

CAPITULO V

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

CAPITULO V

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

5.1 Conceptos básicos

El objetivo principal y primordial de todos los sistemas de potencia es el mantener en un alto nivel la continuidad del servicio, y que cuando ocurran condiciones intolerables, reducir el número de cortes de energía eléctrica. Las pérdidas de potencia, y sobre - voltajes ocurren de cualquier manera, porque es imposible y también poco práctico, poder evitar las consecuencias de eventos naturales y accidentes físicos; como son fallas del equipo, o mala operación debido a errores humanos. Muchas de estas fallas resultan de: descuidos, conexiones accidentales o "descargas" entre conductores de fase o de un conductor de fase a tierra.

Las causas naturales que pueden provocar cortos circuitos (fallas) son descargas atmosféricas (voltaje inducido o descarga directa en el conductor), viento, hielo, terremotos, fuego, explosiones, árboles caídos sobre las líneas, objetos voladores, contactos físico de animales y contaminación. Los accidentes incluyen las fallas resultantes de choques de vehículos con los postes o equipo vivo, así como el sabotaje por parte de las personas a las instalaciones y equipos del sistema eléctrico de potencia. Se hace un esfuerzo considerable para reducir los posibles daños, pero la eliminación de todos estos problemas semejantes aún no es posible.

La mayoría de fallas en un sistema eléctrico de distribución con red de líneas aéreas son fallas de fase a tierra, producto de las descargas atmosféricas, que inducen un alto voltaje transitorio y dañan o flamean el aislamiento. En los sistemas aéreos de distribución, el contacto de árboles con líneas originado por viento es otra fuente de fallas. El hielo, nieve y viento durante tormentas severas pueden originar muchas fallas y daños, al equipo.

En algunos casos la descarga originada por eventos de esta naturaleza, no causan daño permanente si el circuito es interrumpido rápidamente. Esta interrupción rápida es una práctica común. Pero en muchos casos se produce una sobre - tensión en la tensión nominal del sistema causada por este corte momentáneo de energía. El tiempo

promedio del corte de energía esta en el orden del $\frac{1}{2}$ a 1 ó 2 minutos que es un buen tiempo en comparación con muchos minutos y horas que puede estar fuera el sistema.

Las fallas originadas en el sistema no siempre suministran cambios significativos de las cantidades eléctricas del sistema que pueden ser usadas para distinguir las condiciones tolerables de las no tolerables por el sistema. Estos cambios cuantitativos, incluyen sobre - corriente, sobre o bajo voltaje, potencia, factor de potencia, dirección de la corriente, impedancia, frecuencia, temperatura, movimientos físicos y presión. También la acumulación de contaminación en el aislamiento es una fuente de falla muy común que es impredecible y que generalmente significa un incremento en la corriente, por lo que la protección de sobre - corriente es muy aplicada.

La protección es la ciencia, técnica o arte de aplicar y seleccionar relevadores y / o fusibles para proporcionar la máxima sensibilidad para la detección de las fallas o condiciones indeseables, y no obstante, evitar su operación en todas las condiciones permisibles o tolerables.

Es importante reconocer que la decisión del "time window" en el sistema protegido es muy estrecha y cuando ocurre una falla, deberá verificarse la operación correcta de la coordinación de protecciones de los relevadores y los demás medios de protección en un Sistema Eléctrico de Potencia para comprobar su comportamiento o en su defecto corregir el ajuste tiempo - corriente.

Es vital que la decisión correcta sea hecha por el mecanismo de protección, si la perturbación es intolerable y de esta manera demande una acción rápida, o si es una perturbación tolerable o situación transitoria que el sistema pueda absorber toman la decisión para que el dispositivo de protección opere si es necesario para aislar el área de perturbación rápidamente como sea posible y con un mínimo de disturbios en el sistema, este tiempo de perturbación es asociado a menudo de señales extrañas e la fuente, los cuales no beben "engañar" al dispositivo de protección que para que origine una incorrecta operación. Ambas, la operación por falla y la operación incorrecta pueden originar al sistema un problema mayor involucrando un aumento del daño al equipo, aumento en el riesgo para el personal, y una posible interrupción del servicio más larga. Estos requerimientos rigurosos hacen que los ingenieros de protección sean conservadores. Es debido a esto que un ingeniero de protección experimentado a

menudo desea continuar usando equipos de protección que tengan un largo historial y confiabilidad.

