

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**MEJORA EN LA CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO DE
DATOS DE UNA TELEFONIA NACIONAL. EDO MIRANDA EL HATILLO.**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Roberto González.
para optar por el título de
Ingeniero Electricista

Caracas 2014

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**MEJORA EN LA CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO DE
DATOS DE UNA TELEFONIA NACIONAL. EDO MIRANDA EL HATILLO.**

Prof. Guía: Alexander Cepeda.
Tutor Industrial: Yanis Sánchez.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Roberto González.
para optar por el título de
Ingeniero Electricista

Caracas 2014

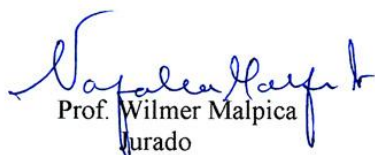
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

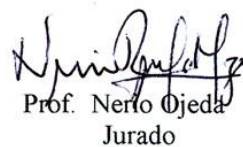
Caracas, 31 de octubre de 2014


Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Roberto A. González O., titulado:

**“MEJORAS EN LA CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO DE
DATOS DE UNA EMPRESA DE TELEFONÍA NACIONAL, HATILLO
ESTADO MIRANDA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Wilmer Malpica
Jurado


Prof. Nerio Ojeda
Jurado


Prof. Alexander Cepeda
Prof. Guía

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirviera para expresar mi mas profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización y presentación del presente trabajo especial de grado, en especial a la secretaria del departamento de potencia Ligia, por la orientación y preocupación de mi fecha de defensa así como requisitos para el acto de grado.

Quisiera hacer mi gratitud a mis compañeros de la escuela de Eléctrica y en especial a Juan Aponte, por todo su tiempo y ayuda en aquellas materias de dificultad.

También quiero agradecer a mis jurados y profesores Nerio Ojeda, Napoleón Malpica y Alexander Cepeda por darme la oportunidad de presentar mi trabajo especial de grado.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibido de mi familia.

A todos ellos, muchas gracias.

DEDICATORIA

A mi madre Annaliesses.

Por haberme apoyado siempre, por brindarme siempre los mejores consejos en aquellos momentos de desesperación que tuve mientras cursaba la carrera.

A mis amigos

Por haberme ayudado en aquellas materias que me era difícil entender y que ellos estuvieron ahí siempre.

González O; Roberto A.

MEJORA EN LA CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO DE DATOS
DE UNA TELEFONÍA NACIONAL. EDO MIRANDA EL HATILLO.

**Profesor Guía: Ing. Alexander Cepeda, Tutor Industrial: Ing. Yanis Sánchez.
Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: CANTV. 2014. 103h. +
anexos.**

Palabras Clave: Centro de Datos, Coordinación de Protección, Grupo electrógeno,
Corto Circuito, UPS, Puesta tierra, Barras, Tableros.

Resumen: El propósito de la presente investigación, fue la mejora en la configuración eléctrica del Centro de Datos de una empresa de telefonía nacional. Para ello, se realizó un levantamiento de la carga actual instalada, así como la situación actual de las protecciones. Se rediseñó el diagrama unifilar para solventar problemas de corrientes de retorno. Para poder realizar la coordinación de protecciones, fue necesario el cálculo de corto circuito en cada una de las barras de los tableros. Se verificó que el sistema de puesta tierra cumpliera con la normativa de la empresa. Con la nueva configuración eléctrica del Centro de Datos y la configuración de las protecciones, se obtuvo una mejor confiabilidad en caso de falla y fin a la corriente de retorno existente.

ÍNDICE GENERAL

	pág.
CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
SIGLAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. EL PROBLEMA.....	3
1.1 Situación previa.....	3
1.2 Situación actual de las protecciones.....	4
1.3 Servidores monofuentes y doblefuentes.....	6
1.4 Cruce de By-Pass de UPS.....	7
1.5 Corriente de retorno.....	7
1.6 Manual de mantenimiento y operaciones.....	9
1.7 Objetivo general.....	9
1.8 Objetivo específico.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 UPS.....	10
2.2 PDU.....	11
2.3 Centro de Datos.....	11
2.3.1 TIER I: Centro de Datos Básico.....	12
2.3.2 TIER II: Componente Redundante.....	12
2.3.3 TIER III: Mantenimiento Concurrente.....	12
2.3.4 TIER IV: Tolerante a fallas.....	13

2.4 Configuración de los equipos.....	13
2.4.1 Configuración N: Requerimiento Base.....	13
2.4.2 Configuración N+1: Redundante.....	14
2.4.3 Configuración N+2: Redundante.....	14
2.4.4 Configuración 2N: Redundante.....	14
2.4.5 Configuración 2(N+1): Redundante.....	14
2.5 Sistemas de Puesta a Tierras.....	14
2.6 THD.....	15
2.7 Criterios de coordinación.....	15
CAPÍTULO III.....	17
3. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	17
3.1 Estructura del edificio y funcionalidad.....	17
3.2 Demanda actual conectada.....	18
3.3 Diagrama de bloques.....	21
CAPÍTULO IV.....	23
4. CONFIGURACIÓN DE RESPALDO.....	23
4.1 Operatividad del UPS.....	23
CAPÍTULO V.....	25
5. CÁLCULO DEL NIVEL DE CORTOCIRCUITO.....	25
5.1 Datos del sistema.....	25
5.2 Impedancia de Thevenin.....	36
5.3 Cálculo del cortocircuito.....	38
5.4 Resultados.....	45
5.5 Nivel de cortocircuito actual.....	46
CAPÍTULO VI.....	47
6. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	47
6.1 Especificaciones de los tableros.....	47
6.2 Coordinación de protecciones.....	48
CAPÍTULO VII.....	56
7. MANUAL DE OPERACIÓN DEL CENTRO DE DATOS.....	56

7.1 Operación en mantenimiento.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	103

SIGLAS

AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
CEN	Código Eléctrico Nacional
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	International of Electrical and Electronic Engineers
LDS	Long Delay Setting
LDT	Long Delay Time
SDS	Short Delay Setting
SDT	Short Delay Time
SDP	Short Delay Pickup
In	Corriente nominal
MMoIn	Magnetic Multiple of In
MoIn	Multiple of In
MCM	Mil Circular Mil
PDU	Power Distribution Unit

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Carga del tablero TP-01.....	19
Tabla 2. Carga del tablero TPTC.....	19
Tabla 3. Datos de los transformadores.....	26
Tabla 4. Datos del Grupo electrógeno.....	26
Tabla 5. Datos de los conductores.....	26
Tabla 6. Datos de la acometida.....	28
Tabla 7. Datos de motores asincrónicos.....	28
Tabla 8. Base del sistema.....	29
Tabla 9. Impedancia de la Acometida.....	30
Tabla 10. Impedancia de grupo electrógeno.....	31
Tabla 11. Impedancia de los transformadores.....	33
Tabla 12. Impedancia de los conductores.....	34
Tabla 13. Impedancia del motor asincrónico.....	35
Tabla 14. Impedancias de Thevenin.....	37
Tabla 15. Nivel de cortocircuito.....	42
Tabla 16. Resumen del nivel de cortocircuito.....	45
Tabla 17. Resumen del nivel de cortocircuito actual.....	46
Tabla 18. Corrientes nominales por tablero.....	47
Tabla 19. Datos de los interruptores.....	49
Tabla 20. Diales de tiempo para el interruptor JD 250A 35kA del TPDU.....	53
Tabla 21. Diales de tiempo para el interruptor MD 800A 50kA del TPDU.....	54
Tabla 22. Diales de tiempo para el interruptor MDL 800A 50kA del TPTC.....	54
Tabla 23. Diales de tiempo para el interruptor MAGNUM 1600A 65kA del TPTC.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cruce de By-Pass de los UPS.....	4
Figura 2. Descoordinación de las protecciones del Centro de Datos El Hatillo.....	5
Figura 3. Grupo electrógeno y cruce de By-Pass.....	8
Figura 4: Amprobe GeoTest.....	21
Figura 5. Resistencia vs. Posición de puesta tierra.....	21
Figura 6: Diagrama de Bloques del centro de datos El Hatillo	22
Figura 7: Coordinación de protecciones.....	55
Figura 8: Tablero Principal 01 (TP-01).....	59
Figura 9: Dispositivo de transferencia acometida 1.....	60
Figura 10: Interruptor del tablero principal 01 (TP-01).....	60
Figura 11: Transfer del tablero principal 01 (TP-01).....	60
Figura 12: Interruptor principal Acometida 1.....	61
Figura 13: Tablero Principal 02 (TP-02).....	65
Figura 14: Dispositivo de transferencia acometida 2.....	66
Figura 15: Interruptor del tablero principal 02 (TP-02).....	66
Figura 16: Transfer del tablero principal 02 (TP-02).....	66
Figura 17: Interruptor principal acometida 2.....	67
Figura 18: Tablero de Transferencia (TPTC).....	71
Figura 19: Dispositivo de transferencia acometida 1.....	71
Figura 20: Interruptores del gabinete A del tablero TPTC.....	72
Figura 21: Interruptor acometida 1 del interruptor TPTC.....	72
Figura 22: Tablero de Transferencia (TPTC).....	73
Figura 23: Transfer acometida 2.....	74
Figura 24: Interruptores del gabinete E del tablero TPTC.....	74
Figura 25: Interruptor acometida 2 del interruptor TPTC.....	75
Figura 26: Interruptor de enlace del tablero de transferencia (TPTC).....	76
Figura 27: Medidor de fase.....	77
Figura 28: Tablero de PDU (T-PDU).....	80

Figura 29: Dispositivo de transferencia acometida 1.....	81
Figura 30: Interruptor salida UPS 2.1 e interruptor de BY-PASS.....	81
Figura 31: Tablero de PDU (T-PDU).....	83
Figura 32: Dispositivo de transferencia acometida 2.....	83
Figura 33: Interruptor salida UPS 2.2 e interruptor de BY-PASS.....	84
Figura 34: Tablero de Aires Acondicionado (TAA-Sot).....	85
Figura 35: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA-Sot).....	86
Figura 36: Tablero de Aires Acondicionado (TAA-Azotea).....	86
Figura 37: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA-Azotea).....	87
Figura 38: Tablero de Aires Acondicionado (TAA).....	87
Figura 39: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA).....	88
Figura 40: UPS.....	92
Figura 41: Dispositivo de transferencia acometida 1.....	92
Figura 42: Interruptor principal de UPS 2.1.....	93
Figura 43: Interruptor del banco de batería.....	93
Figura 44: Interruptor By-Pass UPS 2.1.....	93
Figura 45: interruptor By-Pass UPS 2.1.....	94
Figura 46: Interruptor secundario de entrada y salida UPS 2.1.....	94
Figura 47: UPS.....	96
Figura 48: Dispositivo de transferencia acometida 2.....	96
Figura 49: Interruptor principal de UPS 2.2.....	97
Figura 50: Interruptor del banco de batería.....	97
Figura 51: Interruptor By-Pass UPS 2.2.....	97
Figura 52: interruptor By-Pass UPS 2.2.....	98
Figura 53: Interruptor secundario de entrada y salida UPS 2.2.....	98

INTRODUCCIÓN

Un centro de datos es un espacio donde se encuentran equipos electrónicos y de comunicación de suma importancia, se necesitan que estén a un sistema ininterrumpidas de alta calidad. Para ello se interconectan sistemas de energía ininterrumpidas (UPS), banco de baterías, grupo electrógeno que garantice la continuidad del servicio.

Los sistemas de respaldo (UPS), son equipos que proveen y mantienen la continuidad de la energía eléctrica en caso de alguna fluctuación del servicio eléctrico o por mediante una falla en el centro de datos; así como caídas de tensión, armónicos y disminución de las corrientes parásitas.

Los sistemas de UPS son utilizados para alimentar las cargas críticas de la cual no pueden estar fuera de servicio por su gran importancia para el centro de datos, es por ello que los UPS están interconectados a bancos de baterías para garantizar la energía a las cargas hasta que el centro de datos vuelva a las condiciones normales de operación, ya sea mediante por el grupo electrógeno o se restituya el servicio eléctrico.

El grupo electrógeno en un centro de datos se usa en caso de emergencia cuando ocurre una falla por la red externa y sea por un tiempo prolongado.

En el centro de datos El Hatillo, sufrió recientes fallas y problemas de configuración que lo pusieron fuera de servicio, tales como: un error en los UPS, descoordinación de las protecciones entre otras.

La finalidad de este trabajo es poder realizar las coordinaciones de las protecciones así como una metodología para el mantenimiento de los equipos en el centro de datos El Hatillo, para así lograr una mejora en la prestación de servicio del mismo, ya que la descoordinación de las protecciones genera una pérdida de la selectividad en el momento de un cortocircuito en alguna de las barras, perdiendo mas carga importante de lo que en realidad se debería perder.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

En el presente capítulo se tratará la situación del centro de datos, con la finalidad de entender como funcionaba y conocer los problemas actuales.

1.1 *Situación previa.*

El Centro de Datos El Hatillo, previamente contaba con el funcionamiento de dos (2) acometidas provenientes de CORPOELEC, con los interruptores de enlaces del tablero de transferencia y tablero de PDU's en condiciones normalmente abierto y cerrado respectivamente.

Disponían de dos (02) grupos electrógenos que estaban en funcionamiento como sistema de respaldo en caso de que alguna de las acometidas fallara.

Un By-Pass, es un conductor que une dos (02) nodos, colocando en cortocircuito el UPS solo cuando sus interruptores de operación estén cerrados.

El By-Pass externo de los UPS estaban y están actualmente cruzados, es decir; que el By-Pass externo del UPS 1.1 (lado izquierdo) está conectado desde la entrada del UPS 1.1 hasta la salida del UPS 2.1 (lado derecho), y de igual forma el By-Pass externo del UPS 2.1 está conectado desde la entrada del UPS 2.1 hasta la salida del UPS 1.1, los interruptores de dichos by-pass, se encuentran en condiciones normalmente abiertos y solo serán puesto en funcionamiento por medidas de mantenimiento a los UPS o por alguna situación particular que sea necesario.

En la Figura 1, se muestra detalladamente el cruce de los By-Pass.

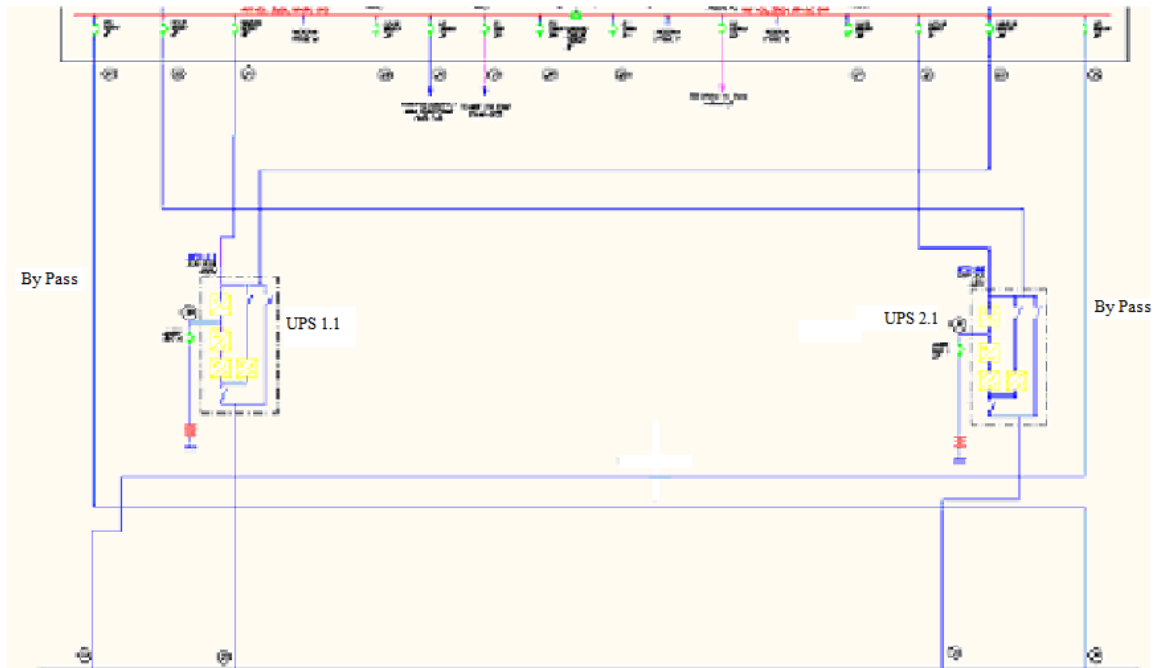


Figura 1. Cruce de By-Pass de los UPS

1.2 Situación actual de las protecciones

El Centro de Datos está alimentado por dos (02) acometidas de 1000kVA a 12,47kV, pasando por un transformador de 1000kVA con relación de transformación de 12,47KV/0,48kV, para luego alimentar los Tableros Principales TP-01 y TP-02 respectivamente a 480V, dichos tableros alimentan los UPS, Tablero de Aires Acondicionados (T-AA), Tablero de PDU (TPDU) y cargas (servidores); como se puede observar en el diagrama unifilar [ANEXO 1].

Con la información obtenida en varias visitas al centro de datos y recopilación de las marcas y modelos de las protecciones existentes, así como sus tiempos de disparo de las protecciones, se realizó una serie de tablas donde se conocerán los ajustes de disparo de cada protección. Los catálogos de las protecciones se puede observar en el ANEXO 2.

En la Tabla A1 del ANEXO 3, se muestran los ajustes de tiempo de la situación actual de las protecciones, con relación a los interruptores no ajustables se tomó la curva de disparo dada por el fabricante.

En la Figura 2, se puede observar la descoordinación de las protecciones, ya que la curva del interruptor RD (presente en la salida del tablero TP-01) se cruza con el interruptor Magnum (presente en la entrada del tablero TPTC), de dicha forma no cumple con los criterios de selectividad.

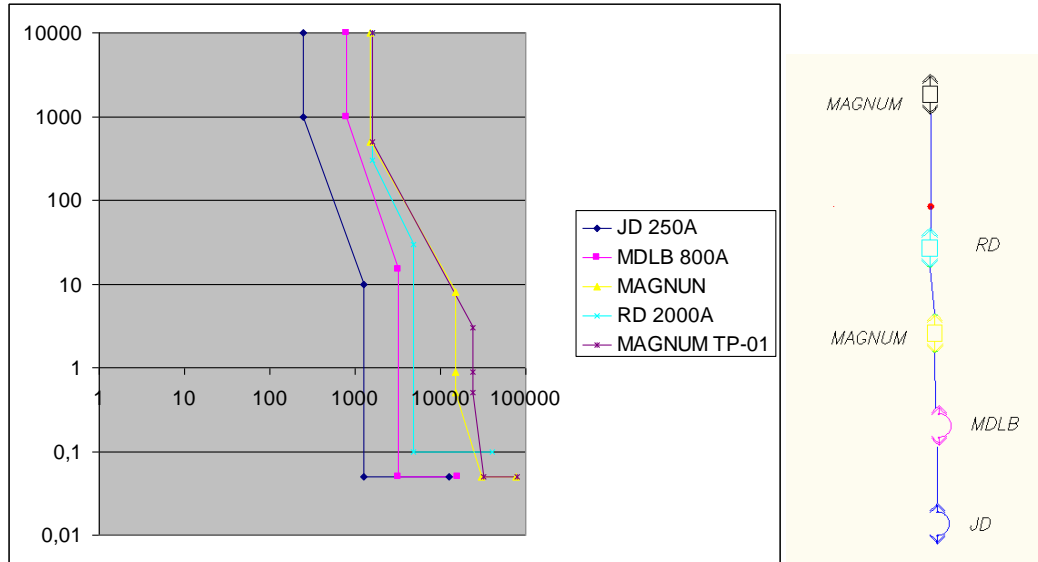


Figura 2. Descoordinación de las protecciones del Centro de Datos El Hatillo.

1.3 Servidores monofuentes y doblefuentes

El Centro de Datos El Hatillo, tuvo un crecimiento erróneo, ya que fueron instalados los servidores de sus clientes monofuentes y no doblefuente como era la propuesta de diseño original.

Los servidores monofuente son aquellos que solo tienen un punto de alimentación o entrada, en cambio los servidores doblefuente poseen dos puntos de alimentación o entrada, aunque solo se necesita una sola fuente de alimentación en funcionamiento y la otra queda como respaldo, es por ello que cada fuente de alimentación está conectada a UPS diferentes para asegurar que el servidor nunca quede fuera de servicio.

Como fue permitida estas instalaciones de servidores, se vio obligado a cerrar el interruptor de enlace del tablero TPDU, para de esta forma garantizar que si fallaba uno de los circuitos de la configuración H previamente existente, no se quedarán sin energía dichos servidores.

Los UPS se configuran en paralelo redundante, gracias al cierre del interruptor de enlace del tablero TPDU.

El problema que originó este crecimiento erróneo es que el Centro de Datos El Hatillo, dejó de ser una configuración H y pasó a ser una configuración fuera de los estándares, ya que su interruptor de enlace en el tablero TPDU se encuentra normalmente cerrado como operación normal.

1.4 Cruce de By-Pass de UPS

El cruce de los By-Pass de los UPS generó un problema, ya que ambas ondas de tensión de las acometidas son iguales pero con un desfase leve entre ellas, así como los transformadores de las acometidas por CORPOELEC no necesariamente están acoplados en impedancia, provocando que en el momento que un UPS salga de servicio o sea necesario realizar mantenimiento en el mismo (Ver Capítulo VII), la carga verá una variación de tensión provocando posibles daños en los servidores o la data asociada al mismo.

1.5 Corriente de retorno

La empresa tiene dos (2) reportes de fallas de los interruptores de los grupos electrógenos; dichos reportes mencionan una corriente de retorno que provoca el disparo de sus protecciones.

La observación de la corriente de retorno ocurrió cuando las acometidas perdieron la red debido a una falla de CORPOELEC, esto generó el encendido de los dos (2) grupos electrógenos, pero como no existe una comunicación entre los mismo, y el interruptor de enlace del tablero de PDU (TPDU) se encuentra normalmente cerrado, ambos grupos electrógenos entregaron a la red ondas de tensiones diferentes, y se provocó el disparo de la protección de uno de los grupo electrógeno; dicha corriente tuvo como retorno el cruce de los By-Pass de los UPS (color rojo), debido a que ocurrió un cortocircuito en la barra del tablero TPDU. En la Figura 3, se muestra el circuito.

