.111	2917	0	2917
Carga_Arquitectura	220	3.594	17818	10513	20688	3.594	17818	4	17818	3.594	17818	0	17818
Carga_Aula Magna	220	3.302	9127	4985	10400	3.302	9127	1	9127	3.302	9127	0	9127
Carga_Biblioteca	220	5.154	11370	8741	14341	5.154	11370	36	11370	5.154	11370	0	11370
Carga_Canal_UCSG	220	3.613	17833	10571	20731	3.613	17833	4	17833	3.613	17833	0	17833
Carga_Cancha_Futbol	220	7.091	2266	2058	3061	7.091	2266	38	2267	7.091	2266	0	2266
Carga_Centro_Computo	220	3.318	9136	5013	10420	3.318	9136	1	9136	3.318	9136	0	9136
Carga_Clinica_Odontologi	220	3.265	3103	1676	3527	3.265	3103	0	3103	3.265	3103	0	3103
Carga_Coliseo	220	7.076	2266	2056	3059	7.076	2266	38	2266	7.076	2266	0	2266
Carga_Economia	220	3.916	28667	18174	33943	3.916	28667	13	28667	3.916	28667	0	28667
Carga_Edif_Principal	220	4.133	28903	19115	34653	4.133	28903	20	28903	4.133	28903	0	28903
Carga_Empresariales	220	6.911	30747	27599	41317	6.911	30747	461	30750	6.911	30747	0	30747
Carga_Filosofia	220	7.055	8866	8032	11963	7.055	8866	146	8867	7.055	8866	0	8866
Carga_Idiomas	220	3.657	17871	10705	20832	3.657	17871	5	17871	3.657	17871	0	17871
Carga_Ingenieria	220	3.612	17833	10569	20730	3.612	17833	4	17833	3.612	17833	0	17833
Carga_Jurisprudencia	220	4.022	23498	15215	27994	4.022	23498	13	23498	4.022	23498	0	23498
Carga_Lab-Medicina	220	3.920	28672	18193	33957	3.920	28672	13	28672	3.920	28672	0	28672
Carga_Medicina	220	3.289	9118	4961	10380	3.289	9118	1	9118	3.289	9118	0	9118
Carga_Nueva_Aso_Profesor	220	1.118	4360	371	4376	1.118	4360	0	4360	1.118	4360	0	4360
Carga_PM_Pastoral	220	7.113	4500	4092	6083	7.113	4500	77	4501	7.113	4500	0	4500
Carga_Poste_Economia	220	7.097	2266	2059	3062	7.097	2266	38	2267	7.097	2266	0	2266
Carga_Proveeduria	220	7.095	1137	1033	1536	7.095	1137	19	1138	7.095	1137	0	1137
Carga_Salas_Computo	220	3.320	9137	5016	10423	3.320	9137	1	9137	3.320	9137	0	9137
Carga_Tecnica	220	3.637	17853	10643	20785	3.637	17853	4	17853	3.637	17853	0	17853
EEPG	13800	20.00	5104	6169	8007	20.00	5104	1501	5320	20.00	5104	0	5104

5.1.2 Reporte de Cortocircuito (Línea - Línea)

Bus (A) - **Falla Línea-Línea** - Método ANSI/IEEE en los tiempos indicados.

Nombre de Barra	1/2-Ciclo		5-Ciclos		Estado-Estable	
	X/R	Iasym	Sim	DC	Sim	DC
Prefalla	X/R	Iasym	X/R	DC	X/R	Iasym
BARRA B-BOLIVARIANO	13800 9.966	6229 4473	4335 262	4335 4343	9.966 4335	0 4335
BARRA FILOSOFIA-ECONOMIA	13800 5.858	5437 3465	4189 28	4189 4189	5.858 4189	0 4189
BARRA ING(PARQUEO-AULA)	13800 7.509	5832 3973	4269 92	4270 4269	7.509 4269	0 4269
BARRA ING_AULA-MAGNA	13800 7.506	5829 3971	4267 92	4268 4267	7.506 4267	0 4267
BARRA ING-ARQ	13800 6.459	5597 3673	4224 46	4224 4224	6.459 4224	0 4224
BARRA PARQUEOS	13800 8.489	6012 4201	4301 150	4303 4301	8.489 4301	0 4301
BARRA PASTORAL	13800 7.144	5753 3875	4253 74	4254 4253	7.144 4253	0 4253
BARRA POSTE-ECONOMIA	13800 5.548	5341 3344	4165 20	4165 4165	5.548 4165	0 4165
BARRA PR_RAMAL_1	13800 10.88	6333 4606	4347 343	4360 4347	10.88 4347	0 4347
BARRA PR_RAMAL_2	13800 15.70	6737 5098	4404 842	4483 4404	15.70 4404	0 4404
BARRA RAMALES_MT	13800 15.71	6741 5102	4406 844	4486 4406	15.71 4406	0 4406
BARRA SERV GENERALES	13800 5.479	5317 3314	4158 19	4158 4158	5.479 4158	0 4158
BARRA SUB_RAMAL_1_B	13800 9.076	6096 4311	4309 191	4314 4309	9.076 4309	0 4309
BARRA SUB_RAMAL_1-A	13800 10.29	6260 4517	4334 290	4343 4334	10.29 4334	0 4334
Carga (Morfologia)	220 1.111	2535 211	2526 0	2526 1.111	1.111 2526	0 2526
Carga Arquitectura	220 3.594	17920 9106	15433 3	15433 3	3.594 15433	0 15433
Carga Aula Magna	220 3.302	9007 4317	7905 1	7905 3.302	3.302 7905	0 7905
Carga Biblioteca	220 5.154	12421 7570	9848 31	9848 5.154	5.154 9848	0 9848
Carga Canal UCSG	220 3.613	17956 9157	15446 4	15446 3.613	3.613 15446	0 15446
Carga Cancha_Futbol	220 7.091	2651 1782	1963 33	1963 7.091	7.091 1963	0 1963
Carga Centro Computo	220 3.318	9025 4341	7912 1	7912 3.318	3.318 7912	0 7912
Carga Clinica_Odontologi	220 3.265	3054 1452	2687 0	2687 3.265	3.265 2687	0 2687
Carga Coliseo	220 7.076	2650 1780	1962 33	1963 7.076	7.076 1962	0 1962
Carga Economia	220 3.916	29404 15744	24834 12	24834 3.916	3.916 24834	0 24834
Carga Edif_Principal	220 4.133	30019 16559	25038 18	25038 4.133	4.133 25038	0 25038
Carga Empresariales	220 6.911	35792 23909	26636 400	26636 6.911	6.911 26636	0 26636
Carga Filosofia	220 7.055	10361 6957	7679 126	7680 7.055	7.055 7679	0 7679
Carga Idiomas	220 3.657	18045 9273	15480 4	15480 3.657	3.657 15480	0 15480
Carga Ingenieria	220 3.612	17956 9155	15447 4	15447 3.612	3.612 15447	0 15447
Carga Jurisprudencia	220 4.022	24249 13180	20354 12	20354 4.022	4.022 20354	0 20354
Carga Lab-Medicina	220 3.920	29416 15760	24838 12	24838 3.920	3.920 24838	0 24838
Carga Medicina	220 3.289	8990 4297	7897 1	7897 3.289	3.289 7897	0 7897
Carga Nueva_Aso_Profesor	220 1.118	3790 321	3776 0	3776 1.118	1.118 3776	0 3776
Carga PM_Pastoral	220 7.113	5268 3544	3898 67	3898 7.113	7.113 3898	0 3898
Carga Poste_Economia	220 7.097	2652 1783	1963 33	1963 7.097	7.097 1963	0 1963
Carga Proveeduria	220 7.095	1331 895	985 17	985 7.095	7.095 985	0 985
Carga Salas_Computo	220 3.320	9027 4344	7913 1	7913 3.320	3.320 7913	0 7913
Carga Tecnica	220 3.637	18003 9219	15464 4	15464 3.637	3.637 15464	0 15464
EEPG	13800 20.00	6957 5360	4435 1304	4435 20.00	20.00 4435	0 4435

5.1.3 Reporte de Cortocircuito (Línea - Tierra)

Bus (A) - Falla Línea-Tierra - Método ANSI/IEEE en los tiempos indicados.		Volt.		---1/2-Ciclo---		---5-Ciclos---		---Estado-Estable---					
Nombre de Barra	Prefalla	X/R	Sim	DC	Iasym	X/R	Sim	DC	Iasym	X/R	Sim	DC	Iasym
BARRA B-BOLIVARIANO	13800	9.966	3129	3228	4496	9.966	3129	189	3134	9.966	3129	0	3129
BARRA_FILOSOFIA-ECONOMIA	13800	5.858	3057	2529	3967	5.858	3057	20	3057	5.858	3057	0	3057
BARRA_ING(PARQUEO-AULA)	13800	7.509	3096	2882	4230	7.509	3096	67	3097	7.509	3096	0	3096
BARRA_ING_AULA-MAGNA	13800	7.506	3095	2880	4228	7.506	3095	67	3096	7.506	3095	0	3095
BARRA_ING-ARQ	13800	6.459	3074	2673	4073	6.459	3074	34	3074	6.459	3074	0	3074
BARRA_PARQUEOS	13800	8.489	3112	3039	4350	8.489	3112	109	3114	8.489	3112	0	3112
BARRA_PASTORAL	13800	7.144	3088	2814	4178	7.144	3088	54	3089	7.144	3088	0	3088
BARRA_POSTE-ECONOMIA	13800	5.548	3043	2443	3902	5.548	3043	15	3043	5.548	3043	0	3043
BARRA_PR_RAMAL_1	13800	10.88	3125	3311	4553	10.88	3125	246	3134	10.88	3125	0	3125
BARRA_PR_RAMAL_2	13800	15.70	3163	3662	4839	15.70	3163	605	3220	15.70	3163	0	3163
BARRA_RAMALES_MT	13800	15.71	3164	3663	4841	15.71	3164	606	3221	15.71	3164	0	3164
BARRA_SERV_GENERALES	13800	5.479	3039	2422	3886	5.479	3039	14	3039	5.479	3039	0	3039
BARRA_SUB_RAMAL_1_B	13800	9.076	3099	3100	4384	9.076	3099	138	3102	9.076	3099	0	3099
BARRA_SUB_RAMAL_1-A	13800	10.29	3116	3248	4501	10.29	3116	208	3123	10.29	3116	0	3116
Carga (Morfología)	220	1.111	2926	245	2936	1.111	2926	0	2926	1.111	2926	0	2926
Carga_Arquitectura	220	3.594	18176	10724	21104	3.594	18176	4	18176	3.594	18176	0	18176
Carga_Aula Magna	220	3.302	9219	5035	10504	3.302	9219	1	9219	3.302	9219	0	9219
Carga_Biblioteca	220	5.154	11510	8848	14518	5.154	11510	37	11510	5.154	11510	0	11510
Carga_Canal_UCSG	220	3.613	18186	10781	21141	3.613	18186	4	18186	3.613	18186	0	18186
Carga_Cancha_Futbol	220	7.091	2272	2063	3069	7.091	2272	38	2272	7.091	2272	0	2272
Carga_Centro Computo	220	3.318	9225	5062	10522	3.318	9225	1	9225	3.318	9225	0	9225
Carga_Clinica_Odontologi	220	3.265	3114	1682	3539	3.265	3114	0	3114	3.265	3114	0	3114
Carga_Coliseo	220	7.076	2272	2061	3067	7.076	2272	38	2272	7.076	2272	0	2272
Carga_Economia	220	3.916	29632	18785	35084	3.916	29632	14	29632	3.916	29632	0	29632
Carga_Edif_Principal	220	4.133	29800	19708	35728	4.133	29800	21	29800	4.133	29800	0	29800
Carga_Empresariales	220	6.911	31816	28559	42753	6.911	31816	477	31819	6.911	31816	0	31816
Carga_Filosofia	220	7.055	8954	8112	12082	7.055	8954	147	8955	7.055	8954	0	8954
Carga_Idiomas	220	3.657	18213	10910	21230	3.657	18213	5	18213	3.657	18213	0	18213
Carga_Ingenieria	220	3.612	18186	10778	21140	3.612	18186	4	18186	3.612	18186	0	18186
Carga_Jurisprudencia	220	4.022	24103	15607	28715	4.022	24103	14	24103	4.022	24103	0	24103
Carga_Lab-Medicina	220	3.920	29635	18804	35098	3.920	29635	14	29635	3.920	29635	0	29635
Carga_Medicina	220	3.289	9213	5012	10488	3.289	9213	1	9213	3.289	9213	0	9213
Carga_Nueva_Aso_Profesor	220	1.118	4378	372	4394	1.118	4378	0	4378	1.118	4378	0	4378
Carga_PM_Pastoral	220	7.113	4523	4112	6113	7.113	4523	77	4523	7.113	4523	0	4523
Carga_Poste_Economia	220	7.097	2272	2064	3070	7.097	2272	38	2272	7.097	2272	0	2272
Carga_Proveeduría	220	7.095	1139	1034	1538	7.095	1139	19	1139	7.095	1139	0	1139
Carga_Salas_Computo	220	3.320	9225	5065	10524	3.320	9225	1	9225	3.320	9225	0	9225
Carga_Tecnica	220	3.637	18200	10850	21189	3.637	18200	5	18200	3.637	18200	0	18200
EEFG	13800	20.00	3180	3843	4988	20.00	3180	935	3314	20.00	3180	0	3180

5.1.4 Reporte de Cortocircuito (Dos líneas a tierra)

Bus (A) - Falla 2 Líneas a Tierra - Método ANSI/IEEE en los tiempos indicados.

Nombre de Barra	Prefalla	1/2-Ciclo		5-Ciclos		Estado-Estable						
		X/R	Sim	X/R	Sim	Sim	DC	Iasym	DC	Iasym		
BARRA B-BOLIVARIANO	13800	9.966	4503	6471	4503	272	4512	9.966	4503	0	4503	
BARRA FILOSOFIA-ECONOMIA	13800	5.858	4389	5696	4389	29	4389	5.858	4389	0	4389	
BARRA ING (PARQUEO-AULA)	13800	7.509	4453	6083	4453	96	4454	7.509	4453	0	4453	
BARRA_ING_AULA-MAGNA	13800	7.506	4450	6079	4450	96	4451	7.506	4450	0	4450	
BARRA_ING-ARQ	13800	6.459	4416	5853	4416	48	4417	6.459	4416	0	4416	
BARRA PARQUEOS	13800	8.489	4477	6258	4477	156	4480	8.489	4477	0	4477	
BARRA_PASTORAL	13800	7.144	4439	6005	4439	77	4440	7.144	4439	0	4439	
BARRA_POSTE-ECONOMIA	13800	5.548	4368	5601	4368	21	4368	5.548	4368	0	4368	
BARRA_PR_RAMAL_1	13800	10.88	4508	6568	4508	355	4522	10.88	4508	0	4508	
BARRA_PR_RAMAL_2	13800	15.70	4554	6967	4554	871	4637	15.70	4554	0	4554	
BARRA_RAMALES_MT	13800	15.71	4556	6971	4556	873	4639	15.71	4556	0	4556	
BARRA_SERV_GENERALES	13800	5.479	4361	5577	4361	20	4361	5.479	4361	0	4361	
BARRA_SUB_RAMAL_1_B	13800	9.076	4478	6334	4478	199	4482	9.076	4478	0	4478	
BARRA_SUB_RAMAL_1-A	13800	10.29	4497	6496	4497	301	4507	10.29	4497	0	4497	
Carga (Morfologia)	220	1.111	2926	2936	1.111	2926	0	2926	1.111	2926	0	2926
Carga_Arquitectura	220	3.594	18035	20940	3.594	18035	4	18035	3.594	18035	0	18035
Carga_Aula MAGNA	220	3.302	9185	10466	3.302	9185	1	9185	3.302	9185	0	9185
Carga_Biblioteca	220	5.154	11452	14446	5.154	11452	36	11453	5.154	11452	0	11452
Carga_Canal_UCSG	220	3.613	18055	20989	3.613	18055	4	18055	3.613	18055	0	18055
Carga_Cancha Futbol	220	7.091	2269	3065	7.091	2269	38	2270	7.091	2269	0	2269
Carga_Centro Computo	220	3.318	9196	10489	3.318	9196	1	9196	3.318	9196	0	9196
Carga_Clinica Odontologi	220	3.265	3109	3534	3.265	3109	0	3109	3.265	3109	0	3109
Carga_Coliseo	220	7.076	2269	3064	7.076	2269	38	2270	7.076	2269	0	2269
Carga_Economia	220	3.916	29213	34589	3.916	29213	14	29213	3.916	29213	0	29213
Carga_Edif_Principal	220	4.133	29518	35390	4.133	29518	21	29518	4.133	29518	0	29518
Carga_Empresariales	220	6.911	31322	42089	6.911	31322	470	31325	6.911	31322	0	31322
Carga_Filosofia	220	7.055	8913	12028	7.055	8913	147	8915	7.055	8913	0	8913
Carga_Idiomas	220	3.657	18103	21102	3.657	18103	5	18103	3.657	18103	0	18103
Carga_Ingenieria	220	3.612	18054	20987	3.612	18054	4	18054	3.612	18054	0	18054
Carga_Jurisprudencia	220	4.022	23886	28457	4.022	23886	14	23886	4.022	23886	0	23886
Carga_Lab-Medicina	220	3.920	29220	34606	3.920	29220	14	29220	3.920	29220	0	29220
Carga_Medicina	220	3.289	9174	10444	3.289	9174	1	9174	3.289	9174	0	9174
Carga_Nueva_Aso_Profesor	220	1.118	4379	4395	1.118	4379	0	4379	1.118	4379	0	4379
Carga_PM Pastoral	220	7.113	4512	6098	7.113	4512	77	4512	7.113	4512	0	4512
Carga_Poste_Economia	220	7.097	2269	3066	7.097	2269	38	2270	7.097	2269	0	2269
Carga_Proveeduría	220	7.095	1138	1538	7.095	1138	19	1138	7.095	1138	0	1138
Carga_Salas_Computo	220	3.320	9197	10492	3.320	9197	1	9197	3.320	9197	0	9197
Carga_Tecnica	220	3.637	18080	21049	3.637	18080	5	18080	3.637	18080	0	18080
EEPG	13800	20.00	4579	7183	20.00	4579	1346	4773	20.00	4579	0	4579

Revisando los datos dados por el programa se observa que para los cuatro tipos de fallas que se simularon, la de mayor incidencia ocurre en las barras de distribución principal, o sea las que están ubicadas en las celdas de media tensión para el tipo de falla trifásico con una corriente de cortocircuito de: 5071 Amperios.

Para la falla de línea a línea, la corriente de cortocircuito más alta es de 4406 amperios. Para la falla de línea a tierra se encontró que la corriente de cortocircuito más elevada fue de: 3163 Amperios.

Finalmente para el tipo de falla de dos líneas a tierra, la corriente de cortocircuito más elevada es de 4556 amperios.

En las columnas que componen los reportes de cortocircuito para cada tipo de falla se aprecian los siguientes datos como; la identificación de las barras analizadas, el voltaje de pre-falla en barra, la relación reactancia/resistencia, la corriente de falla simétrica, la corriente de falla continua y la corriente de falla asimétrica. Por lo que comprobamos que las fallas están en los parámetros que la EEPG proporcionó para la simulación de este estudio de cortocircuito y proceder a la coordinación de las protecciones en el sistema de M/T. de la U.C.S.G.

5.2 Diagramas y análisis de curvas de fusibles de protección de los transformadores.

En las gráficas que se presentan a continuación, se muestran las curvas de coordinación de los fusibles como protección en media tensión y a los transformadores del sistema. Así también se observa que brindan protección a los alimentadores principales.

Se muestran todos los caminos de estudio, junto con las curvas de coordinación respectiva a cada fusible del sistema de media tensión hasta las curvas de daño de los transformadores del sistema.

Todos los diagramas y gráficas de curvas “corriente-tiempo” de fusibles fueron diseñadas con respecto a los datos que dió el programa EDSA Paladin ® DesignBase TM una vez realizada la simulación y se muestran a continuación.

5.2.1 Cajas Fusibles de acometida principal y fusible principal en celdas de M/T (Sección 1).

El diagrama representa los fusibles de la acometida principal ubicados en el poste, con respecto a los fusibles principales de protección ubicados en la parte posterior de las celdas de media tensión.

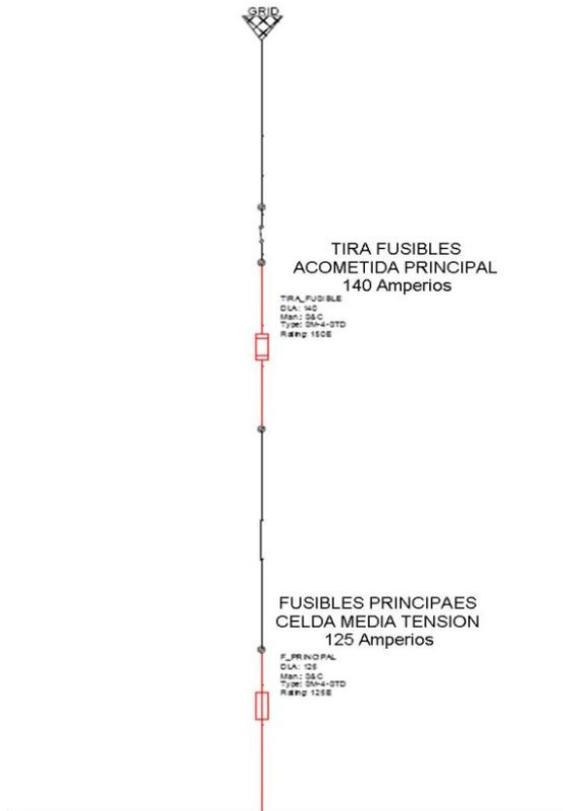


Fig. 5.1 Diagrama fusibles acometida principal y celdas M/T.

5.2.1.1 Comparación de curvas de coordinación caso actual y futuro. (Sección 1).

Se muestran las curvas de coordinación de los fusibles para los distintos caminos de estudio correspondientes a cada diagrama.

De acuerdo a la gráfica 5.2, no existe una coordinación apropiada en la selectividad, ya que las curvas muestran que los fusibles operan casi iguales en caso de presentarse un fallo en el suministro eléctrico.

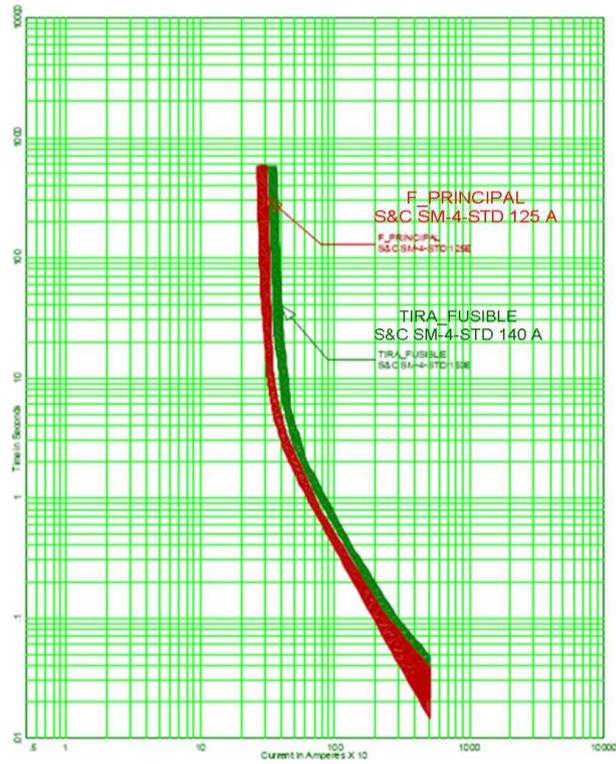


Fig. 5.2 Curva de fusibles de acometida y celda M/T. (Caso actual)

Realizando la simulación en el programa al cambiar los fusibles se observa en la gráfica 5.3 que se obtiene mayor selectividad en la coordinación.

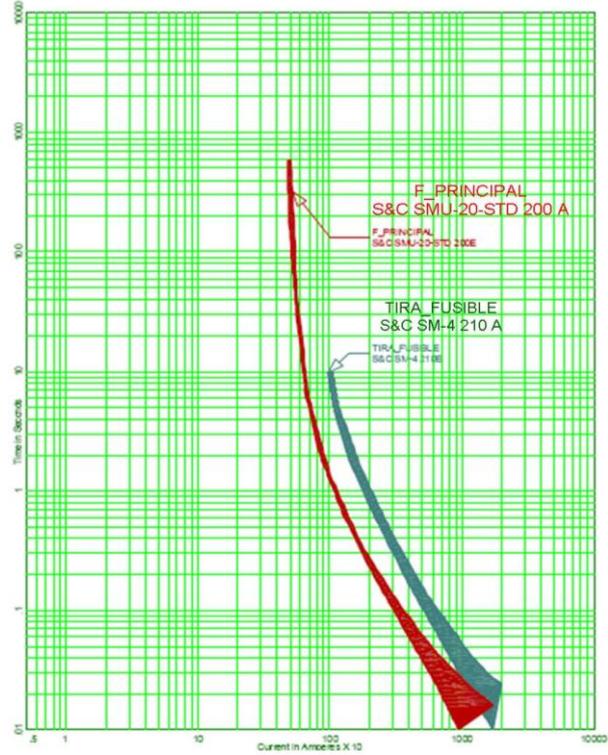


Fig. 5.3 Curva de fusibles de acometida y celda M/T. (Caso futuro)

5.2.2 Fusible principal y fusibles de las tres celdas de M/T (Sección 2).

Se muestra el diagrama de los fusibles principales de la celda M/T., con respecto a los fusibles de cada una de las tres celdas de distribución.



Fig. 5.4 Diagrama de fusibles principales y fusibles de las tres celdas M/T.

5.2.2.1 Comparación curvas de coord. caso actual y futuro (Sección 2).

Se aprecia en la gráfica 5.5 que no hay coordinación selectiva apropiada y los fusibles del segundo compartimiento de la celda están sobredimensionados.

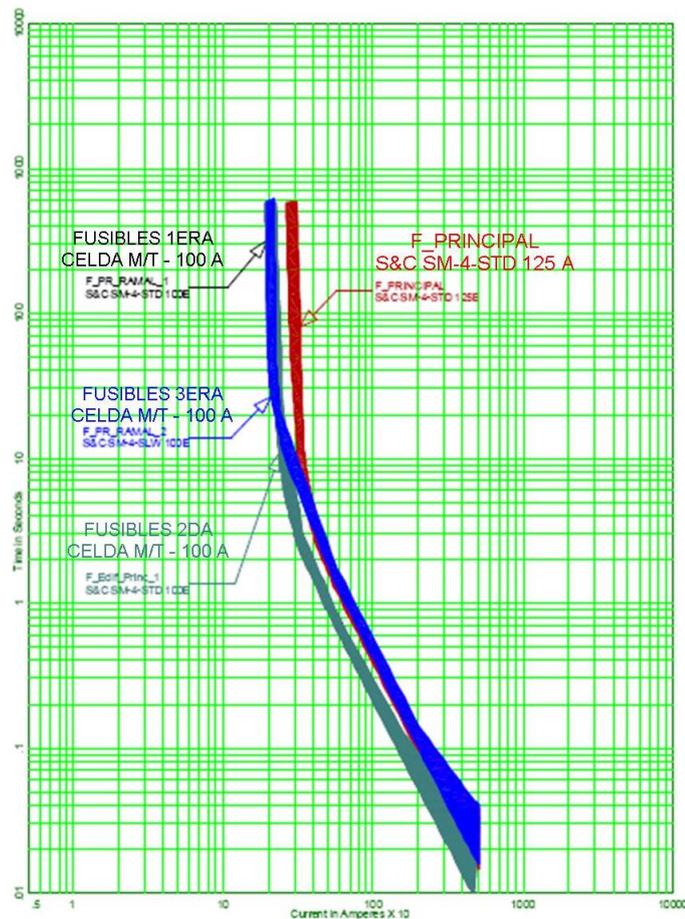


Fig. 5.5 Curva fusible principal y fusibles de las tres celdas M/T. (Caso actual)

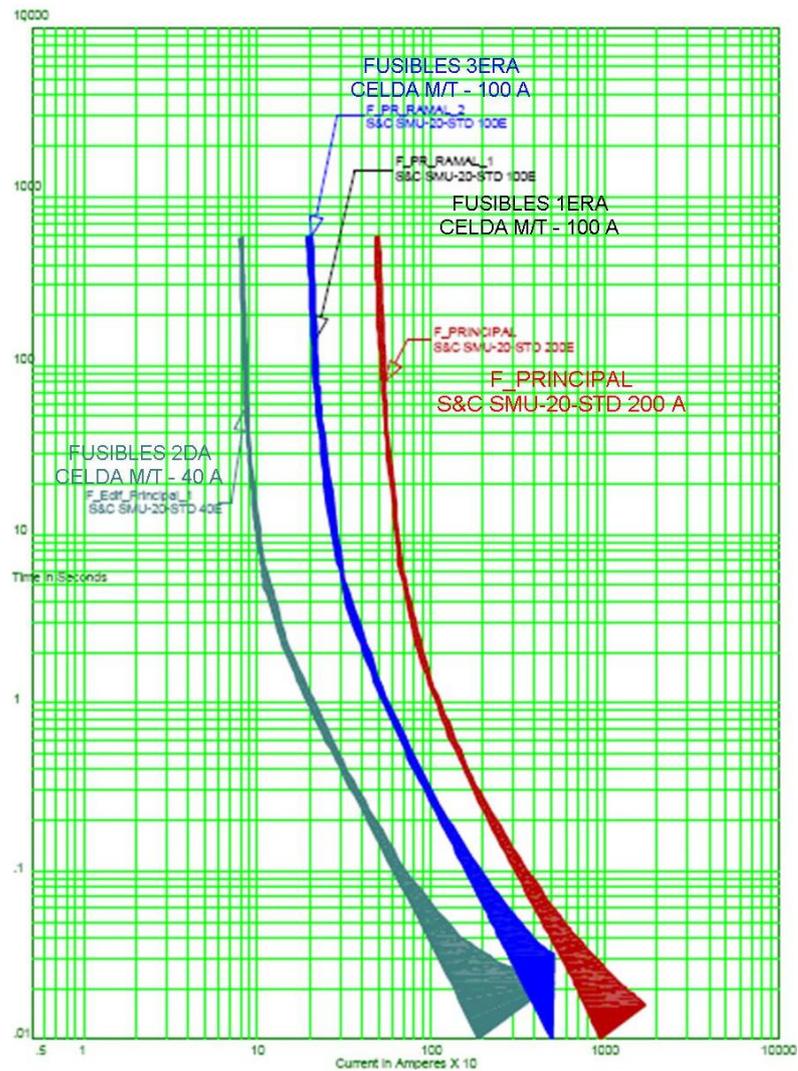


Fig. 5.6 Curva fusible principal y fusibles de las tres celdas M/T. (Caso futuro).

La gráfica 5.6 de curvas “corriente-tiempo” muestra que al cambiar los fusibles principales de la celda M/T y los fusibles de la segunda celda de M/T, estos operarían en condiciones óptimas y habría coordinación.

5.2.3 Fusibles de los Trafos del Centro de Cómputo (Sección 3).

En el diagrama se muestran los fusibles que van desde el tercer compartimiento de la celda de M/T hasta los fusibles que protegen los transformadores del Centro de cómputo. En esta sección de estudio se presentan caminos con líneas de distribución subterránea y aérea.