5.2 Generalidades

5.2.1 Esquemas de protección con relevadores. Los diseños y presentaciones específicas varían mucho con los requerimientos de aplicación, las diferencias de construcción, y el tiempo de operación del diseño en particular. Originalmente, todos los relevadores de protección fueron del tipo electromagnético, y electromecánico que siguen estando en gran uso, pero los diseños de estado sólido están proliferando. Los relevadores de estado sólido son usados en sistemas de protección de bajo voltaje donde el relevador y el circuito del interruptor automático son una unidad común. Aquí los relevadores electromecánicos fueron generalmente y relativamente inexactos, algunas veces insensibles, y difícilmente conservan las condiciones. Es en este caso donde los relevadores de estado sólido son hoy en día muy efectivos.



Figura 5.1. Relevador Siemens de protección diferencial.

5.2.2. Interruptores de potencia. Los relevadores de protección haciendo una comparación sobre el "cerebro" para censar disturbios, pero como mecanismo de baja energía no son capaces de interrumpir y aislar el área con problemas de el sistema de potencia. Los interruptores de potencia en sus distintos tipos son el "músculo" que puede aislar la falla. De esta manera los relevadores de protección y los interruptores de potencia son los equipos necesarios para el rápido aislamiento de un área con problemas ó equipos dañados. Un relevador de protección sin un interruptor no tiene valor, excepto posiblemente

para alarma. Así también, un interruptor sin relevadores tiene mínimo valor, éste podrá ser usado solamente para energizar o desenergizar manualmente el equipo o los circuitos.

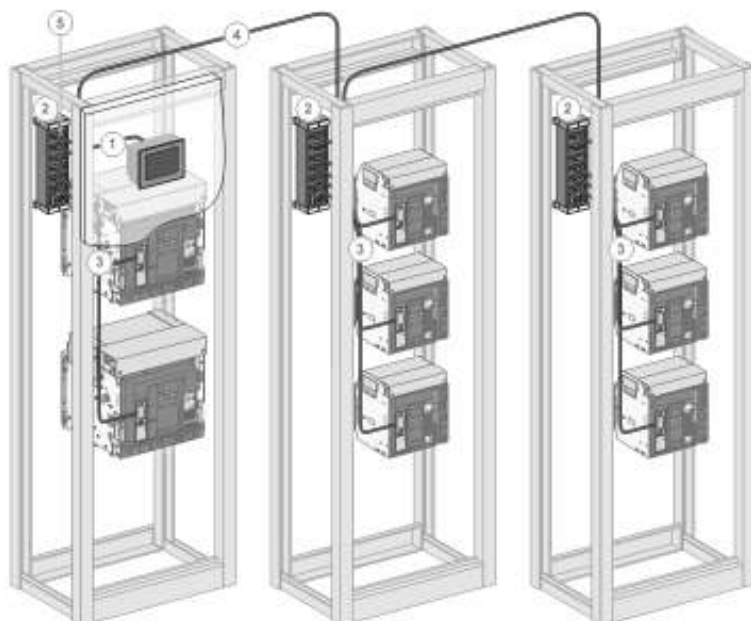


Figura 5.2. Interruptor de potencia Masterpac equipados con unidades de control Micrologic y la opción ecoc COM ModBus.

5.3 Diseño Conceptual

5.3.1 Generalidades del Proyecto. A partir de los resultados obtenidos en el estudio realizado de Corto Circuito, y considerando los rangos de cada uno de los equipos de protección involucrados en el sistema, se obtuvieron los resultados de ajuste de los elementos de protección para brindar seguridad tanto al personal como a las instalaciones, la selectividad en la operación no existe por la limitante del fusible principal de 160 A, es decir NO solo el elemento de protección más cercano una falla será el que opere sino también elementos aguas arriba.

5.3.2. Objetivo general. El objetivo de este estudio es seleccionar los ajustes de los dispositivos de protección de sobre corriente para el sistema eléctrico de "COMUNICACIONES DIGITALES" en la Cd. De México, asegurándonos de conseguir una coordinación adecuada que nos permita tener selectividad en los dispositivos de protección y continuidad en el servicio.

5.3.3. Objetivo de un Estudio de Coordinación de Protecciones. Los objetivos de un sistema eléctrico de protección y coordinación son prevenir el daño al personal, minimizar el daño a los componentes del sistema y limitar la extensión y duración de la interrupción del servicio cuando una falla en el equipo, error humano o condiciones naturales adversas ocurran en cualquier porción del sistema. Las circunstancias que causan mal funcionamiento del sistema son usualmente impredecibles, en base a un excelente diseño y un programa de mantenimiento preventivo pueden reducir que las fallas sucedan. El sistema eléctrico debe ser diseñado y mantenido de modo que se proteja automáticamente.