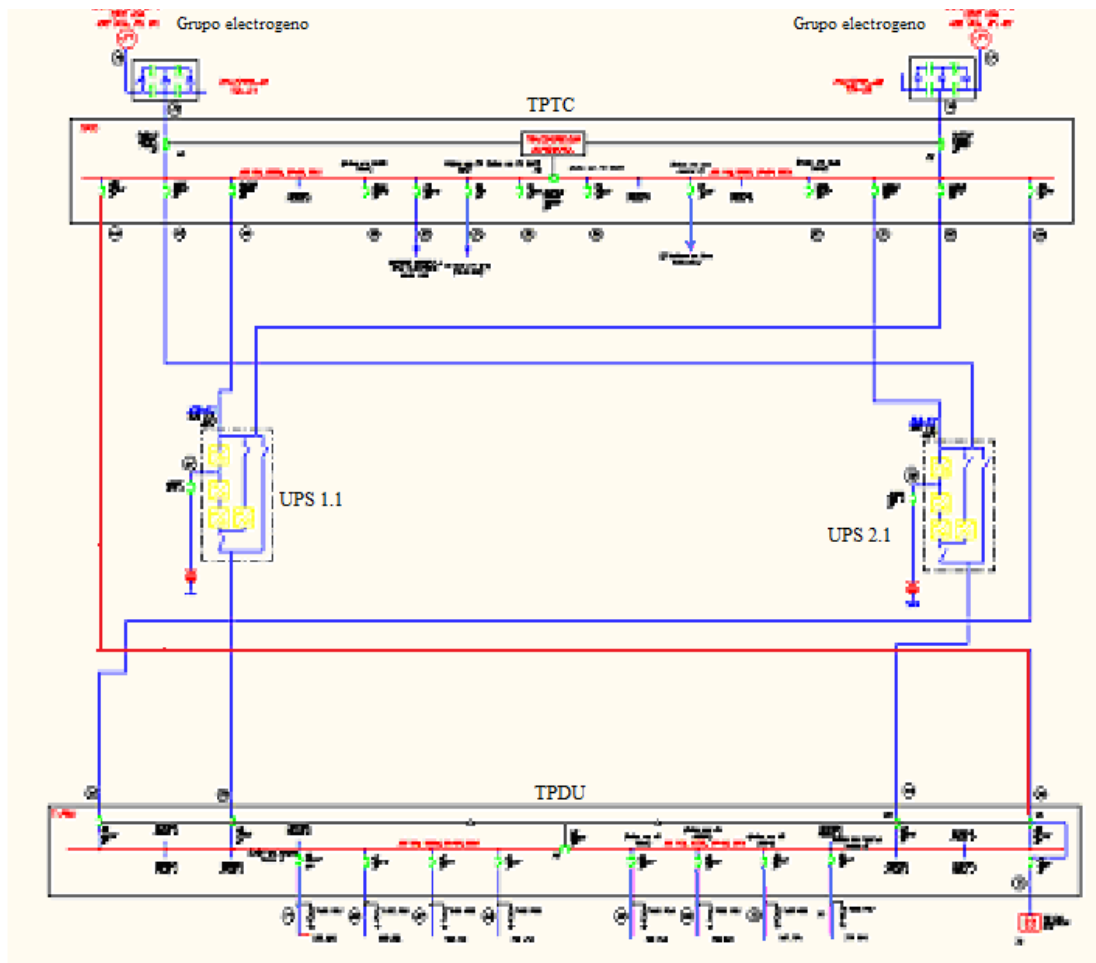


Figura 3. Grupo electrógenos y cruce de By-Pass

Dicha corriente de retorno la vio el grupo electrógeno, como una corriente de entrada y ya que su protección es direccional, genero el disparo del mismo como forma de protección.

Esta falla ocurrió dos (2) veces y la empresa se vio obligada a desconectar una de sus acometidas, cerrar el interruptor de enlace del tablero de transferencia (TPTC) y colocar fuera de servicio uno de los grupos electrógenos, quedando el centro de datos El Hatillo con un solo grupo electrógeno de 1MVA, para de esta forma evitar la pérdida completa del Centro de Datos El Hatillo si llegase a ocurrir un evento similar.

1.6 Manual de mantenimiento y operaciones.

Actualmente la empresa consta con una guía de mantenimiento para ciertos tableros de una forma muy general, la finalidad del manual de mantenimiento y operaciones es facilitar las operaciones de los tableros, así como los niveles de seguridad a considerar en el mismo.

1.7 Objetivo General

Realizar la mejorar en la configuración eléctrica de un Centro de Datos de una empresa de telefonía nacional, así como la metodología de mantenimiento.

1.8 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento eléctrico del edificio tomando en cuenta los puntos más importantes de carga (tableros) y de sistema de puesta tierra.
- Realizar el diagrama unifilar existente.
- Evaluar la configuración del sistema de respaldo.
- Realizar los cálculos de los niveles de corto circuito del Centro de Datos El Hatillo.
- Realizar la coordinación de las protecciones del Centro de Datos El Hatillo.
- Establecer una metodología para el correcto funcionamiento de las instalaciones

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realizará un breve resumen de algunos conceptos básicos así como normativas y criterios de importancia para la culminación de este proyecto.

2.1 UPS (*Uninterruptible Power Supply*) [1]

“Un UPS es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica. Los UPS son llamados en español SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida). UPS significa en inglés *Uninterruptible Power Supply*, los UPS están básicamente constituidos por los siguientes componentes.

- Rectificador: rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.
- Batería: se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperes Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación).
- Inversor: transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.
- Conmutador (By-Pass) de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.”

2.2 PDU (Power Distribution Unit) [2]

“Una unidad de distribución de energía (PDU) es un dispositivo equipado con múltiples salidas y están diseñados para distribuir energía eléctrica, especialmente a los bastidores de las computadoras y equipos de red ubicados en un centro de datos.”

2.3 Centro de Datos [3]

El centro de datos es un lugar donde una empresa instala los equipos de comunicación, así como el almacenamiento de la información.

Los centros de datos son lugares donde la mayor parte de la carga eléctrica conectada es de suma importancia o crítica y es por ello donde se basa a la instalación de sistemas de respaldo para garantizar la continuidad del servicio para que opere sin interrupciones.

Los centros de datos poseen criterios o normas en su construcción para garantizar su correcto funcionamiento, tal norma es la ANSI/TIA-942, donde establece unos criterios de seguridad llamas TIER y se definen como:

Los TIER es el nivel de disponibilidad de un centro de datos, a su vez este se subdivide en cuatro (4) subsistemas que son:

- Telecomunicaciones
- Arquitectura
- Sistemas eléctricos
- Sistemas mecánicos

“El nivel de TIER entre mayor es, mayor será la disponibilidad del Centro de Datos, se debe tener en cuenta que la clasificación global del Centro de Datos será igual a la

de aquel subsistema que tenga menor número de TIER. Esto quiere decir que si un centro de datos tiene todos los subsistemas TIER IV pero el subsistema eléctrico TIER III, el Centro de Datos será de TIER III”.

2.3.1 TIER I: Centro de Datos Básico

“Un centro de datos TIER I puede ser susceptible a interrupciones tanto planificadas como no planificadas. Cuenta con sistemas de aire acondicionado y distribución de energía, pero puede o no tener pisos falsos. UPS o generadores eléctricos, si los posee puede o no existir redundancia y existir varios puntos únicos de falla. La carga máxima de los sistemas en situación crítica es del 100%. La infraestructura del centro de datos deberá estar fuera de servicio al menos una vez por año por razones de mantenimiento y/o reparaciones.”

2.3.2 TIER II: Componente Redundante

“Los centro de datos con componentes redundantes son ligeramente menos susceptible a interrupciones, tanto planificadas como no planificadas. Estos centros de datos cuentan con pisos falsos, UPS y generadores eléctricos, pero están conectados en una sola línea de distribución eléctrica. Su diseño es lo necesario mas uno (N+1), lo que significa que existe al menos un duplicado de cada componente de la infraestructura, La carga máxima en situación crítica es del 100%. El mantenimiento en la línea de distribución eléctrica o en otros componentes de la infraestructura pueden causar una interrupciones del procesamiento.”

2.3.3 TIER III: Mantenimiento Concurrente

“Las capacidades de un centro de datos de este tipo le permite realizar cualquier actividad planificada sobre cualquier componente de la infraestructura sin interrupciones de la operación. Debe existir suficiente capacidad y doble línea de

distribución de los componentes, de forma tal que sea posible realizar el mantenimiento o pruebas en una línea, mientras que la otra atiende a la totalidad de la carga. La carga máxima en los sistemas en situación crítica es del 90%.”

2.3.4 TIER IV: Tolerante a Fallas

“Este centro de datos provee la capacidad para realizar cualquier actividad planeada sin interrupciones en las cargas críticas, pero además la funcionalidad tolerante a fallas le permite a la infraestructura continuar operando aun ante un evento crítico no planeado. Esto requiere dos líneas de distribución simultáneamente activas, típicamente en una configuración sistema + sistema, eléctricamente esto significa dos sistemas de UPS independientes, cada uno con un nivel de redundancia N+1. La carga máxima de los sistemas en situación crítica es del 90%.”

2.4 Configuración de los equipos

La redundancia en los equipos del centro de datos El Hatillo, tales como; UPS, Tableros, Fuentes, entre otros, es importante ya que elimina puntos de falla así como permite mayor flexibilidad en el momento de realizar mantenimiento y operaciones. Mientras mayor sea la redundancia mayor será el nivel de TIER a utilizar en el centro de datos.

2.4.1 Configuración N: Requerimiento Básico

Este sistema no es redundante por lo que en el momento de ocurrir una falla el centro de datos pierde la prestación de servicio de dicha instalación ya que trabaja o tiene instalada solo lo necesario.

2.4.2 *Configuración N+1: Redundante*

“Con esta configuración se provee de una unidad, módulo, parte o sistema adicional al mínimo requerido, con esta configuración el mantenimiento o falla no interrumpe la operación normal del sistema.”

2.4.3 *Configuración N+2: Redundante*

“Con esta configuración se provee de dos unidades, módulos, partes o sistemas adicionales al mínimo requerido, con esta configuración el mantenimiento o falla de dos de las unidades no interrumpe la operación normal del sistema.”

2.4.4 *Configuración 2N: Redundante*

“Con esta configuración se provee de dos unidades, módulos, partes o sistemas, por cada uno de los requeridos como base mínima para satisfacer el sistema, la falla o mantenimiento no produce la interrupción en las operaciones.”

2.4.5 *Configuración 2(N+1): Redundante*

“Con esta configuración se provee de dos (N+1) unidades, módulos, partes o sistemas. Cuando se hace mantenimiento a una de las unidades no se realiza interrupción del sistema.”

2.5 *Sistemas de Puesta a Tierra [4]*

Un sistema de puesta a tierra es un conjunto de elementos conectados con los equipos, estructuras, edificios e instalaciones con el fin de colocar el mismo nivel de tensión. Al mismo tiempo el sistema de puesta a tierra debe ser capaz de drenar las

corrientes de fallas producidas por equipos en el sistema como permitir el paso de las corrientes por descargas atmosféricas.

Los sistemas de puesta a tierra generan un punto en común entre todos los equipos para mejorar la operación de los quipos, controla el riesgo de “*shock*” eléctrico al personal de la instalación así como reduce el ruido en las cargas produciendo baja impedancia entre los equipos.

El sistema de puesta a tierra posee los siguientes elementos:

- Electrodo de tierra
- Tuberías metálicas de agua
- Conductores para electrodo y equipos

Los conductores del electrodo, equipos e interconexiones de equipos los llamaremos “**guías**”, dichas guías están normalizadas por la empresa para su identificación en la instalación de una forma rápida y sencilla.

2.6 THD (*Total Harmonic Distortion*) [8]

“Índice usado para medir la distorsión de una onda periódica de tensión o corriente, con respecto a una onda senoidal de frecuencia fundamental. Este índice se obtiene entre la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del valor RMS de cada armónico y el valor RMS de la fundamental”

2.7 *Criterios de coordinación* [11]

“Un sistema de protección se encuentra integrado por todos aquellos equipos y dispositivos destinados a la protección de las partes que conforman el sistema eléctrica de potencia. Ante la presencia de una falla, las protecciones asociadas deben

actuar, aislando aquellos equipos y zonas afectadas, de forma que no se propague la falla y se logre minimizar los daños producidos por la misma.

Los criterios que deben de cumplir son: Sensibilidad, Selectividad, Confiabilidad, Rapidez y Seguridad.

Sensibilidad: Se refiere al nivel mínimo de operación del rele o del esquema de protecciones, permitiendo así detectar todo tipo de falla en el sistema.

Selectividad: Es la característica del esquema de protección que le permite discriminar cuando una falla ocurrida se encuentra dentro o fuera de la zona de actuación de la protección. De esta forma, para aislar la falla, únicamente se ordenara el disparo de aquellos interruptores asociados a la protección que ha detectado dicha falla dentro de su zona de actuación.

Confiabilidad: Consiste en la propiedad del sistema de protección de operar correctamente al momento que sea necesario, de forma que logre cumplir su función sin presentar falla en su actuación.

Rapidez: En un sistema de protección es de vital importancia mantener la continuidad del servicio, es por eso que es necesario que las protecciones asociadas al sistema actúen con la mayor velocidad posible en presencia de una falla. De esta forma se logra minimizar los posibles daños que pueden sufrir los equipos y dispositivos del sistema afectada por la falla.

Seguridad: Se refiere al grado de certeza de que el sistema de protección operará de forma correcta.”

CAPÍTULO III

3. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En el siguiente capítulo se realizará una breve descripción de la empresa, estructura física del edificio y funcionalidad, carga actual conectada y el diagrama de bloques del Centro de Datos El Hatillo.

3.1 *Estructura del edificio y funcionalidad.*

El centro de datos tiene dos entradas, una para paso peatonal y la otra es la entrada al estacionamiento donde se encuentran el grupo electrógeno, así como el ingreso a la planta baja (PB), donde se encuentra la recepción, oficinas que atienden a clientes (la empresa no quiso brindar información ya que es confidencial), baños, almacén, sala de rectificadores, sala de telefonía e Internet, así como la entrada a la fosa del centro de dato que estaría al mismo nivel del sótano (S).

En el sótano podemos encontrar, un comedor, baños, oficinas y toda la alimentación del centro de datos tales como; Dos (2) Tableros Principales (TP-01 y TP-02), Tablero de Transferencia (TPTC), Tablero de Distribución de Potencia (TPDU), sistema de transferencia del motor generador al sistema (*Transfer*), bancos de baterías de respaldo, sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), Tableros de Iluminación, Tablero de Aires Acondicionados (TAA-Sot), Tablero de Control (TTR07-01).

En el Piso 1 (P1) se encuentran áreas en construcción tales como oficinas, baños, entre otras; por otro lado desde el año 2012, se encuentran en funcionamiento unos nuevos servidores llamado por el personal como “Data Cubo”, el cual su funcionamiento es más eficiente y de menor espacio, ya que el sistema de

enfriamiento está interno al *Rack* de los servidores y se pueden crear más de un servidor virtual desde los disco duros del mismo.

En el Piso 2 (P2) podemos encontrar el sistema de servidores antiguo del centro de datos, así como PDU's y aires acondicionados; también se encuentra la oficina de seguridad entre otras.

En la azotea se encuentran las condensadoras que alimentan todos los aires de precisión del centro de datos, tablero de aires acondicionados (T-AA) y transformadores que reducen la tensión de 480V a 208V delta-estrella.

Todos estos pisos están conectado entre si mediante un solo ascensor en la entrada principal (recepción) y por unas escaleras de emergencia también en la entrada principal.

3.2 *Demanda actual conectada*

Se utilizó para analizar la carga del centro de datos El Hatillo, un analizador de red FLUKE 435 serie 3 proporcionado por la compañía de telefonía nacional

Por otro lado, hay que resaltar que el sistema fue diseñado para que la carga demandada por el centro de datos sea suplida por dos (2) acometidas proveniente de Dos (2) circuitos diferentes de CORPOELEC, pero por un problema en la configuración del centro de datos se encuentra trabajando una sola acometida

El registro se obtuvo en dos (2) puntos importantes del centro de datos, tales como la entrada de la acometida (TP-01) y la carga consumida por los servidores (TPTC). Con la finalidad de conocer la carga total consumida y la carga consumida por los servidores sin ascensores, iluminación, entre otras.

El centro de datos consta de una demanda actual máxima en el Tablero Principal (TP-01) de 767,21kVA con un factor de potencia 0,89 inductivo, a continuación se muestra en la tabla1, los valores de tensión y corriente por fase registrados.

TP-01	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
Corriente (A)	916	951,6	932,7	49,6
Tensión (V)	277,71	278,78	278,76	0,05

Tabla 1. Carga del tablero TP-01

La demanda de carga vista desde el Tablero Principal de Transferencia (TPTC), refleja solo cargas de aires acondicionados y servidores de 720.82 KVA a un factor de potencia de 0.9 inductivo, los valores de tensiones y corriente se muestran en la tabla2.

TPTC	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
Corriente (A)	873,6	888	884,6	73,3
Tensión (V)	276,04	277,79	277,27	0,2

Tabla 2. Carga del tablero TPTC

Por diseño de la empresa de telefonía nacional, los UPS están en paralelo redundando y cada UPS es de 500kVA, pero solo pueden trabajar hasta el 80% de su capacidad nominal (400kVA); ya que el centro de datos no puede quedarse sin funcionamiento en caso que ocurra una falla en un UPS y el otro no pueda asumir la carga, ambos UPS trabajarán a un máximo de 200kVA para así garantizar que aunque este fuera de servicio voluntario o por una falla un UPS, el otro pueda seguir con el servicios sin sufrir fallos en el centro de datos o en el equipo y sin salirse de los estándares de funcionamiento de la empresa.

Para la fecha del 28 de febrero del año 2014, a las 2:00 pm aproximadamente, se observó mediante el monitor del equipo una carga de 121kW y 122kW respectivamente, cumpliendo así los requerimientos propuesto por la empresa, ya que la suma de la carga actual si llegase un UPS a fallar es de 243kW estando por debajo del 80% de la capacidad máxima de trabajo del UPS (400kVA).

La distorsión total armónica (THD) en el TP-01 y en TPTC por fase están comprendido entre los valores estipulados por COVENIN, a excepción del neutro ya que su valor de tensión en el TP-01 es de 62.32%, por otro lado, en el neutro del TPTC sufre un THD de 223.46% en tensión únicamente [ANEXO 4], la norma COVENIN [8] estipula un valor máximo de 8% como THD máximo en tensión; para los niveles de corriente según la norma COVENIN [8] depende de la cantidad de amperios que circulen y la corriente de cortocircuito, para el caso de mayor a 16A la norma estipula un máximo de 26% como THD, cumpliendo todos los tableros del centro de datos con lo estipulado en la norma.

La ocurrencia de la distorsión armónica THD en el neutro de los tableros es debido principalmente por las cargas monofásicas de los servidores que generan armónicos constantemente; por otro lado existe la posibilidad de que sea la estática de los conductores en los bastidores de los servidores que se están induciendo corrientes parásitas en el neutro, al igual que el corrimiento del neutro gracias a los desbalances de cargas en los tableros.

El sistema de puesta tierra actual cumple con todas las recomendaciones exigidas por la empresa, medidas con el equipo Amprobe GeoTest Figura 4, utilizando el método de caída de potencia (tres puntos), registrando un valor de 1.08 Ω , brindado por la empresa de telefonía nacional, en el presente año aplicando el método de caída de potencial. La empresa exige un valor de resistencia inferior a 2 Ω .



Figura 4. Amprobe GeoTest

Se tomaron cuatro (04) mediciones para conocer la resistencia de puesta tierra obteniendo la curva de la figura 5, donde la resistencia de puesta tierra esta en la zona mas horizontal.

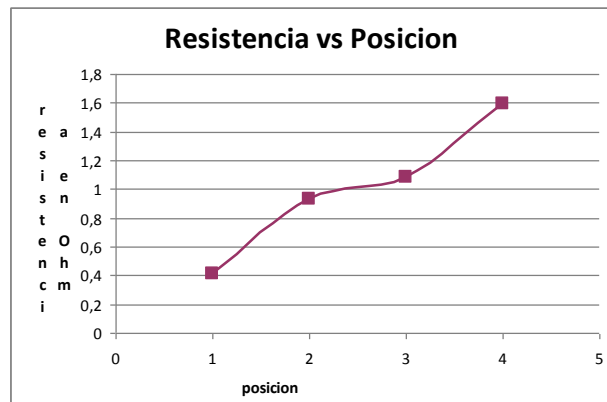


Figura 5. Resistencia vs. Posición de puesta tierra

3.3 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques del centro de datos El Hatillo se muestra en la Figura 5, como una representación esquemática de la estructuración eléctrica del centro de datos.

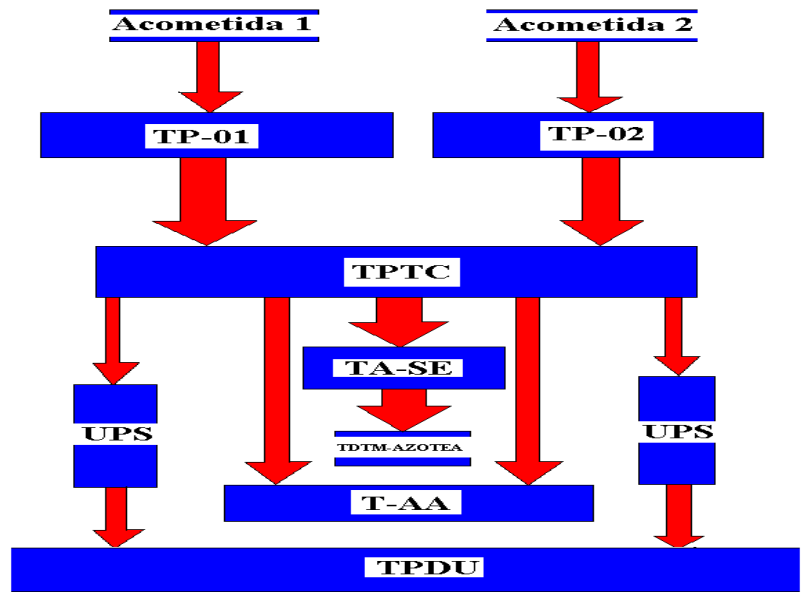


Figura 6. Diagrama de Bloques del centro de datos El Hatillo.

CAPÍTULO IV

4. CONFIGURACIÓN DE RESPALDO

En este capítulo se basará en la evaluación de la configuración de respaldo que posee la empresa.

4.1 *Evaluación de la configuración de respaldo*

El Centro de Datos El Hatillo, posee Tres (3) equipos importantes para garantizar que a pesar del fallo o corte de suministro eléctrico, el servicio siga en funcionamiento, dichos equipos son: los UPS, bancos de baterías y grupo electrógeno. El sistema de respaldo tiene una funcionalidad muy particular dependiendo del tipo de falla.

Si falla el suministro eléctrico en la acometida principal, los UPS tienen la lógica de pasar la carga a los bancos de baterías. Mientras la carga está siendo alimentada por los bancos de baterías, el grupo electrógeno será puesto en funcionamiento, con la finalidad de que pueda asumir la carga, es importante mencionar que al grupo electrógeno le tomará un tiempo de diez (10) minutos para asumir la carga, debido al encendido del mismo.

Luego que el grupo electrógeno sea capaz de asumir toda la carga del Centro de Datos El Hatillo, el UPS cambiará su lógica a modo “Normal”, ya que los bancos de baterías nunca debe estar descargados por ninguna circunstancia. En el momento que se restituya el suministro eléctrico, el grupo electrógeno será puesto fuera de servicio para que todo trabaje de forma normal.

Si falla uno de los UPS o esta puesto en mantenimiento, el otro UPS tiene que tener la posibilidad de poder asumir toda la carga, es por ello que debe siempre

asegurarse de que la carga máxima consumida por cada UPS en condiciones normales debe ser menor a 200kVA, para de esta forma garantizar el criterio de la empresa del 80% de máxima carga; así como los servidores deben ser doblefuente y alimentado por UPS distintos.

CAPÍTULO V

5. CÁLCULO DEL NIVEL DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de los niveles de cortocircuito se toman las siguientes consideraciones.

- 1) Los niveles de cortocircuito se calculan en las barras de los tableros.
- 2) El cálculo se realizó según la norma IEC-60909-0 y IEC-60909-2
- 3) Los UPS se consideran de alta impedancia.
- 4) Se considera un tiempo de interrupción de tres (3) ciclos.
- 5) Las impedancias para los conductores de secuencia positiva y negativa se tomaron de la Tabla 9 del CEN [9].
- 6) Los motores de los aires acondicionados fueron considerados para el aporte de la corriente de cortocircuito [6].
- 7) Los cálculos están en por unidad $S_{base}=1000\text{kVA}$, $V_{base}=12,47\text{ kV}$.
- 8) Las cargas pasivas no tienen aporte para el cortocircuito.
- 9) Para el cálculo del cortocircuito se utilizó el diagrama unifilar del ANEXO5.

5.1 *Datos del sistema*

A continuación se presentan los datos de los equipos del centro de datos El Hatillo, así como el método de modelación.