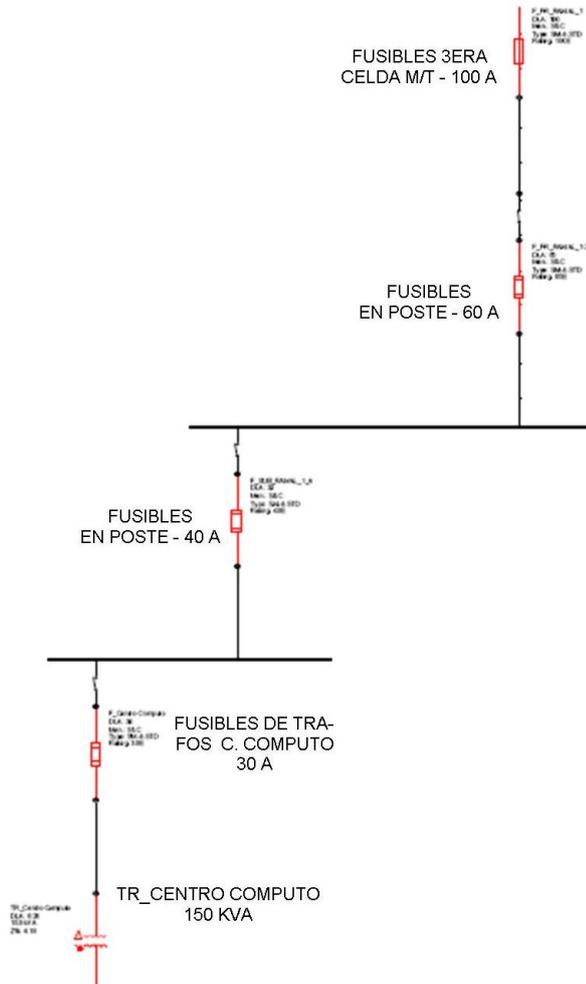


Fig. 5.7 Diagrama de fusibles de trafos del Centro de cómputo.

5.2.3.1 Comparación curvas de coordinación caso actual y futuro (Sección 3).

Con los fusibles colocados actualmente, se observa en la gráfica 5.8 que no protegen a los transformadores del Centro de Cómputo y en caso de presentarse fallas, los daños superan las capacidades térmicas y desencadenan en daños mecánicos de los transformadores.

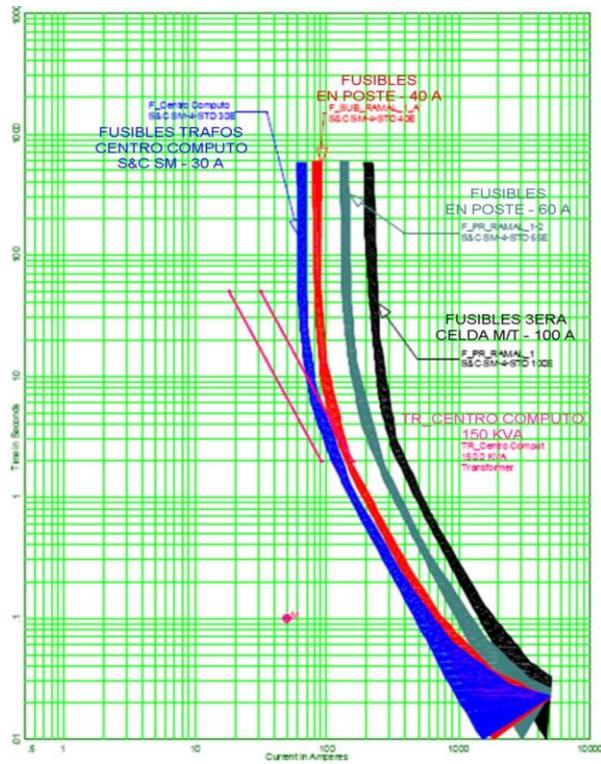


Fig. 5.8 Curva de fusibles de trafos del Centro Cómputo (Caso actual).

Cambiando los fusibles de los trafos del Centro de Cómputo, existiría protección de éstos y coordinación con respecto a los otros fusibles.

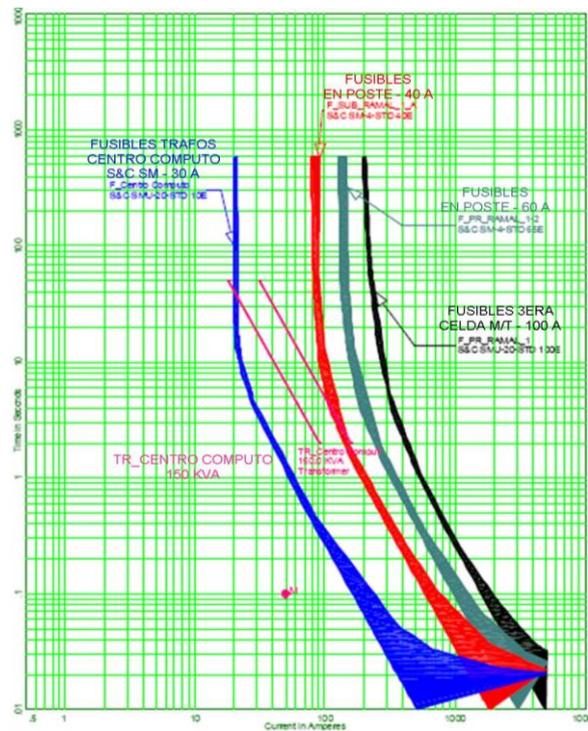


Fig. 5.9 Curva de fusibles de trafos del Centro Cómputo (Caso futuro).

5.2.4 Fusibles del Transformador de la Biblioteca (Sección 4).

En el diagrama se muestran los fusibles que van desde la tercera celda de M/T hasta los fusibles que protege el transformador de distribución trifásico de la Biblioteca.

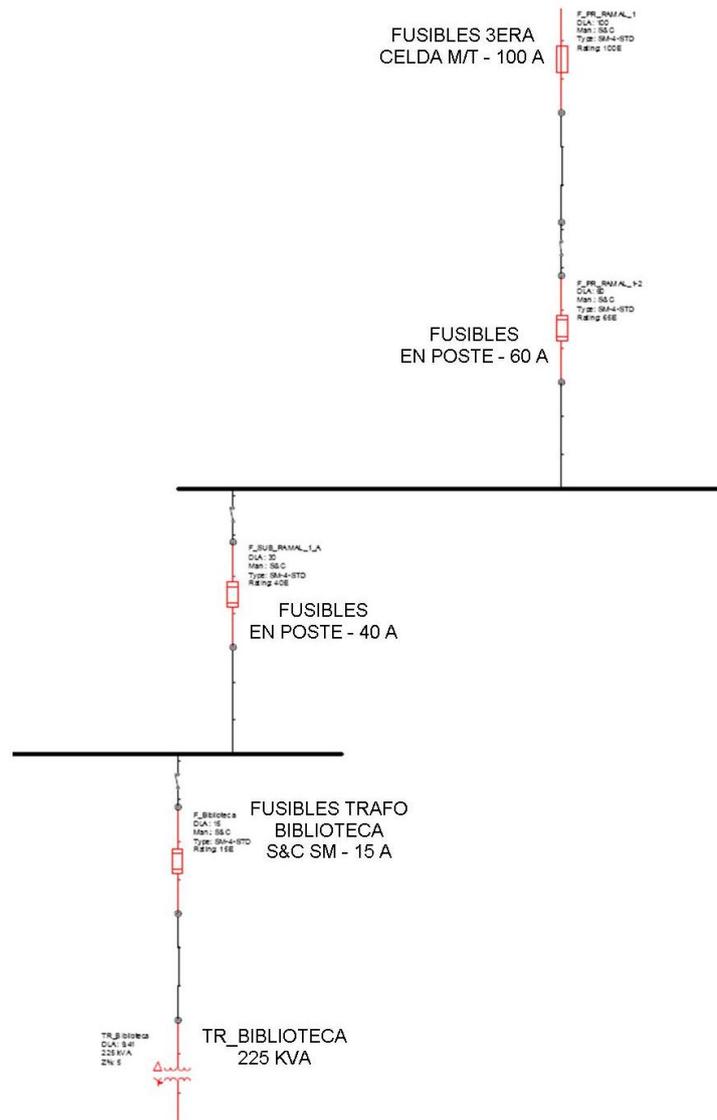


Fig. 5.10 Diagrama de fusibles del transformador de la Biblioteca.

5.2.4.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 4).

La protección instalada protege al transformador de la Biblioteca y está coordinado “aguas arriba” con los otros dispositivos de protección ubicados en las líneas de distribución de la tercera celda de M/T. Por lo tanto en esta sección, si hay coordinación y no es necesario cambiar los fusibles.

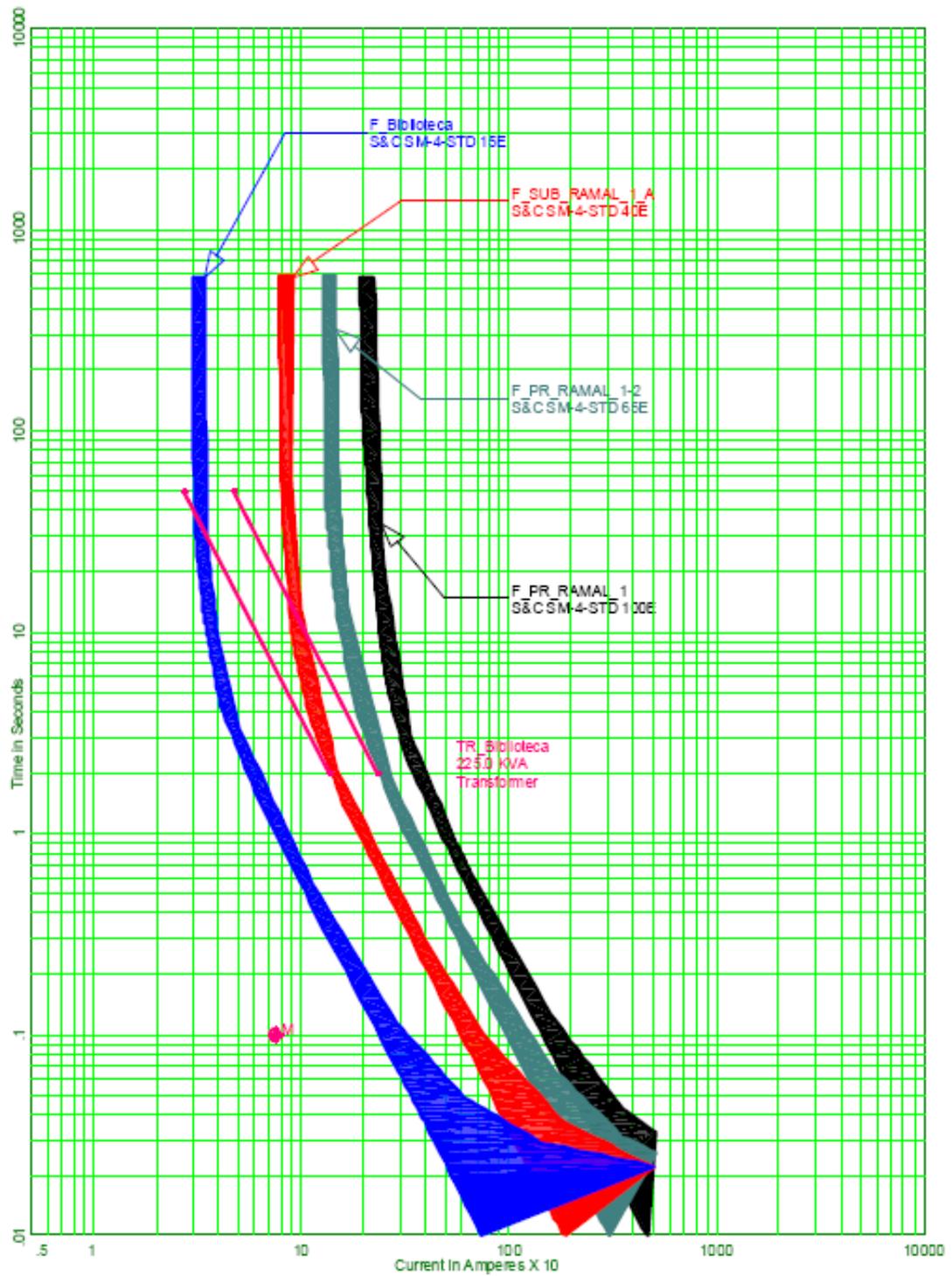


Fig. 5.11 Curva de fusibles del transformador de la Biblioteca. (Caso actual).

5.2.5 Fusibles de los trafos del CEYS – Salas de Computo (Sección 5).

Se observa en el diagrama los fusibles que corresponden a la sección desde la tercera celda de M/T hasta los fusibles de los trafos de la sala de cómputo.

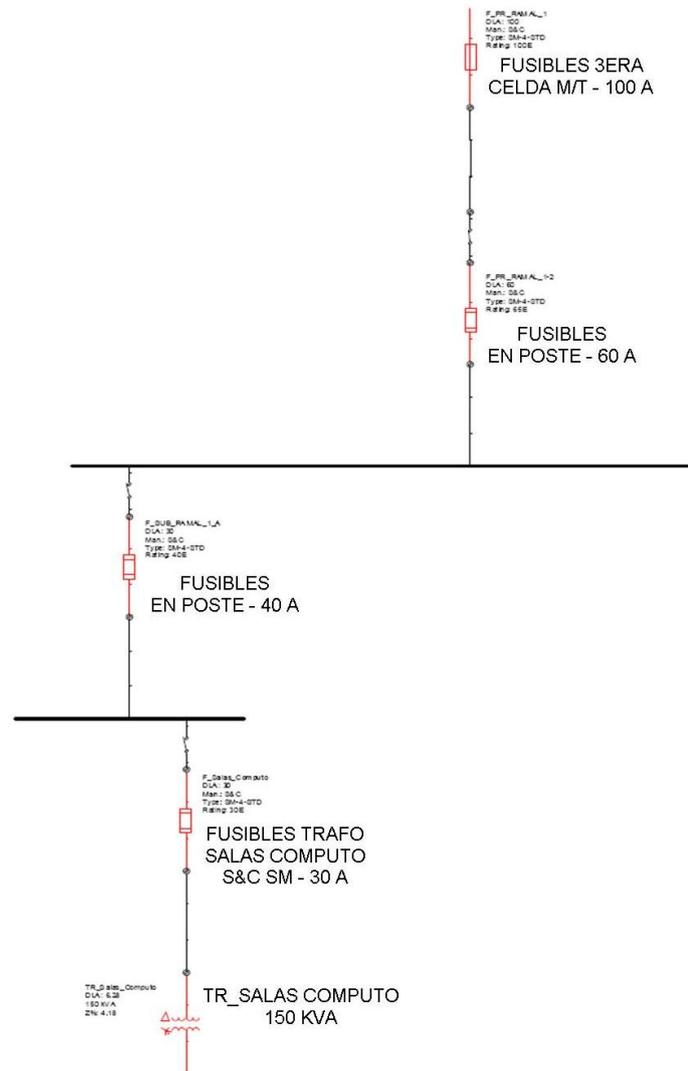


Fig. 5.12 Diagrama de fusibles de trafos del CEYS – Salas de Computo.

5.2.5.1 Comparación curvas de coordinación caso actual y futuro (Sección 5).

Como se aprecia en la figura 5.13, los fusibles actuales no protegen a los transformadores del CEYS y Salas de Cómputo y al presentarse fallas pueden haber averiar los transformadores.

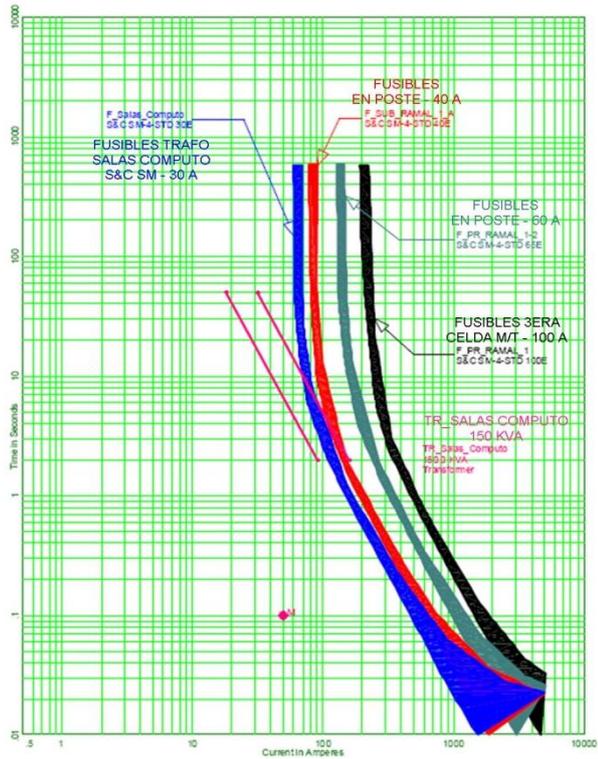


Fig. 5.13 Curva de fusibles de trafos del CEYS – Salas de Cómputo (Caso actual).

Realizando el cambio de fusibles a los trafos de la sala de cómputo, habría protección de los equipos y coordinación como se observa en la gráfica 5.14.

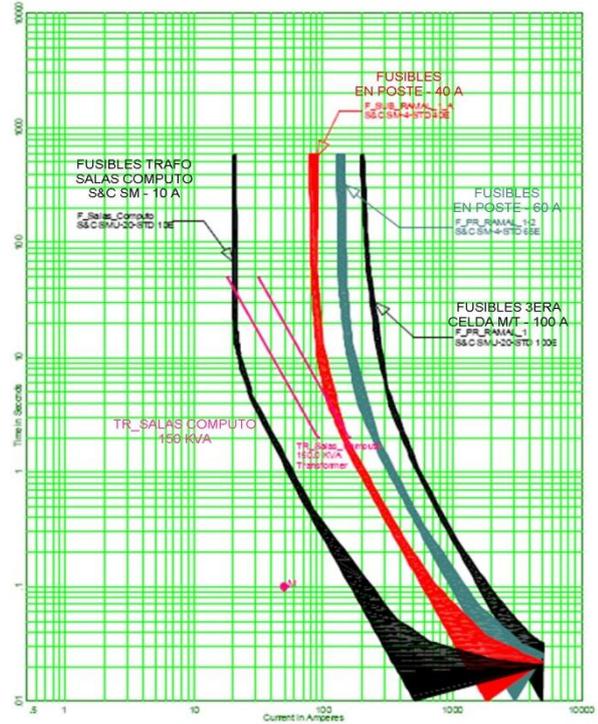


Fig. 5.14 Curva de fusibles de trafos del CEYS – Salas de Cómputo (Caso futuro).

5.2.6 Fusibles del Trafo de la Facultad de Empresariales (Sección 6).

En el diagrama se aprecia el recorrido de los fusibles que parten desde la tercera celda de M/T, cuyo primer tramo es subterráneo y el resto del recorrido de las líneas es aéreo hasta llegar a las protecciones del trafo de distribución de la Facultad de Especialidades Empresariales.

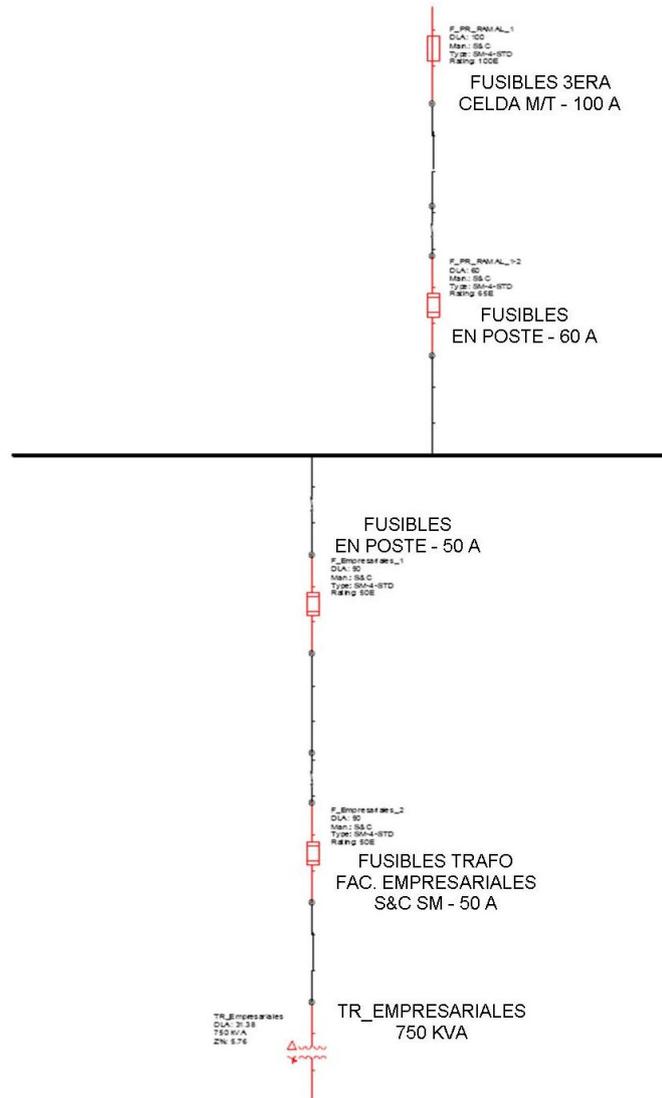


Fig. 5.15 Diagrama de fusibles del trafo Facultad Esp. Empresariales

5.2.6.1 Comparación curvas de coord. caso actual y futuro (Sección 6).

Los fusibles instalados están protegiendo al transformador y se observa en la figura 5.16 que está coordinado “aguas arriba” con los otros dispositivos de protección ubicados en las líneas de distribución de la tercera celda de M/T.

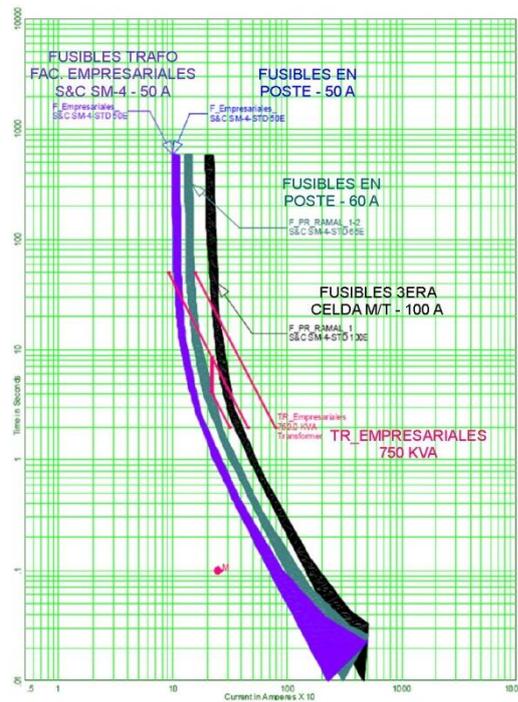


Fig. 5.16 Curva de fusibles del trafo de la Fac. de Esp. Empresariales (Caso actual).

En este caso se puede o no realizar el cambio de fusibles, porque en ambas gráficas los fusibles protegen al trafo, pero se mejora la condición de selectividad y rapidez ante la presencia de fallas, además que el transformador por ser de mayor capacidad debería tener mejor protección.

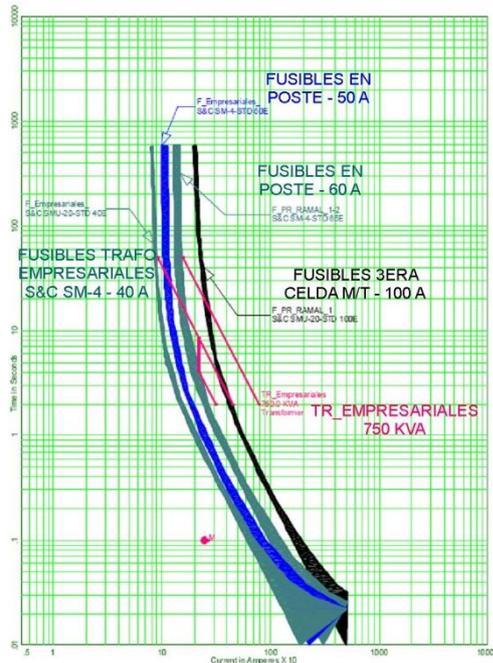


Fig. 5.17 Curva de fusibles del trafo de la Fac. de Esp. Empresariales (Caso futuro).

5.2.7 Fusibles de Trafos de Facultad de Educación Técnica (Sección 7).

Se muestra todo el recorrido de los fusibles que parten desde la tercera celda hasta las protecciones de los transformadores de la Facultad Técnica.

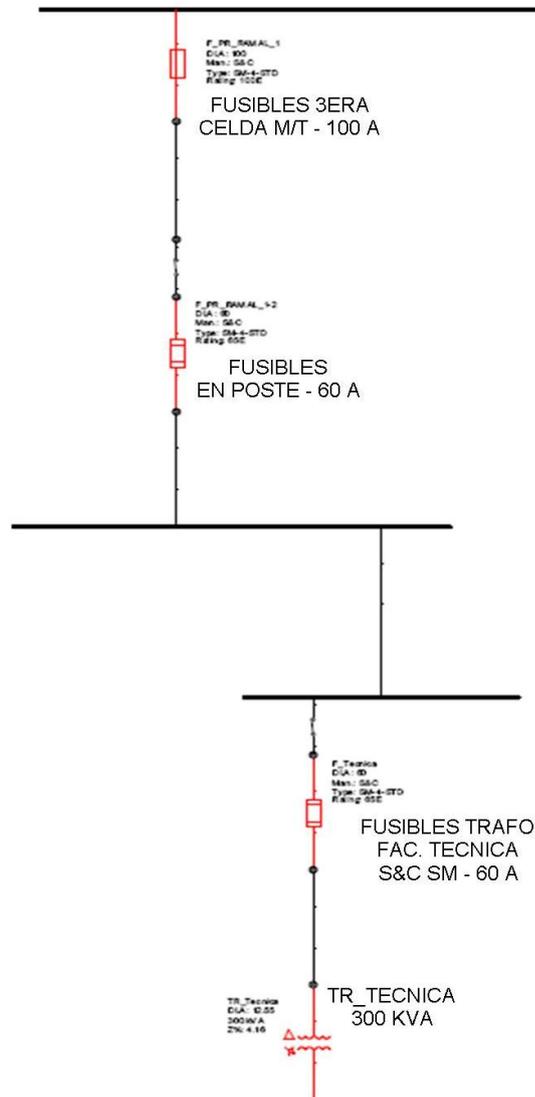


Fig. 5.18 Diagrama de fusibles de los transformadores Facultad Técnica.

5.2.7.1 Comparación curvas de coord. caso actual y futuro (Sección 7).

Los fusibles actuales están sobredimensionados y no brindan protección a los transformadores en caso de presentarse fallas como se observa en la gráfica 5.19. Además no hay una apropiada coordinación de protecciones en esta sección.

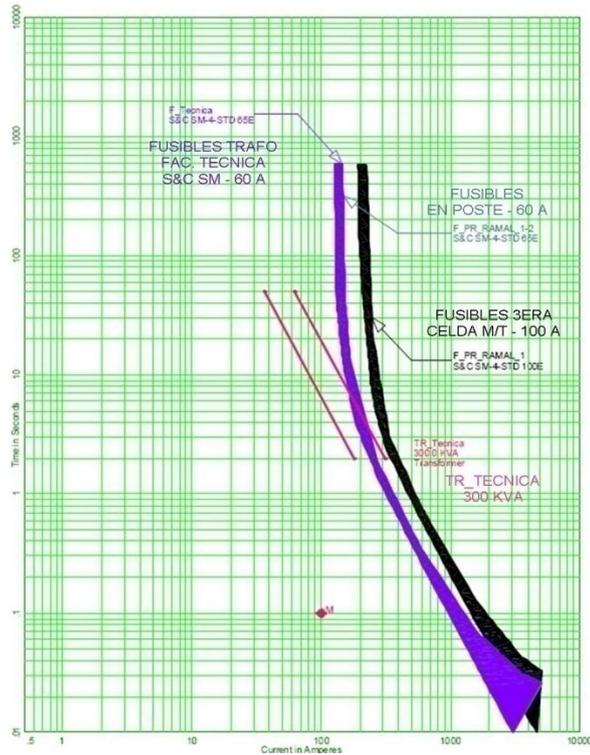


Fig. 5.19 Curva de fusibles de trafos de la Facultad Técnica (Caso actual).

Con los cambios respectivos tendríamos protección y coordinación con los otros dispositivos de protección de esta sección.

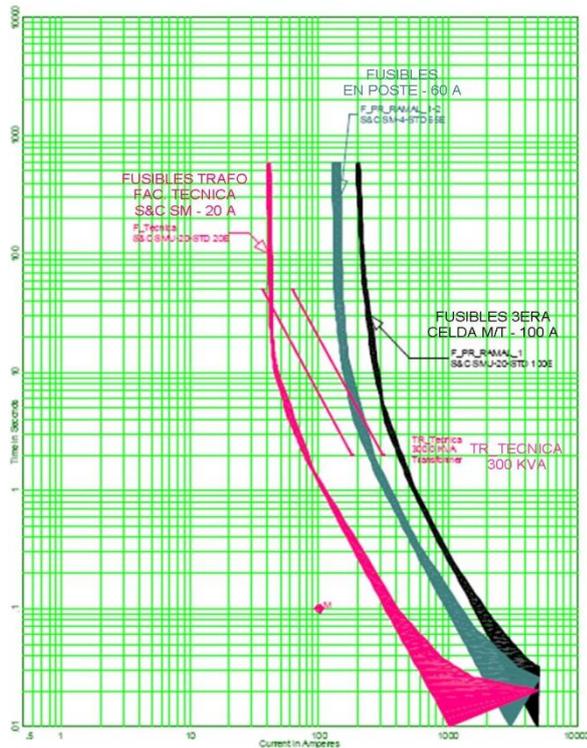


Fig. 5.20 Curva de fusibles de trafos de la Facultad Técnica (Caso futuro).

5.2.8 Fusibles de los Trafos del Canal Tv U.C.S.G (Sección 8).

En el diagrama de la figura 5.21 se observan los fusibles de los trafos del Canal de la U.C.S.G. a lo largo del recorrido que parte de la tercera celda de M/T.