La prevención del daño humano es el objetivo más importante de un sistema eléctrico de protecciones. Los dispositivos de interrupción deben tener adecuada capacidad interruptiva y las partes energizadas deben estar lo suficientemente aisladas o contenidas dentro de un gabinete, esto para no exponer al personal a una explosión, fuego o arco.

5.3.4. Metodología del Estudio de Coordinación de Protecciones. El análisis de corto circuito es el punto de partida para el estudio de coordinación de protecciones. Este estudio se basa en la memoria de cálculo de corto circuito, además de las características nominales de todos los equipos y dispositivos seleccionados en esta red. La metodología para el estudio de coordinación de protecciones de sobrecorriente consiste en determinar los puntos de operación de las curvas de los dispositivos de protección y conjuntamente con las curvas características tiempo-corriente de los elementos serie del sistema, los cuales se expresan en ejes logarítmicos, para dar como resultado la gráfica final de coordinación.

El dispositivo de protección próximo a una carga específica debe operar rápidamente, de acuerdo a los tiempos establecidos, operando con cierto retraso de tiempo la siguiente protección que está hacia la fuente.

De esta manera se deben cumplir las limitaciones que los dispositivos de protección imponen unos a otros, además de los límites naturales de operación de los equipos, como son:

- Corriente de inrush o energización de los transformadores

La corriente de inrush se representa como un punto. El valor de esta corriente es de 8 a 12 veces la corriente nominal del transformador, la cual se presenta en un tiempo de 0.1 segundo.

- Curvas de daño de los cables y transformadores

Los equipos y accesorios deben soportar las altas temperaturas ocasionadas por el exceso de corriente. Estos límites deben quedar por encima de las curvas de las protecciones, para evitar que sufran daños si esta no llega a operar; en lo que opera la protección de respaldo. La curva de daño de los conductores está definida por la ecuación de Ordendonk, siendo conocida para los transformadores como curva ANSI; esta curva determina los puntos y establece las características que deben cumplir los devanados para soportar, sin resultar dañados, los esfuerzos térmicos y magnéticos producidos por corto circuitos en sus terminales.

- Perfil de arranque de los motores

En el estudio de las protecciones, es necesario considerar el análisis de motores eléctricos, sobre todo los de mayor potencia. Esta representación conocida como perfil de arranque del motor, está definido por las corrientes de rotor bloqueado, corriente de arranque y la corriente de operación nominal; cada una en sus respectivos tiempos de operación en función de las características nominales de operación normal y transitoria de cada motor.

- Cargas estáticas ó resistivas, etc.

Las cargas fijas, tales como iluminación, resistencias, fuerza, etc. no tienen mayores exigencias en el proceso de coordinación y ajuste, pues estas cargas no implican la presencia de grandes transitorios electromecánicos en su operación, y al estar alejadas de las fuentes de potencia, da como resultado un bajo nivel de corriente de falla. Por estas razones regularmente no son representadas en el estudio.

La finalidad del estudio es que los dispositivos de protección operen dentro de estos límites o fronteras, y a la vez proporcionen una coordinación selectiva entre los diferentes dispositivos de protección y las curvas y/o perfiles de arranque y operación de los equipos.

Para la selección y ajuste de protecciones se deben tomar las características que definen el comportamiento de una coordinación ideal:

- a) Sensibilidad. Define la característica por medio de la cual todos los dispositivos deben operar con señales relativamente pequeñas.
- b) Selectividad. Esta característica, sostiene que al presentarse una falla en el sistema, deberá operar la protección más cercana al punto de falla, garantizando con esto la continuidad del servicio al resto de la instalación.
- c) Velocidad. Es una característica fundamental, pues la rapidez con que se despeje la sobre corriente es de suma importancia para disminuir al máximo los daños en la zona de falla. La velocidad depende de la magnitud de la sobre corriente y de la coordinación con las demás protecciones.
- d) Confiabilidad. Esta característica en conjunto con la velocidad de despeje es de los puntos más importantes, ya que un relevador digital puede ser muy rápido y en un momento crítico puede fallar. Por esta razón las protecciones seleccionadas deben corresponder a una manufactura de primera calidad.
- e) Costo. La selección de un esquema específico de coordinación de protecciones, equipos y secuencias de operación, tiene como principal objetivo el proteger y aislar la zona fallada, evitando así que esta se extienda hacia más equipos. El costo de los esquemas depende de su selectividad, y por lo tanto se evalúa el punto óptimo o de equilibrio entre el costo y la selectividad de la protección.