Transformadores

Nombre	Conexión	Tensiones	Potencia	Z (%)
CORPOELEC	D-Yn	12,47/0,48kV	1000kVA	5,75
Tx1	D-Y	480/208 V	30kVA	7,46
Tx2	D-Y	480/208 V	30kVA	7,46
Tx3	D-Y	480/208 V	30kVA	7,46
Tx4	D-Y	480/208 V	30kVA	7,46

Tabla 3. Datos de los transformadores

Grupo electrógeno

Motor Generador (CATERPILLAR)	Valor
Xd''	13,97%
Xd'	20,74%
Xd	294,79%
X2	22,12%
Xo	6,57%
Conexión	Y
F.P	0,8
Tensión	480V
Potencia	1000kVA
Corriente de arranque	3In

Tabla 4. Datos del grupo electrógeno

Conductores

Descripción	Conductores por fase	Tipo de conductor	Longitud (m)
Acometida1/TP-01	4	500MCM	40
Acometida2/TP-02	4	500MCM	40
TP-01/Transfer1	4	500MCM	21
TP-01/T-Press	1	#8	10
TP-01/Ascensor	1	#8	25
TP-01/Tx1	1	#8	10
Tx1/TTR07-01	1	1/0	21
TP-02/Transfer2	4	500MCM	24

Tabla 5. Datos de los conductores

Descripción	Conductores por fase	Tipo de conductor	Longitud (m)
TP-02/TLExt	1	#8	30
TP-02/AA-PB	1	#8	10
TP-02/Tx2	1	#8	5
TP-02/AA-Recep	1	#8	15
Tx2/TAA-Sot	1	1/0	13
Transfer1/TPTC	2	500MCM	7
Transfer2/TPTC	2	500MCM	7
TPTC/Bypass2.1	2	500MCM	15
TPTC/UPS2.1 P	2	500MCM	15
TPTC/UPS2.2 S	2	500MCM	15
TPTC/Central	1	500MCM	50
TPTC/TE-Sot	1	#2	15
TPTC/TAA-SE-01	1	1/0	15
TPTC/TAA	2	500MCM	72
TPTC/Bypass2.2	2	500MCM	20
TPTC/UPS2.1 S	2	500MCM	20
TPTC/UPS2.2 P	2	500MCM	20
TPTC/TAA-Sot	1	2/0	17
TPTC/TAA-SE-02	1	1/0	17
TPTC/TAA	2	500MCM	75
UPS2.1/TPDU	2	500MCM	8
UPS2.2/TPDU	2	500MCM	8
TPDU/PDU1.1	1	4/0	50
TPDU/PDU1.2	1	4/0	53
TPDU/PDU1.3	1	4/0	58
TPDU/PDU1.4	1	1/0	60
TPDU/PDU2.1	1	4/0	50
TPDU/PDU2.2	1	4/0	53
TPDU/PDU2.3	1	4/0	58
TPDU/PDU2.4	1	1/0	60
TAA-Sot/UC	1	#10	95
TAA-Sot/UE	1	#8	12
TAA-Sot/Tx3	1	1/0	89
TAA-Sot/Tx4	1	1/0	89
Tx3/TAA	1	1/0	9
TX4/TAA	1	1/0	9
TAA/UC	1	#8	27
TAA/UE	1	1/0	94

Tabla 5. Datos de los conductores/Continuación.

Acometida

Nombre	Tensión	Corriente (Icc)	Potencia
CORPOELEC	12,47 kV	23,5kA @ 480V	1000kVA

Tabla 6. Datos de la acometida

Motores asincrónicos

Nombre	Tensión	Pmec	Irra	FLA
Evaporadora	460V	3,7Hp	120A	10,2
Condensadora	460V	0,75Hp	12,5A	1,6

Tabla 7. Datos de motores asincrónicos

Los elementos del centro de datos serán modelados según la norma IEC 60909-0 [6] y IEC 60909-2 [7].

Lo primero que realizaremos es el cambio de unidades físicas a unidades en por unidad (p.u), con el fin de facilitar el trabajo.

Se tomó como tensión de base 12.47kV y la potencia de 1000kVA

En el centro de datos El Hatillo existen tres niveles de tensión de la cual los llamaremos sectores 1, 2 y 3 con niveles de tensión de 12,47kV, 480V y 208V respectivamente. Para el cálculo de las corrientes de base como la impedancia de base se utilizó la ecuación (1) y (2)

$$Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} \quad (1)$$

Donde:

Zb = Impedancia de base (Ω)

Vb = tensión de base (V)

Sb = Potencia de base (VA)

$$I_b = \frac{V_b}{Z_b} \quad (2)$$

Donde:

Ib = Corriente de base (A)

Zb = Impedancia de base (Ω)

Vb = tensión de base (V)

Sector	Potencia	tensión	Ibase L-Fase	Zbase
1	1000kVA	12,47kV	46,2991 A	155,5 Ω
2	1000kVA	480V	1202,8130 A	0,23039 Ω
3	1000kVA	208V	2775,7224 A	0,04326 Ω

Tabla 8. Base del sistema

Acometida

La acometida se modela según la norma IEC 60909-0 [6].

$$Z_a = \frac{c \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot I_{cc}} \quad (3)$$

Donde:

Za = Impedancia de la Acometida

Vn = Tensión de la acometida

C = Factor de tensión de la tabla 1 de la norma IEC 60909-0 = 1,05

Icc = Corriente de corto circuito de la acometida, valor de CORPOELEC

$$Z_a = 0.337 \Omega$$

Como de la red externa se conocen muy pocos datos, se desea modelar su reactancia y resistencia según lo establecido en la norma IEC 60909-2. [7]

$$R_a = 0,1 \cdot X_a \quad (4)$$

$$X_a = 0,995 \cdot Z_a \quad (5)$$

Donde:

Za = Impedancia de la Acometida

Ra = Resistencia de la Acometida

Xa = Reactancia de la Acometida

$$R_a = 0.033531 \Omega$$

$$X_a = 0.33531 \Omega$$

Para obtener los valores en (p.u)

$$Z_{(p.u)} = \frac{Z_{(\Omega)}}{Z_{base(\Omega)}} \quad (6)$$

Donde:

$Z(\Omega)$ = Impedancia real del elemento

$Z_{base}(\Omega)$ = Impedancia de base en el sector correspondiente

$Z_{(p.u)}$ = Impedancia en por unidad (p.u)

$$Z_{(p.u)} = (0,2156 + j.2,1563). 10^{-3}$$

Secuencia	Impedancia (pu)
Positiva	$(0,2156 + j.2,1563). 10^{-3}$
Negativa	$(0,2156 + j.2,1563). 10^{-3}$
Cero	$(0,2156 + j.2,1563). 10^{-3}$

Tabla 9. Impedancia de la Acometida

Grupo electrógeno

Las reactancias del motor generador son dadas por el fabricante [ANEXO 2] y están en la misma base de tensión y potencia del sector 2, por lo que su valor no se verá alterado por la ecuación cambio de base.

Para modelar la resistencia y reactancia se usaron las ecuaciones (7) y (8)

$$R_g = 0,15.X_{dg}'' \quad (7)$$

$$X_{dg}'' = K_g.X_d'' \quad (8)$$

Donde:

R_g = Resistencia interna del motor

X_{dg}'' = Reactancia del motor corregida

X_d'' = Reactancia del motor

K_g = Factor de corrección de impedancia

Por lo tanto para corregir X_{dg}'' se utilizó la ecuación (9) con el fin de encontrar un valor K_g , llamado “factor de corrección de impedancia” según norma IEC 60909-0 [6].

$$K_g = \frac{V_n \cdot C_{max}}{V_g \cdot (1 + x_d'' \cdot \text{Sen}(\alpha))} \quad (9)$$

Donde:

K_g = Factor de corrección de impedancia

V_n = Tensión línea a línea nominal de red

V_g = Tensión línea a línea nominal del grupo electrógeno

C_{max} = Factor de tensión máximo de la tabla 1. IEC 60909-0 = 1,05

α = Angulo de trabajo del grupo electrógeno o factor de potencia

x_d'' = reactancia relativa = X_d''/Z_{rg} , $Z_{rg} = V_g^{*2}/S_{base}$

$$K_g = 0.8065$$

Calculando la resistencia aplicando la ecuación (7)

$$R_a = 3,89 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Luego de calculado los valores con la ecuación (7) y (8), los pasamos al sistema en por unidad con la ecuación (6).

$$Z_g = (0,07335 + j.0,48928) \text{ pu}$$

Para la secuencia negativa y cero se aplica el mismo procedimiento, la reactancia se toma directamente en (Ω), para calcular la resistencia se aplica la ecuación (8), para luego llevar dichos valores a por unidad con la ecuación (6).

Secuencias	Impedancia (pu)
Secuencia positiva	0,01690 + j.0,11267
Secuencia negativa	0,03318 + j.0,22120
Secuencia cero	0,00985 + j.0,06570

Tabla 10. Impedancia de grupo electrógeno
Transformadores

Para los transformadores se considerara que la impedancia de secuencia positiva y negativa es la misma según la norma IEC 60909-0. [6]

Para calcular la impedancia se usara la ecuación (10)

$$Z_{t(\Omega)} = \frac{Z_{\%}}{100} \cdot \frac{V_n^2}{S_n} \quad (10)$$

Donde:

$Z_t(\Omega)$ = Impedancia del transformador en Ω

$Z_t(\%)$ = Impedancia del transformador en porcentaje

V_n = Tensión nominal del transformador

S_n = Potencia aparente del transformador

Para el cálculo de la resistencia interna al transformador se utilizó la ecuación (11) según la norma IEC 60909-2. [7]

$$R_t = \frac{U_{rt} \cdot V_n^2}{100 \cdot S_n} \quad (11)$$

Donde:

R_t = Resistencia interna del transformador Ω

U_{rt} = Componente resistiva nominal de la tensión en (%) Tabla 3A [7],
valor=1.12

V_n = Tensión nominal del transformador

S_n = Potencia aparente del transformador

Para la reactancia se usa la ecuación (12)

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2} \quad (12)$$

Donde:

X_t = Reactancia del transformador en Ω

Z_t = Impedancia del transformador en Ω

R_t = Resistencia interna del transformador Ω

Para la impedancia de secuencia cero se utilizó la relación IEC 60909-2. [7]

$$0,8 \leq \frac{X^0}{X^+} \leq 1$$

Para nuestro caso tomamos el valor de 0,8, ya que representa el valor de menor impedancia y representaría el mayor nivel de cortocircuito

Descripción	Impedancia Positiva	Impedancia Negativa	Impedancia Cero
Acometida (CORPOELEC)	0,0112 + j.0,05623	0,0112 + j.0,05623	0,0112 + j.0,04511
Tx (CANTV)	0,3733 + j.2,45848	0,3733 + j.2,45848	0,3733 + j.1,96678

Tabla 11. Impedancia de los transformadores en p.u

Conductores

Se considera que la impedancia positiva y negativa tienen el mismo valor, en cambio para la impedancia cero se modelará según la norma IEC 60909-2. [7]

Para la impedancia positiva se utiliza la ecuación (13)

$$Z_i^+ = \frac{L}{nc} \cdot (r + j \cdot x) \quad (13)$$

Donde:

Zl+ = Impedancia para secuencia positiva del conductor en Ω

L = Longitud en Km

nc = Numero de conductores paralelos

r = Resistencia del conductor en Ω/km

x = Reactancia del conductor en Ω/km

Los valores de resistencia y reactancia son da la tabla 9 del CEN (Código Eléctrico Nacional). [9]

Para el cálculo de la impedancia Cero se utilizó la ecuación (14), según IEC 60909-2 [7]-

$$Z_i^0 = (3 \cdot R^+ + j \cdot 2,5X^+) \quad (14)$$

Donde:

Zl0 = Impedancia de secuencia cero del conductor en Ω

R = Resistencia de secuencia positiva del conductor en Ω/Km

X = Reactancia de secuencia positiva del conductor en Ω/Km

En la tabla 13, se muestran las impedancias de los conductores del Centro de Datos.

Descripción	Impedancia Positiva e Impedancia Negativa	Impedancia Cero
Acometida1/TP-01	$(6,7523 + j, 8,2314) \cdot 10^{-6}$	$(2,0257 + j, 2,0579) \cdot 10^{-6}$
Acometida2/TP-02	$(6,7523 + j, 8,2314) \cdot 10^{-6}$	$(2,0257 + j, 2,0579) \cdot 10^{-6}$
TP-01/Transfer1	$(2,3925 + j, 2,9166) \cdot 10^{-3}$	$(7,1777 + j, 7,2916) \cdot 10^{-3}$
TP-01/T-Press	0.1111 + j.0,0074	0.3333 + j.0,0185
TP-01/Ascensor	0.2777 + j.0,0185	0.8333 + j.0,0463
TP-01/Tx1	0.1111 + j.0,0074	0.3333 + j.0,0185
Tx1/TTR07-01	0.2087 + j.0,0698	0.6261 + j.0,1747
TP-02/Transfer2	$(2,7343 + j, 3,3333) \cdot 10^{-3}$	$(8,2031 + j, 8,3333) \cdot 10^{-3}$
TP-02/TLExt	0.3333 + j.0,0183	1 + j.0,04589
TP-02/AA-PB	0.1111 + j.0,0061	0.3333 + j.0,0152
TP-02/Tx2	0.0555 + j.0,0030	0.1666 + j.0,0076
TP-02/AA-Recepción	0.1666 + j.0,0091	0.5 + j.0,0224
Tx2/TAA-Sot	0.0242 + j.0,0081	0.07278 + j.0,0203
Transfer1/ TPTC	$(1,5950 + j, 1,9444) \cdot 10^{-3}$	$(4,7851 + j, 4,8611) \cdot 10^{-3}$
Transfer2/ TPTC	$(1,5950 + j, 1,9444) \cdot 10^{-3}$	$(4,7851 + j, 4,8611) \cdot 10^{-3}$
TPTC/ Bypass2.1	$(3,4179 + j, 4,1666) \cdot 10^{-3}$	0.0102+j*0.0104
TPTC/UPS2.1 P	$(3,4179 + j, 4,1666) \cdot 10^{-3}$	0.0102+j*0.0104
TPTC/UPS2.2 S	$(3,4179 + j, 4,1666) \cdot 10^{-3}$	0.0102+j*0.0104
TPTC/Central	0.02276+j*0.0277	0.0683+j*0.0694
TPTC/TE-Sot	0.0429+j*0.0096	0.1289+j*0.0240
TPTC/TAA-SE-01	0.0279+j*0.0093	0.0839+j*0.0234
TPTC/TAA	0.0164+j*0.0200	0.0492+j*0.05
TPTC/ Bypass2.2	$(4,5572 + j, 5,5555) \cdot 10^{-3}$	0.0136+j*0.0138
TPTC/UPS2.1 S	$(4,5572 + j, 5,5555) \cdot 10^{-3}$	0.0136+j*0.0138
TPTC/UPS2.2 P	$(4,5572 + j, 5,5555) \cdot 10^{-3}$	0.0136+j*0.0138
TPTC/TAA-Sot	0.0243+j*0.0104	0.0730+j*0.0260
TPTC/TAA-SE-02	0.0317+j*0.0106	0.0951+j*0.0265
TPTC/TAA	0.0170+j*0.0208	0.0512+j*0.0520
UPS2.1/TPDU	$(1,8229 + j, 2,2222) \cdot 10^{-3}$	$(5,4687 + j, 5,5555) \cdot 10^{-3}$
UPS2.2/TPDU	$(1,8229 + j, 2,2222) \cdot 10^{-3}$	$(5,4687 + j, 5,5555) \cdot 10^{-3}$
TPDU/PDU1.1	0.0434+j*0.0282	0.1302+j*0.0705
TPDU/PDU1.2	0.0460+j*0.0299	0.1380+j*0.0747
TPDU/PDU1.3	0.0503+j*0.0327	0.1510+j*0.0818
TPDU/PDU1.4	0.1119+j*0.0375	0.3359+j*0.0937
TPDU/PDU2.1	0.0434+j*0.0282	0.1302+j*0.0705
TPDU/PDU2.2	0.0460+j*0.0299	0.1380+j*0.0747
TPDU/PDU3.2	0.0503+j*0.0327	0.1510+j*0.0818
TPDU/PDU4.2	0.1119+j*0.0375	0.3359+j*0.0937
TAA-Sot/UC	1.6080+j*0.0676	4.8242+j*0.1690
TAA-Sot/UE	0.1333+j*0.0073	0.4+j*0.0183
TAA-Sot/Tx3	0.1661+j*0.0556	0.4983+j*0.1390
TAA-Sot/Tx4	0.1661+j*0.0556	0.4983+j*0.1390
Tx3/TAA	0.0894+j*0.0299	0.2683+j*0.0748
TX4/TAA	0.0894+j*0.0299	0.2683+j*0.0748
TAA/UC	0.3+j*0.0165	0.9+j*0.0413
TAA/UE	0.1754+j*0.0587	0.5263+j*0.1468

Tabla 12. Impedancia de los conductores en p.u

Motor asincrónico

Para los motores asincrónicos (aires acondicionados), se plantea según la norma IEC 60909-0, que la impedancia de secuencia positiva y negativa son iguales. Para la secuencia cero la impedancia es infinita ya que no se encuentra puesto a tierra, la norma plantea la siguiente ecuación (15) para el cálculo de la impedancia.

$$Z_m = \frac{1}{I_{arr}/I_{fla}} \cdot \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot I_{fla}} \quad (15)$$

Donde:

Z_m = Impedancia del motor asincrónico en Ω
 I_{arr} = Corriente de arranque
 I_{fla} = Corriente a carga completa
 V_n = Tensión nominal del motor asincrónico

Luego de calculado la impedancia del motor asincrónico (Z_m), se procede al cálculo de la reactancia interna y la resistencia interna con las ecuaciones (16) y (17) respectivamente.

$$X_m = 0,992 \cdot Z_m \quad (16)$$

$$R_m = 0,42 \cdot X_m \quad (17)$$

Donde:

X_m = Reactancia interna del motor asincrónico en Ω
 R_m = Resistencia interna del motor asincrónico en Ω
 Z_m = Impedancia interna del motor asincrónico en Ω

Luego se calculó los valores anteriormente encontrados en pu usando la ecuación (6).

Descripción	Impedancia Positiva	Impedancia Negativa	Impedancia Cero
Evaporadora	4,0021+j*9.5289	4,0021+9.5289	∞
Condensadora	38,4207+j*91.4779	38,4207+j*91.4779	∞

Tabla 13. Impedancia del motor asincrónico en p.u

5.2 Impedancia de Thevenin

Para el cálculo de la impedancia de Thevenin debe ser aplicada en cada una de las barras del centro de datos, con la finalidad de poder así conocer posteriormente los niveles de cortocircuitos en el mismo.

Para aplicar el método de Thevenin usamos el concepto de superposición ya que el cálculo será realizado sin ningún programa numérico o de simulación; el método de superposición consiste en apagar la fuente externa (CORPOELEC) y calcular la impedancia que ven los tableros con la ausencia de la misma, y de igual manera repetir el procedimiento con la ausencia del grupo electrógeno.

La finalidad de este procedimiento es que a pesar de que las probabilidades de que exista un cortocircuito en alguna de las barras en el momento que el *Transfer* (dispositivo de transferencia) este en condición cerrada, es decir: que ambas fuentes tanto acometida como generador estén en funcionamiento simultaneo, ya que en ese momento el nivel de cortocircuito sería el máximo y en función de ellos es que se realizará la coordinación de protecciones, continuación se muestra la tabla de impedancias de Thevenin.

En la Tabla 15 se muestran todas las impedancias de secuencias positiva, negativa y cero en todos los tableros.

Tablero	Secuencia	Acometida	Motor
TP-01	+	$(15,722 + j. 61,101) \cdot 10^{-3}$	$(21,71 + j. 108,83) \cdot 10^{-3}$
	-	$(15,722 + j. 61,101) \cdot 10^{-3}$	$(17,364 + j. 196,7) \cdot 10^{-3}$
	0	$(12,020 + j. 45,001) \cdot 10^{-3}$	$(21,818 + j. 65,7) \cdot 10^{-3}$
TP-02	+	$(15,17 + j. 62,496) \cdot 10^{-3}$	$(19,922 + j. 107,52) \cdot 10^{-3}$
	-	$(15,17 + j. 62,496) \cdot 10^{-3}$	$(11,788 + j. 206,09) \cdot 10^{-3}$
	0	$(12,02 + j. 45,001) \cdot 10^{-3}$	$(22,843 + j. 78,894) \cdot 10^{-3}$
TPTC	+	$(19,399 + j. 65,449) \cdot 10^{-3}$	$(17,723 + j. 103,97) \cdot 10^{-3}$
	-	$(19,399 + j. 65,449) \cdot 10^{-3}$	$(13,373 + j. 191,85) \cdot 10^{-3}$
	0	$(23,983 + j. 57,154) \cdot 10^{-3}$	$(9,855 + j. 65,7) \cdot 10^{-3}$
TAA-Sot	+	$(59,444 + j. 74,761) \cdot 10^{-3}$	$(56,685 + j. 112,40) \cdot 10^{-3}$
	-	$(59,444 + j. 74,761) \cdot 10^{-3}$	$(49,875 + j. 198,25) \cdot 10^{-3}$
	0	$(152,88 + j. 81,243) \cdot 10^{-3}$	$(138,75 + j. 89,789) \cdot 10^{-3}$
TAA-Azotea	+	0,54097 + j.1,8996	0,54141 + j.1,9206
	-	0,54097 + j.1,8996	0,54215 + j.1,9687
	0	∞	∞
TAA	+	$(35,043 + j. 84,392) \cdot 10^{-3}$	$(33,224 + j. 122,3) \cdot 10^{-3}$
	-	$(35,043 + j. 84,392) \cdot 10^{-3}$	$(28,557 + j. 208,79) \cdot 10^{-3}$
	0	$(73,202 + j. 107,15) \cdot 10^{-3}$	$(59,074 + j. 115,70) \cdot 10^{-3}$
TPDU	+	$(22,817 + j. 69,615) \cdot 10^{-3}$	$(21,241 + j. 108,14) \cdot 10^{-3}$
	-	$(22,817 + j. 69,615) \cdot 10^{-3}$	$(16,791 + j. 196,01) \cdot 10^{-3}$
	0	$(34,237 + j. 67,571) \cdot 10^{-3}$	$(20,104 + j. 76,117) \cdot 10^{-3}$

Tabla 14. Impedancias de Thevenin en p.u

5.3 Cálculo del cortocircuito.

Luego de obtener las impedancias de cortocircuito de la Tabla 15. Mediante el cálculo de las redes de secuencia y utilizando la norma IEC 60909-0 [6] y IEC 60909-0 [7] se describirá el procedimiento del cálculo de los niveles de cortocircuito en cada una de las barras del centro de datos.

La corriente de cortocircuito subtransitoria trifásica en el punto de falla se calcula con la ecuación (18) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_{3\gamma}'' = \frac{C \cdot V_p}{\sqrt{3} \cdot Z_{th}} \quad (18)$$

Donde:

$I''_{3\phi}$ = Corriente subtransitoria trifásica en el punto de falla

C = Constante de valor 1,05 según la tabla 1. De la norma IEC 60909-0

V_p = Tensión de pre-falla en el punto de la falla

Z_{th} = Impedancia de Thevenin en el punto fallado.