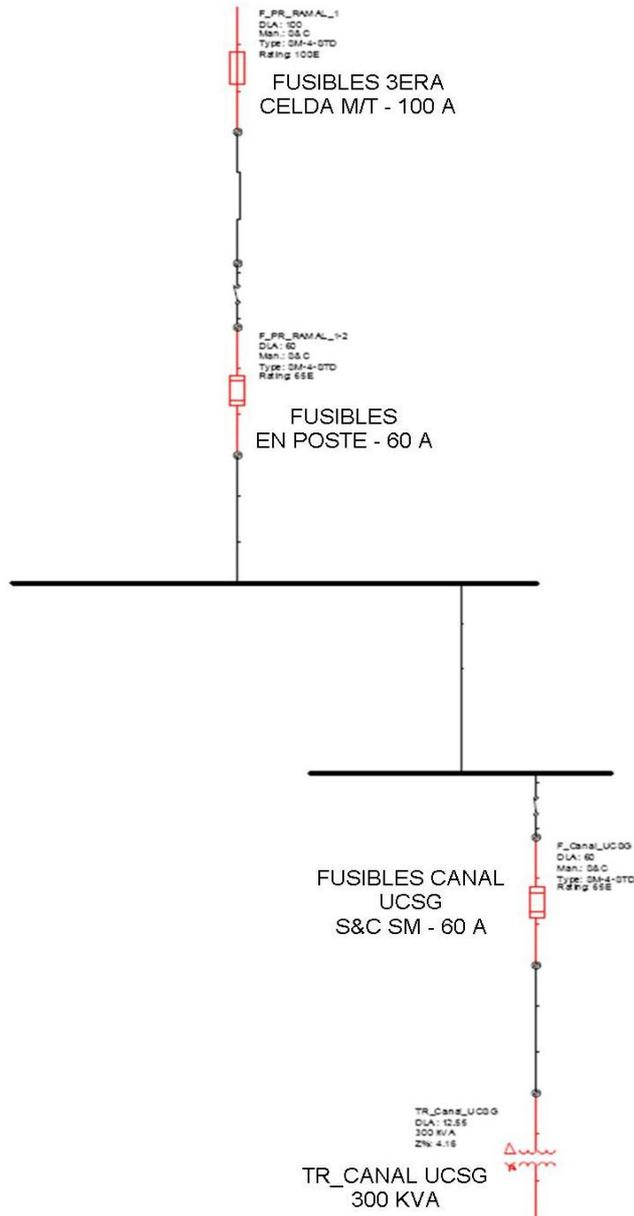


Fig. 5.21 Diagrama de fusibles cuarto de transformadores Canal UCSG.

5.2.8.1 Comparación curvas de coord. caso actual y futuro (Sección 8).

Como se muestra en la gráfica 5.22, las protecciones actuales no cumplen con su función y en caso de presentarse fallas, se pueden averiar los transformadores.

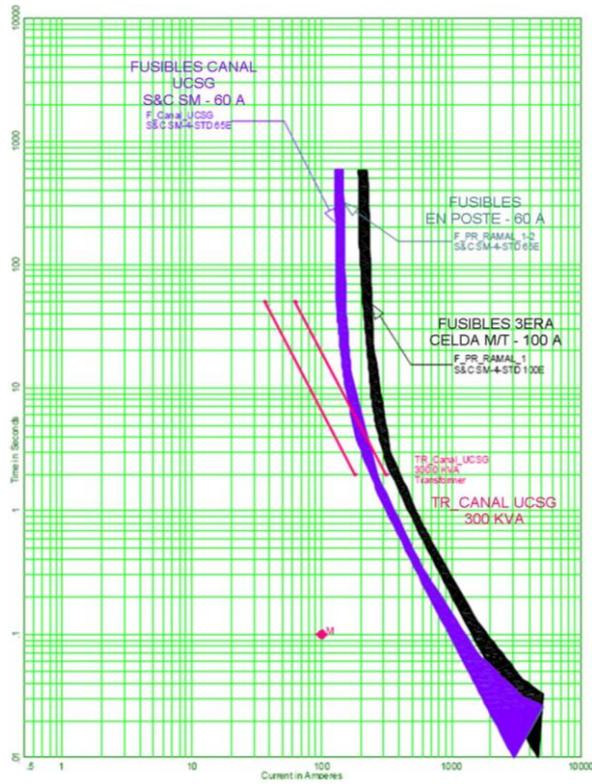


Fig. 5.22 Curva de fusibles de trafos del Canal de Tv (Caso actual).

Cambiando los fusibles, habría protección de los trafos y coordinación.

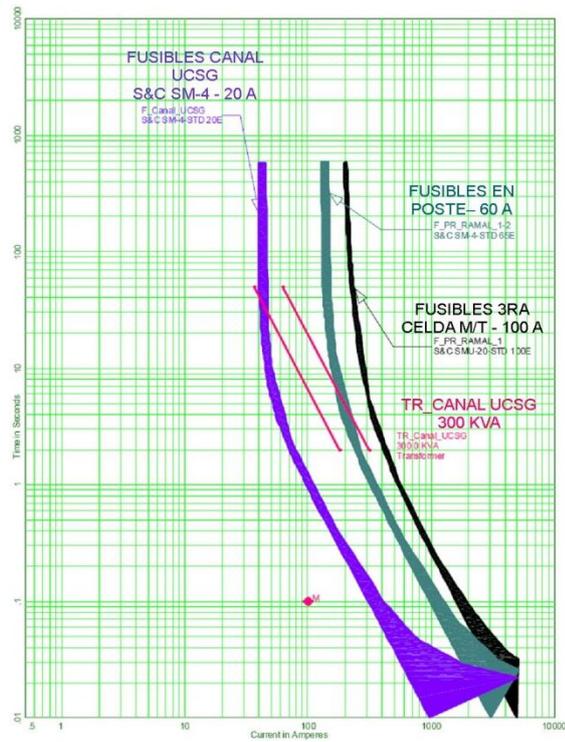


Fig. 5.23 Curva de fusibles de trafos del Canal de Tv (Caso futuro).

5.2.9 Fusibles de los Trafos del Edificio Principal (Sección 9).

El diagrama muestra los fusibles ubicados en la segunda celda de M/T y a los fusibles que protegen a los transformadores del edificio principal. Este cuarto de trafos se encuentra contiguo a las celdas de M/T.

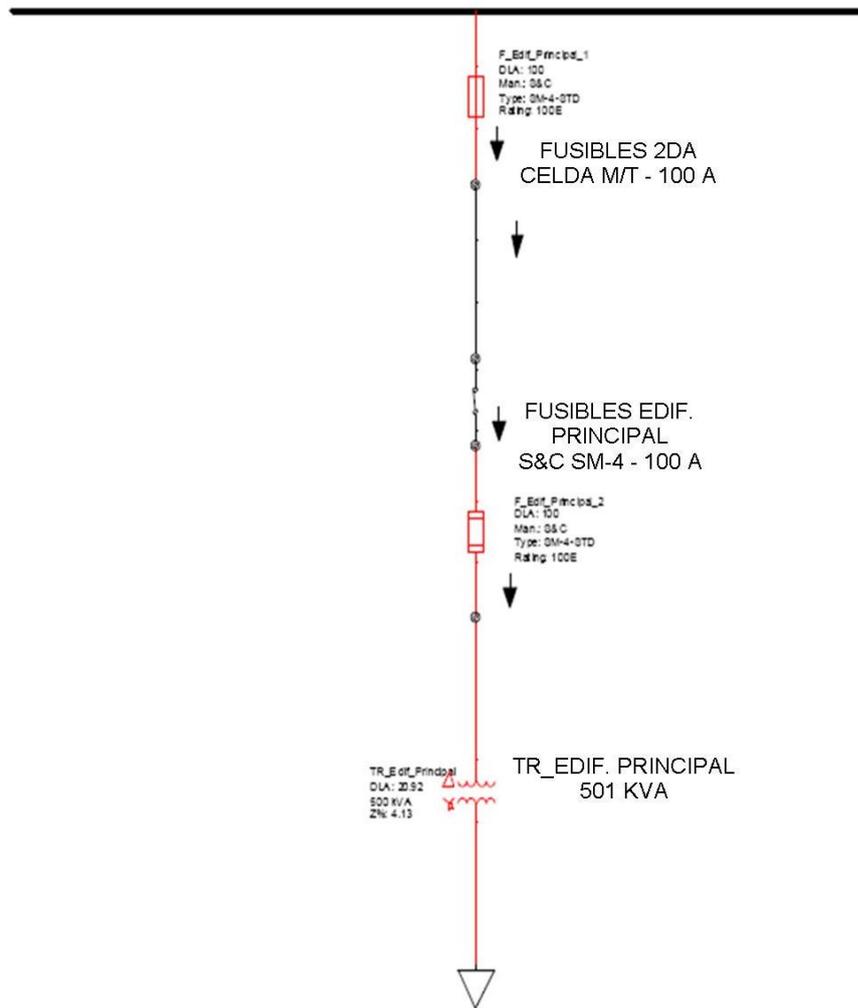


Fig. 5.24 Diagrama de fusibles cuarto transformadores Edificio Principal.

5.2.9.1 Comparación curvas de coord. caso actual y futuro (Sección 9).

Se aprecia en la figura 5.25, con respecto a la curva de fusibles que no están protegiendo adecuadamente a los transformadores, por lo que los daños pueden superar la capacidad térmica y desencadenar en daños mecánicos y averías de los transformadores.

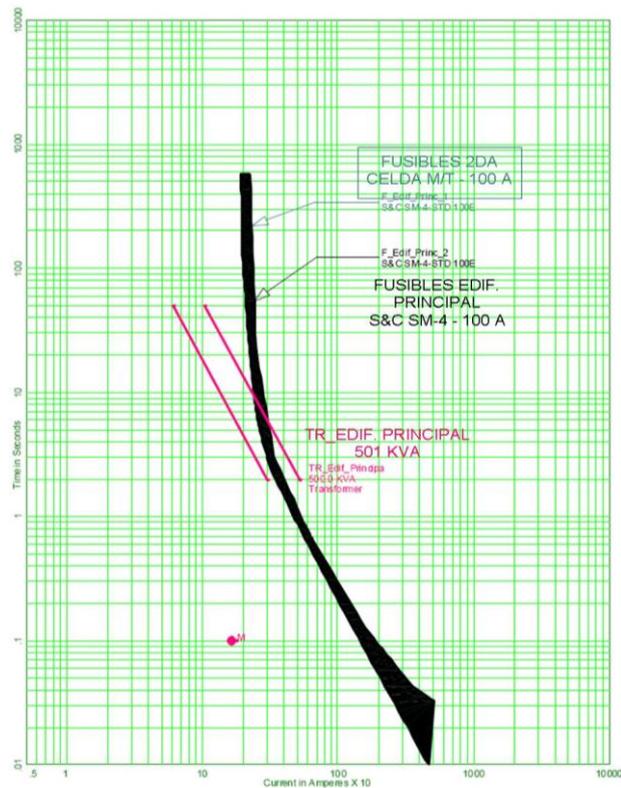


Fig. 5.25 Curva de fusibles de trafos del Edificio Principal (Caso actual).
 Los fusibles recomendados, protegen a los transformadores y hay coordinación con los otros fusibles de la segunda celda de media tensión.

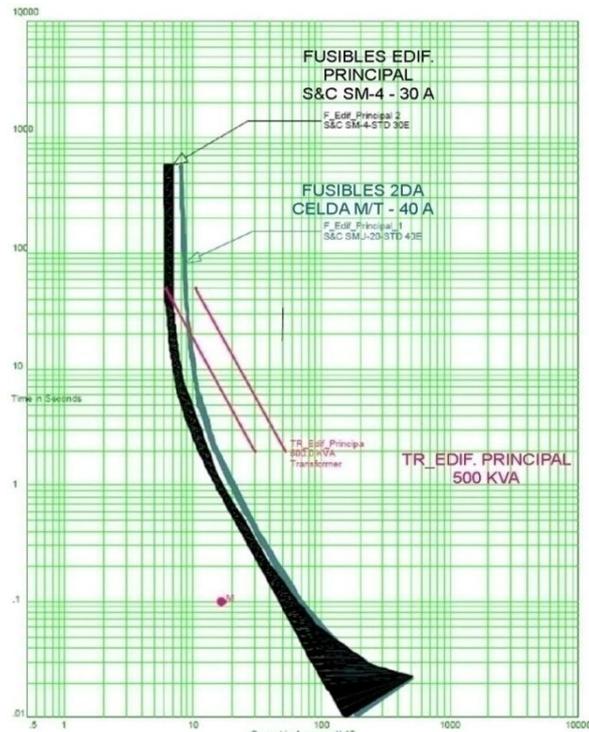


Fig. 5.26 Curva de fusibles de trafos del Edificio Principal (Caso futuro).

5.2.10 Fusibles de los Trafos del Centro de Idiomas (Sección 10).

Se muestra el diagrama de fusibles de la primera celda de M/T con respecto a los fusibles del cuarto de transformadores del Centro de idiomas.

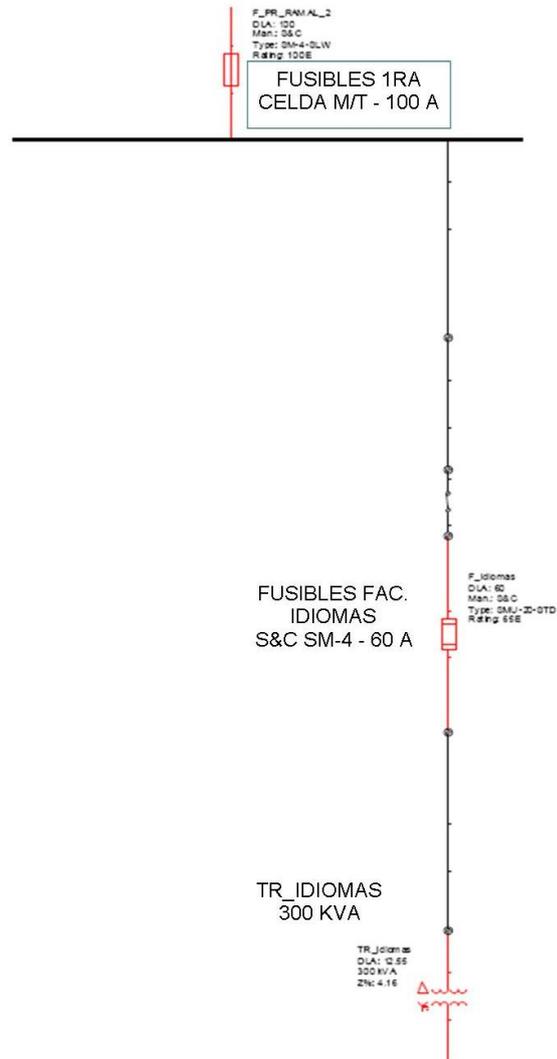


Fig. 5.27 Diagrama de fusibles cuarto transformadores Centro de Idiomas.

5.2.10.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 10).

Se observa en la gráfica 5.28 que los fusibles no están protegiendo a los transformadores, por lo tanto puede haber daños en los mismos en caso de presentarse fallas.

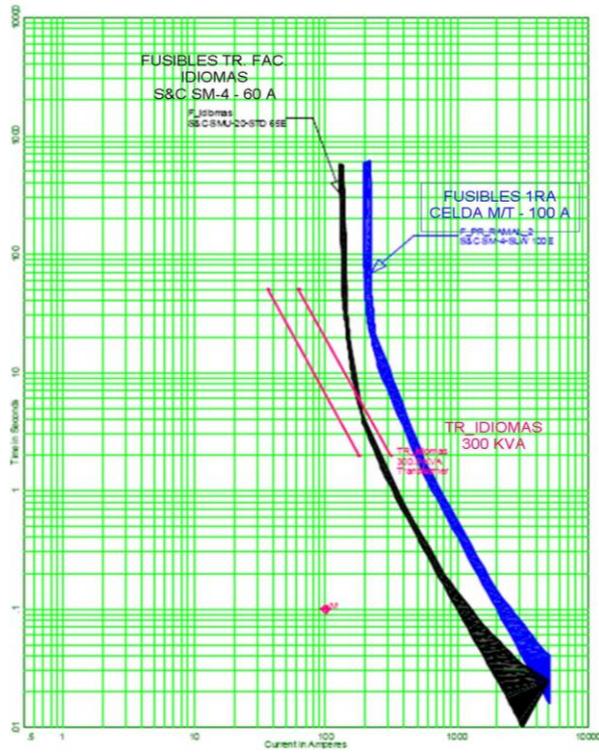


Fig. 5.28 Curva de fusibles de trafos del Centro de Idiomas (Caso actual).

Cambiando los fusibles actuales de 60 Amperios, por unos de 20 Amperios se tendría una adecuada protección al equipo y coordinación.

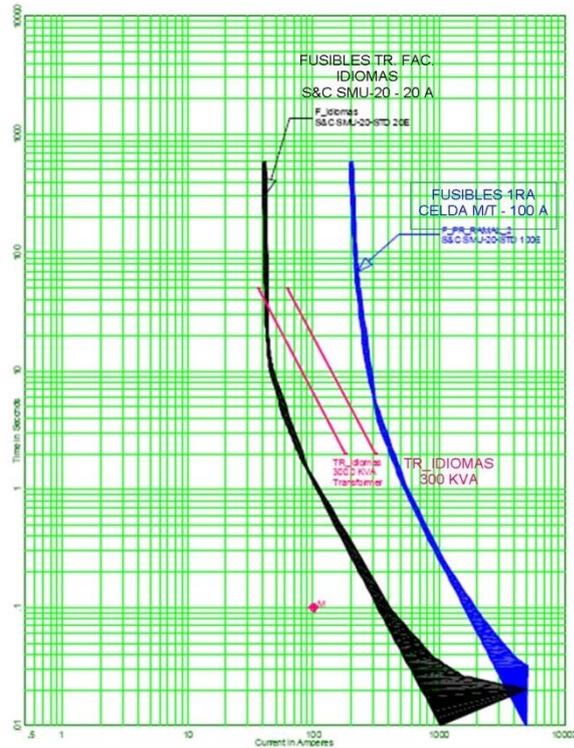


Fig. 5.29 Curva de fusibles de trafos del Centro de Idiomas (Caso futuro).

5.2.11 Fusibles del Trafo de la Facultad de Jurisprudencia (Sección 11).

Se muestra el recorrido de los fusibles desde la primera celda de M/T hacia el P.M. seccionador ubicado frente al Banco Bolivariano donde están los fusibles tipo SMU-20 de 12 K Amperios que protegen transformadores de la Facultad de Jurisprudencia.

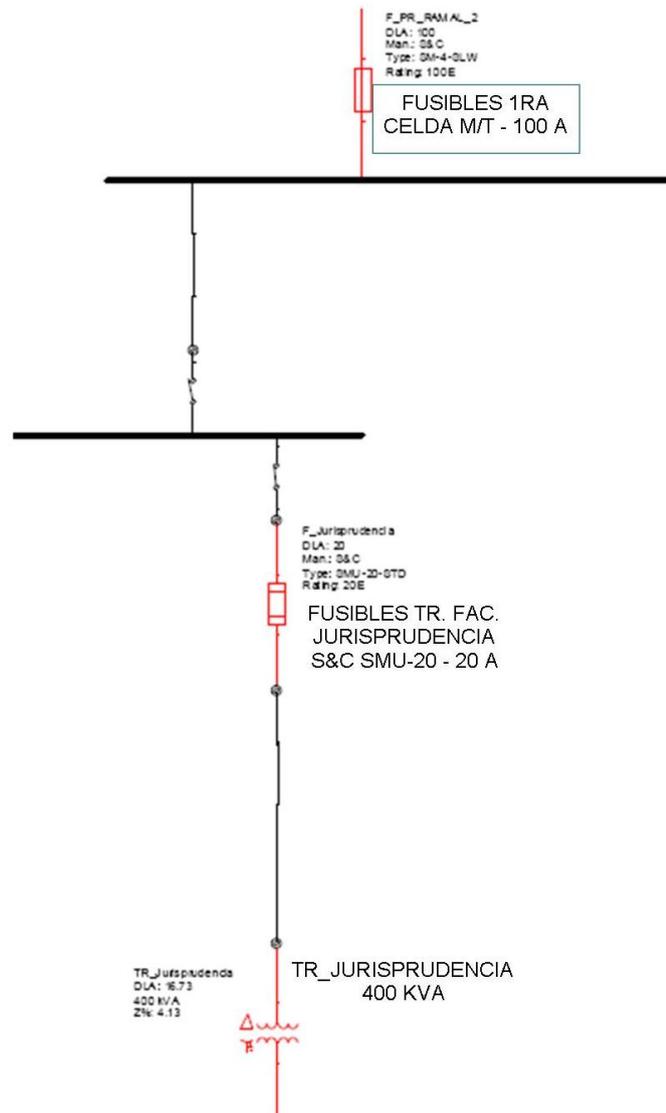


Fig. 5.30 Diagrama de fusibles del transformador Facultad Jurisprudencia.

5.2.11.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 11).

Los fusibles operan en condiciones aceptables para proteger al transformador trifásico de la Facultad de Jurisprudencia. Pero por cuestiones de coordinación se recomienda cambiarlos.

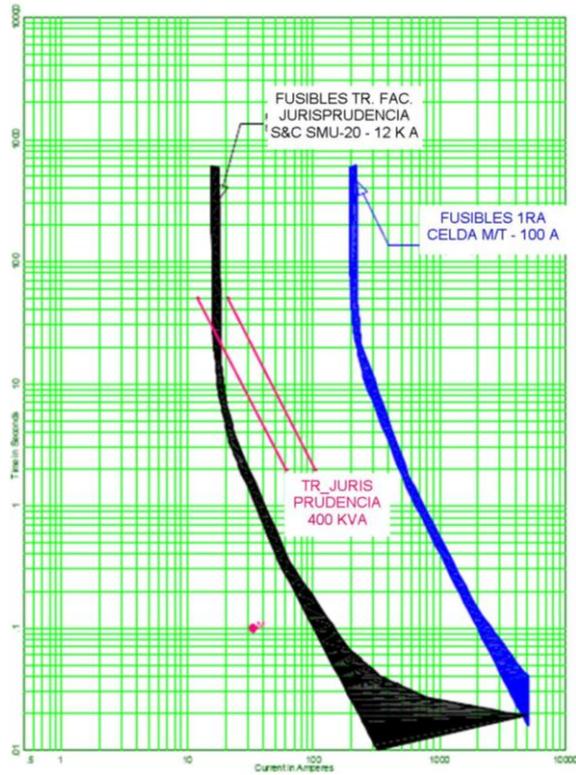


Fig. 5.31 Curva de fusibles del trafo de la Fac. de Jurisprudencia (Caso actual).

Realizando el cambio de fusibles se mejoraría la protección y coordinación.

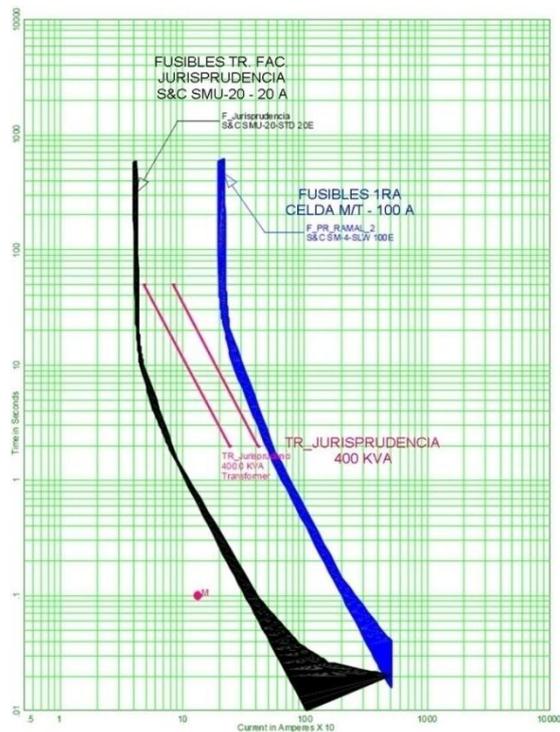


Fig. 5.32 Curva de fusibles del trafo de la Fac. de Jurisprudencia (Caso futuro).

5.2.12 Fusibles del Trafo Pad Mounted de Pastoral (Sección 12).

Se aprecia el recorrido que parte de los fusibles de la primera celda, se dirige al seccionador ubicado en el Bolivariano, luego las líneas llegan al seccionador ubicado en el jardín del Aula magna (parqueos), y alimentan al trafo P.M. de Pastoral que también es seccionador.

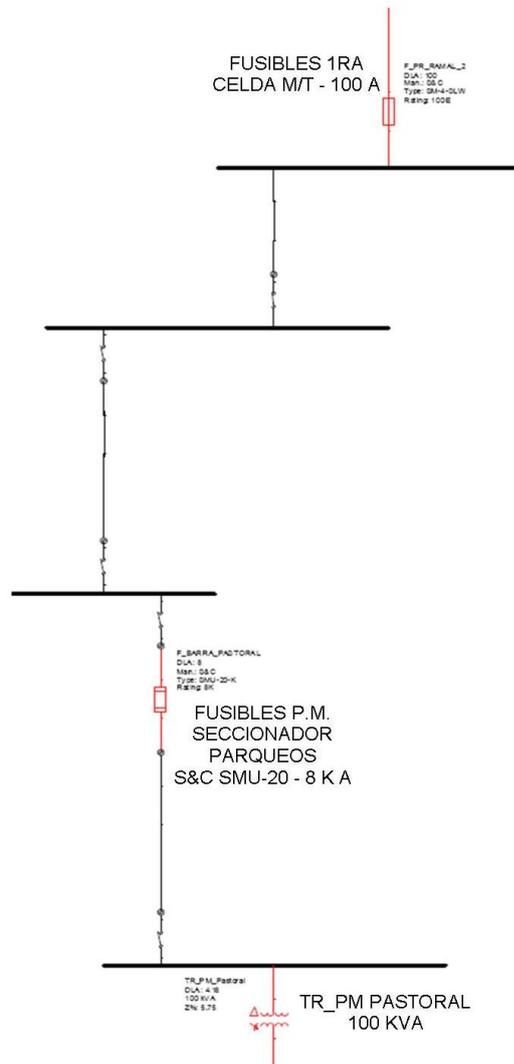


Fig. 5.33 Diagrama de fusibles del trafo P.M. de Pastoral.

5.2.12.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 12).

Los fusibles operan en condiciones aceptables y ofrecen protección al transformador Pad mounted con seccionador de Pastoral. Si hay coordinación.

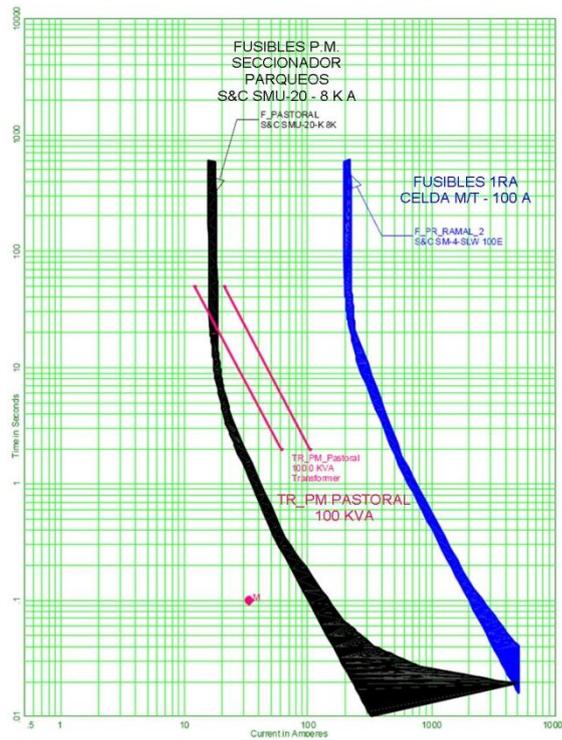


Fig. 5.34 Curva de fusibles del trafo Pad mounted de Pastoral (Caso actual).

En la gráfica se observa que se colocaron fusibles en el P.M. seccionador de Pastoral, ya que la protección actual llega desde el P.M. ubicado en el jardín del Aula magna. Habría protección y selectividad en la coordinación.

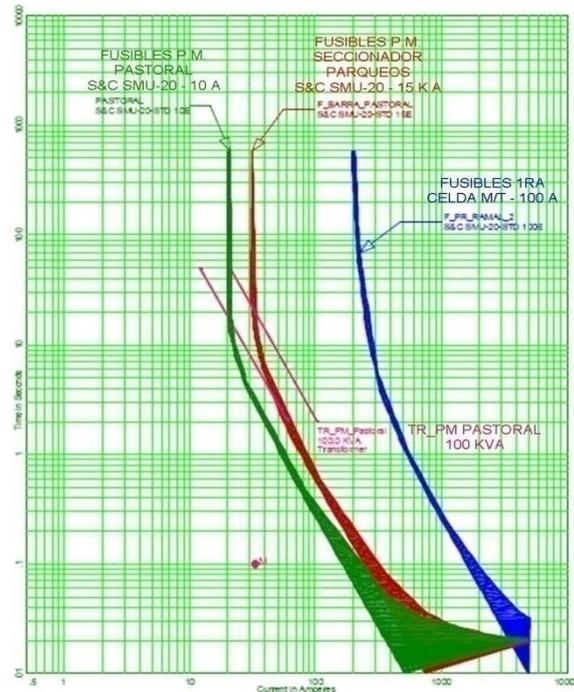


Fig. 5.35 Curva de fusibles del trafo Pad mounted de Pastoral (Caso futuro).

5.2.13 Fusibles del Trafo P.M. de Asoc. de Profesores (Sección 13).

El diagrama muestra el camino de estudio desde los fusibles de la primera celda, hasta llegar a los fusibles ubicados en el P.M. seccionador de Pastoral que protegen al transformador Pad Mounted de la Asociación de Profesores.

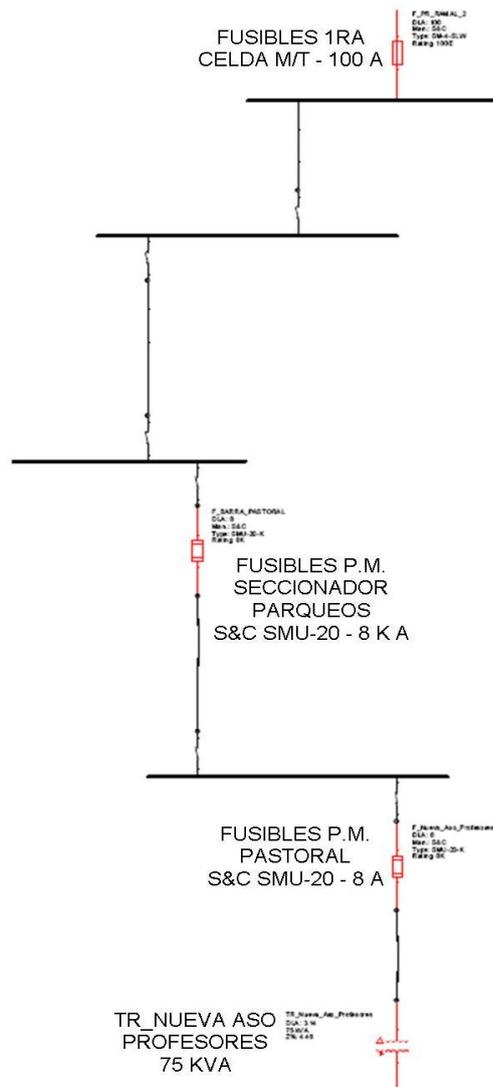


Fig. 5.36 Diagrama de fusibles del trafo P.M. de la Asoc. de Profesores.

5.2.13.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 13).

Estos fusibles se encuentran en el Pad mounted seccionador de Pastoral y no están protegiendo en condiciones óptimas al transformador ubicado en los exteriores de la nueva Asociación de Profesores. También se observa que los fusibles del P.M. de Pastoral operan al mismo tiempo que los del trafo P.M. de la Asociación de Profesores, por lo tanto no hay coordinación.