5.4 Aspectos Generales de la Coordinación de Protecciones

Una protección efectiva requiere que el dispositivo de protección sea seleccionado, calibrado, y ajustado para permitir circular la corriente normal de carga del equipo y sólo abriendo instantáneamente o con un retardo de tiempo cuando se presente un valor de corriente que sobrepase el umbral definido del flujo de corriente. Para la mayor continuidad en el servicio se requiere que los dispositivos operen con esta selectividad. El máximo servicio y la máxima continuidad son aspectos difíciles de equilibrar en el proceso de

coordinación de las protecciones, por lo que lógicamente se prefiere la protección ante la coordinación selectiva.

El proceso de coordinación de protecciones implica necesariamente el uso de curvas tiempo-corriente de los distintos elementos de protección que intervienen. Esto obliga a considerar ciertos intervalos de tiempo entre las curvas y dispositivos de protección, ya que es la única forma de garantizar una operación secuencial correcta.

La coordinación de los intervalos de tiempo de los dispositivos de protección se determina de acuerdo con los siguientes parámetros:

- La magnitud de la corriente de falla en el punto que se esté protegiendo.
- Características del detector del dispositivo de protección.
- La sensibilidad del dispositivo de protección correspondiente a las magnitudes de las corrientes de falla.
- El margen de tiempo que se presenta entre el detector del dispositivo de protección y el propio tiempo de apertura del interruptor.

5.4.1. Software de Cálculo. Para el desarrollo de este proyecto se trabajó con el software Power Tools de SMK 6.0 que es una herramienta computacional de ingeniería para el análisis de sistemas eléctricos de potencia, industriales, comerciales y de empresas de suministro. Esta herramienta permite trabajar directamente desde el diagrama unifilar y es el mismo software con el que se realizó el cálculo de corto circuito.

5.4.2. Consideraciones Importantes. Tomando como base la información obtenida del diagrama unificar general, se seleccionaron los radiales para la elaboración del estudio de coordinación de protecciones.

Dicho estudio comprende la selección de ajustes de sobre corriente de fase y de tierra, así como la protección diferencial para el transformador principal asegurando conseguir una selectividad adecuada en base a cálculos emitidos en cada ramal con el objeto de asegurar la coordinación óptima.

A continuación se describen las consideraciones tomadas para la realización del estudio de coordinación de protecciones de sobre corriente.

5.5 Configuración del Sistema

La configuración del sistema eléctrico de "COMUNICACIONES DIGITALES" es anillo con operación radial. El nivel de tensión con el cual llega la acometida de la compañía suministradora es de 23 kV para distribuir la energía en media tensión a las diferentes áreas; y de este nivel se transforma a 440, 220/127V para la alimentación de las cargas del sistema. El sistema de autogeneración está compuesto por generadores con motor diesel operando a 440 V, de este punto se eleva la tensión a 23 kV para ser distribuida en el anillo a través de transformadores elevadores. La carga instalada consiste básicamente de cargas mixtas esto quiere decir que está compuesta por tableros de alumbrado y unidades electrónicas y motoras, etc.

5.5.1. Transformadores. Se represento la curva de daño de los transformadores considerando lo siguiente:

- Para la representación de las curvas de daño de los transformadores se empleo la norma ANSI C.57 ^[12].
- La corriente inrush en todos los casos se consideró de 12 veces la corriente nominal con una duración de 0.1 segundo.
- Se asume que la curva de daño corresponde a transformadores sujetos a fallas frecuentes, lo que permite ofrecer una protección al transformador más conservadora.

5.5.2. Motores. Se representó el perfil de arranque de motores tomando en cuenta:

- Se consideró que la corriente a rotor bloqueado es de seis veces la corriente nominal y tiene una duración de 10 segundos.
- La corriente de magnetización se consideró igual a 1.73 veces la corriente a rotor bloqueado con una duración de 0.1 segundos. Para efecto de análisis se consideró un motor equivalente con una potencia de 600 hp's.