La corriente de cortocircuito subtransitoria bifásica en el punto fallado se calcula con la ecuación (19) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_{2\gamma}'' = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{3\gamma}'' \quad (19)$$

Donde:

$I''_{2\phi}$ = Corriente subtransitoria bifásica en el punto fallado

$I''_{3\phi}$ = Corriente subtransitoria trifásica en el punto fallado

La corriente subtransitoria bifásica a tierra en el punto fallado se calcula con la ecuación (20) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_{2\gamma t}'' = \sqrt{3} \cdot C \cdot \frac{V_p}{Z_{th}^+ + 2 \cdot Z_{th}^0} \quad (20)$$

Donde:

$I''_{2\phi t}$ = Corriente subtransitoria bifásica a tierra en el punto fallado

C = Constante de valor 1,05 según la tabla 1. De la norma IEC 60909-0 [6]

V_p = Tensión pre-falla en el punto fallado

Z_{th}^+ = Impedancia de Thevenin vista en el punto fallado en secuencia positiva

Z_{th}^0 = Impedancia de Thevenin vista en el punto fallado en secuencia cero

La corriente subtransitoria monofásica en el punto fallado se calcula con la ecuación (21) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_{1\gamma}'' = \sqrt{3} \cdot C \cdot \frac{V_p}{Z_{th}^+ + Z_{th}^- + Z_{th}^0} \quad (21)$$

Donde:

$I''_{1\phi}$ = Corriente subtransitoria monofásica en el punto fallado

C = Constante de valor 1.05 de la tabla 1. Según la norma IEC 60909-0 [6]

V_p = Tensión pre-falla en el punto fallado

Z_{th}^+ = Impedancia de Thevenin vista en el punto fallado en secuencia positiva

Z_{th}^- = Impedancia de Thevenin vista en el punto fallado en secuencia negativa

Z_{th}^0 = Impedancia de Thevenin vista en el punto fallado en secuencia cero

Para calcular la corriente pico, se usó los valores obtenidos de las ecuaciones anteriormente descritas y se incorporará un factor K según la norma IEC 60909-0 [6].

Para la acometida la corriente de corte es igual a la corriente subtransitoria $I''=I_b$, ya que se considera lejana al punto de falla. Para el grupo electrógeno se considera cercana al punto de falla ya que cumple la siguiente relación $Z_{th} < 2Z_m$ según la norma IEC 60909-0 [6].

Para el cálculo de la corriente pico se usó la ecuación (22) según la norma IEC 60909-0 [6].

$$I_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I'' \quad (22)$$

Donde:

I_p = Corriente pico en el punto fallado

I'' = Corriente según sea el caso de falla en el punto fallado

K = Factor para el calculo de la corriente de pico

Para calcular el valor de K se usará la ecuación (23) según la norma IEC 60909-0 [6].

$$K = 1,02 + 0,98 e^{-\frac{R}{X}} \quad (23)$$

Donde:

K = Factor para el calculo de la corriente pico según la norma IEC 60909-0[6]

R = Resistencia de Thevenin en el punto fallado

X = Reactancia de Thevenin en el punto fallado

La corriente en DC del nivel de cortocircuito para cada una de las secuencias se calcula con la ecuación (24) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_{dc} = \sqrt{2} \cdot I'' \cdot e^{-\frac{2\pi f t R}{X}} \quad (24)$$

Donde:

I_{dc} = Componente DC del nivel de cortocircuito

I'' = Corriente según sea el caso de falla en el punto fallado

f = Frecuencia de la red = 60Hz

R = Resistencia de Thevenin en el punto fallado

X = Reactancia de Thevenin en el punto fallado

t = Tiempo de interrupción de los interruptores = 3 ciclos

Para el cálculo de la corriente pico se usará la ecuación (25) según la norma IEC 60909-0. [6]

$$I_b = \sqrt{I''^2 - I_{dc}^2} \quad (25)$$

Donde:

I_b = Corriente pico en el punto fallado

I'' = Corriente según sea el caso de falla en el punto fallado

I_{dc} = Componente DC del nivel de cortocircuito

A continuación se muestra la Tabla 16 con los valores de cortocircuitos en todos los tableros del centro de datos.

Tablero	Falla	Corriente	Acometida (kA)	Motor (kA)	Total
TP-01	1Φ	I''	12,66	5,635	18,295
		Ip	31,791	14,791	46,582
		Ib	12,66	5,635	18,295
	2Φ	I''	10,009	5,689	15,698
		Ip	25,162	14,667	39,829
		Ib	10,009	5,689	15,698
	2Φt	I''	14	8,027	22,027
		Ip	35,109	20,269	55,378
		Ib	14	8,027	22,027
	3Φ	I''	11,557	6,57	18,127
		Ip	29,054	16,936	45,99
		Ib	11,57	6,57	18,127
TP-02	1Φ	I''	12,486	5,45	17,936
		Ip	33,907	14,447	48,354
		Ib	12,486	5,45	17,936
	2Φ	I''	9,819	5,538	15,357
		Ip	24,582	14,412	38,994
		Ib	9,819	5,538	15,357
	2Φt	I''	13,893	9,057	22,95
		Ip	35,048	22,913	57,961
		Ib	13,893	9,057	22,95
	3Φ	I''	11,338	6,391	17,729
		Ip	28,385	16,641	45,026
		Ib	11,338	6,391	17,729

Tabla 15. Niveles de cortocircuito.

Tablero	Falla	Corriente	Acometida (kA)	Motor (kA)	Total
TPTC	1Φ	I''	11,034	6,012	17,046
		Ip	26,868	16,1121	42,9801
		Ib	11,034	6,012	17,046
	2Φ	I''	9,2506	5,986	15,237
		Ip	22,877	15,6240	38,501
		Ib	9,2506	5,986	15,237
	2Φt	I''	11,395	9,1785	20,574
		Ip	27,294	24,0902	51,3842
		Ib	11,395	9,1785	20,574
	3Φ	I''	10,682	6,9135	17,596
		Ip	26,416	18,0526	44,4686
		Ib	10,682	6,9135	17,596
TAA-Sot	1Φ	I''	6,135	4,658	10,793
		Ip	11,468	10,2177	21,6857
		Ib	6,135	4,658	10,793
	2Φ	I''	6,6114	4,961	11,572
		Ip	13,674	11,3101	24,9841
		Ib	6,6114	4,961	11,572
	2Φt	I''	5,002	4,929	9,931
		Ip	8,7025	9,2849	17,9874
		Ib	5,002	4,929	9,931
	3Φ	I''	7,6342	5,7293	13,364
		Ip	15,79	13,0598	28,8498
		Ib	7,6342	5,7293	13,364

Tabla 15. Niveles de cortocircuito/Continuación.

Tablero	Falla	Corriente	Acometida (kA)	Motor (kA)	Total
TAA-Azotea	1Φ	I''	0	0	0
		I _p	0	0	0
		I _b	0	0	0
	2Φ	I''	0,7369	0,73028	1,4672
		I _p	1,8312	1,8169	3,6481
		I _b	0,7369	0,73028	1,4672
	2Φt	I''	0	0	0
		I _p	0	0	0
		I _b	0	0	0
	3Φ	I''	0,8509	0,84326	1,6934
		I _p	2,1145	2,0980	4,2125
		I _b	0,8509	0,84326	1,6934
TAA	1Φ	I''	7,035	4,7262	11,761
		I _p	15,949	11,8153	27,7643
		I _b	7,035	4,7262	11,761
	2Φ	I''	6,91	4,982	11,892
		I _p	16,291	12,4492	28,7402
		I _b	6,91	4,982	11,892
	2Φt	I''	6,259	5,685	11,944
		I _p	13,738	13,3362	27,0742
		I _b	6,259	5,685	11,944
	3Φ	I''	7,9796	5,753	13,733
		I _p	18,812	14,3752	33,1872
		I _b	7,9796	5,753	13,733

Tabla 15. Niveles de cortocircuito/Continuación.

Tablero	Falla	Corriente	Acometida (kA)	Motor (kA)	Total
TPDU	1Φ	I''	9,867	5,686	15,553
		Ip	23,527	14,9653	38,4923
		Ib	9,867	5,686	15,553
	2Φ	I''	8,6197	5,457	14,077
		Ip	21,042	14,0877	35,1297
		Ib	8,6197	5,457	14,077
	2Φt	I''	9,265	8,177	17,442
		Ip	21,586	20,7459	42,3319
		Ib	9,265	8,177	17,442
	3Φ	I''	9,9532	6,302	16,255
		Ip	24,297	16,2671	40,5641
		Ib	9,9532	6,302	16,225

Tabla 15. Niveles de cortocircuito/Continuación.

5.4 Resultados

A continuación se muestra en la Tabla 17. Un resumen de los niveles de cortocircuito máximo en cada una de los tableros del centro de datos.

Tablero	Falla	I''(kA)	Ip(kA)	Ib(kA)
TP-01	2φt	22,027	55,378	22,027
TP-02	2φt	22,95	57,961	22,95
TPTC	2φt	20,574	51,3842	20,574
TAA-Sot	3φ	13,364	28,8498	13,364
TAA-Azotea	3φ	1,6934	4,2125	1,6934
TAA	3φ	13,733	33,1872	13,733
TPDU	2φt	17,442	42,3319	17,442

Tabla 16. Resumen del nivel de cortocircuito

5.5 Nivel de cortocircuito actual.

Por exigencias de la empresa, se solicitó el cálculo del nivel de cortocircuito ya que no hay registro de dichos valores, es por eso que se procede al cálculo del mismo.

El método de cálculo, tablas, datos, entre otros se pueden encontrar en el Capítulo V Cálculo del Nivel de Cortocircuito, a continuación se muestra en la tabla 17, un resumen donde se muestran los niveles máximos de cortocircuito por tablero.

Tablero	Falla	I''(kA)	I_p(kA)	I_b(kA)
TP-01	2 ϕ t	26,667	67,043	26,667
TP-02	2 ϕ t	21,446	54,162	21,446
TPTC	2 ϕ t	24,083	60,148	24,083
TAA-Sot	3 ϕ	13,280	28,668	13,280
TAA-Azotea	3 ϕ	1,281	3,186	1,281
TAA	3 ϕ	15,347	37,087	15,347
TPDU	2 ϕ t	17,146	41,613	22,388

Tabla 17. Resumen del nivel de cortocircuito actual.

CAPITULO VI

6. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

En el presente capitulo se realizará la coordinación de las protecciones.

6.1 Especificaciones de los tableros

Para el cálculo de las corrientes nominales de operación de cada barra por tablero se utilizó la ecuación (26), con un factor de seguridad del 20% como protección del diseño, la corriente de cortocircuito será obtenida de la Tabla 16, así como la información de tensión de operación de cada tablero respectivamente, dicha información es recopilada en la Tabla 18 mostrada a continuación.

$$I = \text{factor de seguridad} * \frac{S}{\sqrt{3}.V} \quad (26)$$

Tablero	In (A)	Icc (kA)	Vn (V)	S (kVA)
TP-01	1443,37	22,027	480	1000
TP-02	1443,37	22,95	480	1000
TPTC	1443,37	20,574	480	1000
TAA-Sot	14,433	13,364	480	10
TAA-Azotea	33,308	1,6934	208	10
TAA	28,867	13,733	480	20
TPDU	721,68	17,442	480	500

Tabla 18. Corrientes nominales por tablero

6.2 *Coordinación de protecciones*

Para la coordinación de protecciones se tomaron las curvas de protección de cada interruptor propiciadas por el fabricante, en dicho caso hablamos de la compañía EATON [ANEXO 2], en el sistema existen varios tipos de protecciones tales como caja moldeada y de accionamiento de aire.

La coordinación de protecciones se realiza desde la carga hasta la fuente de alimentación con la finalidad de que ninguna de las curvas de protección dadas por el fabricante y por la curva de daño de conductor exista solapamiento alguno, para así garantizar la selectividad en lo que relaciona las protecciones.

En la Tabla 19 se muestran los valores de corriente nominal, corriente de cortocircuito y valores de tensión, por cada interruptor en el Centro de Datos El Hatillo.

Tablero	Protección	In (A)	Icc (kA)	V (V)
TP-01	Magnum	1443,37	22,027	480
TP-01	RD	1443,37	22,027	480
TP-01	FD 50	50	22,027	480
TP-01	FD 50	50	22,027	480
TP-01	FD 50	50	22,027	480
TP-02	Magnum	1443,37	22,95	480
TP-02	RD	1443,37	22,95	480
TP-02	FD 50	50	22,95	480
TP-02	FD 50	50	22,95	480
TP-02	FD 50	50	22,95	480
TP-02	FD 50	50	22,95	480
TPTC	Magnum	1443,37	20,574	480
TPTC	MDL 800	1443,37	20,574	480
TPTC	MDLB 800	1443,37	20,574	480
TPTC	HMDLB 800	1443,37	20,574	480
TPTC	MDLB 800	1443,37	20,574	480
TPTC	KD 400	1443,37	20,574	480
TPTC	FD 70	70	20,574	480
TPTC	FD 150	150	20,574	480
TPTC	Magnum	1443,37	20,574	480
TPTC	FD 150	150	20,574	480
TPTC	KD 400	1443,37	20,574	480
TPTC	HMDL 800	1443,37	20,574	480
TPTC	HMDLB 800	1443,37	20,574	480
TPTC	HMDLB 800	1443,37	20,574	480

Tabla 19. Datos de los interruptores.

Tablero	Protección	In (A)	Icc (kA)	V (V)
TPTC	MDL 800	1443,37	20,574	480
TAA-Sot	FD 60	60	13,733	480
TAA-Sot	FD 60	60	13,733	480
TAA-Sot	FD 50	50	13,733	480
TAA-Sot	FD 15	15	13,733	480
TAA-Sot	FD 50	50	13,733	480
TAA-Sot	FD 15	15	13,733	480
TAA-Sot	FD 50	50	13,733	480
TAA-Sot	FD 15	15	13,733	480
TAA-Sot	FD 50	50	13,733	480
TAA-Sot	FD 15	15	13,733	480
TAA-Sot	FD 50	50	13,733	480
TAA-Sot	FD 15	15	13,733	480
TAA-Sot	FD 60	60	13,733	480
TAA-Sot	FD 60	60	13,733	480
TAA-Azotea	FD 100	100	1,6934	208
TAA-Azotea	Fi 225	225	1,6934	208
TAA-Azotea	Fi 225	225	1,6934	208
TAA-Azotea	Fi 225	225	1,6934	208
TAA-Azotea	Fi 225	225	1,6934	208
TAA-Azotea	Fi 225	225	1,6934	208
TAA-Azotea	FD 100	100	1,6934	208
T-AA	MD 700	28,867	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480

Tabla 19. Datos de los interruptores/Continuación.

Tablero	Protección	In (A)	Icc (kA)	V (V)
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	Magnum	28,867	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	FD 100	100	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	Fi 225	225	13,733	480
T-AA	FD 15	15	13,733	480
T-AA	MD 700	28,867	13,733	480
TPDU	MD 800	721,68	17,442	480
TPDU	MD 800	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	MD 800	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	JD 250	721,68	17,442	480
TPDU	MD 800	721,68	17,442	480
TPDU	MD 800	721,68	17,442	480

Tabla 19. Datos de los interruptores/Continuación.

El Centro de Datos El Hatillo, posee protecciones tanto de caja moldeada como de accionamiento de aire, los interruptores de caja moldeada solo se coordinan en corriente ya que la curva de protección está definida por el fabricante.

Para los interruptores de accionamiento de aire su ajuste se realizó en corriente y en tiempo, ya que el mismo equipo de protección lo permite, posee unas perillas para ir desplazando la curva de protección al lugar o punto deseado de tal forma de poder coordinar las protecciones, sin la necesidad de una sustitución del mismo.

En este momento se coordinará las protecciones del circuito presentado en el capítulo I como ejemplo desde uno de los PDU's hasta la fuente de alimentación.

Los interruptores en este trayecto son: JD 250A 35KA (TPDU), MD 8000A 50KA (TPDU), MDLB 8000A 50KA (TPTC), Magnum 1600A 65KA (TPTC) y RD 2000A 65KA (TP-01), entiéndase que las iniciales de cada interruptor representa un modelo según el fabricante y el frame del mismo, seguidamente encontramos la corriente nominal que soporta el interruptor sin entrar en sobrecarga y por último tenemos el nivel de cortocircuito.

En la coordinación de las protecciones, no puede existir solapamiento de las curvas de protección de los equipos de protección, para así garantizar la selectividad, por otro lado debe existir una coherencia en la posición de los interruptores en el diagrama unifilar, ya que mientras más cerca de la fuente estén los interruptores debe ser de mayor capacidad de corriente por sobrecarga como por cortocircuito.

A continuación se realizará la coordinación de las protecciones en el trayecto que se muestra en el Capítulo I, para de esta forma observar la mejora en la selectividad del Centro de Datos El Hatillos. En caso de que la coordinación no pueda realizarse correctamente con los interruptores actualmente conectados, se planteará una sustitución del mismo para de esa forma coordinar las protecciones.

Las curvas de protección son ajustadas mediante dos (02) zonas de actuación del mismo, dichas zonas son de forma térmica e instantánea. La zona térmica actúa mediante el calor producido por el exceso de corriente circulando por el interruptor, de esa forma genera el disparo del interruptor por sobrecarga. La zona instantánea es un disparo de la protección de una forma más rápido, debido a la existencia de un cortocircuito, generando así la interrupción del cortocircuito en tiempo cercanos a 0.05Seg para algunos interruptores.

A continuación se muestran las tablas de coordinación de todas las protecciones para el trayecto de muestra en el Capítulo I.

Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (S)
In	250	10000
In	250	4000
2*In	500	400
4*In	1000	60
10*In	2500	7
10*In	2500	0,03
50*In	12500	0,03

Tabla 20. Diales de tiempo para el interruptor JD 250A 35kA del TPDU

Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (S)
In	800	10000
In	800	3000
2*In	1600	150
4*In	3200	15
4*In	3200	0,05
50*In	40000	0,05

Tabla 21. Diales de tiempo para el interruptor MD 800A 50kA del TPDU

Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (S)
In	800	10000
In	800	3000
2*In	1600	500
4*In	3200	40
9*In	7200	9
9*In	7200	0,04
50*In	40000	0,04

Tabla 22. Diales de tiempo para el interruptor MDL 800A 50kA del TPTC

Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (S)
In	1600	10000
In	1600	700
2*In	3200	230
6*In	9600	15
6*In	9600	0,15
10*In	16000	0,15

Tabla 23. Diales de tiempo para el interruptor MAGNUM 1600A 65kA del TPTC

En la Figura 6, se puede observar la correcta coordinación de las protecciones planteadas como ejemplo en el Capítulo I, ya que no existe solapamiento entre ninguna de las curvas de protección de cada equipo, existen Dos (2) interruptores MD y MDL en serie, es por ello que ambas curvas deben ser iguales con la diferencia en que el interruptor MDL, debe tener un tiempo de retardo en la actuación, menor al interruptor MD; y por último los niveles de sobre corriente están en forma creciente, es decir, mientras más cerca el interruptor se encuentre de la fuente, mayor será la capacidad por sobre corriente.

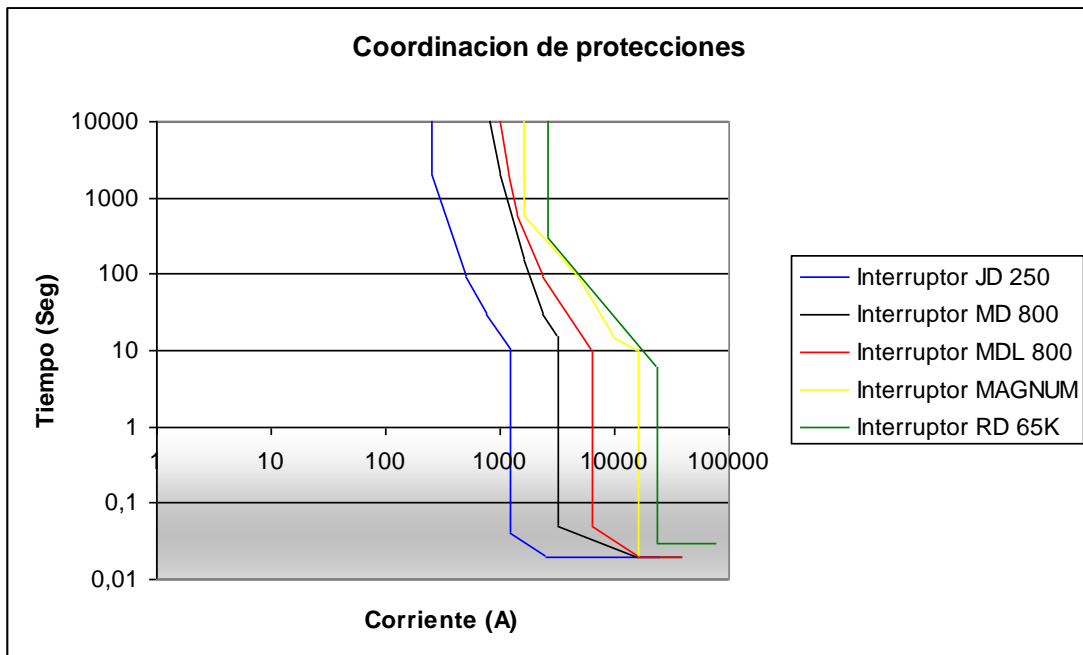


Figura 7. Coordinación de protecciones.

En el ANEXO 6 se muestra la coordinación de las demás protecciones del centro de datos El Hatillo.

Ningún interruptor del centro de datos fue necesario en su sustitución así como se muestra en el ANEXO 6

CAPÍTULO VII

7. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACION DEL CENTRO DE DATOS.

En el presente capítulo se realizará una metodología de mantenimiento y procedimiento de operación a los tableros y UPS.

7.1 *Operación en mantenimiento*

Basados en las condiciones normales cuando existen las Dos (2) acometidas en servicio, para realizar el mantenimiento a algún tablero o UPS se tomarán los siguientes pasos a seguir:

- Mantenimiento al Tablero principal 01 (TP-01)

- **Mantenimiento:**

“Actividades trimestrales

Paso 1: Realice la limpieza exterior del tablero eléctrico, eliminando todo el polvo, rastros de pintura o revoque que puedan presentar. Dejando todas las superficies exteriores de forma prolija y sin impurezas.

Paso 2: Retire las contratapas del tablero de manera de poder acceder a todos los lugares de los diferentes elementos.

Paso 3: Realice la limpieza interior del tablero con aspiradora y pincel, teniendo cuidado ya que dentro del gabinete tenemos elementos bajo tensión. Para ello es necesario disponer de por lo menos tres tipos de picos diferentes para la aspiradora. **Nota Importante:** Todos los elementos de la aspiradora (manguera, picos,

etc.) deben ser de material aislante para evitar contactos directos a tierra o chasis. Los pinceles que se usan en esta tarea, deben tener su mango de plástico ó madera. Además se debe aislar con cinta aislante la faja de metal que contiene a las cerdas del pincel.

Paso 4: Pruebe todas las bisagras y cerraduras, se deben lubricar y controlar su estado de giro y desplazamiento. Asegurando que la apertura sea sin esfuerzo ni trabas.

Paso 5: Revise el estado de conservación de los burletes y sellos; cambie estos elementos de ser necesario. Recordando que la hermeticidad se consigue a través de estos elementos.

Paso 6: Revise y asegure que los soportes y rieles de fijación estén en correcto estado de solidez y fijación.

Paso 7: Normalice todos los elementos de fijación como son tornillos y tuercas. Es muy común encontrarnos en los tableros con una gran variedad de tamaños, tipos y medidas de estos elementos, lo cual obliga contar con muchas herramientas para poder realizar el desarmado para el mantenimiento.

Paso 8: Revise que la acometida del tablero se encuentre fija mecánicamente, que no existan falsos contactos y/o puntos calientes.

Paso 9: Asegure que las conexiones de las barras, estén de manera rígida y confiable; es decir, sin falsos contactos y altas temperaturas. Asegure su estado de aislación de madera firme y segura.

Paso 10: Realice una inspección visual de los interruptores de protección y de accionamiento para determinar posibles cortocircuitos, sobrecalentamiento, sulfatos y otros.