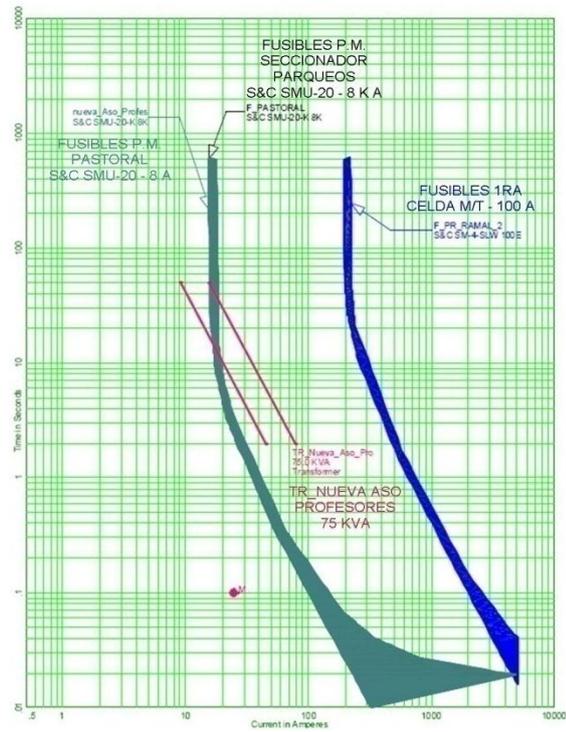


Fig. 5.37 Curva de fusibles del trafo P.M. Asoc. Profesores (Caso actual).
 Simulando el programa con los cambios de fusibles existe coordinación.

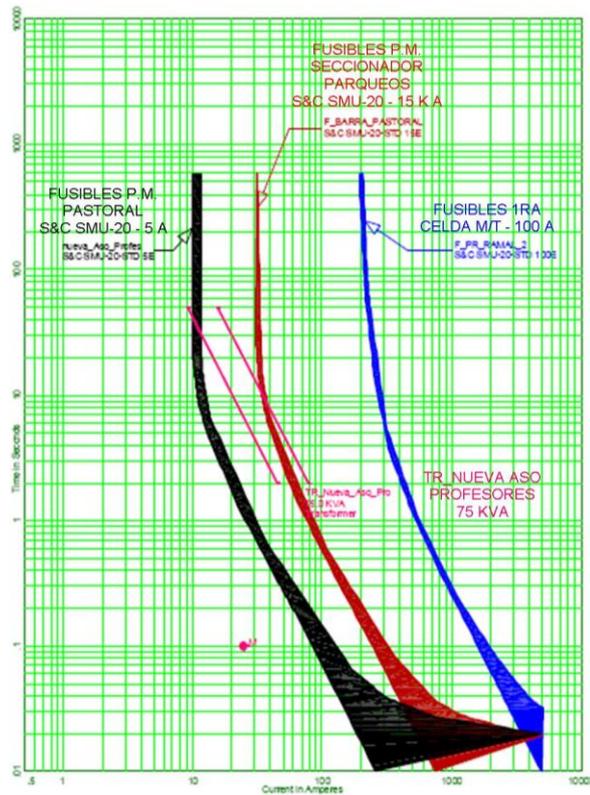


Fig. 5.38 Curva de fusibles del trafo P.M. Asoc. Profesores (Caso futuro).

5.2.14 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Ingeniería (Sección 14).

El diagrama muestra la ruta de distribución desde la primera celda de M/T pasando por los seccionadores P.M. del Bolivariano, del jardín de Aula magna y llegan al P.M. de Ingeniería donde los fusibles SMU-20 de 100 amperios protegen al ramal que va hacia el cuarto de trafos de la Facultad de Ingeniería donde también hay colocados fusibles de 60 amperios para cada trafo.

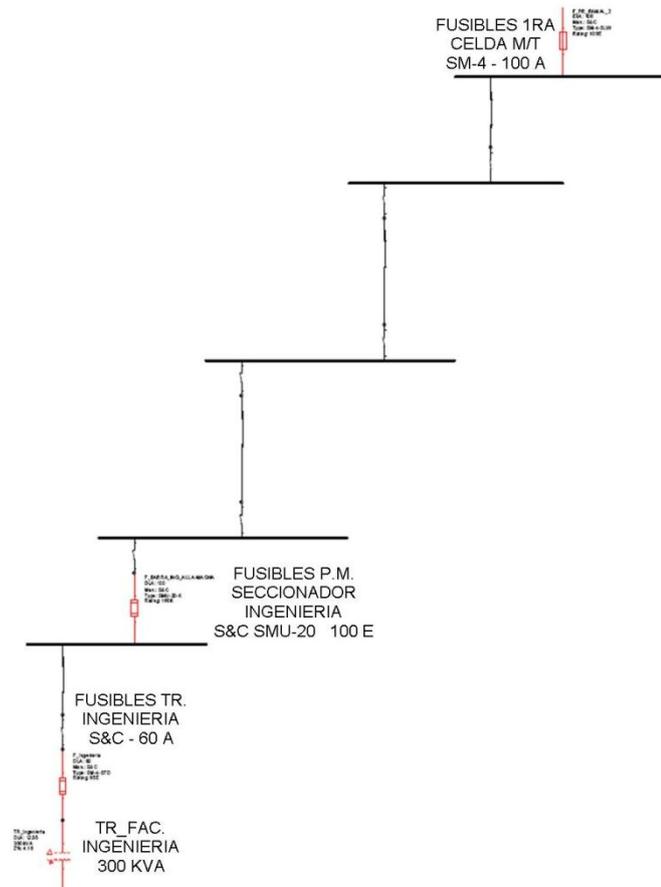


Fig. 5.39 Diagrama de fusibles de transformadores Facultad Ingeniería.

5.2.14.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 14).

Los fusibles actuales están sobredimensionados y no están protegiendo a los transformadores en presencia de fallas ya que estos se fundirían después que el cortocircuito sobrepasa la curva de capacidad térmica de los trafos y provocaría daños a los mismos. Se debe cambiar los fusibles por unos de menor amperaje.

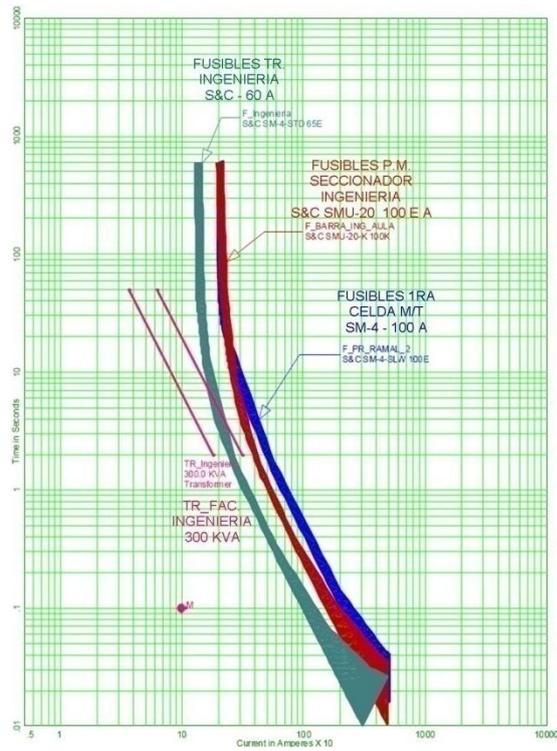


Fig. 5.40 Curva de fusibles de trafos Fac. de Ingeniería (Caso actual).

Con los cambios realizados en el seccionador P.M. de Ingeniería y en el cuarto de trafos se observa que habría coordinación y protección a los trafos.

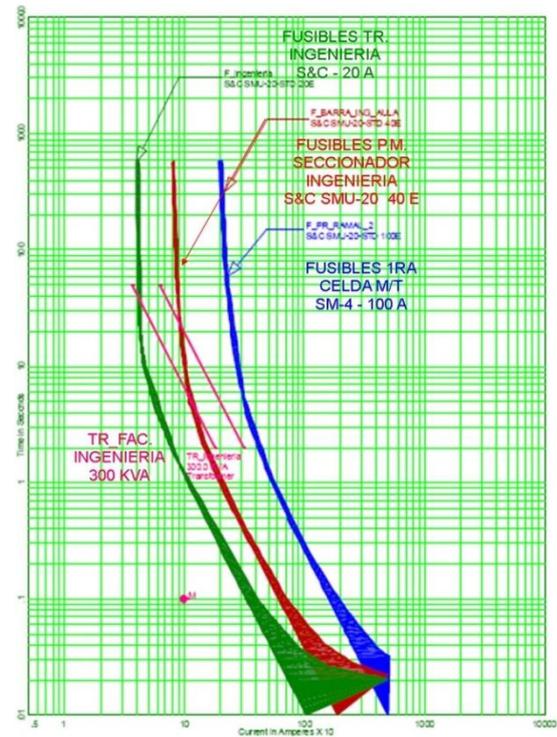


Fig. 5.41 Curva de fusibles de trafos Fac. de Ingeniería (Caso futuro).

5.2.15 Fusibles de los Transformadores del Aula Magna (Sección 15).

En esta sección la ubicación de fusibles presenta el mismo caso de los trafos de la Facultad de Ingeniería, y a partir de los fusibles de 100 amperios del seccionador P.M. se deriva un recorrido subterráneo que llega a un poste donde hay tres cajas fusibles de 3 amperios y nuevamente las líneas de alimentación de los trafos es subterránea hasta llegar al cuarto de trafos de Aula magna.

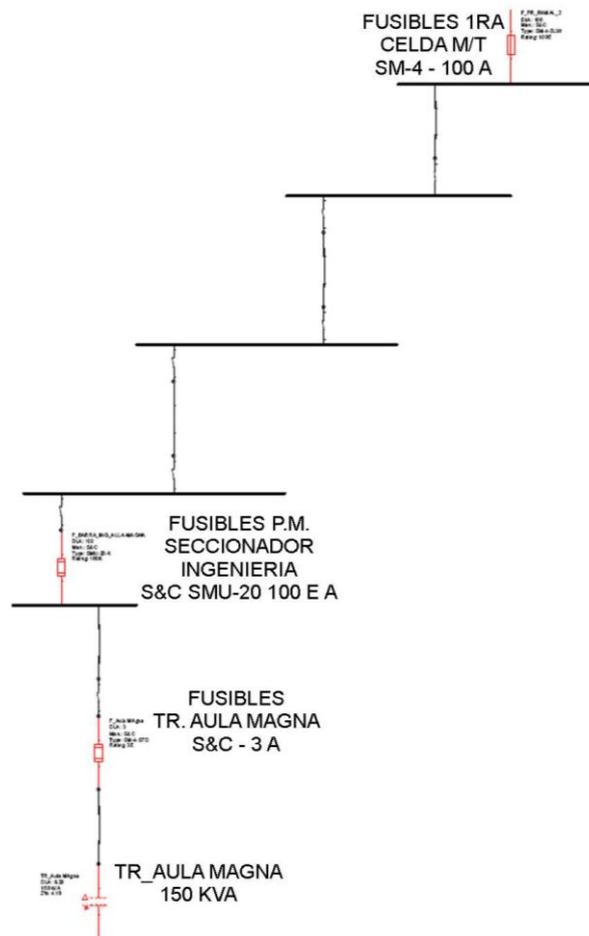


Fig. 5.42 Diagrama de fusibles de los transformadores de Aula Magna.

5.2.15.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 15).

Los transformadores se encuentran protegidos, pero en caso de dar mantenimientos a los transformadores, se van a presentar problemas porque los fusibles actuarían sin despreciar la corriente de magnetización de los transformadores, por lo que se recomienda cambiarlos por unos de mayor amperaje.

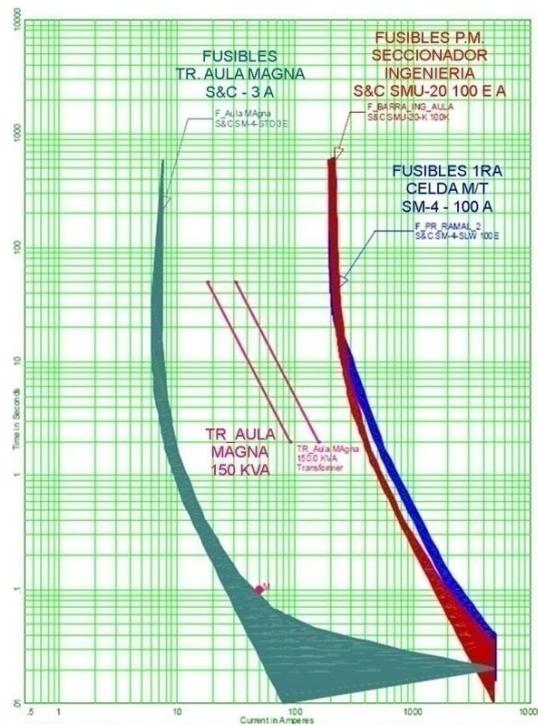


Fig. 5.43 Curva de fusibles de trafos de Aula Magna. (Caso actual).

Al cambiar los fusibles se mejora la condición de protección de los trafos y coordinación con los fusibles del seccionador P.M. de Ingeniería.

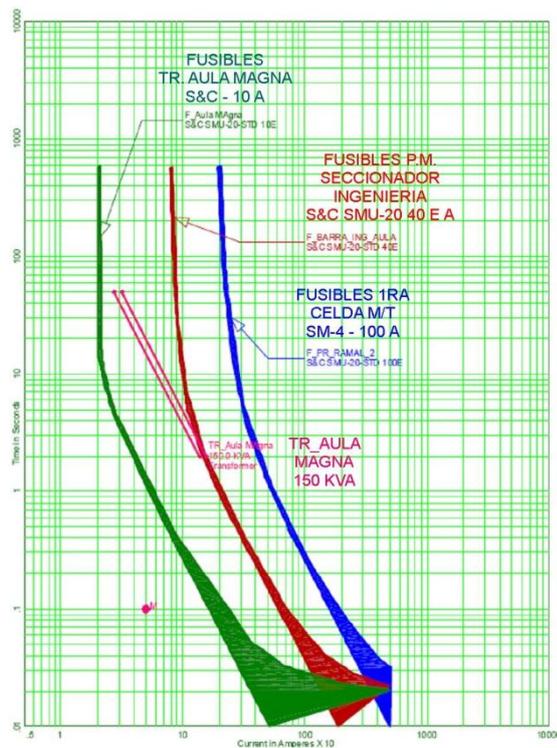


Fig. 5.44 Curva de fusibles de trafos de Aula Magna. (Caso futuro).

5.2.16 Fusibles de los Trafos de Facultad de Arquitectura (Sección 16).

El diagrama muestra la ruta de cómo las líneas llegan a los fusibles SMU-20 de 80 K amperios colocados en el seccionador P.M. de Arquitectura que protegen al banco de trafos de 300 KVA de la Facultad de Arquitectura.

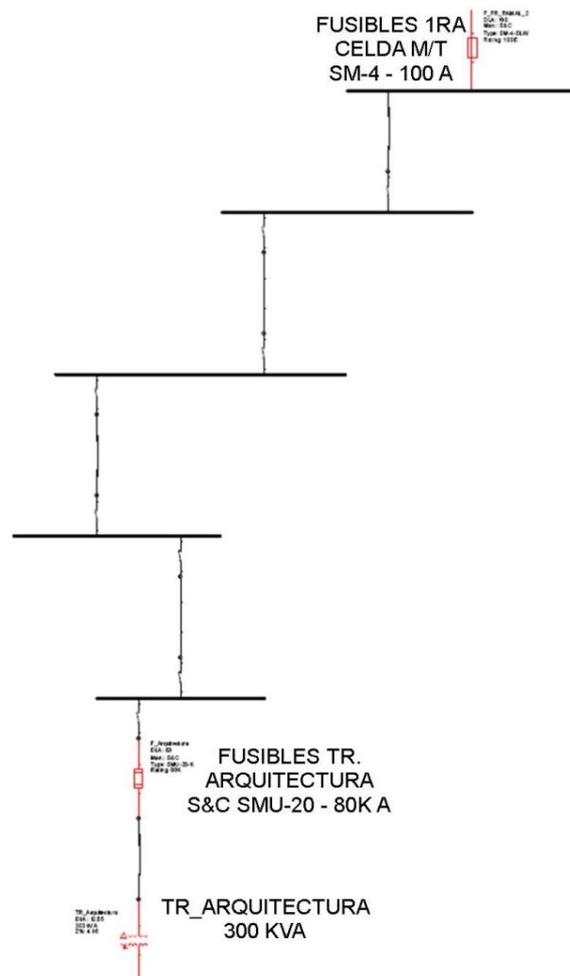


Fig. 5.45 Diagrama de fusibles de los trafos de la Fac. de Arquitectura.

5.2.16.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 16).

Los fusibles colocados en el seccionador de la Facultad de Arquitectura, no están protegiendo en lo absoluto a los trafos, y se nota que están sobredimensionados por lo que en caso de fallas estos no funcionan adecuadamente y los trafos pueden presentar daños severos.

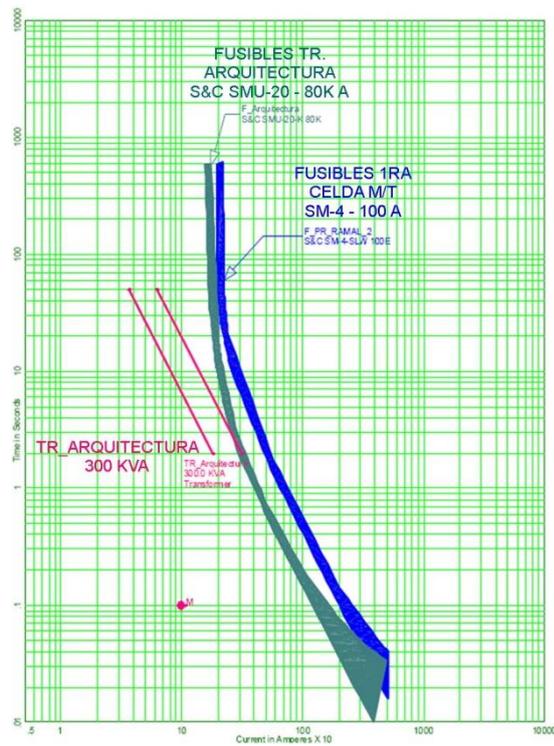


Fig. 5.46 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Arquitectura. (Caso actual).

Realizando los cambios de fusibles por unos de 20 amperios en el seccionador se observa que mejora notablemente la protección a los trafos.

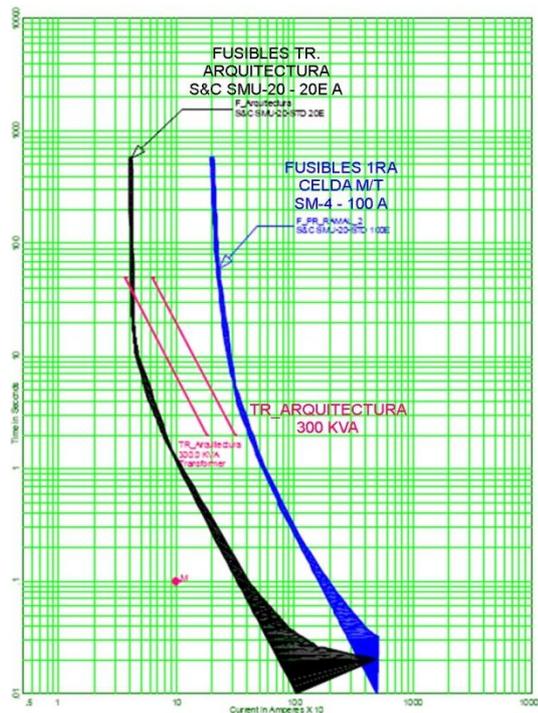


Fig. 5.47 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Arquitectura. (Caso futuro).

5.2.17 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Filosofía (Sección 17).

Los fusibles que protegen a este transformador trifásico de 200 KVA de esta Facultad están colocados en el seccionador P.M. de Filosofía. Estos fusibles son del tipo SMU-20 de 12 K amperios.

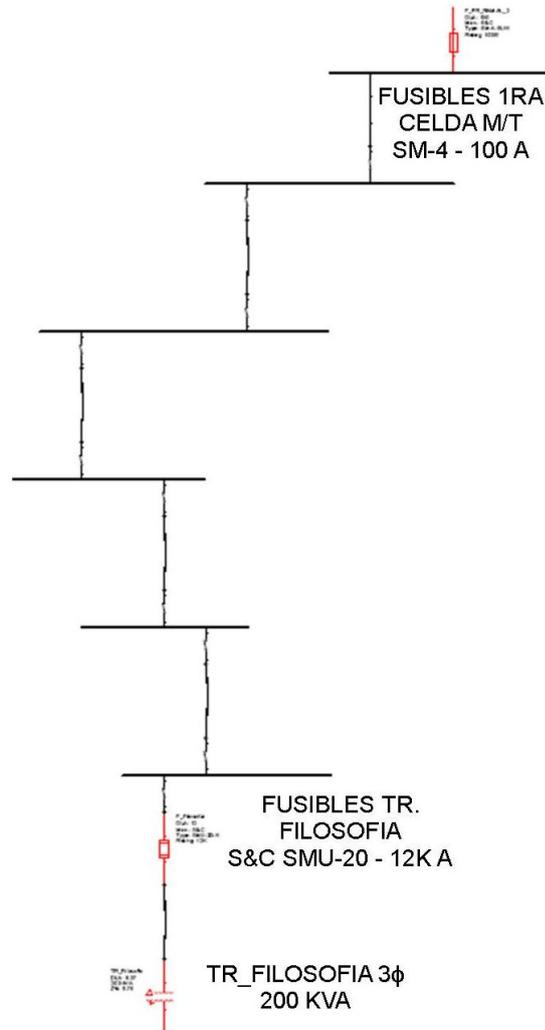


Fig. 5.48 Diagrama de fusibles de los transformadores de la Facultad de Filosofía.

5.2.17.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 17).

Estos fusibles están funcionando óptimamente dentro de los parámetros de las curvas corriente-tiempo tanto del transformador como del fusible y protegen al transformador trifásico de distribución, por lo tanto no es necesario hacer el cambio de fusibles para este equipo.

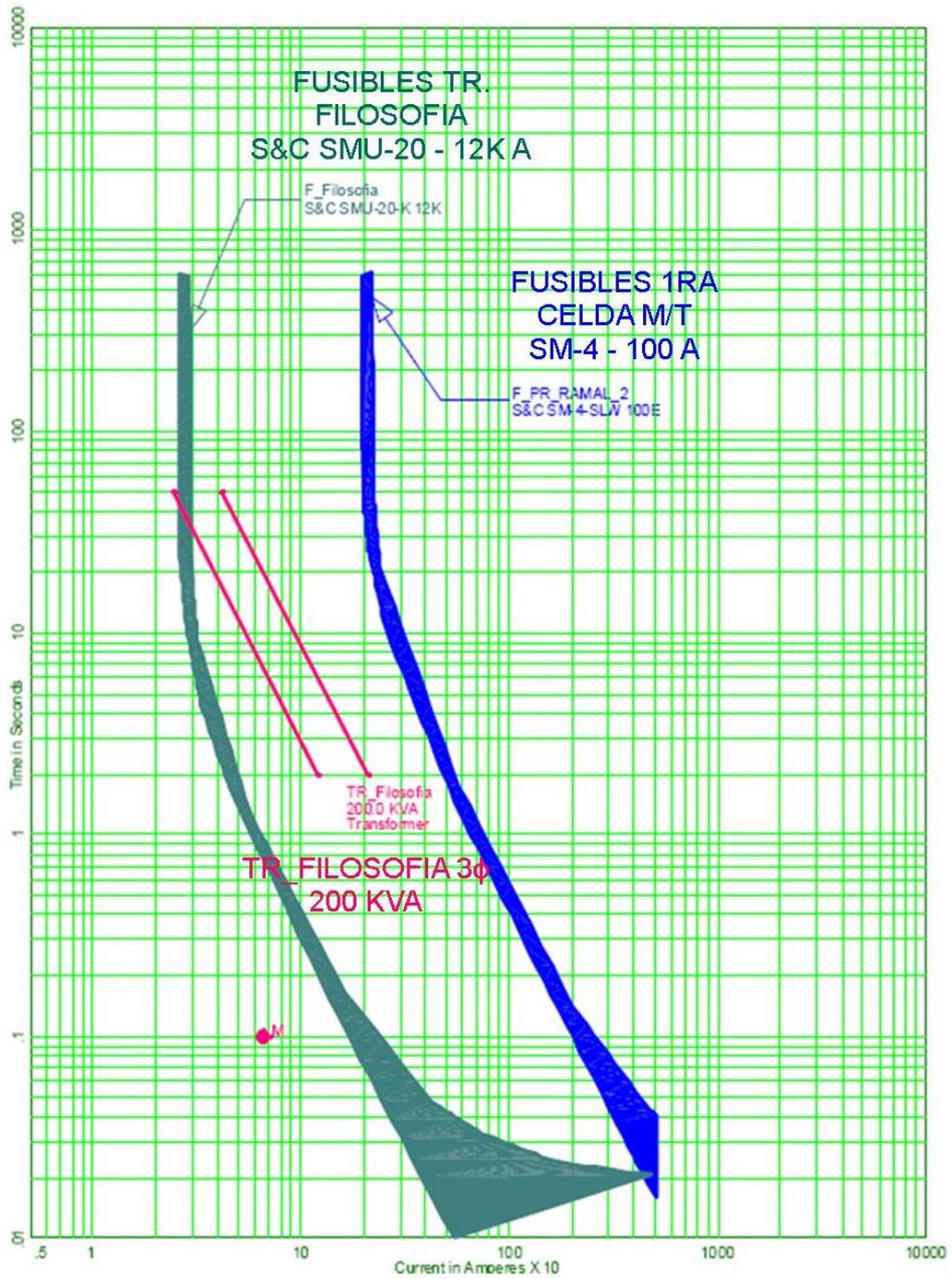


Fig. 5.49 Curva de fusibles de transformadores de la Facultad de Filosofía.

5.2.18 Fusibles del Trafo en poste de la Fac. de Economía (Sección 18).

Se aprecia el camino de estudio que sale desde la primera celda de M/T, hasta llegar a las cajas fusibles de la red aérea de economía, y una de las líneas se deriva a un fusible que protege el transformador de 50 KVA ubicado en el poste de la Facultad de Economía.

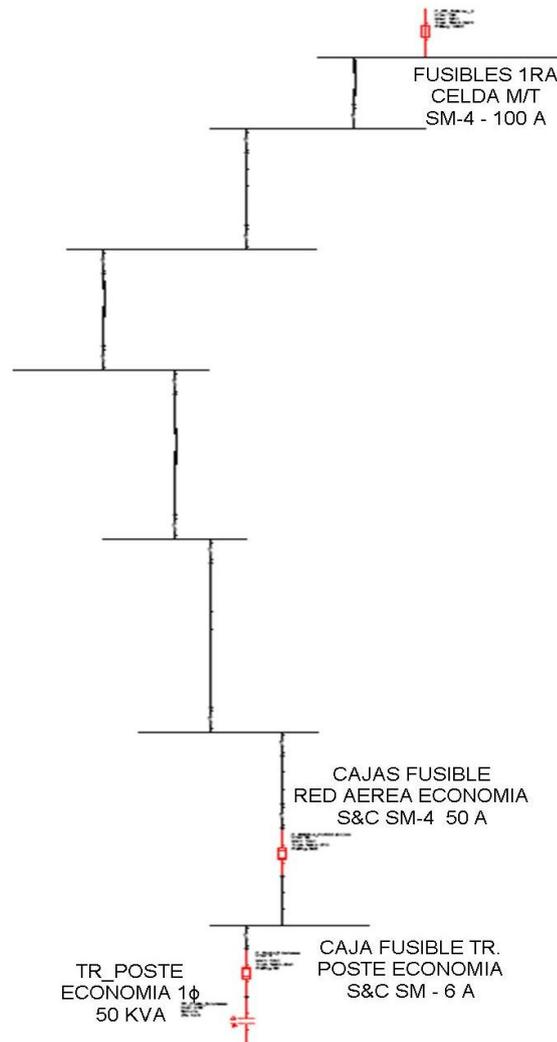


Fig. 5.50 Diagrama de fusible del transformador del poste de Economía.

5.2.18.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 18).

Se observa que el fusible de 6 amperios protege al transformador de posibles daños mecánicos en presencia de fallas y además está coordinado con los fusibles que están colocados en el poste ubicado entre las Facultades de Filosofía y Economía. No es necesario realizar cambio de fusibles en esta sección.

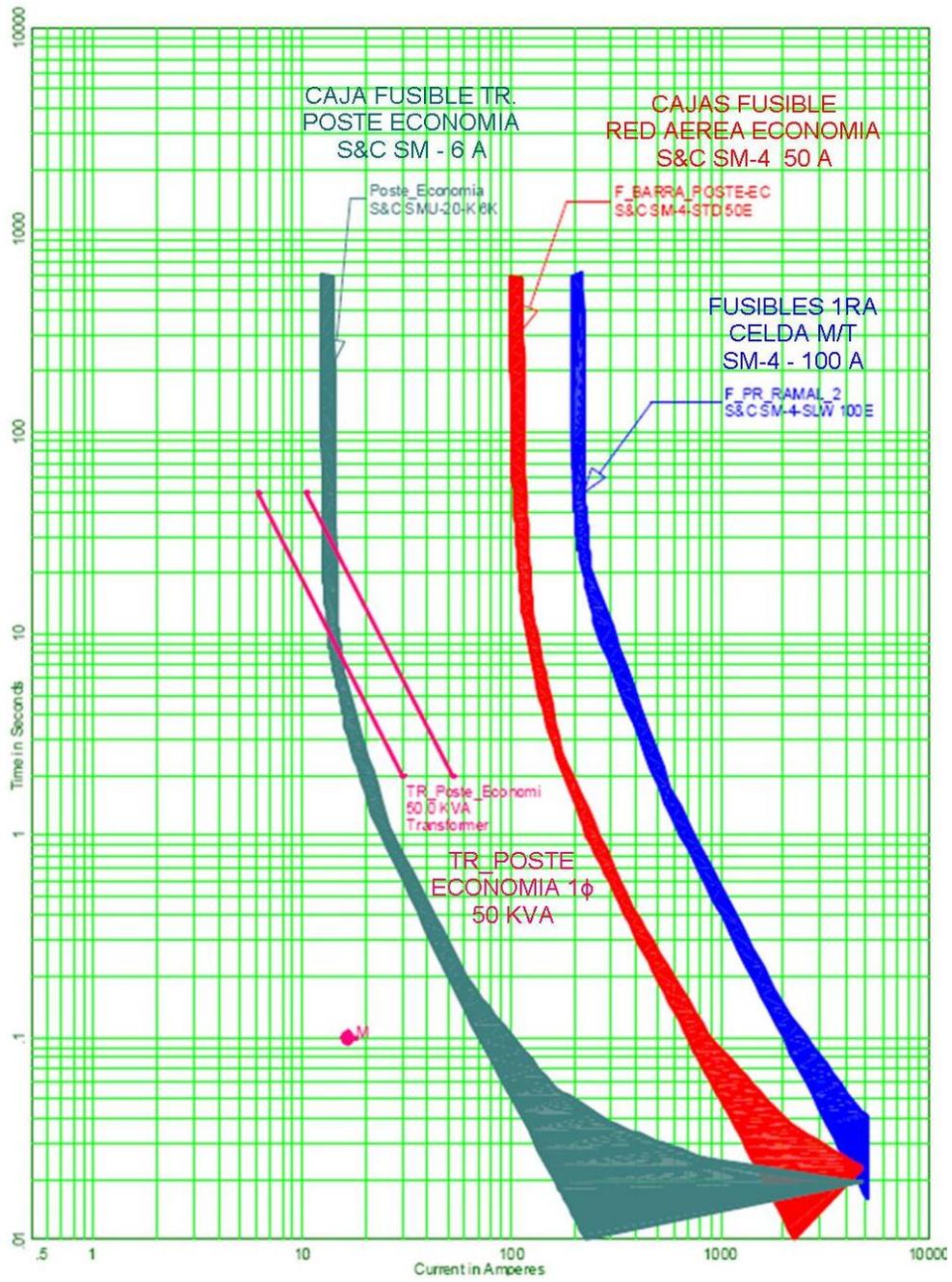


Fig. 5.51 Curva de fusible del transformador del poste de Economía.