5.5.3. Cables. Se representó la curva de daño de los cables considerando:

- Los tiempos en que se muestran los valores son 1 y 10 segundos

5.5.4. Dispositivos de Protección. Los dispositivos de protección considerados corresponden a:

- Relevadores 7SJ Siemens para la protección de interruptores principales y derivados.
- Interruptores de Baja Tensión Master pact

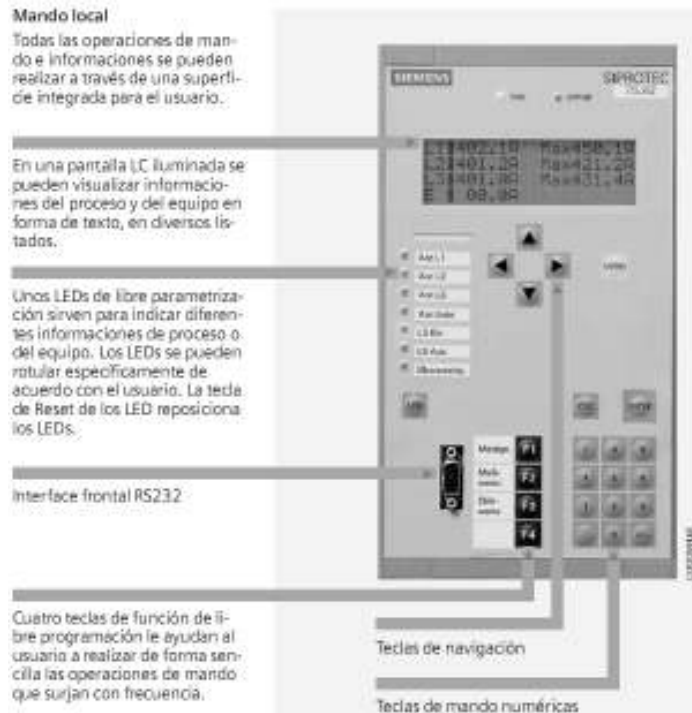


Figura 5.3. Relevadores SIPROTEC 7SJ61/62/64 utilizados para la coordinación de protecciones.

5.6 Criterios Básicos Empleados

Las gráficas están representadas en formato Log-Log a niveles de voltaje de referencia de 23000 V. Se dió prioridad a la protección de los equipos eléctricos (transformadores, cables, motores y generadores) y después a lograr una coordinación entre la operación de los dispositivos de protección.

Los criterios básicos de protección establecidos por IEEE [9] fueron aplicados en todos los casos.

5.6.1. Cálculo y Ajuste de los Dispositivos de Protección. Para realizar la coordinación de protecciones de "COMUNICACIONES DIGITALES" se dividió el sistema eléctrico en 56 curvas TCC con lo cual se cubre la totalidad del sistema de media tensión y parte del sistema de baja tensión, en los escenarios modelados; para cada ramal se muestran de manera resumida cada uno de los ajustes de los elementos de protección contenidos.

5.6.2. Ajuste de protecciones. A continuación se muestran a manera de ejemplo algunas tablas de ajuste para las protecciones del sistema en anillo proporcionadas por el software Power Tools de SMK 6.0:

Tabla 5.1. *Parámetros del estudio para la coordinación de protecciones utilizando el software Power Tools.*

Relevador R-GEN1
TC= 75

Fase	Ajustes
Tipo de Curva	Ansi Very Inv.
51 (0.5-20.0 x CTR)	4.5 (68 A)
Dial	4.5
50 - 1 (0.5-175 x CTR)	15 (225 A)
50 - 1 (0-60 Sec)	0.2 Sec.
Tierra In=5A	
Tipo de Curva	Definite Time
50N-1 (0.25-175 x CT)	0.25 (2.5A)
50N-1 Delay (0 - 60 sec)	0.5 Sec.

Relevador R-GEN2 = R-GEN3
TC= 75

Fase	Ajustes
Tipo de Curva	Ansi Very Inv.
51 (0.5-20.0 x CTR)	2.5 (38 A)
Dial	4
50 - 1 (0.5-175 x CTR)	15 (225 A)
50 - 1 (0-60 Sec)	0.2 Sec.
Tierra In=5A	
Tipo de Curva	Definite Time
50N-1 (0.25-175 x CT)	0.25 (2.5A)
50N-1 Delay (0 - 60 sec)	0.50 Sec.

Tabla 5.2. *Parámetros del estudio para la coordinación de protecciones utilizando el software Power Tools.*

Relevador R-ENLC-1
TC= 400

Fase	Ajustes
Tipo de Curva	Ansi Extremely Inv.
51 (0.5-20.0 x CTR)	2.25 (180A)
Dial	5
50 - 1 (0.5-175 x CTR)	7 (560 A)
50 - 1 (0-60 Sec)	0.1
Tierra In=5A	
Tipo de Curva	Definite Time
50N-1 (0.25-175 x CT)	6 (30A)
50N-1 Delay (0 - 60 sec)	1.65 Sec.