Paso 11: Debe controlar todos los bornes de conexión de los diferentes elementos, repasando el apriete de los tornillos de dichos bornes. Si en la entrada a los diferentes elementos se ha utilizado terminales se deberá comprobar la solidez de la identificación.

Paso 12: Accione el interruptor entre las posiciones conectar y desconectar de cada elemento, dos o tres veces, cada uno. Tarea que obliga al dispositivo a mover sus partes internas y disminuir su deterioro. Para el caso de aquellos elementos que poseen botón de prueba, se deberá accionar este botón de manera de comprobar su funcionamiento.

Paso 13: Ajuste el “set point” en aquellos dispositivos que posean elementos de calibración ó regulación para el corte (TRIP). Accione el elemento de regulación hasta el final de su escala y hasta el principio unas cuantas veces, y proceda a la calibración de acuerdo a normas, evaluando la corriente de circulación nominal del circuito.

Paso 14: Verifique el estado de apriete de los tornillos de fijación, la rigidez de conexión de los conductores eléctricos. Y el estado de aislamiento entre borne y borne; borne y gabinete.

Actividades semestrales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto de actividades trimestrales.

Paso 2: Realice el peinado de los conductores eléctricos. La tarea consiste en realizar de manera prolija y ordenada estas conexiones, realizando paquetes de conductores precintados. Guiando su recorrido de manera estética. Los recorridos y agrupación de estos conductores se deben realizar de manera prolija y ordenada, que a la vista sea agradable su disposición.

Paso 3: Realice la identificación de cada elemento del tablero eléctrico y circuito asociado a la protección.

Paso 4: Realice el levantamiento del tablero, para ello llene la planilla FOR-E-M017, ver ANEXO 7.

Paso 5: Elabore el diagrama unifilar del tablero eléctrico.

Actividades anuales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en los puntos actividades trimestrales y actividades semestrales.

Paso 2: Realice un análisis Termografico del tablero de electricidad, corrigiendo puntos calientes observados, utilizando una cámara térmica ó infrarroja.

Paso 3: Realice la calibración de los instrumentos de medición que posee el tablero eléctrico, luego coloque identificación de la fecha de calibración e iniciales del operador que realizo la labor.” [10]

- **Operación para la desengización :**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero TP-01, localizado en el cuerpo 1.



Figura 8: Tablero Principal 01 (TP-01)

Paso 2: Abrir el gabinete A, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes.

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

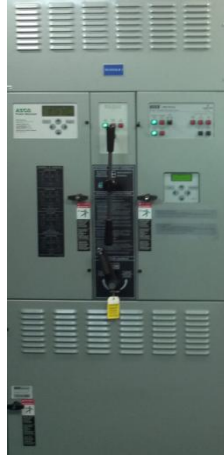


Figura 9: Dispositivo de transferencia acometida 1

Paso 6: Desconectar todos los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete B por medidas de seguridad, para evitar shockes eléctricos por posibles corrientes de retorno.



Figura 10: Interruptor del tablero principal 01 (TP-01)



Figura 11: Transfer del tablero principal 01 (TP-01)

Paso 7: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor Acometida 1, apretando el PUSH OFF (Apagar), ubicada en el gabinete A.



Figura 12: Interruptor principal Acometida 1

Paso 8: Desenergizar el interruptor superior cerca al transformador de CORPOELEC.

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa.

- **Operación para la reincorporación al servicio.**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor principal Acometida 1, en el cuerpo 1 gabinete A y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- Mantenimiento al Tablero principal 02 (TP-02)
- **Mantenimiento:**

“Actividades trimestrales

Paso 1: Realice la limpieza exterior del tablero eléctrico, eliminando todo el polvo, rastros de pintura o revoque que puedan presentar. Dejando todas las superficies exteriores de forma prolija y sin impurezas.

Paso 2: Retire las contratapas del tablero de manera de poder acceder a todos los lugares de los diferentes elementos.

Paso 3: Realice la limpieza interior del tablero con aspiradora y pincel, teniendo cuidado ya que dentro del gabinete tenemos elementos bajo tensión. Para ello es necesario disponer de por lo menos tres tipos de picos diferentes para la aspiradora. **Nota Importante:** Todos los elementos de la aspiradora (manguera, picos, etc.) deben ser de material aislante para evitar contactos directos a tierra o chasis. Los pinceles que se usan en esta tarea, deben tener su mango de plástico ó madera. Además se debe aislar con cinta aislante la faja de metal que contiene a las cerdas del pincel.

Paso 4: Pruebe todas las bisagras y cerraduras, se deben lubricar y controlar su estado de giro y desplazamiento. Asegurando que la apertura sea sin esfuerzo ni trabas.

Paso 5: Revise el estado de conservación de los burletes y sellos; cambie estos elementos de ser necesario. Recordando que la hermeticidad se consigue a través de estos elementos.

Paso 6: Revise y asegure que los soportes y rieles de fijación estén en correcto estado de solidez y fijación.

Paso 7: Normalice todos los elementos de fijación como son tornillos y tuercas. Es muy común encontrarnos en los tableros con una gran variedad de tamaños, tipos y medidas de estos elementos, lo cual obliga contar con muchas herramientas para poder realizar el desarmado para el mantenimiento.

Paso 8: Revise que la acometida del tablero se encuentre fija mecánicamente, que no existan falsos contactos y/o puntos calientes.

Paso 9: Asegure que las conexiones de las barras, estén de manera rígida y confiable; es decir, sin falsos contactos y altas temperaturas. Asegure su estado de aislación de madera firme y segura.

Paso 10: Realice una inspección visual de los interruptores de protección y de accionamiento para determinar posibles cortocircuitos, sobrecalentamiento, sulfatos y otros.

Paso 11: Debe controlar todos los bornes de conexión de los diferentes elementos, repasando el apriete de los tornillos de dichos bornes. Si en la entrada a los diferentes elementos se ha utilizado terminales se deberá comprobar la solidez de la identificación.

Paso 12: Accione el interruptor entre las posiciones conectar y desconectar de cada elemento, dos o tres veces, cada uno. Tarea que obliga al dispositivo a mover sus partes internas y disminuir su deterioro. Para el caso de aquellos elementos que poseen botón de prueba, se deberá accionar este botón de manera de comprobar su funcionamiento.

Paso 13: Ajuste el “set point” en aquellos dispositivos que posean elementos de calibración ó regulación para el corte (TRIP). Accione el elemento de regulación hasta el final de su escala y hasta el principio unas cuantas veces, y proceda a la calibración de acuerdo a normas, evaluando la corriente de circulación nominal del circuito.

Paso 14: Verifique el estado de apriete de los tornillos de fijación, la rigidez de conexión de los conductores eléctricos. Y el estado de aislamiento entre borne y borne; borne y gabinete.

Actividades semestrales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto de actividades trimestrales.

Paso 2: Realice el peinado de los conductores eléctricos. La tarea consiste en realizar de manera prolija y ordenada estas conexiones, realizando paquetes de conductores precintados. Guiando su recorrido de manera estética. Los recorridos y agrupación de estos conductores se deben realizar de manera prolija y ordenada, que a la vista sea agradable su disposición.

Paso 3: Realice la identificación de cada elemento del tablero eléctrico y circuito asociado a la protección.

Paso 4: Realice el levantamiento del tablero, para ello llene la planilla FOR-E-M017, ver ANEXO 7.

Paso 5: Elabore el diagrama unifilar del tablero eléctrico.

Actividades anuales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en los puntos actividades trimestrales y actividades semestrales.

Paso 2: Realice un análisis Termografico del tablero de electricidad, corrigiendo puntos calientes observados, utilizando una cámara térmica ó infrarroja.

Paso 3: Realice la calibración de los instrumentos de medición que posee el tablero eléctrico, luego coloque identificación de la fecha de calibración e iniciales del operador que realizo la labor.” [10].

- **Operación para desenergizar:**

Paso 1: Localizar en el sótano, el equipo TP-02, localizado en el cuerpo 1.



Figura 13: Tablero Principal 02 (TP-02)

Paso 2: Abrir el gabinete C, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.



Figura 14: Dispositivo de transferencia acometida 2

Paso 6: Desconectar todas los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete D por medidas de seguridad, para evitar shockes eléctricos por posibles corrientes de retorno.



Figura 15: Interruptor del tablero principal 02 (TP-02)



Figura 16: Transfer del tablero principal 02 (TP-02)

Paso 7: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor Acometida 2, apretando el PUSH OFF (Apagar), ubicada en el gabinete C.



Figura 17: Interruptor principal acometida 2

Paso 8: Desenergizar el interruptor superior cerca al transformador de CORPOELEC.

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa

- **Operación para la reincorporación al servicio.**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor principal Acometida 2, en el cuerpo 1 gabinete C y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- Mantenimiento al Tablero de Transferencia (TPTC).

- **Mantenimiento:**

“Actividades trimestrales

Paso 1: Realice la limpieza exterior del tablero eléctrico, eliminando todo el polvo, rastros de pintura o revoque que puedan presentar. Dejando todas las superficies exteriores de forma prolija y sin impurezas.

Paso 2: Retire las contratapas del tablero de manera de poder acceder a todos los lugares de los diferentes elementos.

Paso 3: Realice la limpieza interior del tablero con aspiradora y pincel, teniendo cuidado ya que dentro del gabinete tenemos elementos bajo tensión. Para ello es necesario disponer de por lo menos tres tipos de picos diferentes para la aspiradora. **Nota Importante:** Todos los elementos de la aspiradora (manguera, picos, etc.) deben ser de material aislante para evitar contactos directos a tierra o chasis. Los pinceles que se usan en esta tarea, deben tener su mango de plástico ó madera. Además se debe aislar con cinta aislante la faja de metal que contiene a las cerdas del pincel.

Paso 4: Pruebe todas las bisagras y cerraduras, se deben lubricar y controlar su estado de giro y desplazamiento. Asegurando que la apertura sea sin esfuerzo ni trabas.

Paso 5: Revise el estado de conservación de los burletes y sellos; cambie estos elementos de ser necesario. Recordando que la hermeticidad se consigue a través de estos elementos.

Paso 6: Revise y asegure que los soportes y rieles de fijación estén en correcto estado de solidez y fijación.

Paso 7: Normalice todos los elementos de fijación como son tornillos y tuercas. Es muy común encontrarnos en los tableros con una gran variedad de tamaños, tipos y medidas de estos elementos, lo cual obliga contar con muchas herramientas para poder realizar el desarmado para el mantenimiento.

Paso 8: Revise que la acometida del tablero se encuentre fija mecánicamente, que no existan falsos contactos y/o puntos calientes.

Paso 9: Asegure que las conexiones de las barras, estén de manera rígida y confiable; es decir, sin falsos contactos y altas temperaturas. Asegure su estado de aislación de madera firme y segura.

Paso 10: Realice una inspección visual de los interruptores de protección y de accionamiento para determinar posibles cortocircuitos, sobrecalentamiento, sulfatos y otros.

Paso 11: Debe controlar todos los bornes de conexión de los diferentes elementos, repasando el apriete de los tornillos de dichos bornes. Si en la entrada a los diferentes elementos se ha utilizado terminales se deberá comprobar la solidez de la identificación.

Paso 12: Accione el interruptor entre las posiciones conectar y desconectar de cada elemento, dos o tres veces, cada uno. Tarea que obliga al dispositivo a mover sus partes internas y disminuir su deterioro. Para el caso de aquellos elementos que poseen botón de prueba, se deberá accionar este botón de manera de comprobar su funcionamiento.

Paso 13: Ajuste el “set point” en aquellos dispositivos que posean elementos de calibración ó regulación para el corte (TRIP). Accione el elemento de regulación hasta el final de su escala y hasta el principio unas cuantas veces, y proceda a la calibración de acuerdo a normas, evaluando la corriente de circulación nominal del circuito.

Paso 14: Verifique el estado de apriete de los tornillos de fijación, la rigidez de conexión de los conductores eléctricos. Y el estado de aislamiento entre borne y borne; borne y gabinete.

Actividades semestrales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto de actividades trimestrales.

Paso 2: Realice el peinado de los conductores eléctricos. La tarea consiste en realizar de manera prolija y ordenada estas conexiones, realizando paquetes de conductores precintados. Guiando su recorrido de manera estética. Los recorridos y agrupación de estos conductores se deben realizar de manera prolija y ordenada, que a la vista sea agradable su disposición.

Paso 3: Realice la identificación de cada elemento del tablero eléctrico y circuito asociado a la protección.

Paso 4: Realice el levantamiento del tablero, para ello llene la planilla FOR-E-M017, ver ANEXO 7.

Paso 5: Elabore el diagrama unifilar del tablero eléctrico.

Actividades anuales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en los puntos actividades trimestrales y actividades semestrales.

Paso 2: Realice un análisis Termografico del tablero de electricidad, corrigiendo puntos calientes observados, utilizando una cámara térmica ó infrarroja.

Paso 3: Realice la calibración de los instrumentos de medición que posee el tablero eléctrico, luego coloque identificación de la fecha de calibración e iniciales del operador que realizo la labor.” [10].

- **Operación para desenergizar el lado acometida 1:**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero ubicado como cuerpo 2.



Figura 18: Tablero de Transferencia (TPTC).

Paso 2: Abrir el gabinete B, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes.

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

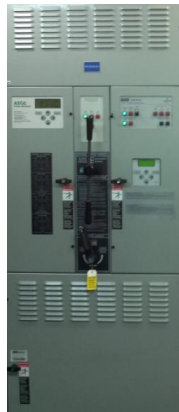


Figura 19: Dispositivo de transferencia acometida 1

Paso 6: Desconectar todas los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete A por medidas de seguridad, para evitar shocks eléctricos por posibles corrientes de retorno.



Figura 20: Interruptores del gabinete A del tablero TPTC

Paso 7: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor Acometida 1, apretando el PUSH OFF (Apagar), ubicada en el gabinete B



Figura 21: Interruptor acometida 1 del interruptor TPTC.

Paso 8: Desenergizar el interruptor Transfer ubicado en el tablero TP-01 cuerpo 1, gabinete B

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa

- **Operación para la reincorporación al servicio**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor principal Acometida 1, en el cuerpo 2 gabinete B y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- **Operación para desenergizar el lado acometida 2:**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero ubicado como cuerpo 2.



Figura 22: Tablero de Transferencia (TPTC)

Paso 2: Abrir el gabinete D, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes.

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

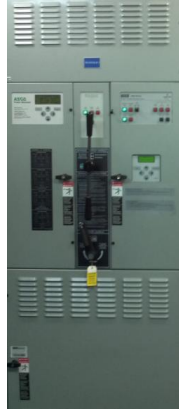


Figura 23: Dispositivo de transferencia acometida 2

Paso 6: Desconectar todas los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete E por medidas de seguridad, para evitar shockes eléctricos por posibles corrientes de retorno.



Figura24: Interruptores del gabinete E del tablero TPTC

Paso 7: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor Acometida 2, apretando el PUSH OFF (Apagar), ubicada en el gabinete D



Figura 25: Interruptor acometida 2 del interruptor TPTC.

Paso 8: Desenergizar el interruptor Transfer ubicado en el tablero TP-02 cuerpo 1, gabinete D

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa

- **Reincorporación a la operación**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor principal Acometida 2, en el cuerpo 2 gabinete D y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- **Operaciones especiales (Interruptor de enlace):**

NOTA: La operación especial hace referencia al funcionamiento del tablero de transferencia (TPTC) con el interruptor de enlace normalmente cerrado.

Paso 1: Repetir el procedimiento de cualquiera de los lados del tablero de transferencia, incluyendo la desconexión del interruptor de enlace ubicado en el cuerpo 2, gabinete C.



Figura 26: Interruptor de enlace del tablero de transferencia (TPTC).

- **Mantenimiento**

Paso 1: Aplica el procedimiento de mantenimiento a cualquiera de los lados del tablero de transferencia TPTC.

- **Reincorporación a la operación.**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor principal Acometida 1 o 2 según sea el caso, en el cuerpo 2 gabinete B o D respectivamente y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Verificar que las tensiones de las barras del tablero de transferencia (TPTC) tengan una diferencia máxima del 2%.

Paso 5: Medir con un fasímetro, las fases de ambas barras para asegurar que estén en secuencia y evitar algún corto en la barra.



Figura 27: Medidor de fase

Paso 6: Presione el botón PUSH ON (encender) del interruptor de enlace.

Paso 7: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

- Mantenimiento al Tablero de PDU (T-PDU)

- **Mantenimiento:**

“Actividades trimestrales

Paso 1: Realice la limpieza exterior del tablero eléctrico, eliminando todo el polvo, rastros de pintura o revoque que puedan presentar. Dejando todas las superficies exteriores de forma prolija y sin impurezas.

Paso 2: Retire las contratapas del tablero de manera de poder acceder a todos los lugares de los diferentes elementos.

Paso 3: Realice la limpieza interior del tablero con aspiradora y pincel, teniendo cuidado ya que dentro del gabinete tenemos elementos bajo tensión. Para ello es necesario disponer de por lo menos tres tipos de picos diferentes para la

aspiradora. Nota Importante: Todos los elementos de la aspiradora (manguera, picos, etc.) deben ser de material aislante para evitar contactos directos a tierra o chasis. Los pinceles que se usan en esta tarea, deben tener su mango de plástico ó madera. Además se debe aislar con cinta aislante la faja de metal que contiene a las cerdas del pincel.

Paso 4: Pruebe todas las bisagras y cerraduras, se deben lubricar y controlar su estado de giro y desplazamiento. Asegurando que la apertura sea sin esfuerzo ni trabas.

Paso 5: Revise el estado de conservación de los burletes y sellos; cambie estos elementos de ser necesario. Recordando que la hermeticidad se consigue a través de estos elementos.

Paso 6: Revise y asegure que los soportes y rieles de fijación estén en correcto estado de solidez y fijación.

Paso 7: Normalice todos los elementos de fijación como son tornillos y tuercas. Es muy común encontrarnos en los tableros con una gran variedad de tamaños, tipos y medidas de estos elementos, lo cual obliga contar con muchas herramientas para poder realizar el desarmado para el mantenimiento.

Paso 8: Revise que la acometida del tablero se encuentre fija mecánicamente, que no existan falsos contactos y/o puntos calientes.

Paso 9: Asegure que las conexiones de las barras, estén de manera rígida y confiable; es decir, sin falsos contactos y altas temperaturas. Asegure su estado de aislación de madera firme y segura.

Paso 10: Realice una inspección visual de los interruptores de protección y de accionamiento para determinar posibles cortocircuitos, sobrecalentamiento, sulfatos y otros.

Paso 11: Debe controlar todos los bornes de conexión de los diferentes elementos, repasando el apriete de los tornillos de dichos bornes. Si en la entrada a

los diferentes elementos se ha utilizado terminales se deberá comprobar la solidez de la identificación.

Paso 12: Accione el interruptor entre las posiciones conectar y desconectar de cada elemento, dos o tres veces, cada uno. Tarea que obliga al dispositivo a mover sus partes internas y disminuir su deterioro. Para el caso de aquellos elementos que poseen botón de prueba, se deberá accionar este botón de manera de comprobar su funcionamiento.

Paso 13: Ajuste el “set point” en aquellos dispositivos que posean elementos de calibración ó regulación para el corte (TRIP). Accione el elemento de regulación hasta el final de su escala y hasta el principio unas cuantas veces, y proceda a la calibración de acuerdo a normas, evaluando la corriente de circulación nominal del circuito.

Paso 14: Verifique el estado de apriete de los tornillos de fijación, la rigidez de conexión de los conductores eléctricos. Y el estado de aislamiento entre borne y borne; borne y gabinete.

Actividades semestrales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto de actividades trimestrales.

Paso 2: Realice el peinado de los conductores eléctricos. La tarea consiste en realizar de manera prolija y ordenada estas conexiones, realizando paquetes de conductores precintados. Guiando su recorrido de manera estética. Los recorridos y agrupación de estos conductores se deben realizar de manera prolija y ordenada, que a la vista sea agradable su disposición.

Paso 3: Realice la identificación de cada elemento del tablero eléctrico y circuito asociado a la protección.

Paso 4: Realice el levantamiento del tablero, para ello llene la planilla FOR-E-M017, ver ANEXO 7.

Paso 5: Elabore el diagrama unifilar del tablero eléctrico.

Actividades anuales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en los puntos actividades trimestrales y actividades semestrales.

Paso 2: Realice un análisis Termografico del tablero de electricidad, corrigiendo puntos calientes observados, utilizando una cámara térmica ó infrarroja.

Paso 3: Realice la calibración de los instrumentos de medición que posee el tablero eléctrico, luego coloque identificación de la fecha de calibración e iniciales del operador que realizo la labor.” [10]

- **Operación para desenergizar el lado Acometida 1**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero T-PDU, localizado en el cuerpo 3



Figura 28: Tablero de PDU (T-PDU)

Paso 2:: Abrir el gabinete A, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes.

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

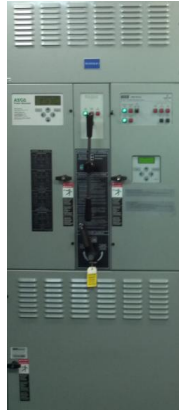


Figura 29: Dispositivo de transferencia acometida 1

Paso 4: Desconectar todas los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete A por medidas de seguridad, para evitar shockes eléctricos por posibles corrientes de retorno.

Paso 5: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor de salida UPS 2.1 y asegurarse que el interruptor BY-PASS externo no este energizado, midiendo salida como entrada del interruptor.



Figura 30: Interruptor salida UPS 2.1 e interruptor de BY-PASS.

Paso 8: Desenergizar el interruptor de salida del UPS 1.1 ubicado en el tablero TPTC cuerpo 2, gabinete A.

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa.

- **Reincorporación a la operación.**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor salida UPS 2.1, del cuerpo 3 gabinete A y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas (El interruptor de BY-PASS no se conecta) del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- **Operación para desenergizar el lado Acometida 2**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero T-PDU, localizado en el cuerpo 3



Figura 31: Tablero de PDU (T-PDU)

Paso 2: Abrir el gabinete B, tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

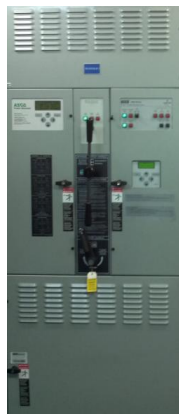


Figura 32: Dispositivo de transferencia acometida 2

Paso 6: Desconectar todas los interruptores de carga y salida a otros tableros ubicadas en el gabinete B por medidas de seguridad, para evitar shockes eléctricos por posibles corrientes de retorno.

Paso 7: Desenergizar el tablero abriendo el interruptor de salida UPS 2.2 y asegurarse que el interruptor BY-PASS externo no este energizado, midiendo salida como entrada del interruptor.



Figura 33: Interruptor salida UPS 2.2 e interruptor de BY-PASS.

Paso 8: Desenergizar el interruptor de salida del UPS 2.1 ubicado en el tablero TPTC cuerpo 2, gabinete E.

Paso 9: Verificar que no exista tensión en las barras del tablero, midiendo los extremos de los interruptores para verificar la inexistencia de tensión remanente o que alguno de los interruptores no operé de la manera correcta.

Paso 10: Proceder al mantenimiento, utilizando las guías de la empresa.

- **Reincorporación a la operación.**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” y FOR-E-M017, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Presionar el PUSH ON (Encender) del interruptor salida UPS 2.1, del cuerpo 3 gabinete A y verificar tensión en la barra.

Paso 3: Ir conectando las cargas (El interruptor de BY-PASS no se conecta) del tablero con una diferencia de un minuto por cada interruptor, para evitar que el tablero principal se dispare por posibles motores conectados al mismo.

Paso 4: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

Paso 5: Medir nuevamente los valores de tensión, corriente y temperatura. En caso de que existir puntos calientes repetir el procedimiento

- Mantenimiento al Tablero Aires Acondicionado Sótano (TAA-Sot)

- **Operación para mediciones con carga conectada**

Paso 1: Localizar en el sótano, el tablero TAA-Sot, localizado en el cuerpo 4.