5.2.19 Fusibles del Trafo Pad mounted de Proveeduría. (Sección 19).

A partir de esta sección se debe tener en cuenta que las protecciones para todos los casos de estudio a continuación provienen de las diez cajas fusibles de 15 amperios colocados en el poste ubicado en la cancha sintética de la Facultad de Economía.

El fusible que protege a este transformador tipo pedestal está colocado en el poste ubicado en los exteriores de Proveeduría.

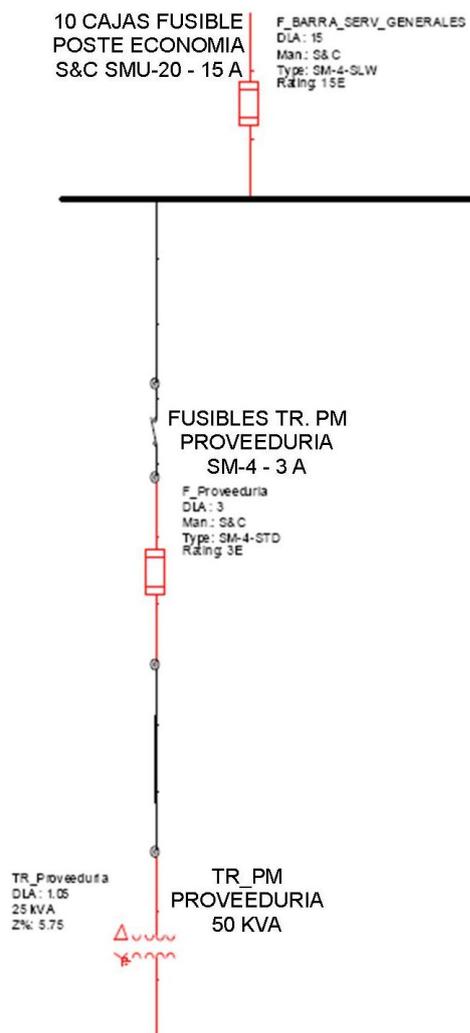


Fig. 5.52 Diagrama de los fusibles del trafo Pad mounted de Proveeduría.

5.2.19.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 19).

La gráfica muestra que el fusible protege al equipo, no se presentan daños ante presencia de fallas, por lo tanto no es necesario realizar cambio del fusible.

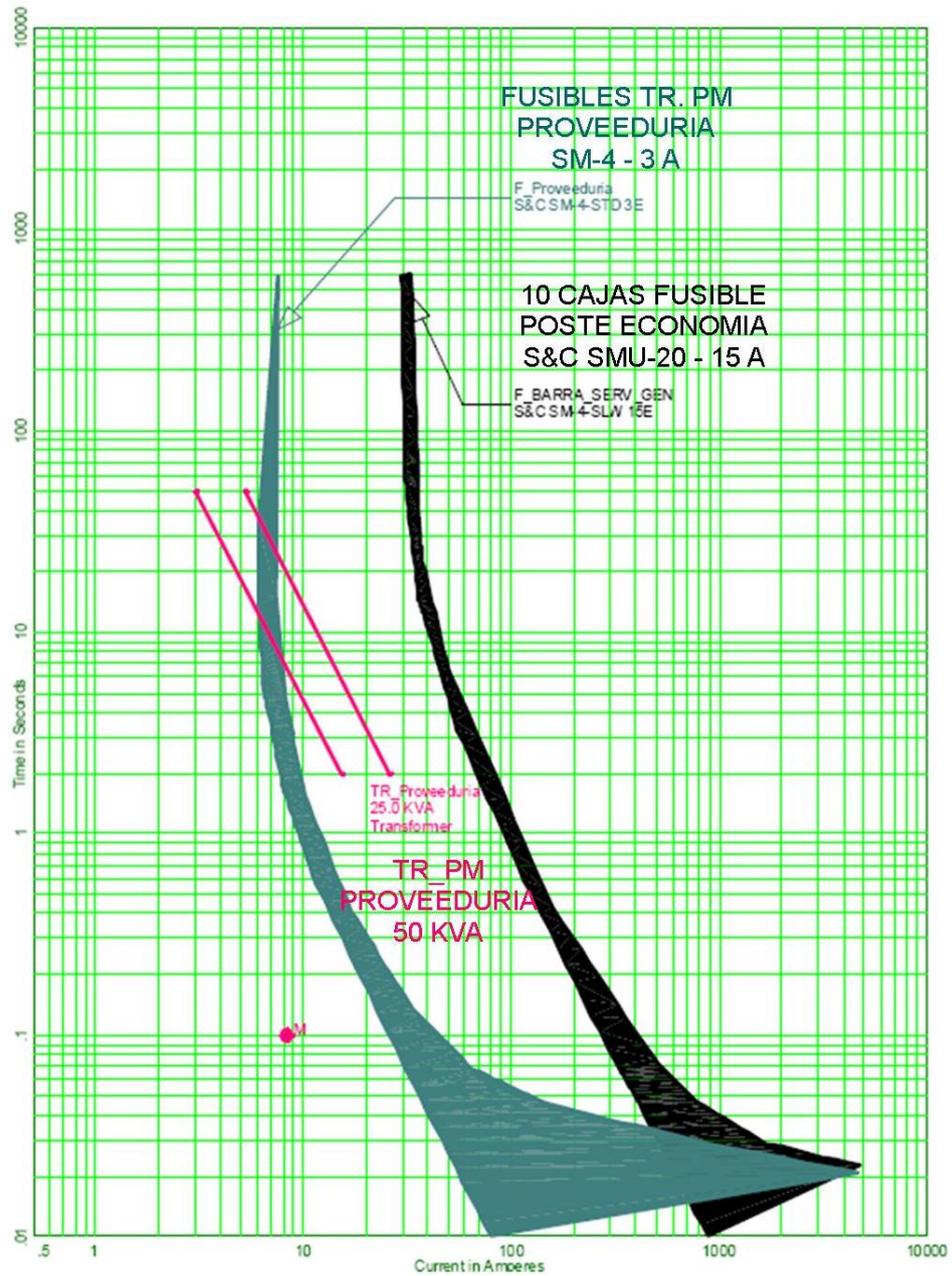


Fig. 5.53 Curva de fusibles del trafo Pad mounted de Proveeduría.

5.2.20 Fusibles del Transformador del Coliseo (Sección 20).

Tanto el fusible como el transformador monofásico de 50 KVA del Coliseo están ubicados en el mismo poste donde se encuentra el fusible del trafo de Proveeduría.

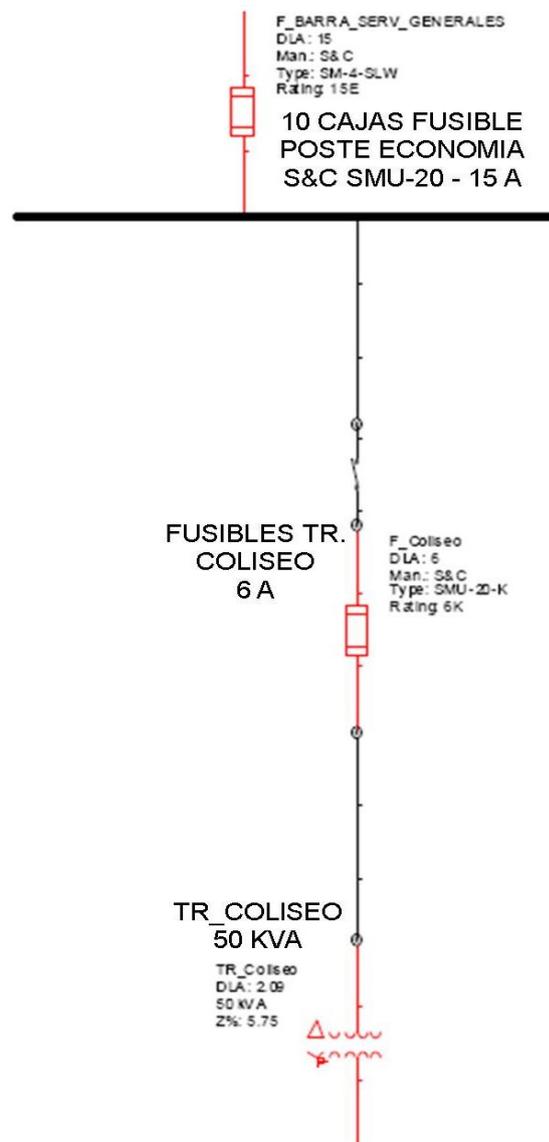


Fig. 5.54 Diagrama de los fusibles del trafo del Coliseo.

5.2.20.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 20).

El fusible cumple con el objetivo de proteger al trafo del Coliseo, en caso de fallas por cortocircuito no se presentan daños al equipo ya que como se observa en la gráfica el fusible opera cuando la falla está aún en la curva de capacidades térmicas.

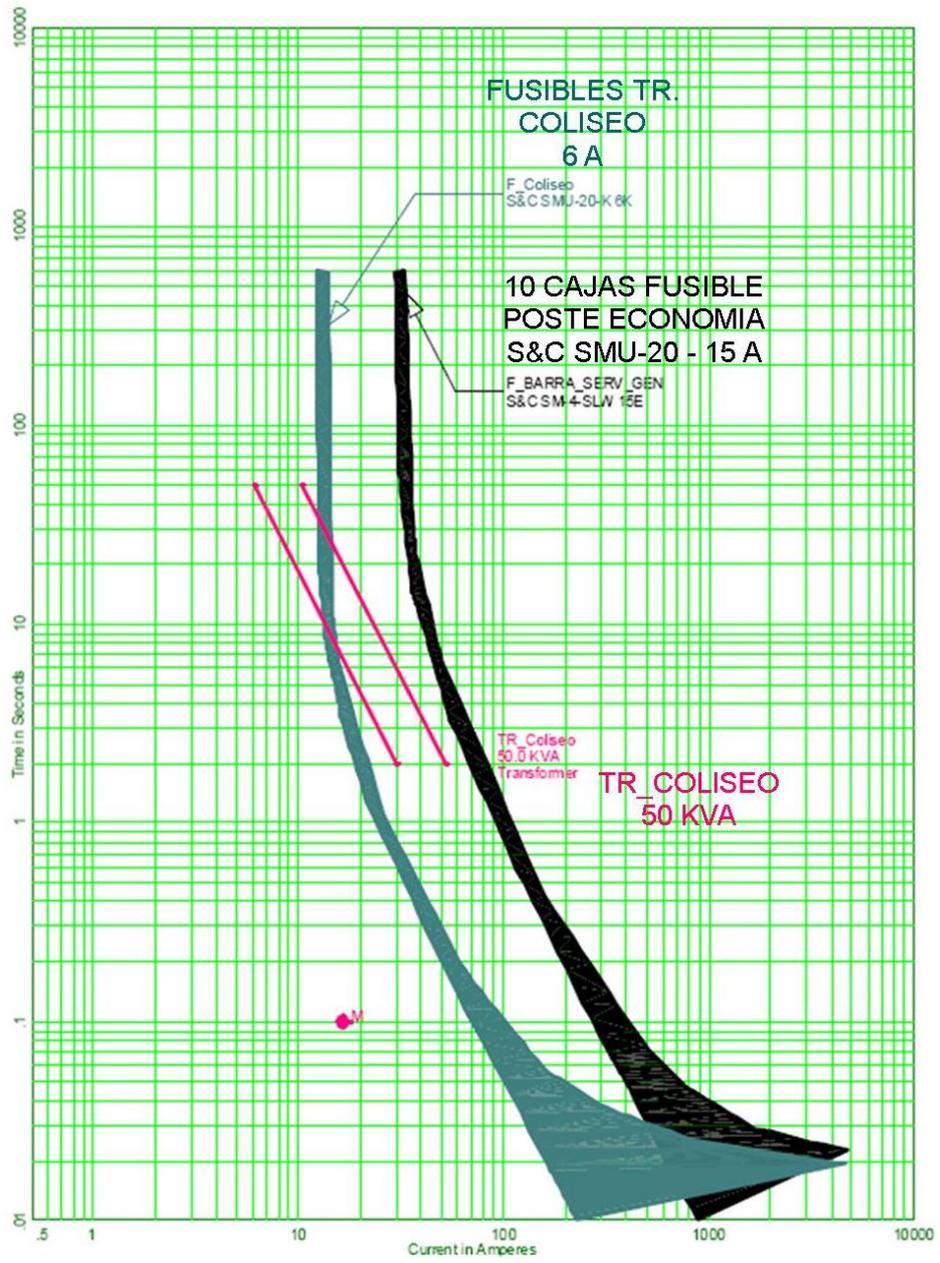


Fig. 5.55 Curva de fusibles del trafo del Coliseo.

5.2.21 Fusibles del Transformador de Cancha de fútbol (Sección 21).

El diagrama muestra el fusible del transformador que alimenta las cargas del bar de la cancha de fútbol y a la cancha.

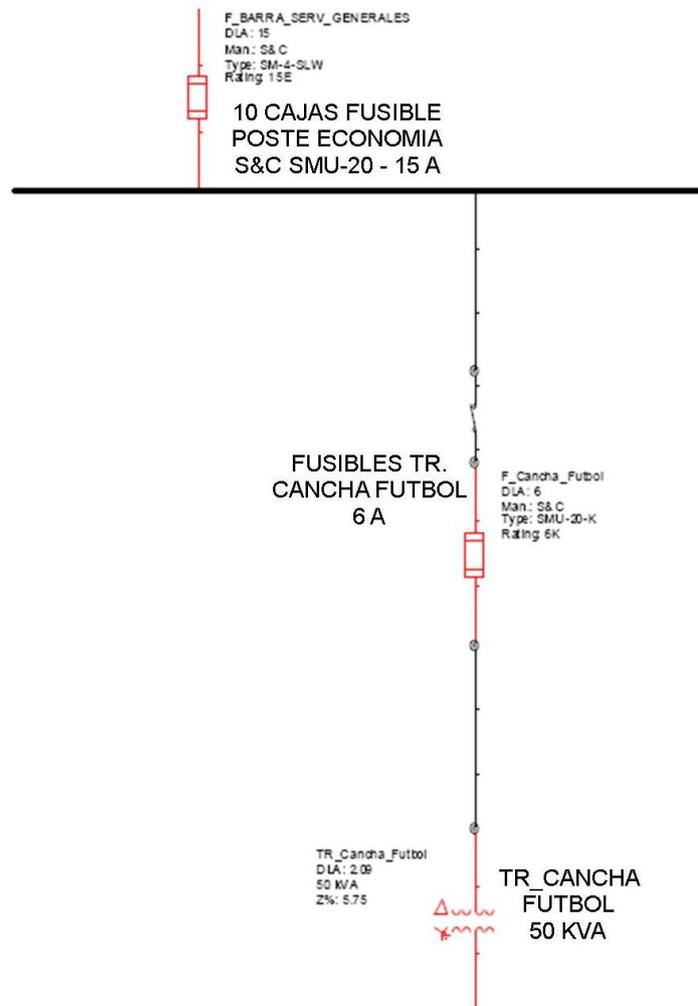


Fig. 5.56 Diagrama del fusible del trafo de la Cancha de fútbol.

5.2.21.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 21).

El fusible está protegiendo al transformador, aunque se observa que parte de la curva del transformador no es protegida por el fusible pero cabe recalcar que solo se produce un ligero calentamiento antes que entre a operar el fusible y en presencia de fallas no causa daños al equipo.

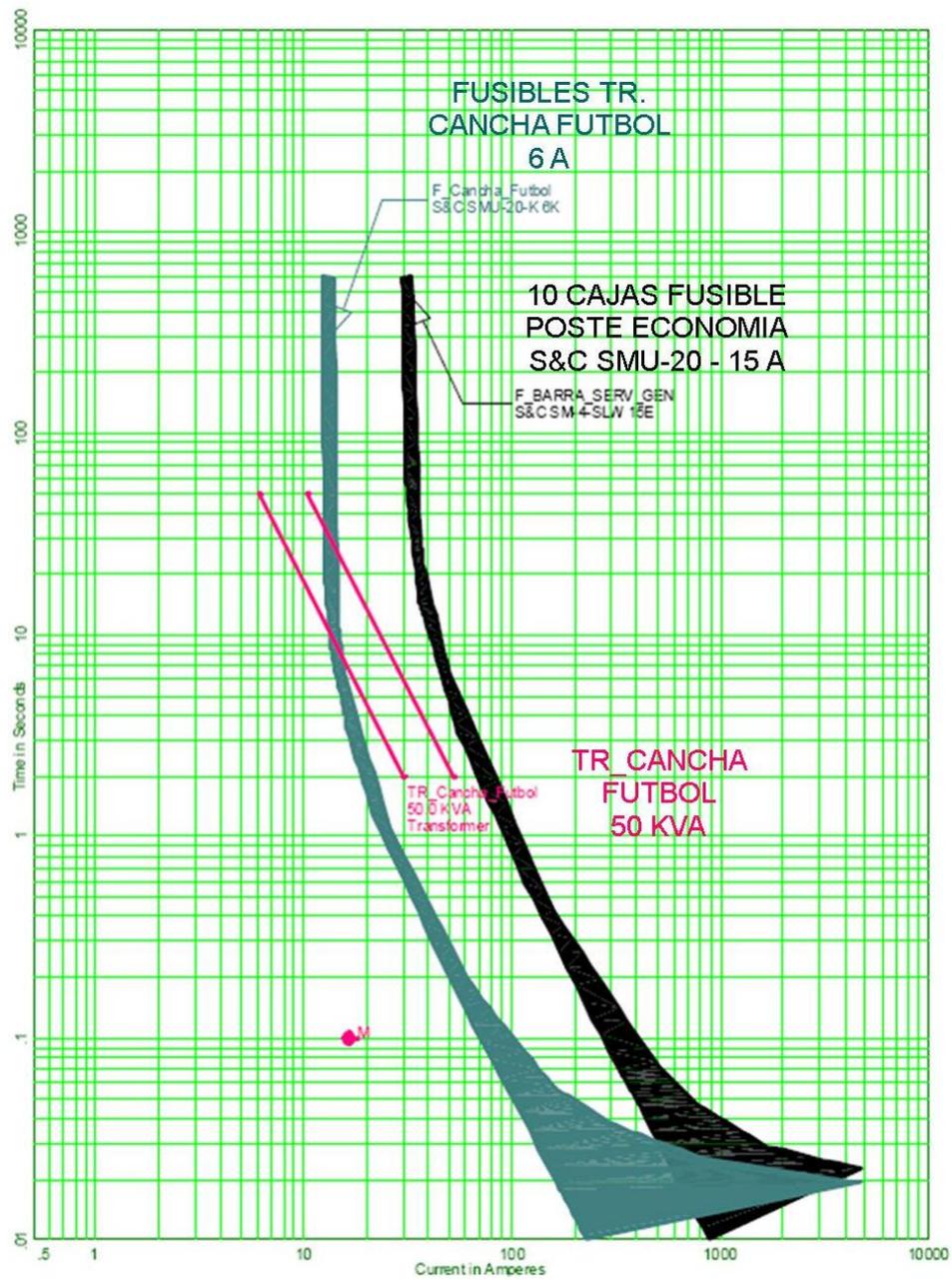


Fig. 5.57 Curva del fusible del trafo de la Cancha de fútbol.

5.2.22 Fusibles de los Trafos de Fac. de Medicina (Viejo). (Sección 22).

Se debe señalar que en este recorrido existe un banco de dos transformadores, uno de 150 KVA y otro de 50 KVA conectados en Estrella abierto – Delta abierto y los fusibles que los protegen son de 10 y 6 amperios respectivamente. A continuación se muestra el diagrama de esta sección:

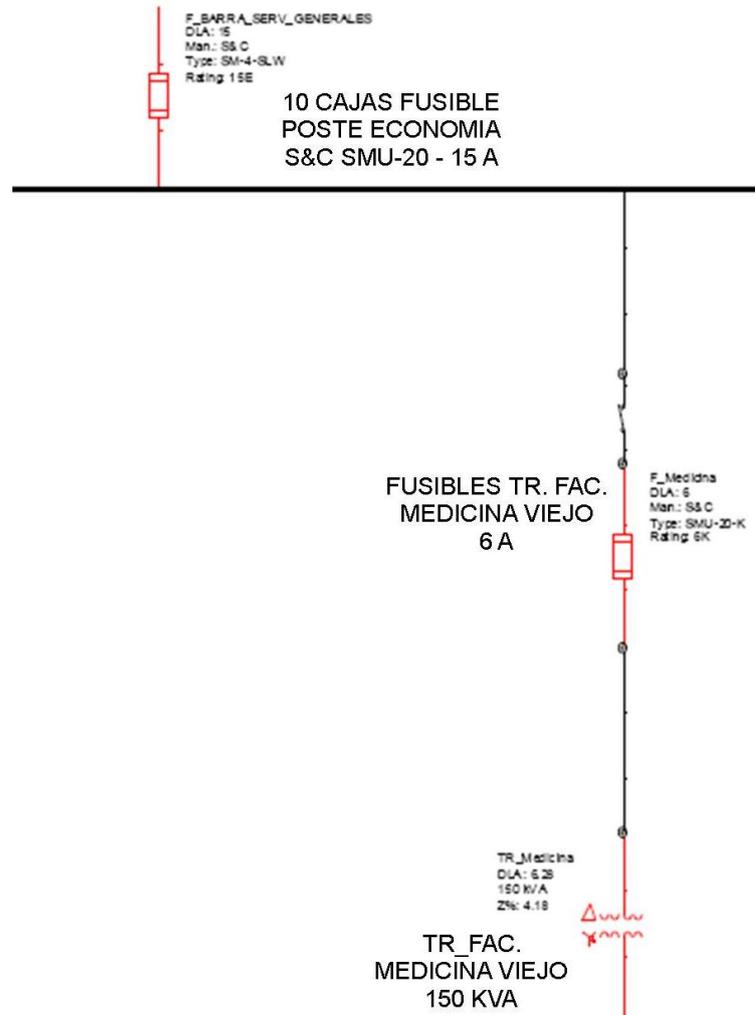


Fig. 5.58 Diagrama de fusibles de los trafos de la Facultad de Medicina (Edif. Viejo)

5.2.22.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 22).

En esta sección los fusibles tanto de 10 amperios para el trafo de 100 KVA como el de 6 amperios para el trafo de 50 KVA protegen a estos equipos. Los fusibles están coordinados y no se requiere cambios.

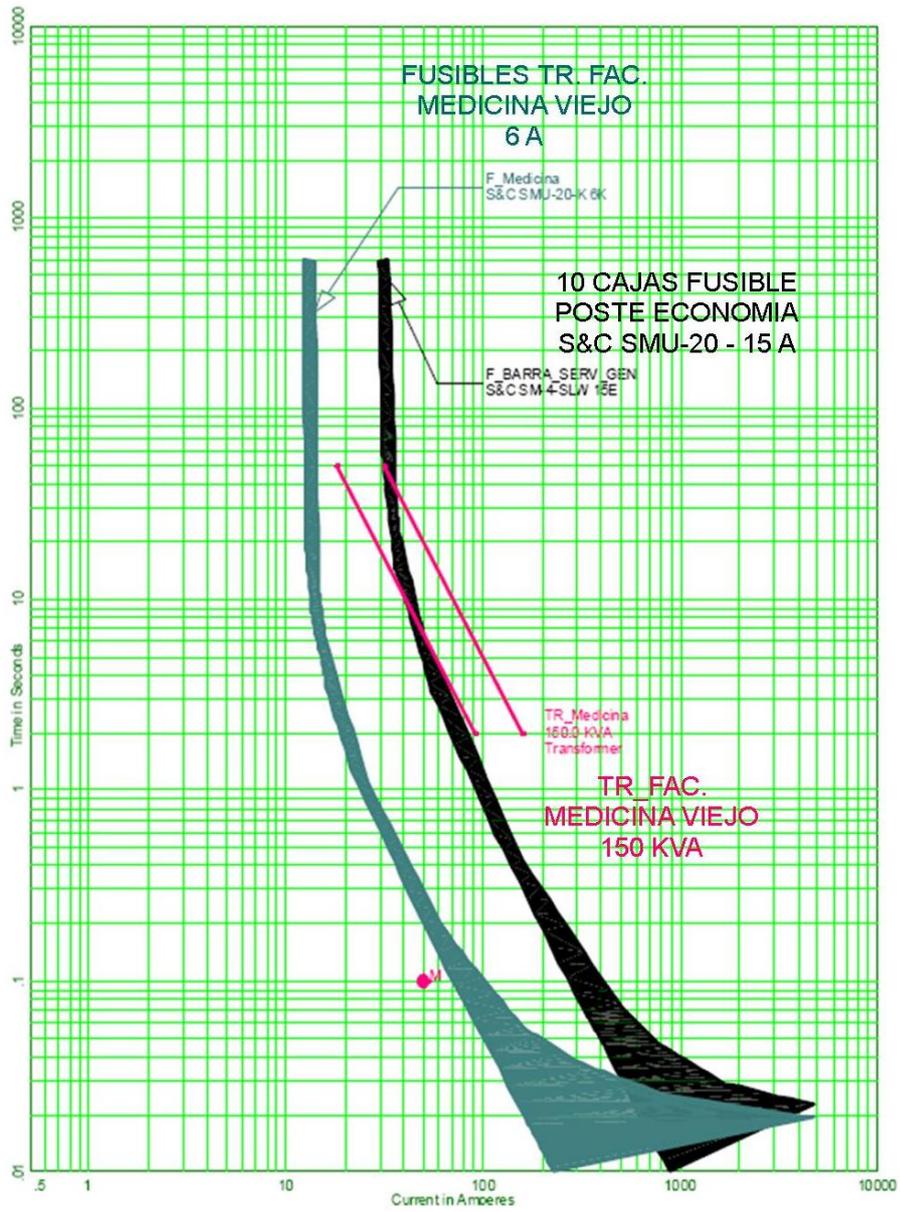


Fig. 5.59 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Medicina (Edif. Viejo).

5.2.23 Fusibles de Trafos de la Fac. de Medicina (Nuevo). (Sección 23).

En el diagrama de la figura 5.60 se observa los fusibles de 15 amperios ubicados en el poste de la cancha de Economía de los que se derivan las líneas cuya gran parte de su recorrido es subterráneo hasta llegar al cuarto de transformadores de la nueva facultad de medicina y donde hay tres fusibles de 15 amperios para proteger los trafos de 167 KVA cada uno.

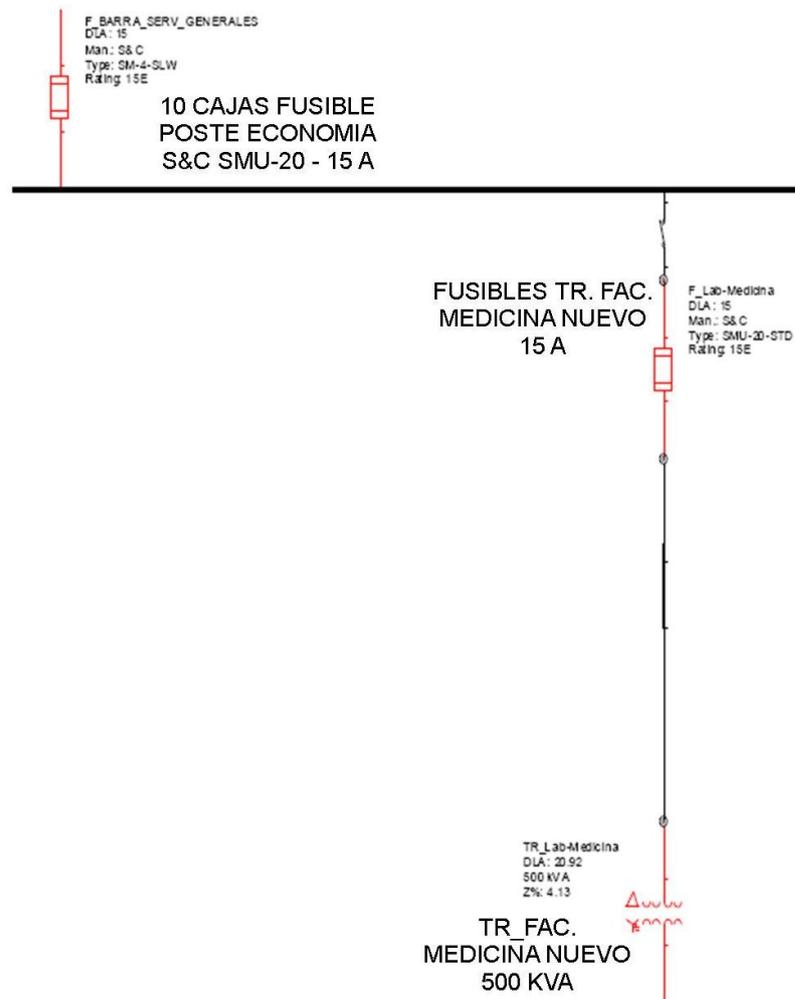


Fig. 5.60 Diagrama de fusibles de los trafos de la Facultad de Medicina (Edif. Nuevo)

5.2.23.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 23).

Los fusibles instalados actualmente no están coordinados, además que pueden presentarse posibles problemas porque la curva de los fusibles se encuentra muy cerca de la corriente de magnetización. Es recomendable cambiar los fusibles para evitar estos inconvenientes.

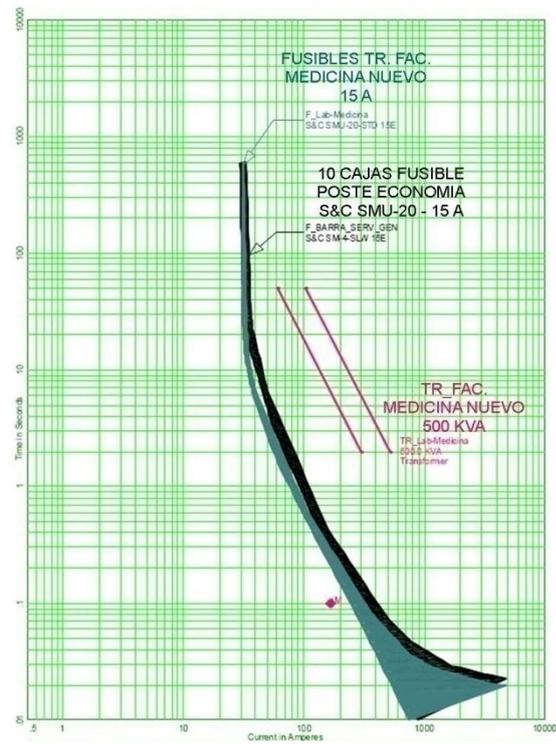


Fig. 5.61 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Medicina (Nuevo). (Caso actual)

Cambiando de fusibles en el poste y en el cuarto de trafos se observa notoriamente la mejora en protección de los transformadores y coordinación.