Interruptor Masterpact I-TR07
Sensor: 2000A, LSI TRAF0. 750 KVA

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.7 (1400A)	4
STPU (1.5-10 X LTPU)	10 (14000A)	
STD (INST-0.4)	0.1 I ² t Out	
INST (2-15 X S)	15 (30000A)	

Interruptor Masterpact I-TR11
Sensor: 1600A, LSI TRAF0. 500 KVA

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.9 (1440A)	8
STPU (1.5-10 X LTPU)	6 (8640A)	
STD (INST-0.4)	0.2 I ² t Out	
INST (2-15 X S)	15 (24000A)	

Tabla 5.3. *Parámetros del estudio para la coordinación de protecciones utilizando el software Power Tools.*

Interruptor Masterpact I-TR10

Sensor: 1000A, LSI TRAF0. 300 KVA

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.8 (800A) 8
STPU (1.5-10 X LTPU)	6 (4800A)
STD (INST-0.4)	0.3 I ² t Out
INST (2-15 X S)	15 (15000A)

Interruptor Masterpact I-TR08

Sensor: 1000A, LSI TRAF0. 225 KVA

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.5 (500A) 1
STPU (1.5-10 X LTPU)	2 (1000A)
STD (INST-0.4)	0.3 I ² t Out
INST (2-15 X S)	15 (15000A)

Interruptor Masterpact PD-0015

Sensor: 4000A, LSI GENERADOR 1

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.7 (2800A) 2
STPU (1.5-10 X LTPU)	1.5 (4200A)
STD (INST-0.4)	0.2 I ² t Out
INST (2-15 X S)	12 (48000A)

Interruptor Masterpact PD-0016

Sensor: 4000A, LSI GEN 1 = GEN 2

LTPU/LTP (A 0.4-1.0)	0.4 (1280A) 4
STPU (1.5-10 X LTPU)	2 (2560A)
STD (INST-0.4)	0.2 I ² t Out
INST (2-15 X S)	8 (25600A)

5.6 Conclusiones y recomendaciones

Del presente análisis realizado al sistema eléctrico de potencia del proyecto "COMUNICACIONES DIGITALES" se concluye que los equipos instalados funcionarán de manera optima tanto en condiciones de operación normal, mas no en condiciones anormales, pues la presencia de corto circuito en cualquiera de sus posibles variantes, ya sea fase a tierra, bifásico, trifásico, etc. con magnitudes mayores a 1500 amperes referidos a 23 kV el Fusible principal abrirá junto con los interruptores aguas abajo y puede disparar uno o más interruptores, independientemente si los relevadores tienen ajustes instantáneos o no. Se recomienda ampliamente la sustitución del fusible general de 160 Amp por un interruptor de potencia con relevador para poder tener un sistema coordinado pues elimina toda posibilidad de selectividad y continuidad en la operación del sistema.

Para realizar la coordinación de protecciones del sistema anillo de "COMUNICACIONES DIGITALES" se consideraron tres modos de operación los cuales fueron definidos como ramal A, ramal B y operación Normalmente Abierta al Centro, el primero considera el interruptor del alimentador A cerrado y el interruptor del alimentador B abierto, toda la carga se alimenta desde dicho alimentador A. El ramal B se considera en forma inversa el interruptor del ramal A abierto y el interruptor del ramal B cerrado y la carga en su totalidad se alimenta desde el interruptor B.

El modo de operación normal con la cuchilla de celda LS del NODO (Maquinaria) y Edificio 1 y 2 Abierta, considera los ajustes normales de los ramales A y B respectivamente

hasta ese punto, por lo que el sistema de control del anillo debe informar el estado de operación a los relevadores y estos deben cambiar de un ajuste a otro por medio de dicha información la cual es mediante una entrada analógica y se deja lista para infraestructura adicional futura.

En las siguientes figuras se muestran algunas graficas a modo de ejemplo tanto para la Ruta A como para la Ruta B. El anexo se puede observar las graficas de las rutas TCC-ALIM-A y las rutas TCC-ALIM-B que son las rutas de protección de los alimentadores A y B.

ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES

RUTA DE COORDINACION: TCC-ALIM-A

Tensión de referencia (V): 23000
Fecha: April 25, 2008 2:00 PM

Escala de corriente: x 10
SKM Systems Analysis, Inc.