Figura 34: Tablero de Aires Acondicionado (TAA-Sot)

Paso 2: Tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes

- **Mantenimiento**

Actividades anuales

Paso 1: Revisar que los interruptores estén en buenas condiciones.



Figura 35: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA-Sot)

Paso 4: Con una cámara termografica revisar los puntos calientes del tablero.

Paso 5: Realizar una limpieza con una sopladora de aire, ya que el tablero esta energizado por referirse a aires acondicionados, indispensables para el centro de datos

- Mantenimiento al Tablero de Aires Acondicionados Azotea (TAA-Azotea)

- **Operación para mediciones con carga conectada**

Paso 1: Localizar en la azotea, el tablero TAA-Azotea, cuerpo 5.



Figura 36: Tablero de Aires Acondicionado (TAA-Azotea)

Paso 2: Tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluaran comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes.

Mantenimiento

Actividades anuales

Paso 1: Revisar que los interruptores estén en buenas condiciones.



Figura 37: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA-Azotea)

Paso 4: Con una cámara termografica revisar los puntos calientes del tablero.

Paso 5: Realizar una limpieza con una sopladora de aire, ya que el tablero esta energizado por referirse a aires acondicionados, indispensables para el centro de datos

- Mantenimiento al Tablero de Aires Acondicionados (TAA)
 - **Operación para mediciones con carga conectada**

Paso 1: Localizar en la azotea, el tablero TAA, localizado en el cuerpo 6.



Figura 38: Tablero de Aires Acondicionado (TAA)

Paso 2: Tome lecturas de voltaje, corriente y anotar registró en la planilla FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos” ver ANEXO 7.

Paso 3: Tome la temperatura del cuerpo y de los bornes de entrada y salida de los diferentes elementos utilizando termómetro óptico o infrarrojo. Estos valores se evaluarán comparándolos con los valores normales informados por los fabricantes

- **Mantenimiento**

Actividades anuales

Paso 1: Revisar que los interruptores estén en buenas condiciones.



Figura 39: Interruptor del tablero de Aires Acondicionado (TAA)

Paso 4: Con una cámara termográfica revisar los puntos calientes del tablero.

Paso 5: Realizar una limpieza con una sopladora de aire, ya que el tablero está energizado por referirse a aires acondicionados, indispensables para el centro de datos

- Mantenimiento a los UPS
- **Mantenimiento**

“Actividades trimestrales

Paso 1: Realice la limpieza exterior del gabinete, eliminando todo el polvo, rastros de pintura o revoque que puedan presentar. Dejando todas las superficies exteriores de forma prolija y sin impurezas.

Paso 2: Limpieza de las rendijas de ventilación y/o reemplazo del filtro de aire en caso de ser necesario.

Paso 3: Limpieza externa del gabinete de by-pass

Paso 4: Limpieza interna del gabinete. Remueva el polvo interno del mediante aire comprimido.

Paso 5: Realice una inspección visual en busca de posibles daños en tarjetas, fusibles, piezas integrantes de la etapa de rectificación e inversión, así como del by-pass.

Paso 6: Aplique productos químicos para evitar corrosión y humedad en las tarjetas que integran el equipo.

Paso 7: Realice una inspección general del cuarto de baterías, incluyendo las condiciones de temperatura y ventilación; solo en caso de baterías abiertas.

Paso 8: Inspección y mantenimiento general a el(los) banco(s) de baterías. Esto incluye limpieza de la celda, neutralización de postes, terminales y tornillería.

Paso 9: Limpieza del rack/gabinete donde se encuentran instaladas las baterías.

Paso 10: Medición y registro del voltaje de flotación de cada batería asociada al UPS.

Paso 11: Tome la lectura de la corriente en el banco de baterías. Documente la medida en caso de ser diferente a cero.

Paso 12: Descargue el histórico de operación del equipo y entregue un informe donde se presente toda la data y análisis del comportamiento del equipo. Estos registros sólo a través del software propietario correspondiente a la marca del equipo. Para ello la contratista debe tener las respectivas licencias para su uso.

Paso 13: Constate que el UPS esté sincronizado con la red comercial

Paso 14: Verifique el correcto funcionamiento de la pantalla, botones de comando y leds (luz piloto).

Paso 15: Ajuste la hora y fecha del equipo de ser necesario.

Paso 16: Tome lectura con instrumentos de medición, los voltajes DC de cada banco de baterías.

Paso 17: Mida la temperatura interna de los puntos de potencia internos del UPS. Estas mediciones se deberán realizar con termómetros infrarrojos.

Actividades semestrales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto de actividades trimestrales.

Paso 2: Ajuste el torque en los tornillos soportes de barras, tarjetas de control/potencia y cualquier otro elemento interno del equipo.

Paso 3: Ajuste todas las conexiones internas del gabinete de by-pass.

Paso 4: Ajuste el torque en los tornillos soportes que integran el(los) banco(s) de baterías. Ajuste en caso de ser necesario, de acuerdo a lo establecido en el manual del fabricante.

Actividades anuales

Paso 1: Realice todas las actividades contempladas en el punto actividades trimestrales y actividades semestrales.

Paso 2: Realice un análisis termo gráfico de todos los componentes internos del UPS, utilizando una cámara térmica o infrarrojo.

Paso 3: Mida y registre la conductancia de cada celda de batería asociada al UPS, utilizando un instrumento de medición de conductancia.

Paso 4: Conecte un analizador de energía eléctrica a la salida y mida el valor de distorsión armónica total del UPS.” [10]

- **Operación para desenergizar el UPS 2.1**

Paso 1: Localizar en el sótano, los UPS en el cuerpo 5 de la sala de datos.



Figura 40: UPS

Paso 2: Con la ayuda del display tomar datos de la carga consumida en ese momento, tales como tensión, corriente y factor de potencia y registrar en la planilla de UPS.

Paso 3: Revise si existe la presencia de alarmas en el equipo antes de iniciar cualquier otra actividad. En caso de que existir la presencia de alguna se deberá informar a la persona responsable por parte de la empresa.

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

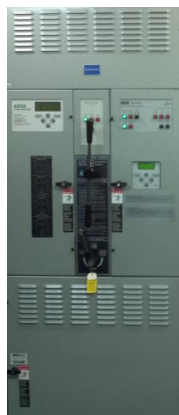


Figura 41: Dispositivo de transferencia acometida 1

Paso 6: Colocar el UPS en BY-PASS interno, con ayuda del display del UPS.

Paso 7: Desenergizar el interruptor Entrada principal UPS 2.1, localizado en el cuerpo 2, gabinete A; de esta forma estamos cortándole la energía al UPS.



Figura 42: Interruptor principal de UPS 2.1.

Paso 8: Procedemos a desconectar el banco de baterías de los UPS ubicados en la sala de baterías, ya que al momento de desconectar el By-Pass interno, la lógica interna lo tomara como un corte en el suministro de energía.



Figura 43: Interruptor del banco de batería.

Paso 9: Energizar el interruptor UPS 2.1 By-Pass externo, localizados en el cuerpo 2, gabinete A



Figura 44: Interruptor By-Pass UPS 2.1.

Paso 10: Energizar el interruptor del tablero T-PDU de By-pass, para garantizar que el By-Pass externo del UPS este asumiendo la carga. Dicho interruptor está ubicado en el cuerpo 3, gabinete A.



Figura 45: interruptor By-Pass UPS 2.1.

Paso 11: Desenergizar el interruptor de By-Pass interno, entrada secundaria UPS 2.1, localizadas en el cuerpo 2, gabinete A; y el interruptor de salida del UPS 2.1, para evitar que exista energía en el equipo o corrientes parásitas que puedan devolverse y provocar algún daño al personal que realiza el mantenimiento.



Figura 46: Interruptor secundario de entrada y salida UPS 2.1

Paso 12: Proceder a utilizar la guía de mantenimiento de UPS, dada por la empresa.

- **Reincorporación a la operación:**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M015 “Orden de Mantenimiento preventivo de sistemas ininterrumpidos de potencia UPS”, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Energizar el interruptor de salida UPS 2.1 y el interruptor de By-Pass, ubicados en el cuerpo 3, gabinete A y cuerpo 2, gabinete A respectivamente.

Paso 3: Desenergizar el interruptor de By-pass externo ubicado el cuerpo 3 gabinete A, de esta forma el UPS estaría trabajando de forma By-Pass interno.

Paso 4: Energizar el interruptor principal UPS 2.1, ubicada en el cuerpo 2, gabinete A, pasar el UPS a modo normal y esperar que el UPS pueda asumir la carga, de caso que ocurra una falla vuelva a energizar el interruptor de By-Pass externo y revise la causa de la falla.

Paso 5: Desenergizar el interruptor de By-Pass externo ubicado en el cuerpo 2, gabinete A.

Paso 6: Energizar el interruptor del banco de batería.

Paso 7: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

- **Operación para desenergizar el UPS 2.2**

Paso 1: Localizar en el sótano, el UPS en el cuerpo 5 de la sala de datos.



Figura 47: UPS

Paso 2: Con la ayuda del display tomar datos de la carga consumida en ese momento, tales como tensión, corriente y factor de potencia y registrar en la planilla de UPS.

Paso 3: Revise si existe la presencia de alarmas en el equipo antes de iniciar cualquier otra actividad. En caso de que existir la presencia de alguna se deberá informar a la persona responsable por parte de la empresa..

Paso 4: Encender el grupo electrógeno por al menos Diez (10) minutos para asegurar que la carga es asumida.

Paso 5: Pasar el transfer a modo grupo electrógeno.

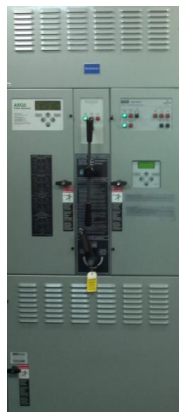


Figura 48: Dispositivo de transferencia acometida 2

Paso 4: Colocar el UPS en BY-PASS interno, con ayuda del display del UPS.

Paso 5: Desenergizar el interruptor Entrada principal UPS 2.2, localizado en el cuerpo 2, gabinete E; de esta forma estamos cortándole la energía al UPS.



Figura 49: Interruptor principal de UPS 2.2.

Paso 6: Procedemos a desconectar el banco de baterías de los UPS ubicados en la sala de baterías, ya que al momento de desconectar el By-Pass interno, la lógica interna lo tomara como un corte en el suministro de energía.



Figura 50: Interruptor del banco de batería.

Paso 7: Energizar el interruptor UPS 2.2 By-Pass externo, localizados en el cuerpo 2, gabinete E.



Figura 51: Interruptor By-Pass UPS 2.2.

Paso 8: Energizar el interruptor del tablero T-PDU de By-pass, para garantizar que el By-Pass externo del UPS este asumiendo la carga. Dicho interruptor está ubicado en el cuerpo 3, gabinete B.



Figura 52: interruptor By-Pass UPS 2.2.

Paso 9: Desenergizar el interruptor de By-Pass interno, entrada secundaria UPS 2.2, localizadas en el cuerpo 2, gabinete E; y el interruptor de salida del UPS 2.2, para evitar que exista energía en el equipo o corrientes parásitas que puedan devolverse y provocar algún daño al personal que realiza el mantenimiento.



Figura 53: Interruptor secundario de entrada y salida UPS 2.2.

Paso 10: Proceder a utilizar la guía de mantenimiento de UPS, dada por la empresa.

- **Reincorporación a la operación:**

Paso 1: Verificar que la planilla FOR-E-M015 “Orden de Mantenimiento preventivo de sistemas ininterrumpidos de potencia UPS”, estén correctamente llenadas.

Paso 2: Energizar el interruptor de salida UPS 2.2 y el interruptor de By-Pass, ubicados en el cuerpo 3, gabinete B y cuerpo 2, gabinete E respectivamente.

Paso 3: Desenergizar el interruptor de By-pass externo ubicado el cuerpo 3 gabinete B, de esta forma el UPS estaría trabajando de forma By-Pass interno.

Paso 4: Energizar el interruptor principal UPS 2.2, ubicada en el cuerpo 2, gabinete E, pasar el UPS a modo normal y esperar que el UPS pueda asumir la carga, de caso que ocurra una falla vuelva a energizar el interruptor de By-Pass externo y revise la causa de la falla.

Paso 5: Desenergizar el interruptor de By-Pass externo ubicado en el cuerpo 2, gabinete E.

Paso 6: Energizar el interruptor del banco de batería.

Paso 7: Pasar el transfer a modo acometida, para de esa forma poner fuera de servicio al grupo electrógeno de manera segura.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Basadas en los cálculos y experiencias adquiridas en la realización de este trabajo de grado, tenemos las siguientes conclusiones.

- Con la incorporación de los equipos de comunicación, el centro de datos El Hatillo será más eficiente, ya que existirá comunicación entre el UPS y el grupo electrógeno en caso de que ocurra una falla y se necesite el encendido del mismo, y por algunas razones no exista operador en ese momento.
- El sistema redundante que el Centro de Datos El Hatillo posee, lo hace más confiable en caso de presentarse una falla, ya que el sistema posee dos (02) acometidas para en caso de que si una llegase a fallar, la otra pueda suplir toda la carga.
- El nivel de cortocircuito más crítico en el Tablero Principal es la falla bifásica a tierra, esto es debido a que la compañía de telefonía nacional toma como criterio de diseño para sus centro de datos, que se asuma que el circuito es mallado, por ende las ecuaciones están simplificadas por la norma a dichas condiciones.
- Todas las normas de la empresa se están cumpliendo correctamente, tanto la resistencia ohmica de la puesta tierra (menor a 2Ω) así como, la condición de los UPS de no estar más cargados del 80% de su capacidad nominal.

Para el centro de datos El Hatillo, se recomienda para mejorar la operatividad del sistema, hacer ciertas correcciones así como cambios de equipos en el mismo, tales como:

- Un equipo de comunicación entre los UPS y el grupo electrógeno, ya que llegase un UPS irse a by-pass interno por mala maniobra o falla en el mismo, el grupo electrógeno pueda encenderse automáticamente como vía de prevención, para que en caso de que la red sufra alguna falla, no se pierda la carga.
- Solicitar a los usuarios de la empresa que cambien sus servidores de ser monofuente a doblefuente, para que de esa forma se pueda solventar el problema del retorno de corriente.
- El By-Pass externos de los UPS deben descruzarse para poder garantizar la configuración H al abrir los interruptores de enlaces, ya que sino están en situación critica ambos UPS..
- El sistema tiene que operar con Dos (2) acometidas, luego de solucionado el problema de retorno de corriente.
- Verificar cada vez que exista una ampliación en el centro de datos, los valores de los UPS para garantizar siempre que no sobrepasen los valores normados por la empresa del 80% de carga.
- Enumerar los gabinetes, cuerpos en los gabinetes, así como interruptores para facilitar el uso del manual de mantenimiento propuesto por esta tesis de grado.
- Intercambiar de posición los interruptores RD 65K y Magnum en los tableros TP-01 y TP-02 respectivamente, debido a que el interruptor Magnum es de 1600A y RD 65K es de 2000A.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/ups.php> 28/11/2013
- [2] http://www.comunica.com.uy/productos/productos_masinfo.php?id=2145&secc=productos&id_color_inic=&path=0.1008.1014 21/10/2013
- [3] ANSI/TIA 942 *Telecommunications infrastructure Standard for Data Center* Arlington, U.S.A.: Telecommunications Industry Association, 2005.
- [4] Coordinación de Normas y Especificaciones técnicas Gerencia de Estandarización CANTV, Normas de diseño e instalación de los sistemas de puesta tierra en centrales telefónicas y estaciones de transmisión, 2000.
- [5] <http://www.eaton.com/Eaton/index.htm> 18/10/2013
- [6] International Standard, IEC 60909-0, first edition 2001-07.
- [7] International Standard, IEC 60909-2, first edition 1992-08.
- [8] Norma Venezolana, Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos COVENIN PROYECTO 11:7-001
- [9] CODELECTRA, Código Eléctrico Nacional 8va Revisión 200:2009
- [10] Guía de usuario mantenimiento preventivo de tableros eléctricos de CANTV
- [11] Indira Márquez (2011). Proyecto de sustitución de protección secundaria líneas: Tocoa-Convento y Boyaca-Convento 230KV, (Tesis) Universidad Central de Venezuela.

ANEXOS

ANEXO 1

[Diagrama unifilar actual del Centro de Datos El Hatillo]

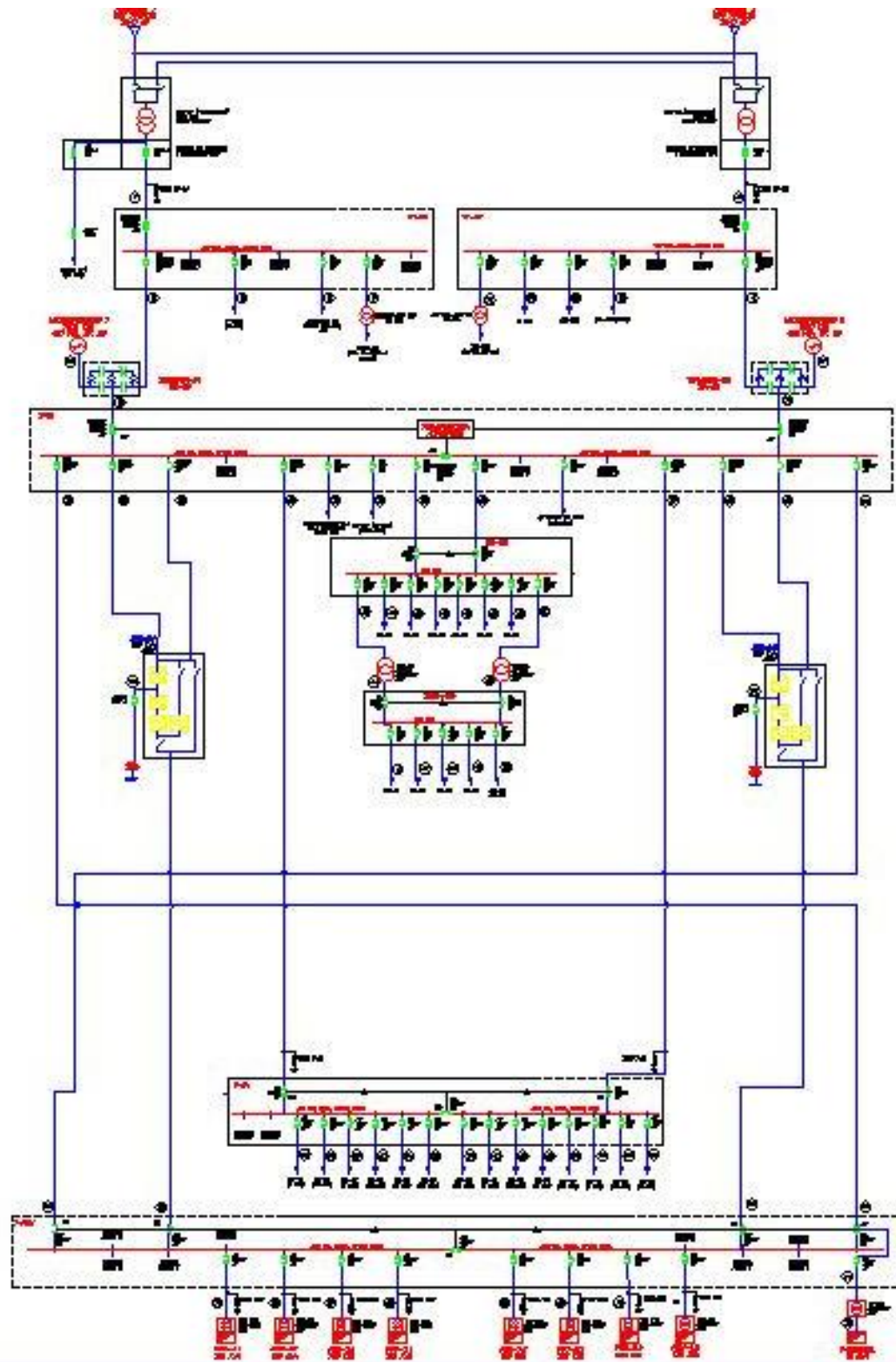


Figura A1. Diagrama unifilar actual

ANEXO 2

[Catalogo de los fabricantes de los equipos existentes del
Centro de Datos El Hatillo]



Technical Description

**CATERPILLAR®
1000 kVA POWER MODULE
C32 ACERT® TECHNOLOGY
50 / 60 Hz CONVERTIBLE
SOUND ATTENUATED
ISO 20 ft. CSC CERTIFIED**

**400 V, 50 Hz, 1000 kVA (800 EKW)
480 V, 60 Hz, 910 EKW**





3.6.2 60 Hz Technical Data - Caterpillar® SR4B® Generator 2628094

kW Rating:	910	Frequency	60
Power Factor:	0.80	Insulation	H
kVA Rating:	1140	Poles	4
Duty (C):	105	Excitation	PM
Frame:	693	Winding Type	Random
RPM:	1800	Leads	6
Volts:	480	Pitch	0.7222
Bearings:	2	Phases	3
Conn.	STAR	Amperage	1416

Technical
Description
Revision 1.0

CATERPILLAR – 1000 kVA
UTILITY POWER MODULE

1 May 2006

Page 17



I. Efficiency Data

Generator Efficiency		
Per Unit Load	kW	Efficiency %
0.25	227.5	91.6
0.5	455.0	94.5
0.75	682.5	95.2
1.0	910.0	95.3
1.1	1001.0	95.2

II. Reactance Data

Reactances	Per Unit	Ohms
SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS X''_d	0.1397	0.0283
SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS X''_q	0.3021	0.0612
TRANSIENT - SATURATED X'_d	0.2074	0.0420
SYNCHRONOUS - DIRECT AXIS X_d	2.9479	0.5971
SYNCHRONOUS - QUADRATURE AXIS X_q	1.4589	0.2955
NEGATIVE SEQUENCE X_2	0.2212	0.0448
ZERO SEQUENCE X_0	0.0657	0.0133

III. Time Constants (s)

Time Constants	Seconds
OPEN CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS T_{d0}	3.8410
SHORT CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS T'_d	0.2708
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS T''_{d0}	0.0054
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS T''_d	0.0045
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS T''_{q0}	0.0100
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS T''_q	0.0086
EXCITER TIME CONSTANT T_e	0.2225
ARMATURE SHORT CIRCUIT T_a	0.0451

Short Circuit Ratio: 0.39 Stator Resistance = 0.0056 Ohms Field Resistance = 1.401 Ohms

GENERADOR

- Sistema de excitación AREP (que incrementa la capacidad de arranque de motores y tiene una capacidad de mantener un 300% de la I nominal durante 10 seg.).
- Regulador de tensión 448.
- Interruptor automático tetrapolar.
- Aislamiento clase H.
- Relé de fallo a tierra.

Según la NENA: Clase B representa temperaturas de 80°C, Clase F 105°C y Clase H 125°C

FLUKE®

Fluke 430 serie II

Analizadores de energía y calidad de potencia trifásica

Capacidad de análisis de la calidad eléctrica más detallada y una nueva función de monetización de la energía patentada por Fluke

Los nuevos analizadores de energía y calidad de potencia trifásica 430 Serie II ofrecen el mejor análisis de la calidad eléctrica y presentan, por primera vez, la habilidad de cuantificar las pérdidas de energía en términos monetarios.

Los nuevos modelos Fluke 434, 435 y 437 Serie II ayudan a localizar, predecir, prevenir e identificar problemas de calidad de la energía en sistemas de distribución trifásicos y monofásicos. Además, el algoritmo de pérdida de energía patentado por Fluke, UPM (Unified Power Measurement, medida de energía unificada) mide y cuantifica las pérdidas de energía causadas por armónicos y problemas de desequilibrio, permitiendo al usuario localizar con exactitud el origen de la pérdida de energía en un sistema.