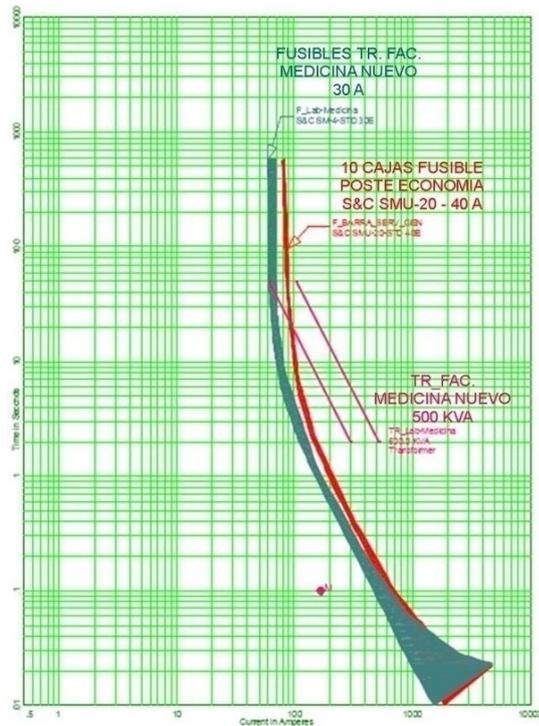


Fig. 5.62 Curva de fusibles de trafos de la Fac. de Medicina (Nuevo). (Caso futuro)

5.2.24 Fusibles de los Trafos de la Facultad de Economía. (Sección 24)

En el diagrama se describen los fusibles ubicados en el poste de las diez cajas fusible y de donde salen tres líneas para alimentar los tres transformadores de 167 KVA de la facultad de Economía.

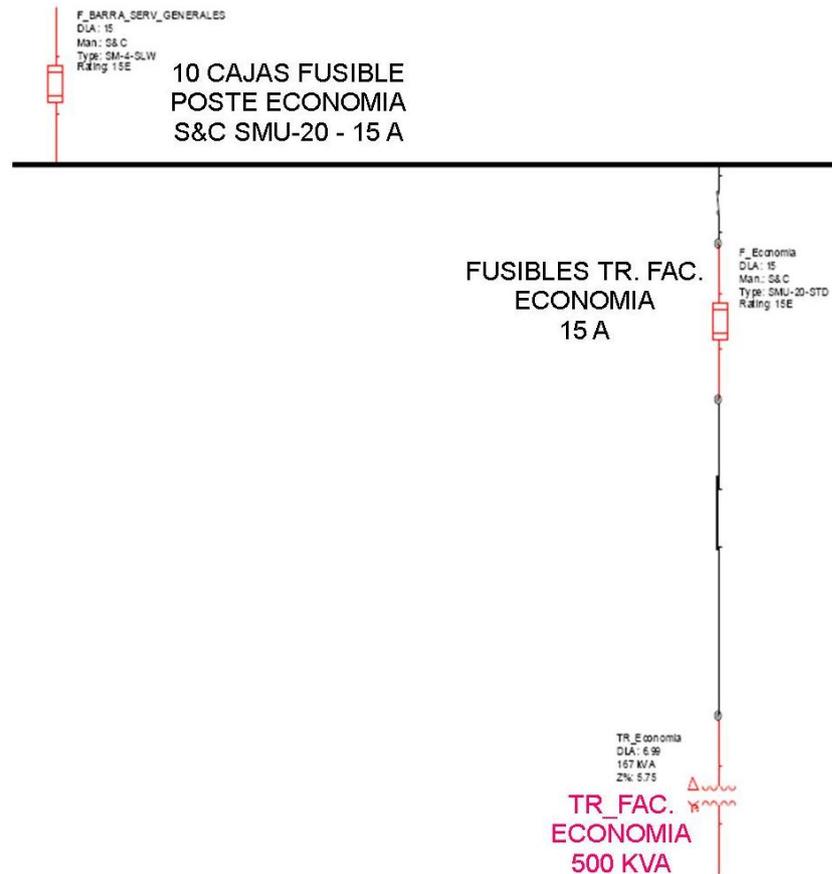


Fig. 5.63 Diagrama de fusibles de trafos de la Fac. de Economía.

5.2.24.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 24).

Aunque en la gráfica de curvas se observa que los fusibles colocados protegen al banco de trafos, se deberían cambiar los fusibles colocados en el poste de la cancha sintética de Economía, ya que no hay coordinación entre los fusibles del poste con los del cuarto de transformadores. A continuación se observa las curvas con los fusibles actuales y la gráfica con curvas al realizar los cambios de fusibles.

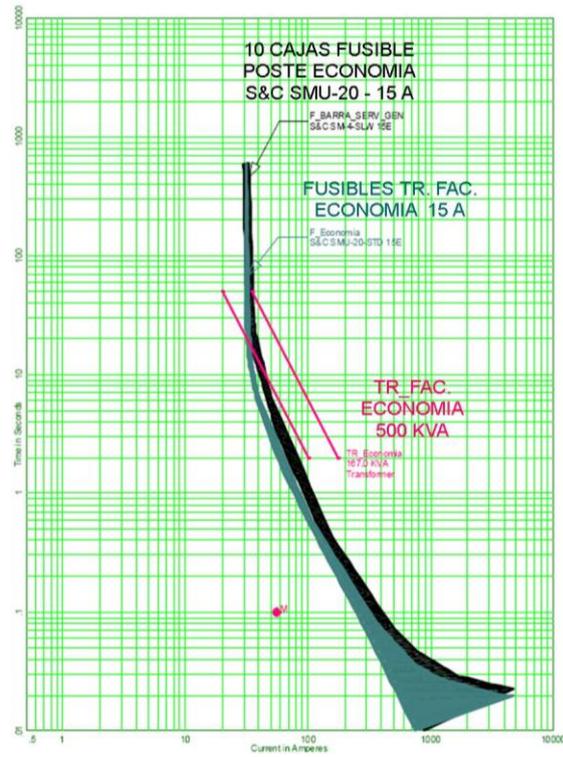


Fig. 5.64 Curva de fusibles de los trafos de la Fac. de Economía. (Caso actual)

Se recomienda cambiar los fusibles ubicados en el poste y los fusibles del cuarto de trafos de Economía para tener protección y coordinación.

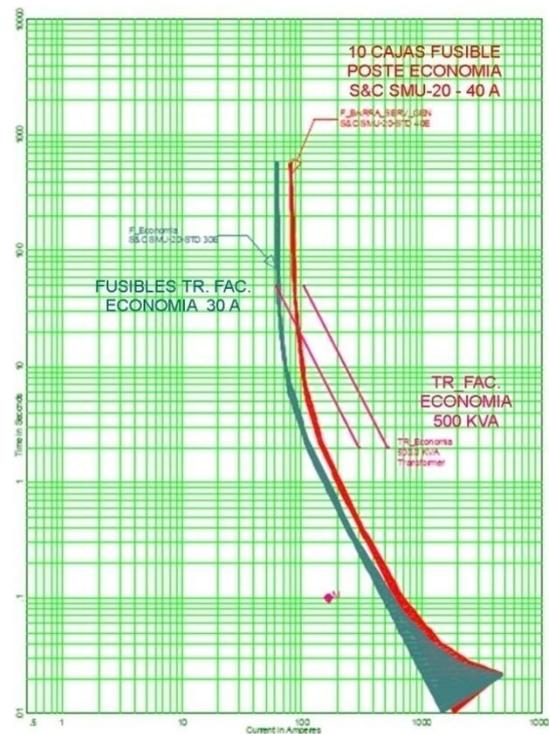


Fig. 5.65 Curva de fusibles de los trafos de la Fac. de Economía. (Caso futuro)

5.2.25 Fusible del Trafo de la Clínica Odontológica. (Sección 25).

El diagrama muestra la sección de estudio que parte de las diez cajas fusibles y se deriva una línea para alimentar el transformador de la clínica odontológica cuya protección es un fusible de 10 amperios.

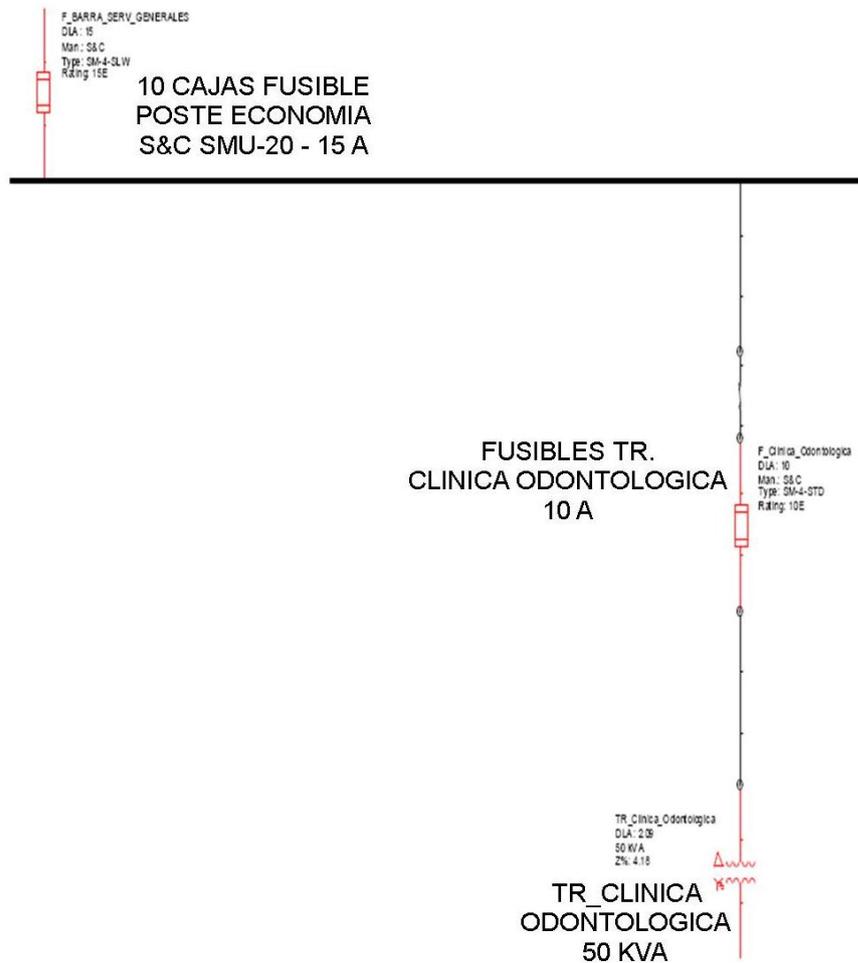


Fig. 5.66 Diagrama del fusible del trafo de la Clínica Odontológica.

5.2.25.1 Comparación curvas coord. caso actual y futuro (Sección 25).

El fusible ubicado en el poste no está protegiendo al trafo, se observa en la gráfica de curvas 5.67 que el fusible actual está sobredimensionado y ante fallas de cortocircuito no protege al transformador y este se puede averiar, se recomienda cambiar el fusible por uno de menor amperaje.

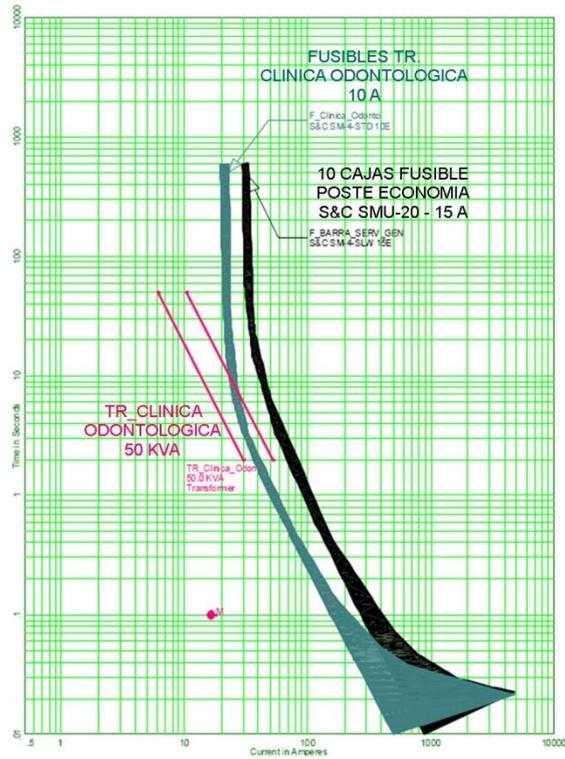


Fig. 5.67 Curva del fusible del trafo de la Clínica Odontológica. (Caso actual)
 Al realizar la simulación con el cambio del fusible de este trafo, se obtiene la adecuada protección al equipo.

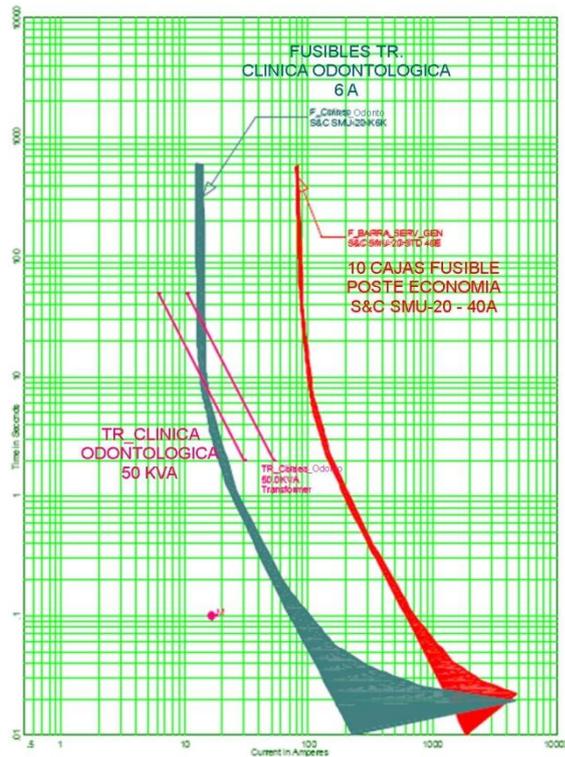


Fig. 5.68 Curva del fusible del trafo de la Clínica Odontológica. (Caso futuro)

5.2.26 Fusibles de los Trafos de Morfología (Anfiteatro). (Sección 26)

El diagrama muestra el camino de estudio donde las diez cajas fusibles están ubicadas en el poste de la cancha de la Facultad de Economía de donde se derivan dos líneas aéreas y luego gran parte del tramo pasa a ser subterráneo para llegar a los fusibles que protegen a los dos transformadores ubicados en el poste frente a la Facultad de Medicina nueva, que alimentan las cargas del Anfiteatro.

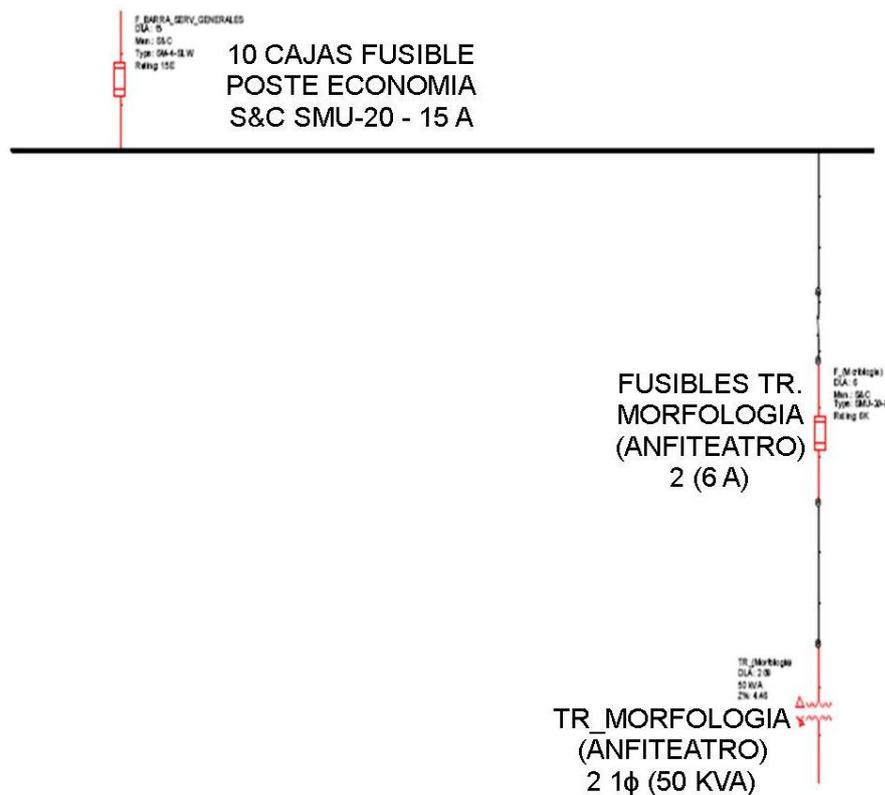


Fig. 5.69 Diagrama de fusibles de trafo de Morfología.

5.2.26.1 Curvas de coordinación caso actual (Sección 26).

Los fusibles que protegen a cada trafo de 50 KVA respectivamente están operando dentro de los parámetros aceptables y ante fallas no se presentan daños a los equipos.

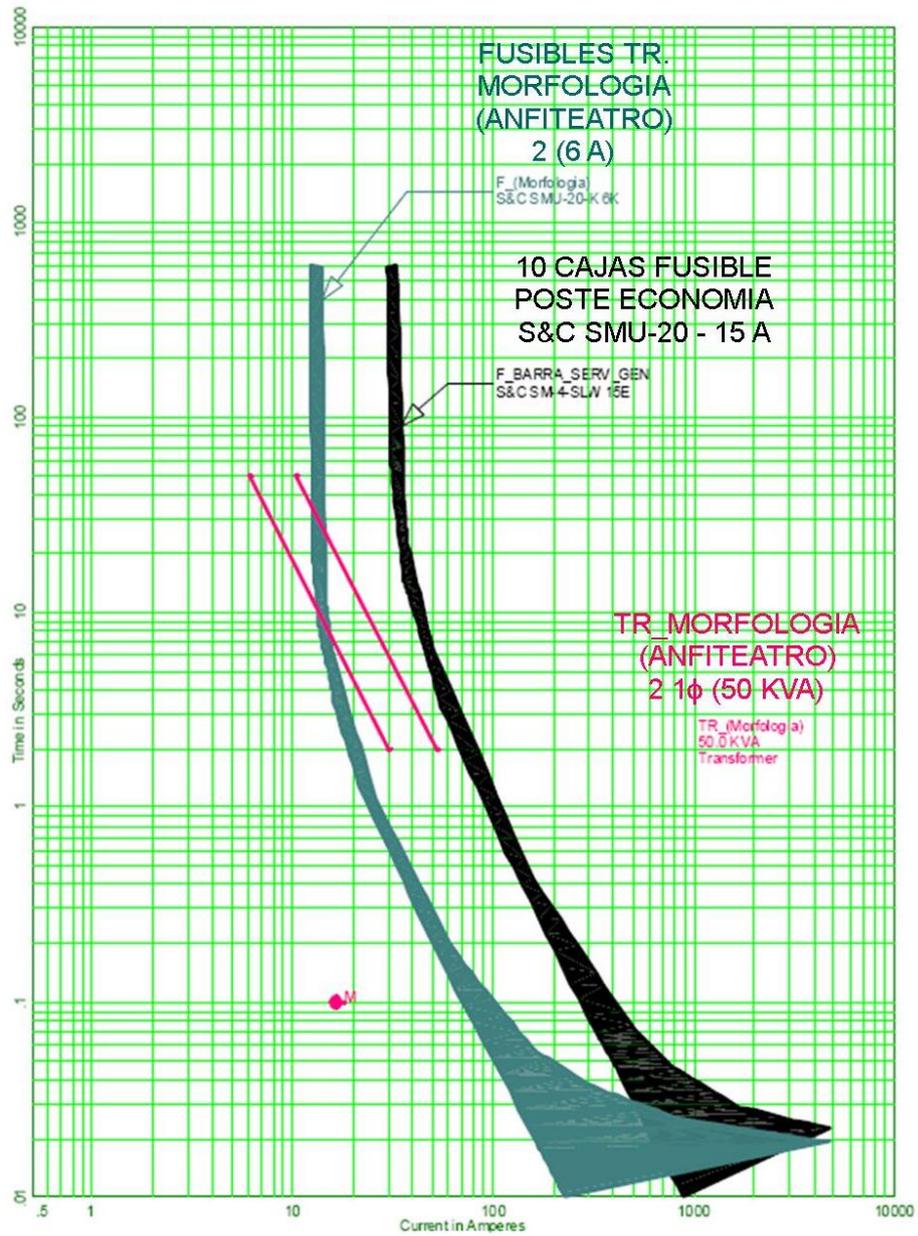


Fig. 5.70 Curva de fusibles de trafos de Morfología.

CAPITULO VI

6. Plan de mejoras respecto a resultados y presupuesto.

A continuación se presenta una tabla detallada de todos los fusibles que constan actualmente en el sistema de media tensión de la U.C.S.G. y aquellos fusibles que deberían cambiarse para poder tener una coordinación de protecciones adecuada y garantizada en base al estudio realizado con el propósito de que el sistema de distribución de media tensión eléctrica de la U.C.S.G. sea más confiable y no continúen desarrollándose apagones innecesarios debido a la mala selectividad y sobredimensionamiento de las protecciones.

TABLA COMPARATIVA DE FUSIBLES

Fusible ID	Tipo	Capacidad		Estatus	Velocidad
		Actual	Futuro		
TIRA_FUSIBLE	SM-4-STD	150E	210E	CAMBIAR	Standard
F_PRINCIPAL	SMU-20-STD	125E	200E	CAMBIAR	Standard
F_PR_RAMAL_1	SMU-20-STD	100E	100E	OK	Standard
F_PR_RAMAL_1-2	SM-4-STD	60E	60E	OK	Standard
F_SUB_RAMAL_1_A	SM-4-STD	40E	40E	OK	Standard
F_Empresariales_1	SM-4-STD	50E	50E	OK	Standard
F_Centro Computo	SMU-20-STD	30E	10E	CAMBIAR	Standard
F_Biblioteca	SM-4-STD	15E	15E	OK	Standard
F_Salas_Computo	SMU-4-STD	30E	10E	CAMBIAR	Standard
F_Empresariales_2	SMU-20-STD	50E	40E	CAMBIAR	Standard
F_Tecnica	SMU-20-STD	60E	20E	CAMBIAR	Standard
F_Canal_UCSG	SM-4-STD	60E	20E	CAMBIAR	Standard
F_Edif_Principal_1	SMU-20-STD	100E	40E	CAMBIAR	Standard
F_Edif_Principal_2	SM-4-STD	100E	30E	CAMBIAR	Standard
F_PR_RAMAL_2	SMU-20-STD	100E	100E	OK	Standard
F_Jurisprudencia	SMU-20-STD	12K	20K	CAMBIAR	Fast
F_BARRA_PASTORAL (JARDIN)	SMU-20-STD	8K	15K	CAMBIAR	Fast
F_Idiomas	SMU-20-STD	60E	20E	CAMBIAR	Standard
F_Nueva_Aso_Profesores	SMU-20-STD	8K	5K	CAMBIAR	Fast
F_Arquitectura	SMU-20-STD	80E	20E	CAMBIAR	Standard
F_Filosofia	SMU-20-K	12K	12K	OK	Fast
F_BARRA_POSTE-ECON	SM-4-STD	50E	50E	OK	Standard
F_Poste_Economia	SM-4-STD	6E	6E	OK	Fast
F_10_CAJAS_FUSIBLE	SM-4-STD	15E	40E	CAMBIAR	Standard

F_Proveeduría	SM-4-STD	3E	3E	OK	Standard
F_Coliseo	SM-4-STD	6E	6E	OK	Standard
F_Cancha_Futbol	SM-4-STD	6E	6E	OK	Standard
F_Medicina	SM-4-STD	6E	6E	OK	Standard
F_Lab-Medicina	SM-4-STD	15E	30E	CAMBIAR	Standard
F_Economía	SMU-20-STD	15E	30E	CAMBIAR	Standard
F_Clinica_Odontologica	SM-4-STD	10E	6E	CAMBIAR	Standard
F_(Morfología)	SM-4-STD	6E	6E	OK	Standard
F_BARRA_ING_AULA-MAGNA	SMU-20-K	100K	40K	CAMBIAR	Fast
F_Aula Magna	SMU-20-STD	3E	10E	CAMBIAR	Standard
F_Ingeniería	SMU-20-STD	60E	20E	CAMBIAR	Standard
F_PM_PASTORAL	SMU-20-K	---	10K	NUEVO	Fast
FUSE_FILOSOFIA-ECONOMIA	SMU-20-K	---	65K	NUEVO	Fast
FUSE_ING-ARQ	SMU-20-K	---	80K	NUEVO	Fast

Tabla 6.1 Tabla comparativa de fusibles.

En la tabla se puede apreciar que fusibles correspondientes a F_PM_PASTORAL, FUSE_FILOSOFIA-ECONOMIA, FUSE_ING-ARQ, son fusibles que se recomienda instalarlos en los P.M. Seccionadores indicados ya que actualmente no existe protección alguna en estos equipos PMH-6.

6.1 Presupuesto previsto.

Se da detalle de los costos que se emplean al proceder a cambiar los fusibles que se especificaron en la tabla 6.1.

En la tabla ya se incluyen los valores de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Tipos de fusibles; si son tira fusibles o fusibles para celdas de media tensión o trafos Pad mounted seccionadores.
- Precio de la mano de obra (cambios).
- Cantidad de fusibles a cambiar.

Los costos de los tipos de fusibles fueron sacados con respecto a un manual actualizado de Schneider Electric detallando los precios y que constan actualmente en el mercado.

TABLA DE COSTOS

Fusible ID	Tipo	Capacidad	Precio Unitario (\$)	Cantidad de fusibles	Costo Mano/obra c/f (\$)	Costo total (\$)
		Futuro				
TIRA_FUSIBLE	SM-4-STD	210E	15	3	10	75
F_PRINCIPAL	SMU-20-STD	200E	170	3	30	600
F_Centro Computo	SM-4-STD	10E	3,78	3	10	41,34
F_Salas Computo	SM-4-STD	10E	3,78	3	10	41,34
F_Empresariales_2	SM-4-STD	40E	3,78	3	10	41,34
F_Tecnica	SM-4-STD	20E	3,78	3	10	41,34
F_Canal_UCSG	SM-4-STD	20E	3,78	3	10	41,34
F_Edif_Principal_1	SMU-20-STD	40E	3,78	3	10	41,34
F_Edif_Principal_2	SM-4-STD	30E	3,78	3	10	41,34
F_Jurisprudencia	SMU-20-K	20K	80	3	30	330
F_BARRA_PASTORAL	SMU-20-STD	15E	70	3	30	300
F_Idiomas	SM-4-STD	20E	3,78	3	10	41,34
F_Nueva_Aso_Profesores	SMU-20-STD	5E	40	3	30	210
F_Arquitectura	SMU-20-STD	20E	75	3	30	315
F_10_CAJAS_FUSIBLE	SM-4-STD	40E	3,78	10	10	137,80
F_Lab-Medicina	SM-4-STD	30E	3,78	3	10	41,34
F_Economia	SM-4-STD	30E	3,78	3	10	41,34
F_Clinica_Odontologica	SM-4-STD	6E	3,78	1	10	13,78
F_BARRA_ING_AULA-MAGNA	SMU-20-STD	40E	3,78	3	10	41,34
F_AulaMagna	SM-4-STD	10E	3,78	3	10	41,34
F_Ingenieria	SMU-20-STD	20E	75	3	30	315
F_PM_PASTORAL	SMU-20-K	10K	62	3	30	276
FUSE_FILOSOFIA-ECONOMIA	SMU-20-K	65K	115	3	30	435
FUSE_ING-ARQ	SMU-20-K	80K	120	3	30	450
					GRAN TOTAL (\$)	3953.67

Tabla 6.2 Detalle de costos totales.

En la tabla se refleja el costo total al realizar los cambios en todos los fusibles indicados. Los fusibles de las diez cajas fusibles colocadas en el poste ubicado en la cancha sintética de la Facultad de Economía deben ser cambiadas por unos de 40 amperios.

También se indica que se deberían colocar fusibles del tipo SMU-20 dentro de los siguientes equipos seccionadores PMH-6:

- El transformador seccionador Pad mounted ubicado en las afueras de Pastoral Universitario, tiene su propio trafo para dar servicio a esta área pero los fusibles del equipo provienen del P.M. seccionador ubicado en el jardín del aula magna, que no es lo adecuado y el trafo de Pastoral debería tener su protección mejorando su ubicación.
- El P.M. seccionador ubicado entre la Facultad de Filosofía y Economía solo tiene puesta protecciones para el transformador de distribución de la Facultad de Filosofía, pero se recomienda poner fusibles en el compartimiento seccionador ya que en caso de presentarse fallas esta configuración del equipo no presenta protección para aislar la falla.
- Se presenta el mismo caso anterior en el P.M. seccionador entre la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por lo que se recomienda colocar unidades fusibles del tipo SMU-20 con los amperajes dados en la tabla 6.1.

Conclusiones

- El programa EDSA Paladin ® DesignBase ™ resultó ser una herramienta sumamente útil para la realización de este trabajo de grado, ya que sirvió para modelar el sistema eléctrico de media tensión de la U.C.S.G., simular los distintos tipos de cortocircuitos en distintos tiempos de operación y con los resultados se tuvo un mayor panorama para proceder a realizar una coordinación de protecciones óptima.
- A pesar de que algunas curvas de fusibles de ciertos transformadores protegen al equipo en sí, al realizar el análisis se comprobó que no están coordinados aguas arriba con respecto a otros fusibles ubicados para operar de manera inmediata, por lo tanto se procedió a describir en la tabla 6.1 aquellos fusibles que deberían cambiarse para tener una coordinación de protecciones de acuerdo a los criterios de selectividad y confiabilidad con el propósito de tener un sistema de distribución de mayor confiabilidad.
- Se encontró que debido a la demanda reflejada en las planillas que se facturan a nombre de la U.C.S.G. su consumo mensual varía entre los 2100 KW a 2500 KW durante aproximadamente los diez meses de actividades académicas, y en caso de que los transformadores superen un 40% de su capacidad, a excepción de los transformadores de la facultad de medicina, el de la clínica odontológica y los dos trafos del anfiteatro que ya están a su máxima capacidad, el sistema se verá saturado y continuarán las fallas que se han venido suscitando.
- Por medio del estudio de cortocircuito realizado, se ha determinado que ciertos fusibles de protección para los transformadores instalados actualmente no se encuentran acorde a las capacidades de los mismos, para el efecto se han propuesto las capacidades correctas para su pronto cambio con el propósito de evitar posibles daños a los transformadores.