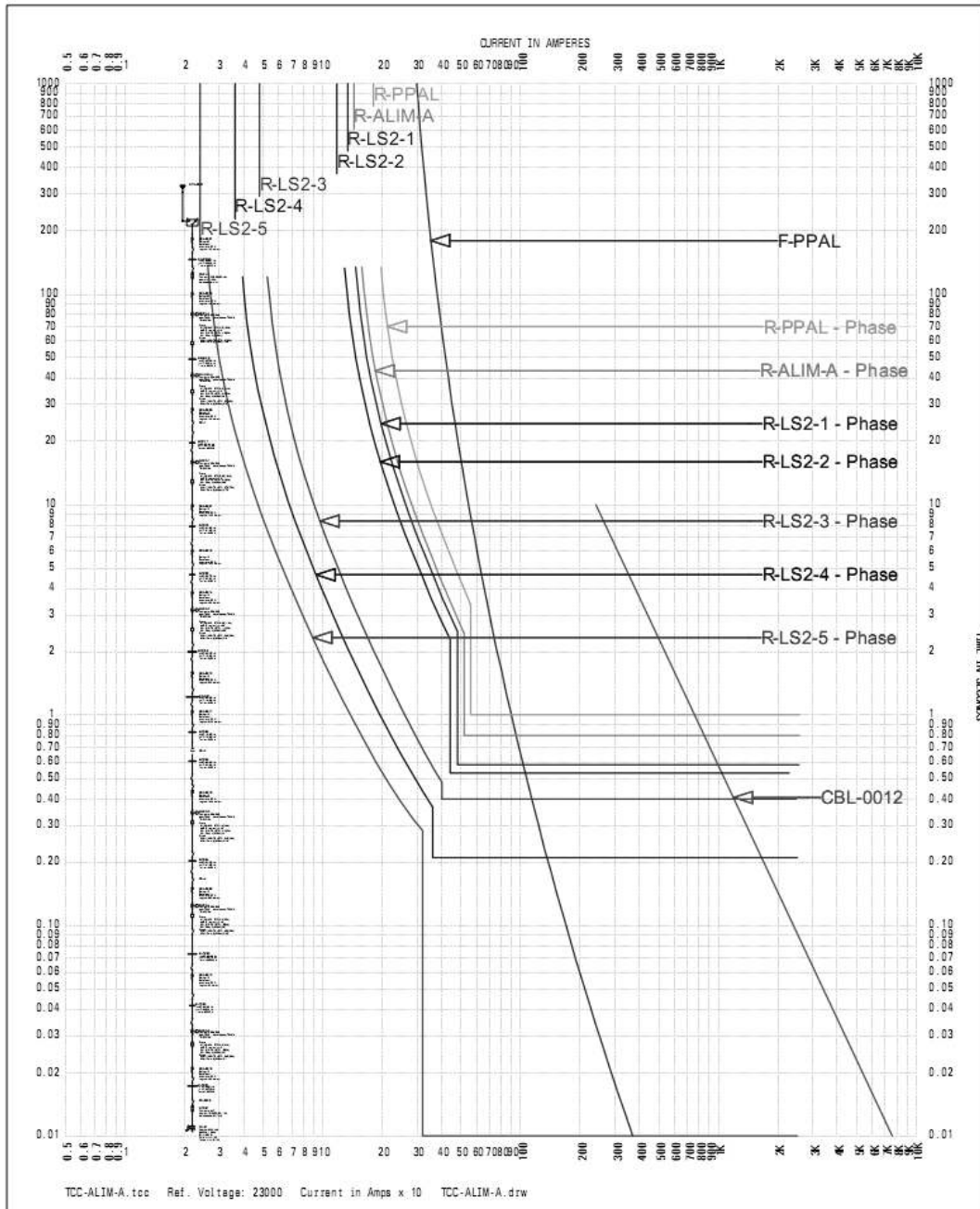


Figura 5.4. Curvas para cálculo de protecciones TCC-ALIM-A.

ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES

RUTA DE COORDINACION: TCC-ALIM-B

Tensión de referencia (V): 23000
 Fecha: April 25, 2008 2:05 PM

Escala de corriente: x 1
 SKM Systems Analysis, Inc.