Datos técnicos

- **Calculadora de pérdida de energía:** Mediciones de energía activa y reactiva clásica, desequilibrio y potencia de armónicos son cuantificados para localizar pérdidas reales de energía en el sistema en dólares (otras divisas locales disponibles).
- **Eficiencia del inversor de potencia:** Mide simultáneamente la potencia de salida CA y la potencia de entrada CC para sistemas electrónicos de potencia usando la pinza CC opcional.
- **Captura de datos PowerWave:** Los analizadores 435 y 437 de la Serie II capturan rápidamente datos RMS, muestran medios ciclos y formas de onda para caracterizar las dinámicas de los sistemas eléctricos (arranques de generadores, conmutación de UPS, etc.).
- **Captura de forma de onda:** Los modelos 435 y 437 de la Serie II capturan 100/120 ciclos (50/60 Hz) de cada evento que se detecta en todos los modos, sin configuración.
- **Modo automático de transitorios:** Los analizadores 435 y 437 de la Serie II capturan datos de formas de onda de 200 kHz en todas las fases simultáneamente hasta 6 kV.
- **Completamente compatible con la clase A:** Los analizadores 435 y 437 de la Serie II realizan pruebas conforme a la exigente norma internacional IEC 61000-4-30 Clase A.
- **Señalización de la red eléctrica:** Los analizadores 435 y 437 de la Serie II miden interferencias causadas por señales de control de cargas a frecuencias específicas.
- **Medición de 400 Hz:** El analizador 437 de la Serie II captura mediciones de la calidad de potencia eléctrica en sistemas de energía militares o los utilizados en aviones.
- **Identificación de problemas en tiempo real:** Analice las tendencias utilizando cursores y la función zoom.
- **La clasificación de seguridad más alta de la industria:** 600 V CAT IV/1000 V CAT III. Clasificado para uso en la entrada del servicio.
- **Mida las tres fases y el neutro:** Con cuatro puntas de prueba de corriente flexibles incluidas con un mejorado diseño delgado para adaptarse a los lugares más estrechos.
- **Tendencia automática:** Cada medición se registra siempre automáticamente, sin necesidad de configuración alguna.
- **Monitor del sistema:** Diez parámetros de calidad de potencia en una sola pantalla, de acuerdo con la norma de calidad de potencia eléctrica EN50160.
- **Función de registrador:** Configurado para cualquier condición de prueba con memoria de hasta 600 parámetros a intervalos definidos por el usuario.
- **Visualización de gráficos y generación de informes:** Con el software de análisis incluido.
- **Vida útil de la batería:** Siete horas de tiempo de funcionamiento por carga en un pack de baterías de ión litio.

El analizador de la calidad de energía y potencia eléctrica trifásica 437 Serie II estará disponible a principios del 2012

ASCO 7000 SERIES Power Transfer Switches



ASCO[®]


EMERSON[™]
Network Power

ASCO® 7000 SERIES Power Switching Solutions



Fig. 2: Four pole, Closed Transition Transfer Switch rated 1000 Amperes in Type 1 enclosure.

Closed Transition Transfer Switching

ASCO Automatic Closed Transition Transfer Switches feature main contacts that overlap, permitting the transfer of electrical loads without power interruption. The switch transfers in a make-before-break mode if both sources are within acceptable parameters. Control logic continuously monitors source conditions and automatically determines whether the load transfer should be open (conventional non-overlap mode) or closed transition. Available 150 through 4000 Amperes.

Closed Transition Transfer within 5 electrical degrees is achieved passively, without control of engine generator set. Therefore, no additional control wire runs are required between the ATS and engine generator set governor. Plus, protective relaying may not be required under normal operation since the contact overlap time is less than 100 milliseconds (consult your local utility on protective relay requirements).

Failure to synchronize indication and extended parallel time protection is built-in to all 7000 SERIES closed transition controls to prevent abnormal operation.

Delayed Transition Transfer Switching

ASCO Delayed Transition Transfer Switches are designed to provide transfer of loads between power sources with a timed load disconnect position for an adjustable period of time. Applications include older style variable frequency drives, rectifier banks, and load management applications.

- Available in 150 through 4000 Amperes.
- Utilizes reliable, field proven solenoid operating mechanisms.
- Mechanical interlocks to prevent direct connection of both sources.
- Indicator light (16mm, industrial grade type LED) for load disconnect position.
- Adjustable time delay for load disconnect position.



Fig. 3: Four pole, Delayed Transition Transfer Switch rated 2000 Amperes.

ASCO® 7000 SERIES Power Switching Solutions

Non-Automatic Transfer Switching

ASCO Non-Automatic Transfer Switches are electrically operated units which are operated with manual control switches mounted locally or at remote locations.

- Sizes from 30 through 4000 Amperes.
- Microprocessor based controller provides for addition of optional accessories.
- Controller prevents inadvertent operation under low voltage conditions.
- Low control circuit operating currents allow for long line runs between remotely mounted manual control switches and the transfer switch.
- Source acceptability lights inform operator if sources are available to accept load.
- Standard inphase monitor can be activated for transferring motor loads.



Fig. 4: Three pole Non-Automatic, electrically operated 400 ampere switch shown in Type 1 enclosure.

Withstand and Close-On Ratings for all 7000 SERIES Products

UL 1008 Withstand and Close-On Ratings¹

Frame	Switch Rating (Amps)		Current Limiting Fuses					Specific Breaker		Any Breaker 3		Short Time Ratings (RMS Symmetrical)						
			Ratings		Recommended Fuses			RMS Symmetrical Amps	Volts Max.	RMS Symmetrical Amps	Volts Max.	@ 480V Max.				@ 600V Max.		
	Transfer Switches	Bypass Switches	RMS Symmetrical Amps	Volts Max.	Max Size, A	Class	6					8	18	30	6	8	18	30
D	30	-	100kA	480V	60	J	-	-	10kA	600V	N/A				N/A			
D	70, 100, 125, 150	-	200kA	480V	200	J	22kA	480V	10kA	600V	N/A				N/A			
D	200	-	200kA	480V	200	J	22kA	480V	10kA	480V	N/A				N/A			
D	230	-	100kA	480V	300	J	22kA	480V	10kA	480V	N/A				N/A			
J	150*, 260, 400, 600 *150 for CTS and DTS only	150, 200, 230, 260, 400, 600	200kA	600V	600	J	50kA	480V	65kA	240V	N/A				N/A			
					800	L	42kA	600V	42kA ⁶	480V	N/A				N/A			
					-	-	-	600V	35kA	600V	N/A				N/A			
H	800 - 1200	800 - 1200	200kA	600V	1600	L	65kA	600V	50kA	600V	36kA	N/A	N/A					
G	1600 - 2000	-	200kA	600V	2500	L	-	-	85kA ⁵	600V	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
S	800 - 2000	800 - 2000	200kA	480V	3000	L	-	-	100kA	480V	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
S	800 - 2000	800 - 2000	200kA	600V	2500	L	-	-	-	-	65kA				65kA			
S	1600 - 2000	1600 - 2000	200kA	600V	2500	L	-	-	-	-	85kA				85kA			
G	1600 - 2000	1600 - 2000	200kA	600V	3000	L	125kA	480V	100kA	600V	42kA	N/A	42kA	N/A	42kA	N/A		
G	2600 - 3000	2600 - 3000	200kA	600V	4000	L	-	-	100kA	600V	42kA	N/A	42kA ⁷	N/A	42kA ⁷	N/A		
G	3200	-	200kA	480V	4000	L	-	-	100kA	480V	N/A				N/A			
G	4000	4000	200kA	600V	5000	L	-	600V	100kA	600V	85kA	65kA	65kA					

- Notes: 1) All WCR values indicated are tested in accordance with the requirements of UL 1008. See ASCO Pub. 1128 for more WCR information.
 2) Application requirements may permit higher WCR for certain sizes of switch. Contact ASCO for guidance if application requires higher WCR.
 3) Based on 3 cycles for 260-4000A and 1.5 cycles for 30-230A switches. Applicable to circuit breakers with instantaneous trip elements.
 4) Short Time ratings are provided for applications involving circuit breakers that utilize trip delay settings for system selective coordination.
 5) Optional front connected service (Acqy 40MY and 40NY) limits 1600 and 2000A G Frame switches.
 6) Not applicable to switches utilizing overlapping neutral (code "C").
 7) 3000A ATB does not have 600V short time rating.

ASCO® 7000 SERIES Power Switching Solutions

Bypass and Isolation Handles - Simple as 1, 2, 3

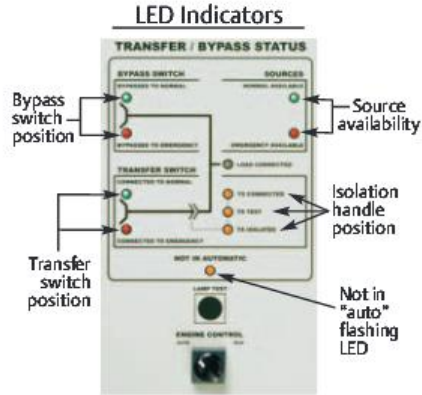


Fig. 11: Transfer Bypass Status Panel*

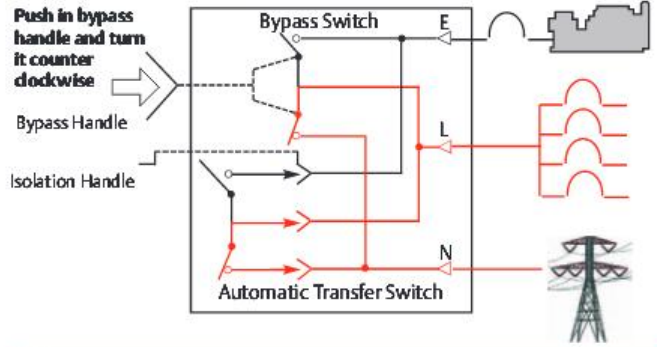
*Standard on switches up through H 1200A. Specify ACC 82E for G-frame 1600-4000A.



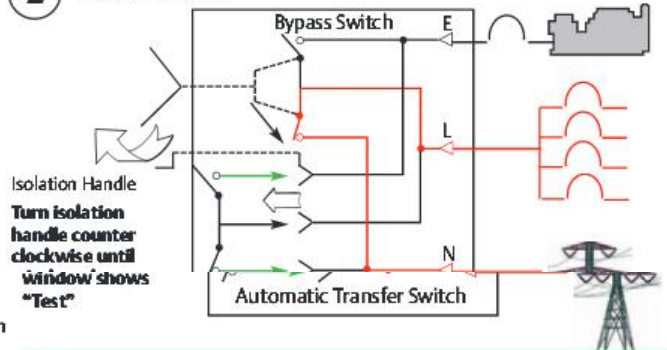
Mechanical isolation handle position window (connected/test/isolate)

Fig. 12: Bypass-Isolation Switch user interface

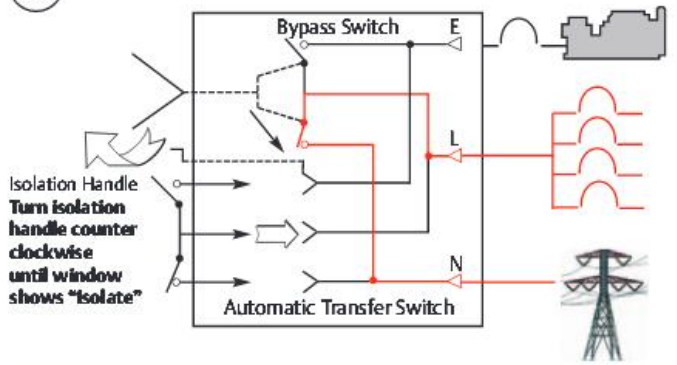
1 Bypass to Normal



2 Test Position

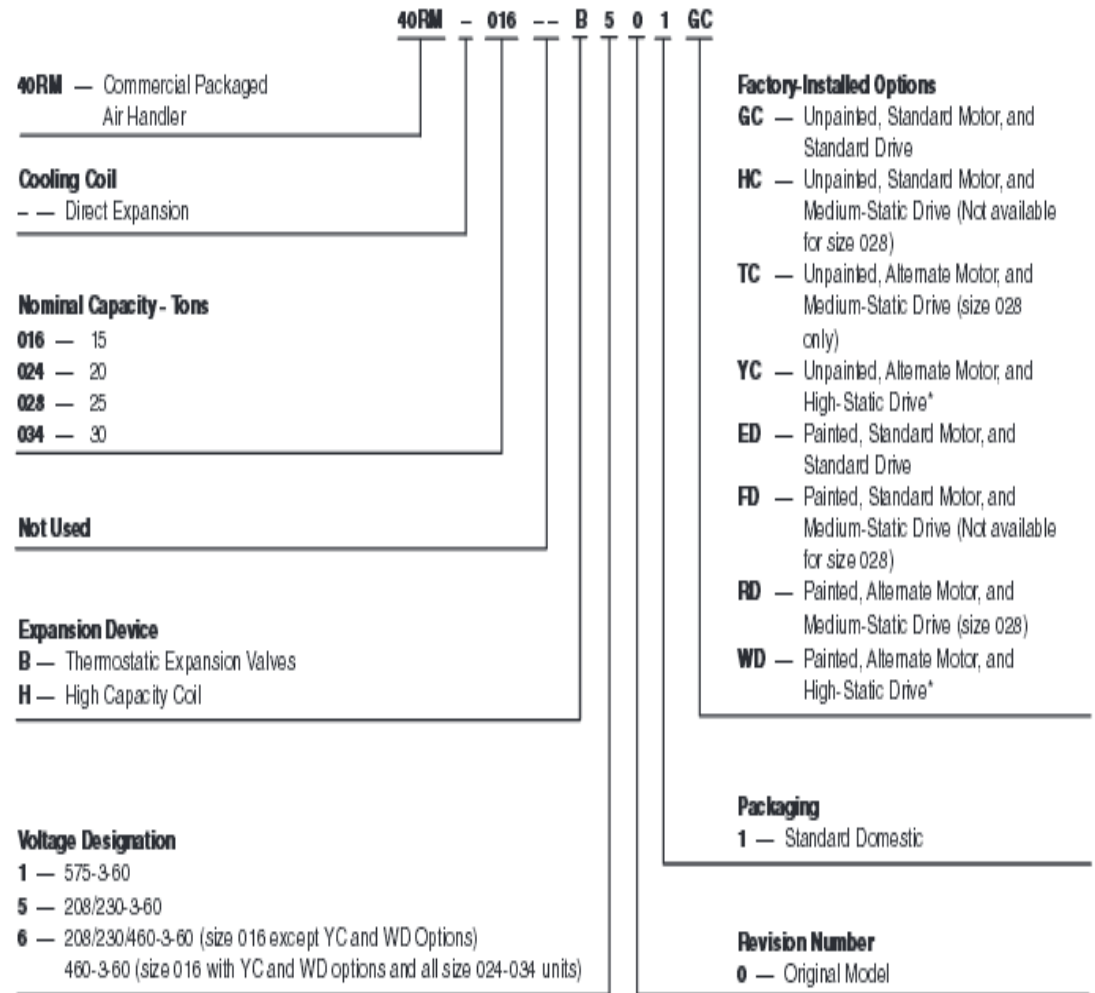


3 Isolation Position



Key:
 — Represents Current Flow
 — In test position control panel remains energized to allow for electrical operation of a transfer switch.

Model number nomenclature — 40RM



*Size 034 units use 10 Hp motor only; YC and WD option codes for 034 size designate standard motor and high-static drive.

Quality Assurance
 Certified to ISO 9001:2000

Physical data



40RM016-034 UNITS

UNIT 40RM	016	024	028	034
NOMINAL CAPACITY (tons)	15	20	25	30
OPERATING WEIGHTS (lb)				
Base Unit with TXV (3-Row/4-Row)	685/713	690/730	1020/1050	1030/1062
Plenum	225	225	325	325
FANS				
Qty...Diam. (in.)	2...15	2...15	2...18	2...18
Nominal Airflow (cfm)	6000	8000	10,000	12,000
Airflow Range (cfm)	4500-7500	6000-10,000	7500-12,500	9000-15,000
Nominal Hp (Standard Motor)				
208/230-3-60 and 460-3-60	3.7	5.0	7.5	10.0
575-3-60	3.0	5.0	7.5	10.0
Speed (rpm)				
208/230-3-60 and 460-3-60	1725	1745	1745	1745
575-3-60	1725	1745	1755	1755
REFRIGERANT	R-22			
Operating charge (lb)	2.5/2.5	3.5/3.5	4.5/4.5	5.0/5.0
(approx per circuit)*				
DIRECT-EXPANSION COIL	Enhanced Copper Tubes; Aluminum Sine-Wave Fins			
Max Working Pressure (psig)	435			
Face Area (sq ft total)	17.67	19.88	24.86	29.83
No. of Splits	2	2	2	2
Split Type...Percentage	Face...50/50			
No. of Circuits per Split (3 Row/4 Row)	12/16	13/18	15/20	18/24
Fins/in.	15	17	15	15
STEAM COIL				
Max Working Pressure (psig)†	175			
Face Area (sq ft total)	13.33	13.33	15.0	15.0
Rows...Fins/in.	1...10	1...10	1...10	1...10
HOT WATER COIL				
Max Working Pressure (psig)	150			
Face Area (sq ft total)	13.33	13.33	15.0	15.0
Rows...Fins/in.	2...8.5	2...8.5	2...12.5	2...12.5
Water Volume				
(gal)	13.9		14.3	
(ft ³)	1.85		1.90	
PIPING CONNECTIONS				
Qty...Size (in.)				
DX Coil — Suction (ODF)	2...1 ¹ / ₈	2...1 ¹ / ₈	2...1 ³ / ₈	2...1 ³ / ₈
DX Coil — Liquid Refrigerant (ODF)			2...3/ ₈	
Steam Coil, In (MPT)			1...2 ¹ / ₂	
Steam Coil, Out (MPT)			1...1 ¹ / ₂	
Hot Water Coil, In (MPT)			1...2	
Hot Water Coil, Out (MPT)			1...2	
Condensate (PVC)			1...1 ¹ / ₄	
FILTERS	Throwaway — Factory Supplied			
Qty...Size (in.)	4...16 x 20 x 2		4...16 x 24 x 2	
Access Location	4...16 x 24 x 2	Either Side		4...20 x 25 x 2

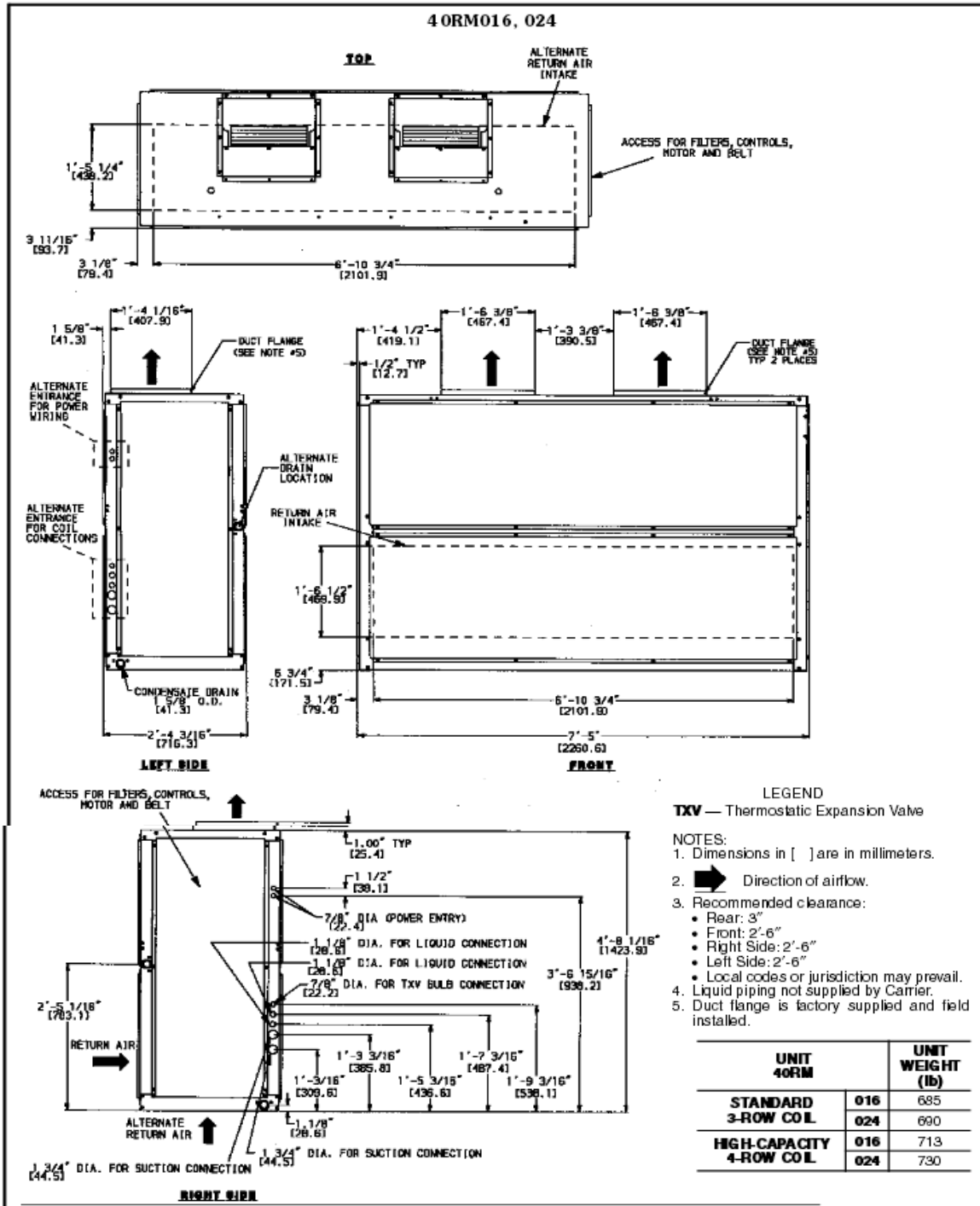
LEGEND

TXV — Thermostatic Expansion Valve

*Units are shipped without refrigerant charge.

†Maximum working pressure (psig) at 400 F.