- De acuerdo a los datos recopilados, se encontró con que la capacidad instalada en la U.C.S.G. es de 5678 KVA, de los cuales 3302 KVA están instalados en la primera de las tres celdas de media tensión y es la que mayores problemas presenta de acuerdo a las fallas que se han suscitado durante varios años, de acuerdo a lo manifestado por el personal del departamento de mantenimiento, por lo que la acción más pronta a tomar es cambiar los fusibles que están ubicados en este ramal de las líneas de distribución de M/T.
- Debido a todas las inconsistencias encontradas en la red de M/T., la Eléctrica de Guayaquil EP. se ha estado acoplado a las condiciones que presenta la U.C.S.G. con respecto a sus protecciones instaladas en el poste de la acometida principal, y no es la manera de proceder porque el cliente es quien debe regularse a las exigencias que plantea la EEPG de acuerdo a sus normas establecidas en el NATSIM.

Recomendaciones

- Se recomienda revisar los transformadores que se encuentran con sobrecarga con la intención de cambiarlos por otros de mayor capacidad o aliviarlos redistribuyendo las cargas actuales en otros circuitos, como los dos trafos de morfología que deberían ser cambiados por dos de 75 o 100 KVA. Lo mismo sucede con el trafa de la Clínica Odontológica que debería ser reemplazado por uno de 100 KVA. También el banco de trafos de 150 KVA de la Facultad de Medicina antigua, debe ser reemplazado por trafos de mayor capacidad debido a la sobrecarga que se encontró en las mediciones de campo realizadas.
- Con los cambios de fusibles que se recomienda con respecto a la simulación del caso actual, se garantiza que el sistema esté coordinado en su totalidad.
- Se recomienda también instalar algunos fusibles en cabecera o aguas arribas de ciertas barras de distribución como: el Pad Mounted Seccionador ubicado entre las Facultades de Ingeniería y Arquitectura, el Pad Mounted Seccionador ubicado entre las Facultades de Filosofía y Economía, y del transformador pedestal con derivaciones situado en Pastoral, de esa manera existirá una coordinación adecuada rápida y selectiva.
- Se debería redistribuir las líneas que alimentan varios de los transformadores instalados en la primera celda de media tensión hacia las otras dos celdas de media tensión con el propósito de no saturar la red de distribución.
- Se sugiere al personal del Departamento de Mantenimiento llevar una bitácora con datos de cambios de equipos o protecciones realizados, fecha de presencia de apagones que surjan en las instalaciones dentro de la U.C.S.G.

- Se recomienda también la instalación de una celda de protección con disyuntor en el alimentador principal garantizando una protección tripolar más rápida, eficiente y segura.
- Debido al consumo actual registrado en la planilla de luz que oscila entre los 2100 KW y 2500 KW, y siendo este valor superior a 1 MW es necesario planificar un cambio a una subestación de 69KV tal como lo exige la Empresa Eléctrica de Guayaquil de acuerdo con las normas citadas en el NATSIM.

BIBLIOGRAFIA

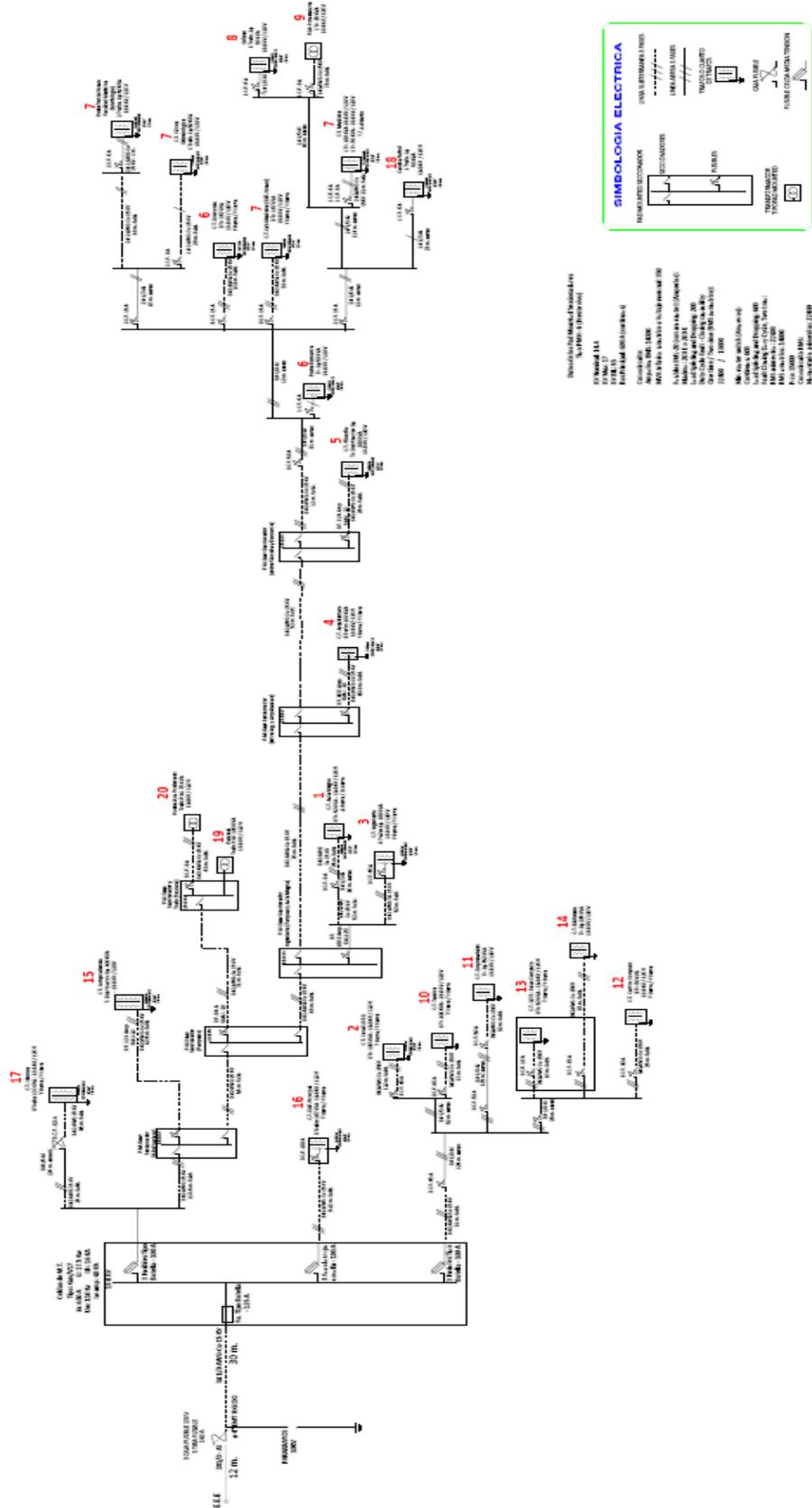
- Acosta Acuña, N. (28 de Enero de 2005). Recuperado el 25 de Marzo de 2014, de Estudio del Funcionamiento de Fusibles Eléctricos.: mem_1_1252620222
- Acosta, E. (21 de Junio de 2011). AC Power. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Estudio de Cortocircuito: www.acpower.com.mx
- ANSI-C37.42. (10 de Agosto de 2011). Norma ANSI C37.42 (1996). Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de www.scribd.com/ANSI-C37-42-1996-American-National-Standards-Institute
- Arce Lazo, E. S. (2010). Estudio de coordinación de protecciones en Alta y Media tensión en la Subestación "Machala" propiedad de la Corporación Nacional de Electricidad S.A. - Regional El Oro. Cuenca.
- Arosemena Salem, C. J. (19 de Abril de 2006). EDSA Power System Analysis Software. Recuperado el 3 de Marzo de 2014, de EDSA: www.edsa.com
- Blogspot. (Enero de 2013). Ingeniería Eléctrica y Tecnología. Recuperado el 20 de Diciembre de 2013, de Estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones: <http://fidelsmc.blogspot.com/2013/01/estudio-de-cortocircuito-y-coordinacion.html>
- Carrillo, I. G. (Octubre de 2007). Protecciones Eléctricas - Notas de clase. Bucaramanga, Colombia.
- Castaño, S. R. (19 de Abril de 2002). Protección de Sistemas Eléctricos - Primera Edición. Protección de Sistemas Eléctricos . Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cooper, P. S. (1990). Electrical Distribution-System Protection - 3ra Edición. Estados Unidos de Norteamérica: Cooper Industries.
- Duncan, G., & Mulukufu, S. (2008). Sistemas de Potencia - Análisis y Diseño - Tercera Edición. Ciencias e Ingenierías.
- Fink, D., & Beaty, H. (1991). Manual de Ingeniería Eléctrica Tomo II 13ª.Ed. En D. Fink, & H. Beaty, Manual de Ingeniería Eléctrica Tomo II 13ª.Ed. (págs. 46-47). México: McGraw-Hill.

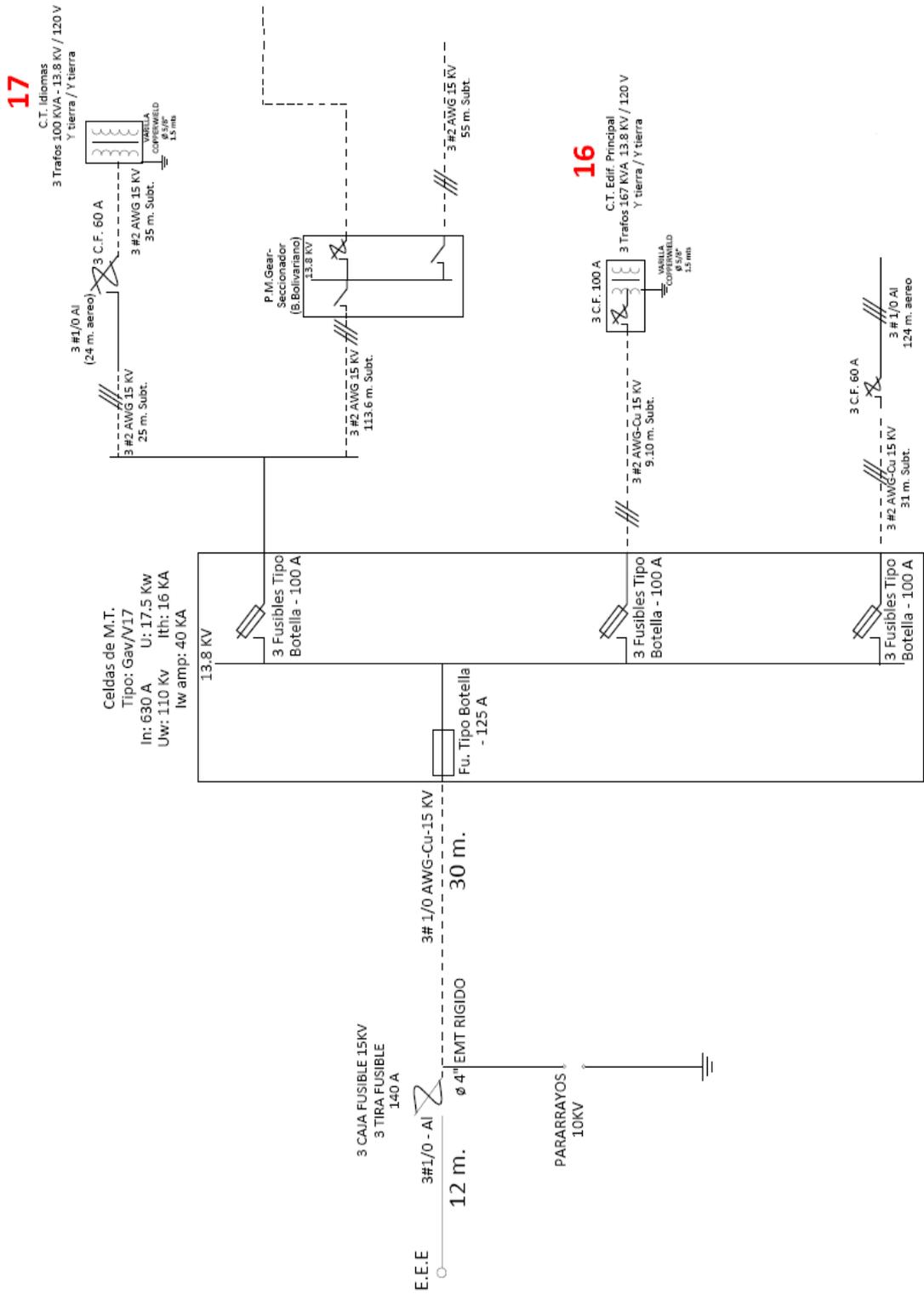
- IEC. (2001). Definición Corriente de Cortocircuito. Recuperado el 6 de Marzo de 2014, de Norma IEC-60909: www.iec.com
- IEEE-100. (1989). Definición de fusible norma IEEE-100. Recuperado el 27 de Febrero de 2014
- INGEProject. (1 de Octubre de 2009). INGEProject - Chile. Recuperado el 12 de Marzo de 2014, de www.edsa.com
- López, A., & Viteri, G. (2010). Aplicación de Fusibles e interruptores termo magnéticos. Guayaquil.
- S&C Electric Company. (21 de Septiembre de 2009). S&C Company - Boletín Descriptivo 662-30S Equipo Tipo Pedestal PMH de Operación Manual de S&C. Recuperado el 12 de Marzo de 2014, de www.sandc.com
- Servelec. (2010). Servicios de Ingeniería Eléctrica. Recuperado el 21 de Diciembre de 2013, de Análisis de Coordinación de Protecciones: www.servelec.mx/analisis-de-coordinacion-de-protecciones.html
- SIGICORP. (s.f.). Eléctricos Internacional. Recuperado el 2014 de Febrero de 20, de Características físicas y eléctricas de los fusibles: www.electricosinter.com/index.php/caracteristicas-fisicas-y-electricas-de-los-fusibles-

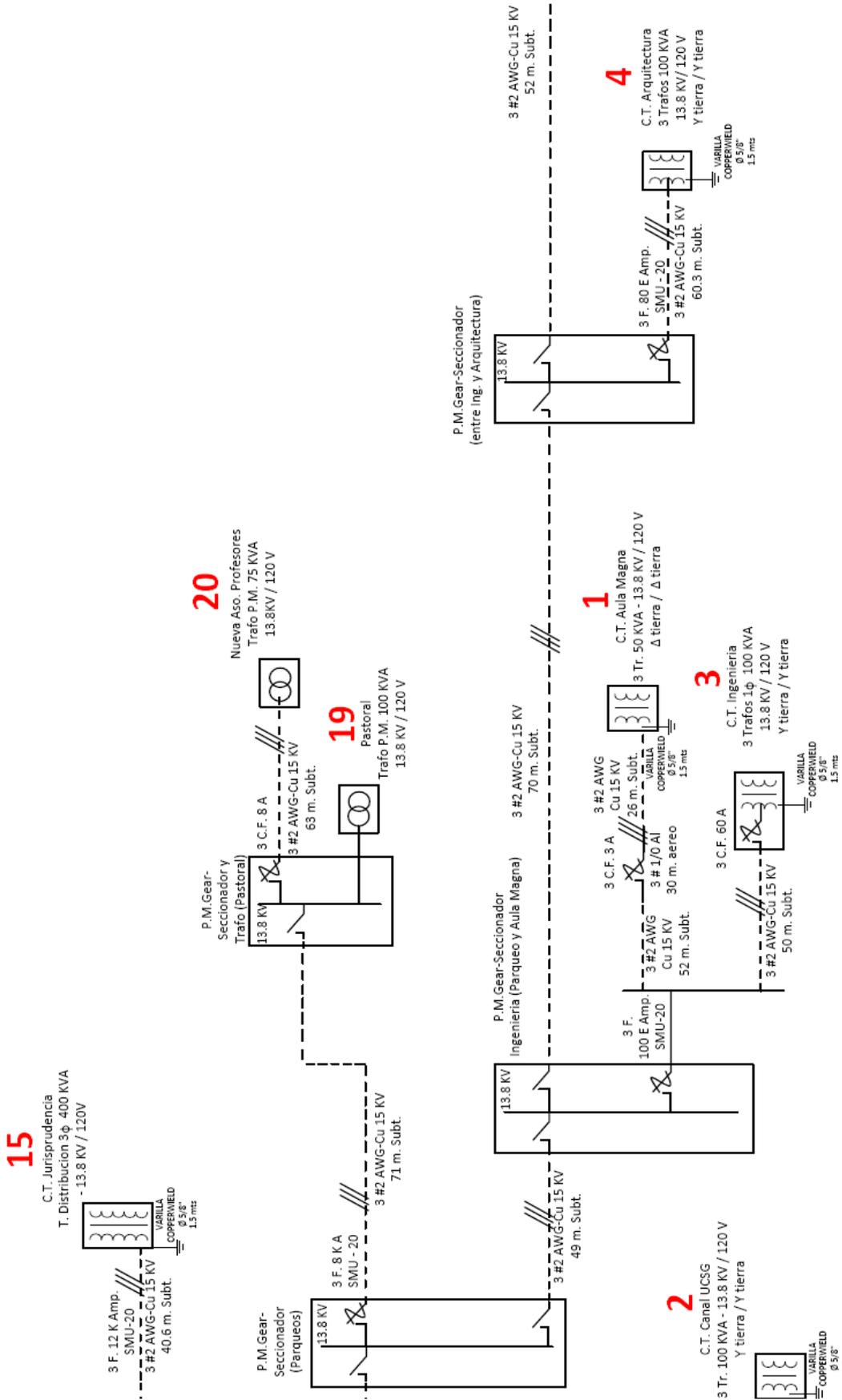
Anexos

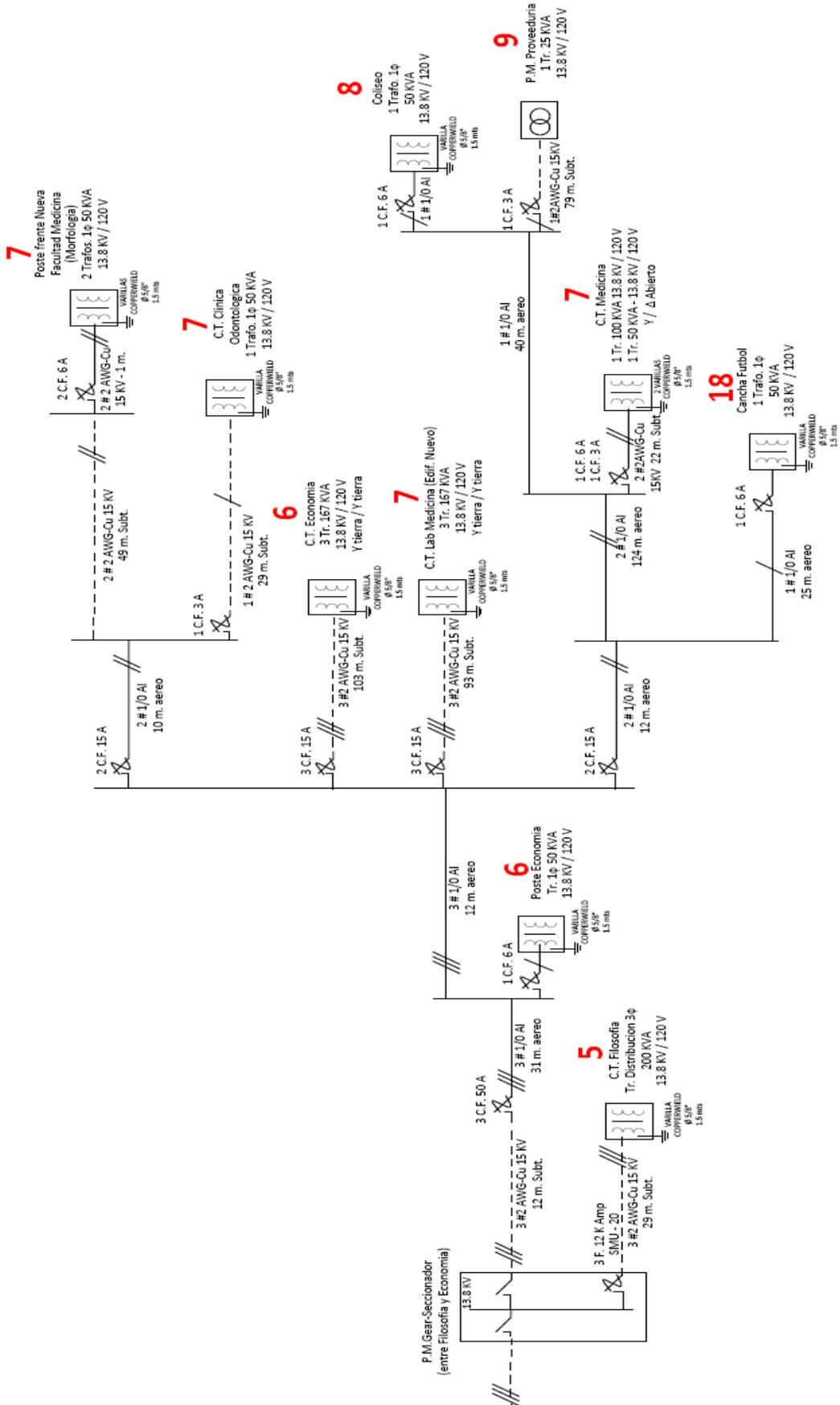
Diagrama unifilar de media tensión de la U.C.S.G actual.

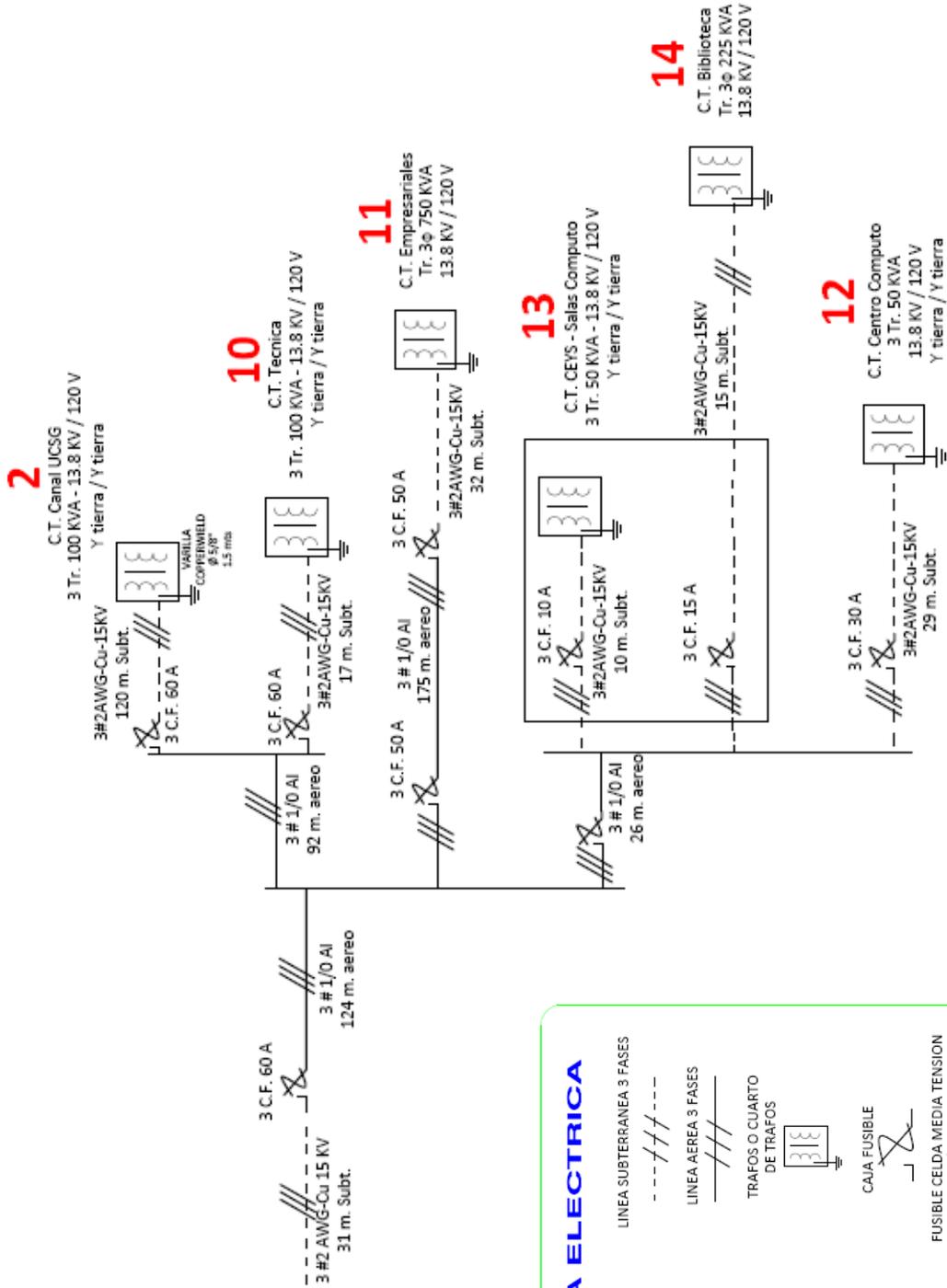
DIAGRAMA UNIFILAR MEDIA TENSION DE LA U.C.S.G.











SIMBOLOGIA ELECTRICA

	SECCIONADORES		LINEA SUBTERRANEA 3 FASES
	TRANSFORMADOR TIPOPAD MOUNTED		LINEA AEREA 3 FASES
	FUSIBLES		TRAFOS O CUARTO DE TRAFOS
	FUSIBLE CELDA MEDIA TENSION		CAJA FUSIBLE

**Planilla de circuitos del sistema de media tensión de la
U.C.S.G.**

LUGAR	UBICACIÓN	EQUIPO	TIPO	CAPACIDAD	CANTI DAD	PROTECCION PRIMARIO	CONDUCTORES PRIMARIO	PROTECCION SECUNDARIO	CONDUCTORES SECUNDARIO	CONEXIÓN DE TRAFOS	
1	AULA MAGNA	CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 1	BOTELLA	50-KVA	1	3 F. 100 E Amp SMU-20	3 #2 AWG Cu 15 KV 52 m. Subt.+ 3 # 1/0 Al - 30 m. aereo + 3 #2 AWG Cu 15 KV - 26 m. Subt.	400 A - 3 POLOS Merlin Gerin - NB 400 N	C/Fase 3 # 2/0 AWG 600 V Neutro 1 # 1/0 AWG 600 V	Δ (Tierra) - Δ (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 2	BOTELLA	50-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 3	BOTELLA	50-KVA	1					
		EXTERIORES	SECCIONADOR	PAD MOUNTED	N° TRAFOS:	3					
					SECCIONADOR TIPO CUCHILLA/FUSIBLE	1					
					N° SECCIONADORES:	1					
2	TELEUDC (CANAL UCSG)	CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 1	BOTELLA	100-KVA	1	3 C.F. 60 A	3 #2AWG-Cu-15KV - 120 m. Subt.	1250 A - 3 POLOS Merlin Gerin - NS 1250 N	C/Fase 3 # 350 MCM 600 V Neutro 2 # 350 MCM 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 2	BOTELLA	100-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 3	BOTELLA	100-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 1	BOTELLA	100-KVA	1					
					N° TRAFOS:	3					
3	INGENIERÍA	CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 1	BOTELLA	100-KVA	1	3 C.F. 100 E Amp. SMU-20	3 #2 AWG-Cu 15 KV 50 m. Sub.	600 A - 3 POLOS	C/Fase 3 # 500 MCM - 600 V Neutro: 1 # 500 MCM - 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 2	BOTELLA	100-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 3	BOTELLA	100-KVA	1					
		EXTERIORES	SECCIONADOR	PAD MOUNTED	N° TRAFOS:	3					
					SECCIONADOR TIPO CUCHILLA/FUSIBLE	1					
					N° SECCIONADORES:	1					
4	ARQUITECTURA	CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 1	BOTELLA	100-KVA	1	3 C.F. 80 E Amp SMU - 20	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 60.3 m. Subt.	400 A - 3 POLOS LAL 36400 - Serie 4 STD LUG Data	C/Fase 3 #250 MCM - 600 V Neutro: 12# 250 MCM - 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 2	BOTELLA	100-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAF0 # 3	BOTELLA	100-KVA	1					
		EXTERIOR	SECCIONADOR	PAD MOUNTED	N° TRAFOS:	3					
					SECCIONADOR TIPO CUCHILLA/FUSIBLE	1					
					N° SECCIONADORES:	1					

LUGAR	UBICACIÓN:	EQUIPO	TIPO	CAPACIDAD	CANTI DAD	PROTECCION PRIMARIO	CONDUCTORES PRIMARIO	PROTECCION SECUNDARIO	CONDUCTORES SECUNDARIO	CONEXIÓN DE TRAFOS	
5	FILOSOFIA	CUARTO DE TRAFOS	TRAFO	TRIFASICO	200-KVA	1					
					N° TRAFOS:	1					
		EXTERIOR	SECCIONADOR	PAD MOUNTED	SECCIONADOR TIPO CUCHILLA/FUSIBLE	1	3 C.F. 12K A SMU - 20	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 29 m. Subt.	600 A - 3 POLOS LAL 36500	C/Fase 4 # 2 AWG - 600 V Neutro: 2 # 2 AWG - 600 V	3φ
					N° SECCIONADORES:	1					
		CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 1	BOTELLA	167 KVA	1	3 C.F. 15 A	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 103 m. Subt.	1200 A - 3 POLOS General Electric	C/Fase 6 # 3/0 AWG THW - 600 V Neutro: 2 # 500 MCM - 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 2	BOTELLA	167 KVA	1			General Electric		
		CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 3	BOTELLA	167-KVA	1					
		POSTE	TRAFO # 4	BOTELLA EN POSTE	50-KVA	1	1 C.F. 6 A	1 # 1/0 Al	300 A - 2 Polos General Electric	2 Fases: 2 # 2/0 AWG - 600 V Neutro: 1 # 2/0 AWG - 600 V	1φ
6	ECONOMÍA				N° TRAFOS:	4					
		CUARTO DE TRAFOS (FACULTAD VIEJA)	TRAFO # 1	BOTELLA	100-KVA	1	1 C.F. 6 A	2 # 1/0 Al - 136 m. aereo +	650 A - 3 P	C/Fase: 2 # 4/0 AWG TTU - 2 KV Neutro: 1 # 2/0 AWG - 2 KV	Y - Δ Abierto
		CUARTO DE TRAFOS (FACULTAD VIEJA)	TRAFO # 2	BOTELLA	50-KVA	1	1 C.F. 3 A	2 #2AWG-Cu 15KV - 22 m. Subt.			
		POSTE - MORFOLOGIA	TRAFO # 3	BOTELLA	50-KVA	1	2 C.F. 6 A	2 # 1/0 Al - 60 m. aereo	250 A - 2 P Gen.Elec.	2/F 2 #2 AWG, N: 1 # 2 AWG - 600V	1φ
		POSTE - MORFOLOGIA	TRAFO # 4	BOTELLA	50-KVA	1			225 A - 2 P Gen. Elec.	2/F 2 #2 AWG - 600V 1 # 2 AWG - 600V	1φ
		CUARTO DE TRAFOS - CLI/ ODONTOLOGIA	TRAFO # 5	BOTELLA	50-KVA	1	1 C.F. 3 A	1 # 1/0 Al - 39 m. aereo	250 A - 3 P.	2/F 1 #1/0 AWG N: 1# 2 AWG - 600V	-
		CUARTO DE TRAFOS (FACULTAD NUEVA)	TRAFO # 6	BOTELLA	167-KVA	1					
		CUARTO DE TRAFOS (FACULTAD NUEVA)	TRAFO # 7	BOTELLA	167-KVA	1	3 C.F. 15 A	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 93 m. Subt.	1250 A - 3 P ABB SACE Tmax	C/F 3 # 500 MCM - 600 V Neutro: 2 # 350 MCM - 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
7	MEDICINA	CUARTO DE TRAFOS (FACULTAD NUEVA)	TRAFO # 8	BOTELLA	167-KVA	1					
					N° TRAFOS:	8					