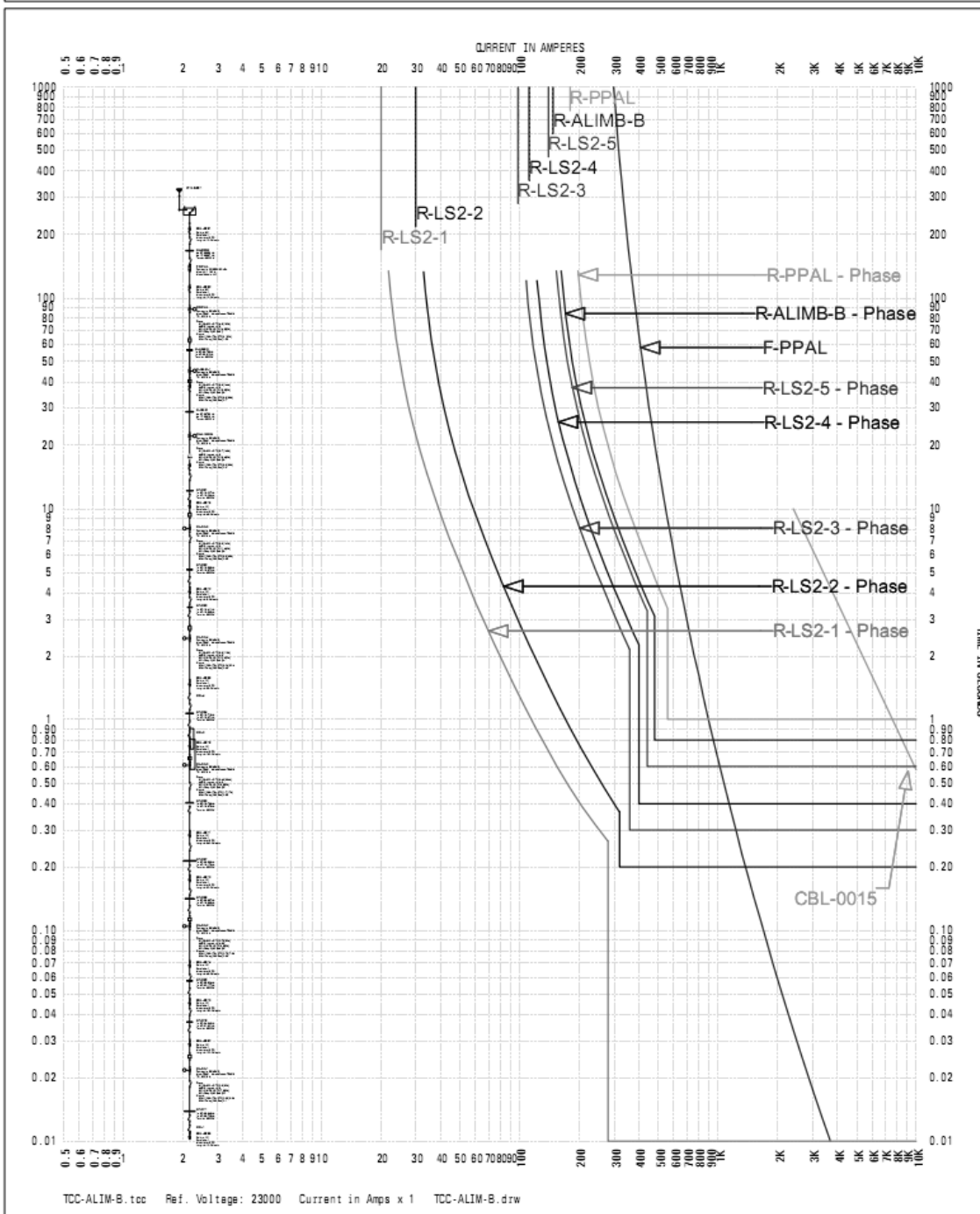


Figura 5.5. Curvas para cálculo de protecciones TCC-ALIM-B.

De los resultados obtenidos de este estudio de coordinación de protecciones, puede decirse que los ajustes que fueron recomendados y que se indican en las curvas TCC y planos correspondientes, cumplen con los criterios de selectividad, confiabilidad y seguridad para garantizar la correcta operación del sistema eléctrico.

Para la elaboración del presente estudio se tomó como aportación de corto circuito del sistema 1000 MVA, por recomendación de "COMUNICACIONES DIGITALES", valor que debe ser verificado en campo antes de poner en marcha el sistema, es riesgoso no verificar dicho valor de aportación, pues se eliminó la evaluación de los dispositivos contra los esfuerzos de corto circuito, sí en caso que la aportación de la compañía suministradora sea mayor el estudio realizado es necesario ajustar los parámetros nuevamente, sí la contribución es menor no es necesario dicho ajuste.

Para las cargas conectadas se observa en las curvas tiempo-corriente de los relevadores que protegen estas cargas permiten el arranque de la "operación" y protegen ante condiciones de corto circuito.

Es importante indicar que los ajustes obtenidos permitirán proteger a los transformadores y equipos ante posibles sobrecargas, asimismo a los cables que tienen un valor de ampacidad nominal, característica que no debe ser rebasada por seguridad del personal y de las instalaciones.

Los relevadores de protección contienen los dos ajustes propuestos uno para operación radial y otro para operación en anillo y reciben vía señal seca el estado de operación del anillo para seleccionar el ajuste programado para cada modo de operación.