LUGAR	UBICACION:	EQUIPO	TIPO	CAPACIDAD	CANTID AD	PROTECCION PRIMARIO	CONDUCTORES PRIMARIO	PROTECCION SECUNDARIO	CONDUCTORES SECUNDARIO	CONEXION DE TRAFOS	
8	COLISEO	POSTE - INGRESO A PROVEEDURIA	TRAFO	BOTELLA	50-KVA	1	1 C.F. 6 A	1 # 1/0 Al - 144 m. aeereo	150 A - 2P General Electric	C/F 1 # 2 AWG - 600V Neutro: 1 # 2 AWG - 600 V	1φ
					N° TRAFOS:	1	1 C.F. 3 A	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 63 m. Subt.	-	-	Pad Mounted 1φ
					N° TRAFOS:	1	3 C.F. 60 A	3 # 1/0 Al 92 m. aeereo + 3#2AWG-Cu-15KV 17 m. Subt.	630 A - 3P ABB SACE S6N	C/Fase: 2 # 350 MCM 600V Neutro: 1 # 350 MCM 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
9	PROVEEDURIA	JUNTO A BODEGAS DE CONTRATISAS	TRAFO # 1	PAD MOUNTED	25-KVA	1	1 C.F. 3 A	3 # 1/0 Al - 175 m. aeereo	2000 A - 3P	C./Fase: 5 # 500 MCM - 600V	
					N° TRAFOS:	1	3 C.F. 50 A	3#2AWG-Cu-15KV - 32 m. Subt.	ABB SACE E2	Neutro: 6 # 250 MCM - 600 V	3φ
					N° TRAFOS:	3					
10	TÉCNICA	CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 1	BOTELLA	100KVA	1	3 C.F. 60 A	3 # 1/0 Al 92 m. aeereo + 3#2AWG-Cu-15KV 17 m. Subt.	630 A - 3P ABB SACE S6N	C/Fase: 2 # 350 MCM 600V Neutro: 1 # 350 MCM 600 V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
					N° TRAFOS:	1					
					N° TRAFOS:	3					
11	ESP. EMPRESARIALES	CUARTO DE TRAFO	TRAFO	TRIFASICO	750-KVA	1	3 C.F. 50 A	3 # 1/0 Al - 175 m. aeereo	2000 A - 3P	C./Fase: 5 # 500 MCM - 600V	
					N° TRAFOS:	1	3 C.F. 50 A	3#2AWG-Cu-15KV - 32 m. Subt.	ABB SACE E2	Neutro: 6 # 250 MCM - 600 V	3φ
					N° TRAFOS:	1					
12	CENTRO DE COMPUTO	CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 1	BOTELLA	50KVA	1	3 C.F. 30 A	3 #2AWG-Cu-15KV - 29 m. Subt.	400 A - 3P General Electric	C./Fase: 1 # 2/0 AWG - 600V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
					N° TRAFOS:	1					
					N° TRAFOS:	3					

LUGAR	UBICACIÓN:	EQUIPO	TIPO	CAPACIDAD	CANTI DAD	PROTECCION PRIMARIO	CONDUCTORES PRIMARIO	PROTECCION SECUNDARIO	CONDUCTORES SECUNDARIO	CONEXION DE TRAFOS
13	CEYS - SALAS DE COMPUTO	CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 1	BOTELLA	50KVA	1	3 C.F. 5 A	400 A - 3 P	C./Fase: 1 # 210 AWG - 600V	Y (Tierra) - Y (Tierra)
		CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 2	BOTELLA	50KVA	1	2AWG-Cu-15KV - 10 m. Subt.	ABB SACE SSN	Neutro: 1 # 210 AWG - 600 V	
		CUARTO DE TRAFOS	TRAFO # 3	BOTELLA	50KVA	1				
				N° TRAFOS:	3					
14	BIBLIOTECA GENERAL	CUARTO DE TRAFO	TRAFO	TRIFÁSICO	225KVA	1	3 C.F. 15 A	400 A - 3 P General Electric	C/Fase: 2 # 350 KCMIL THWN 600V Neutro: 1 # 350 KCMIL THWN	3φ
					N° TRAFOS:	1				
15	JURISPRUDENCIA	CUARTO DE TRAFO	TRAFO	TRIFÁSICO	400-KVA	1	3 C.F. 12 K A	1250 A - 3 POLOS Merlin Gerin - NS 1250 N	C/Fase: 3 # 500 MCM TW - 600 V Neutro: 3 (1 # 250 MCM 600 V)	3φ
					N° TRAFOS:	1				
		CUARTO DE TRAFO	TRAFO # 1	BOTELLA	167-KVA	1				
		CUARTO DE TRAFO	TRAFO # 2	BOTELLA	167-KVA	1				
		CUARTO DE TRAFO	TRAFO # 3	BOTELLA	167-KVA	1	3 C.F. 100 A	1200 A - 3P Cutler Hammer ND 50 k	C/F 3 # 500 MCM - 600 V Neutro: 2 # 500 MCM . 600 V	Y (tierra) - Y (tierra)
					N° TRAFOS:	3				
16	EDIFICIO PRINCIPAL	EXTERIOR /FRENTE A BCO. BOLIV.	SECCIONADOR	PAD MOUNTED	SECCIONADOR TIPO CUCHILLA/FUSIBLE	1				
					N° SECCIONADORES:	1				
		EXTERIOR	CELDA	MEDIA TENSION		N° CELDAS...	1			

LUGAR	UBICACIÓN:	EQUIPO	TIPO	CAPACIDAD	CANTI DAD	PROTECCION PRIMARIO	CONDUCTORES PRIMARIO	PROTECCION SECUNDARIO	CONDUCTORES SECUNDARIO	CONEXIÓN DE TRAFOS
17	CENTRO DE IDIOMAS	CUARTO DE TRAF0	BOTELLA	100-KVA	1	3 C.F. 60 A	3 #2 AWG 15 KV - 25 m. Subt. +	No hay Breaker Principal 1000 A - 3 P Merlim Gerim NS 1000 N	C/F: 2 # 250 MCM - 600 V Neutro: 1 # 250 MCM - 600 V	Y (Tierra) - Y (tierra)
		CUARTO DE TRAF0	BOTELLA	100-KVA	1		3 #1/0 Al (24 m. aereo) + 3 #2 AWG 15 KV 35 m. Subt.			
		CUARTO DE TRAF0	BOTELLA	100-KVA	1					
					3					
18	CANCHA DE FUTBOL	POSTE	TRAFO	BOTELLA	50-KVA	1 C.F. 6 A	1 # 1/0 Al - 37 m. aereo	No hay Breaker Principal 2 B - 60 A; 6 B - 20 A 2B - 70 A	2 Fases: 1 # 2 AWG - 600 V Neutro: 1 # 6 AWG - 600 V	1φ
19	CENTRO PASTORAL	EXTERIOR	SECCIONADOR	PAD MOUNTED 100 KVA	1	3 C.F. 8 KA SMU-20	3 #2 AWG-Cu 15 KV - 71 m. Subt.	400 A - 3 P Cutler Hammer KI 400	C/F: 1 # 250 MCM 600V Neutro: 1 # 250 MCM 600 V	Pad Mounted
					1					
20	ASOC. PROFESORES	EXTERIOR ASO. PROFESORES	TRAFO	PAD MOUNTED 75 KVA	1	3 C.F. 8 A	3 #2 AWG-Cu 15 KV 63 m. Subt.	250 A - 3 P Tablicon	C/Fase: 1 # 250 Kcmil - 600 V Neutro: 1 # 2/0 AWG - 600 V	3φ

PARÁMETROS DE ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO CON MÁXIMA GENERACIÓN EN BARRA DE 13.8 kV

Estudio: Universidad Católica
 Hora: Tue Feb 18 11h04m34s 2014
 Potencia de base: 100.00 [MVA]
 Frecuencia fundamental: 60.00 [hz]
 Protocolo de estudio: Ansi

BARRA CON DEFECTO UnivCatolica

$Z_{eq(+)} = 0.3373 +j 1.5239$ (Ohms) 13.8000 kV base 100.0000 MVA base
 $Z_{eq(+)} = 0.1771199 +j 0.8002251$ (p.u.) X/R = 4.5180

$Z_{eq(0)} = 0.6100 +j 4.4056$ (Ohms) 13.8000 kV base 100.0000 MVA base
 $Z_{eq(0)} = 0.3203140 +j 2.3133552$ (p.u.)

Barra de falla	Nombre barra	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Potencia de falla [MVA]	Ia [kA]	Ia [deg]	Ib [kA]	Ib [deg]	Ic [kA]	Ic [deg]	In [kA]	In [deg]
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LLL	122	5.105	-77.5195	5.105	162.4805	5.105	42.481	0	0
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LG	76	3.16	-80.221	0	0	0	0	3.16	-80.221
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LL	106	0	0	4.421	-167.52	4.421	12.481	0	0
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LLG	111	0	0	4.49	177.7619	4.641	26.71	2.287	98.569

Parámetros de estudio de Cortocircuito con máxima generación proporcionados por la EEPG.

PARÁMETROS DE ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO CON MÍNIMA GENERACIÓN EN BARRA DE 13.8 kV

Estudio: Universidad Católica
 Hora: Tue Feb 18 11h16m56s 2014
 Potencia de base: 100.00 [MVA]
 Frecuencia fundamental: 60.00 [hz]
 Protocolo de estudio: Ansi

BARRA CON DEFECTO UnivCatolica

$Z_{eq(+)} = 0.3433 +j 1.5783$ (Ohms) 13.8000 kV base 100.0000 MVA base
 $Z_{eq(+)} = 0.1802651 +j 0.8287405$ (p.u.) X/R = 4.5973

$Z_{eq(0)} = 0.6100 +j 4.4056$ (Ohms) 13.8000 kV base 100.0000 MVA base
 $Z_{eq(0)} = 0.3203140 +j 2.3133552$ (p.u.)

Barra de falla	Nombre barra	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Potencia de falla [MVA]	Ia [kA]	Ia [deg]	Ib [kA]	Ib [deg]	Ic [kA]	Ic [deg]	In [kA]	In [deg]
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LLL	118	4.933	-77.728	4.933	162.2717	4.933	42.272	0	0
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LG	74	3.115	-80.271	0	0	0	0	3.115	-80.271
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LL	102	0	13.8287	4.272	-167.728	4.272	12.272	0	0
UnivCatolica	UnivCatolica	13.8	0	LLG	107	0	-73.877	4.349	177.1419	4.492	26.911	2.275	98.5572

Parámetros de estudio de Cortocircuito con mínima generación proporcionados por la EEPG.



Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

DECANO
manuel.romero@ucsg.edu.ec



FACULTAD
E+D
EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO



Certificado No CQR-1489



PBX: 220295
Ext. 201
www.ucsg.edu.ec
Apartado 99-01-4671
Av. Carlos Julio Arroyave

DFTC-0001-2014

Guayaquil, enero 06 del 2014

Magister
Pedro Martillo López, Eco.
Administrador de la Universidad
En su despacho.-



06 ENE 2014
Celma 10:35
DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

De mis consideraciones:

Por medio de la presente informo a usted que el señor Edgar Sempertegui Sarabia, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica se encuentran realizando un Proyecto de Tesis denominado **Análisis de la Coordinación de las Protecciones en el Sistema de Media tensión en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, en coordinación con la Unidad de Mantenimiento de la Universidad por lo que solicito su autorización para el ingreso del estudiante al Cuarto donde estan ubicadas las celdas de Media Tensión de la Universidad.

Me anticipo en agradecer su aprobación, reiterándole mis sentimientos de respeto y consideración.

Atentamente,

Ing. Manuel Romero Paz, MSc.
DECANO (e)

Ligia

Autorización para ingresar a celdas de M/T de la U.C.S.G. del Departamento de Mantenimiento

ES-01-2014

Guayaquil, 10 de Marzo del 2014

Arquitecto

Carlos León S.

Coordinador Institucional U.C.S.G.

En su despacho.

Ref. Tesis de Grado, Análisis de la Coordinación de Protecciones en Media Tensión de la UCSG.

Por medio del presente hago a Ud., la entrega del Diagrama Unifilar actualizado hasta el cinco de Febrero del año en curso de las instalaciones eléctricas de media tensión de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que sirvieron de base para la realización del tema de tesis de la referencia.

Además, se incluye un archivo en Excel detallando los equipos, conductores, protecciones del sistema de media tensión de la U.C.S.G. Ambos archivos se entregan en formato magnético.

Sin otro particular.

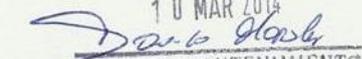
Atentamente



Edgar Oswaldo Sempértegui Sarabia

RECIBIDO

10 MAR 2014


DPTO. DE MANTENIMIENTO

Alumno de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Oficio ES-01-2014 especificando la entrega del diagrama unifilar actual de M/T de la U.C.S.G. al Arq. Carlos León con el sello de recibido.

Flujos de Corriente en Ramales

Nombre del Ramal	Tipo	Código	I (kA)	Ang.(°)	Amp(kA)	Carga(%)
CABE_18m	Alimentador	2/0	0.103	-32.7	0.155	66%
CABE_30m	Alimentador	2-15KV	0.096	-32.7	0.149	64%
CB_(Morfologia)_1	Alimentador	1/0	0.002	-32.6	0.132	2%
CB_(Morfologia)_2	Alimentador	1/0	0.002	-32.6	0.132	2%
CB_Arquitectura	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB_Aula Magna	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.4	0.101	3%
CB_Aula Magna_1	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.4	0.101	3%
CB_BARRA_B-BOLIVARIANO	Alimentador	2-15KV	0.053	-32.8	0.149	35%
CB_BARRA_FILOSOFIA-ECON	Alimentador	2-15KV	0.037	-33.0	0.101	37%
CB_BARRA_ING-ARQ	Alimentador	2-15KV	0.042	-32.9	0.101	42%
CB_BARRA_PARQUEOS	Alimentador	2-15KV	0.050	-32.8	0.149	33%
CB_BARRA_PASTORAL	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.5	0.101	3%
CB_BARRA_POSTE-ECON	Alimentador	2-15KV	0.034	-33.0	0.101	33%
CB_BARRA_POSTE-ECON_2	Alimentador	1/0	0.034	-33.0	0.132	25%
CB_BARRA_PR_RAMAL_2	Alimentador	2-15KV	0.059	-32.8	0.149	40%
CB_BARRA_SERV_GENERAL	Alimentador	1/0	0.033	-33.0	0.132	25%
CB_Biblioteca	Alimentador	2-15KV	0.004	-32.6	0.101	4%
CB_Canal_UCSG	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB_Cancha_Futbol_1	Alimentador	1/0	0.001	-32.8	0.132	1%
CB_Cancha_Futbol_2	Alimentador	1/0	0.001	-32.8	0.132	1%
CB_Centro Computo	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.4	0.101	3%
CB_Clinica_Odontologica1	Alimentador	1/0	0.003	-33.9	0.132	2%
CB_Clinica_Odontologica2	Alimentador	1/0	0.003	-33.9	0.132	2%
CB_Coliseo_1	Alimentador	1/0	0.001	-32.8	0.132	1%
CB_Coliseo_2	Alimentador	1/0	0.001	-32.8	0.132	1%
CB_Economia	Alimentador	2-15KV	0.008	-32.4	0.101	8%
CB_Edif_Principal	Alimentador	2-15KV	0.008	-32.4	0.101	8%
CB_Empresariales_1	Alimentador	1/0	0.013	-32.8	0.132	0%
CB_Empresariales_2	Alimentador	2-15KV	0.013	-32.8	0.101	3%
CB_Filosofia	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.8	0.101	3%
CB_Idiomas	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB_Idiomas_1	Alimentador	1/0	0.005	-32.4	0.132	4%
CB_Idiomas_2	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB_Ingenieria	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB_Jurisprudencia	Alimentador	2-15KV	0.007	-32.4	0.101	7%
CB_Lab-Medicina	Alimentador	2-15KV	0.008	-32.4	0.101	8%
CB_Medicina_1	Alimentador	2-15KV	0.009	-33.9	0.224	4%
CB_Medicina_2	Alimentador	2-15KV	0.009	-33.9	0.101	8%
CB_Nueva_Aso_Profesores	Alimentador	2-15KV	0.001	-32.1	0.101	1%
CB_PR_RAMAL_1-2	Alimentador	1/0	0.032	-32.6	0.201	16%
CB_Proveduria_1	Alimentador	1/0	0.000	-32.8	0.132	0%
CB_Proveduria_2	Alimentador	2-15KV	0.000	-32.8	0.101	0%
CB_SUB_RAMAL_1_A	Alimentador	1/0	0.009	-32.5	0.132	7%
CB_SUB_RAMAL_1_B	Alimentador	1/0	0.010	-32.4	0.132	8%
CB_Salas_Computo	Alimentador	2-15KV	0.003	-32.4	0.101	3%
CB_Tecnica	Alimentador	2-15KV	0.005	-32.4	0.101	5%
CB__PR_RAMAL_1	Alimentador	2-15KV	0.032	-32.6	0.149	21%
F_(Morfologia)	Fusible	SM-4-STD	0.002	-32.5	0.006	37%
F_Arquitectura	Fusible	SM-4-STD	0.005	-32.4	0.080	6%
F_Aula Magna	Fusible	SM-4-STD	0.003	-32.4	0.003	85%
F_BARRA_ING_AULA-MAGNA	Fusible	SM-4-STD	0.008	-32.4	0.100	8%
F_BARRA_PASTORAL	Fusible	SM-4-STD	0.003	-32.5	0.008	37%
F_BARRA_POSTE-ECON	Fusible	SM-4-STD	0.034	-33.0	0.050	67%

Nombre del Ramal	Tipo	Código	I (kA)	Ang.(°)	Amp(kA)	Carga(%)
F_BARRA_SERV_GENERAL	Fusible	SM-4-STD	0.033	-33.0	0.015	218%
F_Biblioteca	Fusible	SM-4-STD	0.004	-32.6	0.015	25%
F_Canal_UCSG	Fusible	SM-4-STD	0.005	-32.4	0.060	8%
F_Cancha_Futbol	Fusible	SM-4-STD	0.001	-32.8	0.006	14%
F_Centro Computo	Fusible	SM-4-STD	0.003	-32.4	0.030	8%
F_Clinica_Odontologica	Fusible	SM-4-STD	0.003	-33.9	0.010	28%
F_Coliseo	Fusible	SM-4-STD	0.001	-32.8	0.006	14%
F_Economia	Fusible	SM-4-STD	0.008	-32.4	0.015	57%
F_Edif_Principal_1	Fusible	SM-4-STD	0.008	-32.4	0.100	8%
F_Edif_Principal_2	Fusible	SM-4-STD	0.008	-32.4	0.100	8%
F_Empresariales_1	Fusible	SM-4-STD	0.013	-32.8	0.050	26%
F_Empresariales_2	Fusible	SM-4-STD	0.013	-32.8	0.050	26%
F_Filosofia	Fusible	SM-4-STD	0.003	-32.8	0.012	28%
F_Idiomas	Fusible	SM-4-STD	0.005	-32.4	0.060	8%
F_Ingenieria	Fusible	SM-4-STD	0.005	-32.4	0.060	8%
F_Jurisprudencia	Fusible	SM-4-STD	0.007	-32.4	0.020	34%
F_Lab-Medicina	Fusible	SM-4-STD	0.008	-32.4	0.015	57%
F_Medicina	Fusible	SM-4-STD	0.009	-33.9	0.006	42%
F_Nueva_Aso_Profesores	Fusible	SM-4-STD	0.001	-32.1	0.008	16%
F_PRINCIPAL	Fusible	SM-4-STD	0.105	-32.7	0.125	84%
F_PR_RAMAL_1	Fusible	SM-4-STD	0.032	-32.6	0.100	2%
F_PR_RAMAL_1-2	Fusible	SM-4-STD	0.032	-32.6	0.065	9%
F_PR_RAMAL_2	Fusible	SM-4-STD	0.065	-32.7	0.100	5%
F_Poste_Economia	Fusible	SM-4-STD	0.001	-32.8	0.006	14%
F_Proveduria	Fusible	SM-4-STD	0.000	-32.8	0.003	4%
F_SUB_RAMAL_1_A	Fusible	SM-4-STD	0.009	-32.5	0.030	30%
F_Salas_Computo	Fusible	SM-4-STD	0.003	-32.4	0.030	8%
F_Tecnica	Fusible	SM-4-STD	0.005	-32.4	0.060	8%
TIRA_FUSIBLE	Fusible	SM-4-STD	0.105	-32.7	0.150	70%
TR_(Morfologia)	Trafo	50-1-L	0.002	-32.5		
TR_Arquitectura	Trafo	300-3-L	0.005	-32.4		
TR_Aula Magna	Trafo	150-3-L	0.003	-32.4		
TR_Biblioteca	Trafo	225-3-D	0.004	-32.6		
TR_Canal_UCSG	Trafo	300-3-L	0.005	-32.4		
TR_Cancha_Futbol	Trafo	50-1-D	0.001	-32.8		
TR_Centro Computo	Trafo	150-3-L	0.003	-32.4		
TR_Clinica_Odontologica	Trafo	50-1-L	0.003	-33.9		
TR_Coliseo	Trafo	50-1-D	0.001	-32.8		
TR_Economia	Trafo	500-3-L	0.008	-32.4		
TR_Edif_Principal	Trafo	500-3-L	0.008	-32.4		
TR_Empresariales	Trafo	750-3-D	0.013	-32.8		
TR_Filosofia	Trafo	200-3-D	0.003	-32.8		
TR_Idiomas	Trafo	300-3-L	0.005	-32.4		
TR_Ingenieria	Trafo	300-3-L	0.005	-32.4		
TR_Jurisprudencia	Trafo	400-3-L	0.007	-32.4		
TR_Lab-Medicina	Trafo	500-3-L	0.008	-32.4		
TR_Medicina	Trafo	150-3-L	0.009	-33.9		
TR_Nueva_Aso_Profesores	Trafo	75-1-D	0.001	-32.1		
TR_PM_Pastoral	Trafo	100-3-D	0.002	-32.8		
TR_Poste_Economia	Trafo	50-1-D	0.001	-32.8		
TR_Proveduria	Trafo	25-1-D	0.000	-32.8		
TR_Salas_Computo	Trafo	150-3-L	0.003	-32.4		
TR_Tecnica	Trafo	300-3-L	0.005	-32.4		

Reporte de Caídas de Tensión

Nombre de Barra	Tipo	V (kV)	Caída V(%)	Ang (°)	P (MW)	Q (Mvar)
EEPG	Swing	13.800	0.00	0.0	2.11	1.35
BARRA_B-BOLIVARIANO	Barra	13.789	0.08	0.0	1.19	0.77
BARRA_FILOSOF-ECONOM	Barra	13.779	0.15	0.0	0.74	0.48
BARRA_ING(PARQUEO-AULA)	Barra	13.784	0.12	0.0	1.00	0.64
BARRA_ING-ARQ	Barra	13.781	0.14	0.0	0.84	0.55
BARRA_ING_AULA-MAGNA	Barra	13.784	0.12	0.0	0.15	0.10
BARRA_PARQUEOS	Barra	13.786	0.10	0.0	1.06	0.68
BARRA_PASTORAL	Barra	13.786	0.10	0.0	0.06	0.04
BARRA_POSTE-ECONOMIA	Barra	13.778	0.16	0.0	0.67	0.44
BARRA_PR_RAMAL_1	Barra	13.793	0.05	0.0	0.64	0.41
BARRA_PR_RAMAL_2	Barra	13.796	0.03	0.0	1.30	0.83
BARRA_RAMALES_MT	Barra	13.796	0.03	0.0	2.11	1.35
BARRA_SERV_GENERALES	Barra	13.777	0.16	0.0	0.65	0.42
BARRA_SUB_RAMAL_1-A	Barra	13.793	0.05	0.0	0.18	0.11
BARRA_SUB_RAMAL_1_B	Barra	13.792	0.06	0.0	0.21	0.13
Carga_(Morfologia)	Carga	0.210	4.67	-30.7	-0.04	-0.03
Carga_Arquitectura	Carga	0.217	1.40	-30.6	-0.10	-0.06
Carga_Aula Magna	Carga	0.217	1.41	-30.6	-0.05	-0.03
Carga_Biblioteca	Carga	0.217	1.45	-30.8	-0.08	-0.05
Carga_Canal_UCSG	Carga	0.217	1.31	-30.6	-0.10	-0.06
Carga_Cancha_Futbol	Carga	0.216	1.68	-31.0	-0.02	-0.01
Carga_Centro Computo	Carga	0.217	1.34	-30.6	-0.05	-0.03
Carga_Clinica_Odontologia	Carga	0.210	4.53	-32.1	-0.06	-0.03
Carga_Coliseo	Carga	0.216	1.68	-31.0	-0.02	-0.01
Carga_Economia	Carga	0.217	1.39	-30.6	-0.17	-0.11
Carga_Edif_Principal	Carga	0.217	1.25	-30.7	-0.17	-0.11
Carga_Empresariales	Carga	0.217	1.59	-31.0	-0.26	-0.16
Carga_Filosofia	Carga	0.216	1.67	-31.0	-0.07	-0.04
Carga_Idiomas	Carga	0.217	1.29	-30.6	-0.10	-0.06
Carga_Ingenieria	Carga	0.217	1.37	-30.6	-0.10	-0.06
Carga_Jurisprudencia	Carga	0.217	1.30	-30.7	-0.14	-0.08
Carga_Lab-Medicina	Carga	0.217	1.39	-30.6	-0.17	-0.11
Carga_Medicina	Carga	0.210	4.53	-32.1	-0.17	-0.10
Carga_Nueva_Aso_Profesor	Carga	0.216	1.85	-30.3	-0.03	-0.02
Carga_PM_Pastoral	Carga	0.216	1.61	-31.0	-0.03	-0.02
Carga_Poste_Economia	Carga	0.216	1.67	-31.0	-0.02	-0.01
Carga_Proveeduría	Carga	0.216	1.68	-31.0	-0.01	-0.01
Carga_Salas_Computo	Carga	0.217	1.34	-30.6	-0.05	-0.03
Carga_Tecnica	Carga	0.217	1.31	-30.6	-0.10	-0.06

Porcentajes de cargas en los transformadores

Transformador	Tipo	Capacidad (MVA)	Cargas		F_Tap (pu)
			(MVA)	(%)	
TR_(Morfologia)	50-1-L	0.05	0.05	105%	1.000
TR_Arquitectura	300-3-L	0.37	0.12	33%	1.000
TR_Aula MAgna	150-3-L	0.18	0.06	33%	1.000
TR_Biblioteca	225-3-L	0.22	0.09	41%	1.000
TR_Canal_UCSG	300-3-L	0.37	0.12	33%	1.000
TR_Cancha_Futbol	50-1-L	0.05	0.02	41%	1.000
TR_Centro Computo	150-3-L	0.18	0.06	33%	1.000
TR_Clinica_Odontologica	50-1-L	0.06	0.07	111%	1.000
TR_Coliseo	50-1-L	0.05	0.02	41%	1.000
TR_Economia	500-3-L	0.61	0.20	33%	1.000
TR_Edif_Principal	500-3-L	0.61	0.20	33%	1.000
TR_Empresariales	750-3-L	0.75	0.30	41%	1.000
TR_Filosofia	200-3-L	0.20	0.08	41%	1.000
TR_Idiomas	300-3-L	0.37	0.12	33%	1.000
TR_Ingenieria	300-3-L	0.37	0.12	33%	1.000
TR_Jurisprudencia	400-3-L	0.49	0.16	33%	1.000
TR_Lab-Medicina	500-3-L	0.61	0.20	33%	1.000
TR_Medicina	150-3-L	0.18	0.20	111%	1.000
TR_Nueva_Aso_Profesores	75-3-D	0.08	0.03	41%	1.000
TR_PM_Pastoral	100-3-D	0.10	0.04	41%	1.000
TR_Poste_Economia	50-3-L	0.05	0.02	41%	1.000
TR_Proveeduria	25-1-D	0.03	0.01	41%	1.000
TR_Salas_Computo	150-3-L	0.18	0.06	33%	1.000
TR_Tecnica	300-3-L	0.37	0.12	33%	1.000

Reporte de Corrientes de Magnetización de los Transformadores

TRANSFORMADOR	VOLTAJE (P/S)	Capacidad (KVA)	AMPERES (P/S)	Z (%)	I de Magnetización (Inrush)	
					Corriente a 0.1 seg.	Corriente de falla
TR_Centro Computo	13800 / 220	150	6 / 394	4.18	50 / 3149	35 / 2172
TR_Biblioteca	13800 / 220	225	9 / 590	5.00	75 / 4724	43 / 2725
TR_Salas_Computo	13800 / 220	150	6 / 394	4.18	50 / 3149	35 / 2172
TR_Empresariales	13800 / 220	750	31 / 1968	5.76	251 / 15746	126 / 7891
TR_Tecnica	13800 / 220	300	13 / 787	4.16	100 / 6298	70 / 4371
TR_Canal_UCSG	13800 / 220	300	13 / 787	4.16	100 / 6298	70 / 4371
TR_Edif_Principal	13800 / 220	500	21 / 1312	4.13	167 / 10497	117 / 7332
TR_Idiomas	13800 / 220	300	13 / 787	4.16	100 / 6298	70 / 4371
TR_PM_Pastoral	13800 / 220	100	4 / 262	5.75	33 / 2099	17 / 1055
TR_Nueva_Aso_ Profesores	13800 / 220	75	3 / 197	4.46	25 / 1575	16 / 1019
TR_Arquitectura	13800 / 220	300	13 / 787	4.16	100 / 6298	70 / 4371
TR_Filosofia	13800 / 220	200	8 / 525	5.75	67 / 4199	34 / 2110
TR_Poste_Economia	13800 / 220	50	2 / 131	5.75	17 / 1050	8 / 527
TR_Proveduria	13800 / 220	25	1 / 66	5.75	8 / 525	4 / 264
TR_Coliseo	13800 / 220	50	2 / 131	5.75	17 / 1050	8 / 527
TR_Cancha_Futbol	13800 / 220	50	2 / 131	5.75	17 / 1050	8 / 527
TR_Medicina	13800 / 220	150	6 / 394	4.18	50 / 3149	35 / 2172
TR_Lab-Medicina	13800 / 220	500	21 / 1312	4.13	167 / 10497	117 / 7332
TR_Economia	13800 / 220	500	21 / 1312	5.75	56 / 3506	28 / 1761
TR_Clinica_ Odontologica	13800 / 220	50	2 / 131	4.18	17 / 1050	12 / 724
TR_(Morfologia)	13800 / 220	100	4 / 262	4.46	17 / 1050	11 / 679
TR_Ingenieria	13800 / 220	300	13 / 787	4.16	100 / 6298	70 / 4371
TR_Aula Magna	13800 / 220	150	6 / 394	4.18	50 / 3149	35 / 2172
TR_Jurisprudencia	13800 / 220	400	17 / 1049	4.13	134 / 8398	94 / 5866