Dimensions



Performance data



40RM WITH STANDARD 3-ROW COIL FAN PERFORMANCE DATA — 0.0-2.4 ESP

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	EXTERNAL STATIC PRESSURE (in. wg)													
		0.0		0.2		0.4		0.6		0.8		1.0		1.2	
		Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp
016	4,500	428	0.59	475	0.70	570	0.99	656	1.33	730	1.68	796	2.02	856	2.38
	5,300	488	0.92	528	1.04	609	1.34	689	1.71	762	2.11	827	2.51	886	2.92
	6,000	542	1.29	578	1.43	649	1.74	721	2.11	791	2.55	855	3.00	914	3.46
	6,800	604	1.83	637	1.99	700	2.32	763	2.70	826	3.15	888	3.64	946	4.15
	7,500	660	2.42	690	2.59	747	2.95	804	3.34	861	3.79	919	4.29	975	4.83
024	6,000	532	1.25	569	1.39	639	1.69	711	2.06	781	2.48	846	2.93	905	3.39
	7,000	608	1.93	641	2.09	702	2.42	763	2.80	824	3.23	885	3.71	943	4.23
	8,000	686	2.83	716	3.01	770	3.38	823	3.77	876	4.21	930	4.70	983	5.24
	9,000	764	3.97	791	4.18	841	4.59	888	5.02	935	5.47	982	5.96	1030	6.51
	10,000	843	5.38	868	5.62	914	6.09	957	6.55	1000	7.02	1042	7.53	1084	8.08
028	7,500	456	1.29	490	1.47	556	1.85	621	2.25	678	2.64	729	3.06	778	3.60
	8,750	521	1.98	551	2.18	608	2.61	664	3.07	720	3.53	770	3.99	816	4.45
	10,000	587	2.88	614	3.11	664	3.59	714	4.09	763	4.62	812	5.15	857	5.68
	11,250	653	4.03	678	4.29	724	4.82	768	5.37	812	5.95	856	6.54	899	7.14
	12,500	720	5.46	743	5.75	785	6.33	825	6.93	865	7.55	904	8.20	944	8.86
034	9,000	521	1.99	550	2.25	616	2.77	676	3.23	731	3.72	782	4.20	829	4.70
	10,500	596	3.16	623	3.40	672	3.89	720	4.40	767	4.94	814	5.50	859	6.05
	12,000	673	4.63	698	4.90	743	5.45	785	6.02	826	6.62	867	7.23	908	7.87
	13,500	751	6.51	773	6.82	815	7.44	853	8.06	890	8.71	927	9.38	963	10.07
	15,000	829	8.84	850	9.19	888	9.88	924	10.57	958	11.27	991	11.99	1024	12.73

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	EXTERNAL STATIC PRESSURE (in. wg)											
		1.4		1.6		1.8		2.0		2.2		2.4	
		Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp
016	4,500	912	2.75	967	3.13	1019	3.52	1070	3.92	1120	4.35	1168	4.79
	5,300	940	3.33	992	3.75	1041	4.18	1088	4.61	1134	5.06	1179	5.52
	6,000	968	3.92	1018	4.38	1066	4.85	1112	5.32	1156	5.80	1198	6.29
	6,800	1000	4.67	1050	5.19	1097	5.71	1142	6.23	1185	6.76	—	—
	7,500	1028	5.39	1078	5.97	1125	6.54	1170	7.11	—	—	—	—
024	6,000	954	3.83	1005	4.27	1052	4.72	1098	5.22	1142	5.67	—	—
	7,000	990	4.74	1040	5.24	1090	5.80	1135	6.30	1176	6.84	—	—
	8,000	1028	5.79	1078	6.38	1130	7.00	1173	7.60	—	—	—	—
	9,000	1073	7.11	1120	7.72	1169	8.37	—	—	—	—	—	—
	10,000	1126	8.75	1166	9.37	—	—	—	—	—	—	—	—
028	7,500	831	4.41	870	5.10	913	5.90	950	6.88	985	7.70	—	—
	8,750	859	4.97	901	5.59	944	6.42	980	7.20	1020	8.10	—	—
	10,000	900	6.20	939	6.74	976	7.33	1013	8.00	1050	8.82	—	—
	11,250	941	7.73	980	8.32	1017	8.90	1052	9.51	1086	10.16	—	—
	12,500	984	9.53	1022	10.19	1058	10.84	1093	11.49	—	—	—	—
034	9,000	866	5.20	899	5.85	950	6.65	989	7.38	1029	8.32	1077	9.74
	10,500	902	6.60	942	7.14	980	7.70	1016	8.31	1051	8.99	1085	9.77
	12,000	949	8.50	988	9.14	1026	9.76	1062	10.38	1095	11.01	—	—
	13,500	1000	10.78	1036	11.49	1073	12.21	—	—	—	—	—	—
	15,000	1067	13.46	1096	14.39	—	—	—	—	—	—	—	—

LEGEND
Bhp — Brake Horsepower Input to Fan
ESP — External Static Pressure

Bold indicates special field-supplied drive is required.
 Plain type indicates standard drive and standard motor.
Underline indicates a different motor and drive combination is required.
 Refer to the fan motor and drive tables, pages 61 and 62, to complete the selection.

- NOTES:**
- Maximum allowable fan speed is 1100 rpm for unit sizes 028 and 034; 1200 rpm for all other sizes.
 - Fan performance is based on deductions for wet coil, clean 2-in. filters, and unit casing. See right for factory-supplied filter pressure drop.
 - Factory-supplied motor for 034 size is standard 10 Hp motor only; alternate motor not available.

FACTORY-SUPPLIED FILTER PRESSURE DROP (in. wg)

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	PRESSURE DROP (in. wg)
016	4,500	0.08
	6,000	0.12
	7,500	0.17
024	6,000	0.12
	8,000	0.19
	10,000	0.26
028	7,500	0.15
	10,000	0.22
	12,500	0.30
034	9,000	0.19
	12,000	0.29
	15,000	0.40

Performance data (cont)



40RM WITH HIGH-CAPACITY 4-ROW COIL FAN PERFORMANCE DATA — 0.0-2.4 ESP

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	EXTERNAL STATIC PRESSURE (in. wg)													
		0.0		0.2		0.4		0.6		0.8		1.0		1.2	
		Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp
016	4,500	437	0.61	483	0.72	576	1.01	660	1.35	<u>732</u>	1.69	797	2.03	856	2.38
	5,300	499	0.95	538	1.07	617	1.37	696	1.74	<u>767</u>	2.13	830	2.53	888	2.94
	6,000	555	1.34	590	1.48	659	1.79	<u>730</u>	2.17	<u>798</u>	2.59	860	3.04	918	3.49
	6,800	620	1.91	651	2.06	712	2.39	<u>774</u>	2.78	<u>836</u>	3.22	896	3.71	952	4.21
	7,500	677	2.52	706	2.69	761	3.04	<u>817</u>	3.44	<u>873</u>	3.89	929	4.39	984	4.93
024	6,000	542	1.29	577	1.42	646	1.72	716	2.09	785	2.51	849	2.95	907	3.40
	7,000	620	1.99	652	2.15	711	2.48	771	2.85	831	3.28	890	3.76	947	4.27
	8,000	700	2.92	728	3.10	781	3.46	833	3.85	885	4.29	938	4.78	990	5.32
	9,000	781	4.10	806	4.30	854	4.71	900	5.13	946	5.58	993	6.08	1039	6.62
	10,000	862	5.56	885	5.79	929	6.24	971	6.70	1012	7.18	1054	7.69	1096	8.24
028	7,500	476	1.39	510	1.58	579	1.99	644	2.40	701	2.81	752	3.29	804	3.96
	8,750	545	2.14	574	2.35	633	2.81	691	3.29	747	3.77	797	4.25	842	4.76
	10,000	615	3.12	641	3.36	692	3.87	743	4.41	794	4.96	843	5.51	888	6.05
	11,250	685	4.37	709	4.64	754	5.20	800	5.79	845	6.40	891	7.02	935	7.64
	12,500	756	5.92	778	6.22	819	6.83	860	7.47	901	8.14	942	8.83	983	9.52
034	9,000	539	2.18	569	2.39	626	2.85	683	3.34	739	3.83	791	4.32	837	4.82
	10,500	620	3.37	646	3.62	695	4.13	744	4.68	793	5.25	842	5.83	888	6.41
	12,000	701	4.94	724	5.22	769	5.80	811	6.40	854	7.04	897	7.69	940	8.36
	13,500	783	6.95	804	7.27	844	7.91	883	8.57	920	9.26	958	9.97	996	10.71
	15,000	865	9.45	884	9.81	921	10.52	956	11.24	991	11.98	1025	12.75	1059	13.54

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	EXTERNAL STATIC PRESSURE (in. wg)											
		1.4		1.6		1.8		2.0		2.2		2.4	
		Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp	Rpm	Bhp
016	4,500	912	2.75	967	3.12	1019	3.52	1070	3.92	1120	4.35	1168	4.79
	5,300	942	3.34	992	3.76	1041	4.18	1088	4.61	1134	5.06	1179	5.52
	6,000	971	3.95	1020	4.40	1067	4.86	1112	5.33	1156	5.81	1198	6.29
	6,800	1005	4.72	1054	5.23	1101	5.75	1145	6.27	1187	6.79	—	—
	7,500	<u>1036</u>	5.48	1084	6.04	1131	6.61	1174	7.17	—	—	—	—
024	6,000	961	3.86	1011	4.31	1058	4.77	1104	5.24	1147	5.71	—	—
	7,000	1000	4.79	1050	5.32	1097	5.85	1142	6.38	1184	6.91	—	—
	8,000	1041	5.88	1090	6.47	1137	7.07	1181	7.67	—	—	—	—
	9,000	1086	7.21	1133	7.82	1178	8.47	—	—	—	—	—	—
	10,000	1138	8.83	1180	9.46	—	—	—	—	—	—	—	—
028	7,500	874	5.33	897	5.91	940	6.80	990	7.50	—	—	—	—
	8,750	886	5.36	930	6.13	982	7.32	1020	8.10	—	—	—	—
	10,000	930	6.60	969	7.20	1007	7.89	1045	8.71	—	—	—	—
	11,250	976	8.25	1014	8.86	1051	9.49	1086	10.17	—	—	—	—
	12,500	1023	10.20	1061	10.88	1097	11.56	—	—	—	—	—	—
034	9,000	881	5.37	923	6.03	967	6.89	1020	8.25	—	—	—	—
	10,500	930	6.97	970	7.55	1008	8.17	1045	8.86	—	—	—	—
	12,000	981	9.02	1021	9.67	1058	10.32	1094	10.97	—	—	—	—
	13,500	1035	11.45	1072	12.20	—	—	—	—	—	—	—	—
	15,000	1093	14.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

LEGEND

Bhp — Brake Horsepower Input to Fan
ESP — External Static Pressure

Bold indicates special field-supplied drive is required.
 Plain type indicates standard drive and standard motor.
Underline indicates a different motor and drive combination is required.
 Refer to the fan motor and drive tables, pages 61 and 62, to complete the selection.

NOTES:

- Maximum allowable fan speed is 1100 rpm for unit sizes 028 and 034; 1200 rpm for all other sizes.
- Fan performance is based on deductions for wet coil, clean 2-in. filters, and unit casing. See right for factory-supplied filter pressure drop.
- Factory-supplied motor for 034 size is standard 10 Hp motor only; alternate motor not available.

FACTORY-SUPPLIED FILTER PRESSURE DROP (in. wg)

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	PRESSURE DROP (in. wg)
016	4,500	0.08
	6,000	0.12
	7,500	0.17
024	6,000	0.12
	8,000	0.19
	10,000	0.26
028	7,500	0.15
	10,000	0.22
	12,500	0.30
034	9,000	0.19
	12,000	0.29
	15,000	0.40



**40RM ACCESSORY PLENUM AIR THROW DATA
(ft)**

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	VANE DEFLECTION		
		Straight	22½°	45°
016	6,000	50	43	31
024	8,000	60	51	37
028	10,000	76	65	47
034	12,000	85	72	52

NOTE: Throw distances shown are for 75 fpm terminal velocity. Use the following multipliers to determine throw values for other terminal velocities.

TERMINAL VELOCITY (Fpm)	THROW FACTOR
50	X 1.50
100	X 0.75
150	X 0.50

40RM ACCESSORY PRESSURE DROP (in. wg)

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	DISCHARGE PLENUM	RETURN AIR GRILLE	HEATING COILS			ECONOMIZER
				Hot Water	Steam	Electric	
016	4,500	0.10	0.01	0.15	0.15	0.06	0.06
	6,000	0.16	0.02	0.23	0.23	0.10	0.09
	7,500	0.23	0.03	0.33	0.33	0.15	0.15
024	6,000	0.16	0.02	0.23	0.23	0.10	0.09
	8,000	0.26	0.04	0.37	0.37	0.17	0.17
	10,000	0.37	0.06	0.53	0.53	0.26	0.28
028	7,500	0.15	0.02	0.28	0.28	0.09	0.06
	10,000	0.24	0.03	0.44	0.44	0.16	0.09
	12,500	0.34	0.05	0.63	0.63	0.24	0.14
034	9,000	0.20	0.03	0.37	0.37	0.13	0.08
	12,000	0.32	0.05	0.59	0.59	0.22	0.14
	15,000	0.46	0.07	0.85	0.85	0.34	0.21

40RM HYDRONIC HEATING CAPACITIES

UNIT 40RM	AIRFLOW (Cfm)	1-ROW STEAM*		2-ROW HOT WATER COIL†			
		Cap.	Ldb	Cap.	Ldb	Gpm	PD
016	4,500	402	141	412.0	145	41.2	4.5
	6,000	458	129	471.0	133	47.1	5.5
	7,500	479	118	529.0	125	52.9	6.6
024	6,000	458	129	506.0	138	50.6	5.1
	8,000	487	115	584.0	128	58.4	6.3
	10,000	499	105	652.0	120	65.2	7.5
028	7,500	511	122	649.0	140	64.9	5.7
	10,000	575	112	752.0	130	75.2	7.1
	12,500	626	106	842.0	122	84.2	8.5
034	9,000	560	117	735.0	136	73.5	6.2
	12,000	621	107	850.0	126	85.0	7.8
	15,000	670	101	950.0	119	95.0	9.3

LEGEND

Cap. — Capacity (Btuh in thousands)
Ldb — Leaving-Air Dry-Bulb Temp (F)
PD — Pressure Drop (ft water)

*Based on 5 psig steam, 60 F entering-air temperature. All steam coils are non-freeze type.

†Based on 200 F entering water, 20 F water temperature drop, 60 F entering-air temperature.

NOTES:

- Maximum operating limits for steam heating coils: 175 psig at 400 F.
- Maximum operating limit for hot water heating coils is 150 psig.
- Leaving db = ent db (F) + $\frac{\text{Capacity (Btuh)}}{1.1 \times \text{cfm}}$
- See Heating Correction Factors table.

40RM HEATING CORRECTION FACTORS

HOT WATER COIL						
Water Temp Drop (F)	Ent Water Temp (F)	Entering-Air Temp (F)				
		40	50	60	70	80
10	140	0.72	0.64	0.57	0.49	0.41
	160	0.89	0.81	0.74	0.66	0.58
	180	1.06	0.98	0.90	0.83	0.75
	200	1.22	1.15	1.07	1.00	0.92
	220	1.39	1.32	1.24	1.17	1.09
20	140	0.64	0.57	0.49	0.41	0.33
	160	0.81	0.74	0.66	0.58	0.51
	180	0.98	0.91	0.83	0.75	0.68
	200	1.15	1.08	1.00	0.93	0.85
	220	1.32	1.25	1.17	1.10	1.02
30	140	0.56	0.49	0.41	0.33	0.24
	160	0.74	0.66	0.58	0.51	0.43
	180	0.91	0.83	0.76	0.68	0.60
	200	1.08	1.00	0.93	0.85	0.78
	220	1.25	1.18	1.10	1.03	0.95

STEAM COIL					
Steam Pressure (psig)	Entering-Air Temp (F)				
	40	50	60	70	80
0	1.06	0.98	0.91	0.85	0.78
2	1.09	1.02	0.95	0.89	0.82
5	1.13	1.06	1.00	0.93	0.87

NOTE: Multiply capacity given in the Hydronic Heating Capacities table by the correction factor for conditions at which unit is actually operating. Correct leaving-air temperature using formula in Note 3 of Hydronic Heating Capacities table.

Electrical data



40RM STANDARD MOTORS

UNIT 40RM	V*-PH-Hz	VOLTAGE LIMITS	FAN MOTOR		POWER SUPPLY	
			Hp	FLA	MCA	MOCP
016	208/230-3-60	187-253	3.7	10.2	12.8	20
	460-3-60	414-506	3.7	4.8	6.0	15
	575-3-60	518-632	3.0	3.8	4.8	15
024	208/230-3-60	187-253	5.0	15.3/12.8	19.1/16.0	30/25
	460-3-60	414-506	5.0	6.4	8.0	15
	575-3-60	518-632	5.0	5.1	6.4	15
028	208/230-3-60	187-253	7.5	21.5/19.4	28.0/24.3	50/40
	460-3-60	414-506	7.5	9.7	12.1	20
	575-3-60	518-632	7.5	7.8	9.8	15
034	208/230-3-60	187-253	10.0	28.2/26.8	35.3/33.5	60/60
	460-3-60	414-506	10.0	13.4	16.8	30
	575-3-60	518-632	10.0	10.3	12.9	20

40RM ALTERNATE MOTORS

UNIT 40RM	V*-PH-Hz	VOLTAGE LIMITS	FAN MOTOR		POWER SUPPLY	
			Hp	FLA	MCA	MOCP
016	208/230-3-60	187-253	5.0	15.3/12.8	19.1/16.0	30/25
	460-3-60	414-506	5.0	6.4	8.0	15
	575-3-60	518-632	5.0	5.1	6.4	15
024	208/230-3-60	187-253	7.5	22.5/19.4	20.8/24.3	50/40
	460-3-60	414-506	7.5	9.7	12.1	20
	575-3-60	518-632	7.5	7.8	9.8	15
028	208/230-3-60	187-253	10.0	28.2/26.8	35.3/33.5	60/60
	460-3-60	414-506	10.0	13.4	16.8	30
	575-3-60	518-632	10.0	10.3	12.9	20

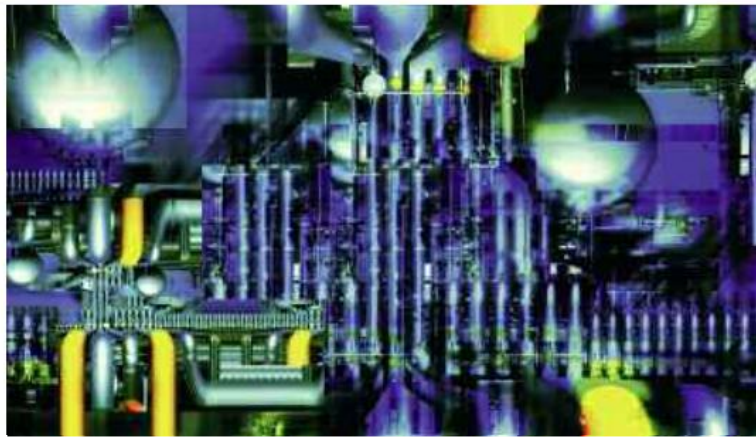
LEGEND

- FLA** — Full Load Amps
- MCA** — Minimum Circuit Amps
- MOCP** — Maximum Overcurrent Protection

*Motors are designed for satisfactory operation within 10% of nominal voltages shown. Voltages should not exceed the limits shown in the Voltage Limits column.



Liebert Hipulse E
Alta Eficacia en Entrada UPS



Liebert Hipulse E

UPS Alta Eficacia



El incremento sofisticado de las aplicaciones críticas e hipercríticas hoy en día en el mundo digital y la dependencia de mejorar el negocio en tales aplicaciones han llevado a Emerson Network Power ha diseñar el UPS Liebert Hipulse para proporcionar una alta calidad y disponibilidad de la energía.

Habiendo capturado extensivamente las necesidades del cliente y analizando el mismo con un valor del análisis de 360°, el Hipulse E se ha diseñado para entregar cuidadosamente un alto valor: Coeficiente de Inversión.

La actuación de prueba y fiabilidad de la serie Hipulse Liebert, combinada con la gratitud del cliente y los valores agregados han hecho que el Hipulse Liebert E sea una opción obvia para el mundo.

De la fiabilidad a la disponibilidad, de la escalabilidad a la redundancia, del fácil manejo al mantenimiento, paralelismo a la conectividad, de la protección de la inversión al bajo costo de propiedad, cualquier valor que usted necesite, el sistema Liebert Hipulse E se dirige eficazmente y eficientemente mejor en la industria.

El Liebert Hipulse E, como uno de nuestros primeros miembros de nuestra serie de soluciones de calidad, está mante-

niendo alrededor del mundo un valor de 360° con casi todas las aplicaciones críticas concebibles, algunas de las cuales se enumeran abajo para su referencia.

El Liebert Hipulse E (con la verdadera asistencia en línea de topología de doble conversión) entra en ocho valuaciones populares, yendo desde 120 a 800KVA (400V, 50/60 Hz). Recogiendo cuidadosamente la dirección apropiada para el cliente donde uno de sus objetivos es lograr la alta proporción "disponibilidad-precio".

Las mejores aplicaciones de Liebert Hipulse E son:

- Tecnología de la información
 - Centro de Datos
 - Servidores (LAN, WAN, MAN, ERP, e-mail, web y otros)
 - Networking
- Telecomunicaciones
 - Móviles (2G, 2.5G, 3G y semejantes)
 - Fixed (incluido WiLL)
- Automatización Industrial
 - Procesos (incluyendo instrumentación)
 - Movimiento (digital & robótica)
- Transporte automatización
 - Automatización de aeropuertos y registro de vuelos
 - Otros incluidos trenes y transporte por carretera automatización y reserve de tickets
- Bancos, Seguros y Servicios financieros
- Desarrollo de Software
- Parques Tecnológicos
- Automatización de Edificios
 - Control de Acceso
 - Sistema de Seguridad
 - Sistema de Alarmas de Incendio
 - Luces de Emergencia
 - Otras Aplicaciones críticas
- Diagnóstico Médico
 - Resonancias Magnéticas
 - Escaners
 - Laboratorios
- Satélite
 - Transmisión
 - Estación en Tierra



Información
Tecnología



Salas de Centro
Datos



Recursos de
Telecomunicaciones



Network



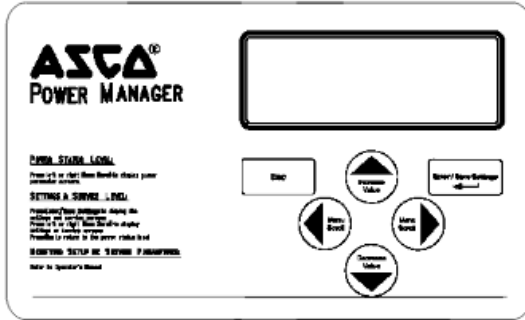
Recursos
Industriales



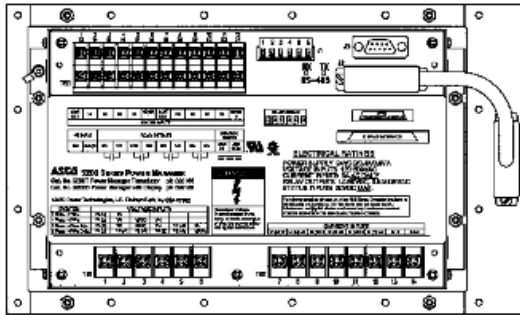
Diagnósticos
Médicos

Operator's Manual

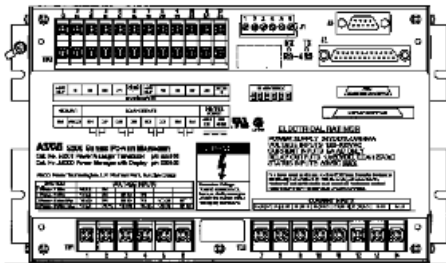
ASCO® 5200 SERIES POWER MANAGER



Catalog 5200D (Accessory 85 when ordered with an ASCO ATS) Power Manager Display, front view – typical enclosure door mounting.



Rear view – Catalog 5200D Power Manager Transducer attached to the back of the Display.



Catalog 5200T (Accessory 75 when ordered with an ASCO ATS) Power Manager Transducer only (without the Display).

Note: When the 5200 Series Power Manager is provided as Accessory 75 or 85 on a 7000 Series ATS product, also refer to the drawings provided with the ATS.

TABLE OF CONTENTS

	section-page
INTRODUCTION	
General Information	1-1
Measurement Conventions	1-3
Measurement Specifications	1-4
Device Ratings	1-5
INSTALLATION	
Mounting	2-1
Outline Mounting Drawing	627122
Connections	2-2
Communication Network Connections	2-3
Wiring Diagram (4 pages)	629155
Control Overview	2-4
INITIAL SETUP	
Password Selection	3-1
Electrical System & Monitored Source	3-2
PT & CT Ratios	3-3
Serial Communication Interfaces	3-4, 3-5
Reset Energy Level	3-8
Reset Maximum Demand Level	3-9
Watt Demand Window Size	3-10
Setpoint Output Relay	3-11
KW Demand High / Low Setpoints and Reset Time Delay	3-12
OPERATING THE POWER MANAGER	
Operation	4-1
INDEX	back page



⚠ DANGER

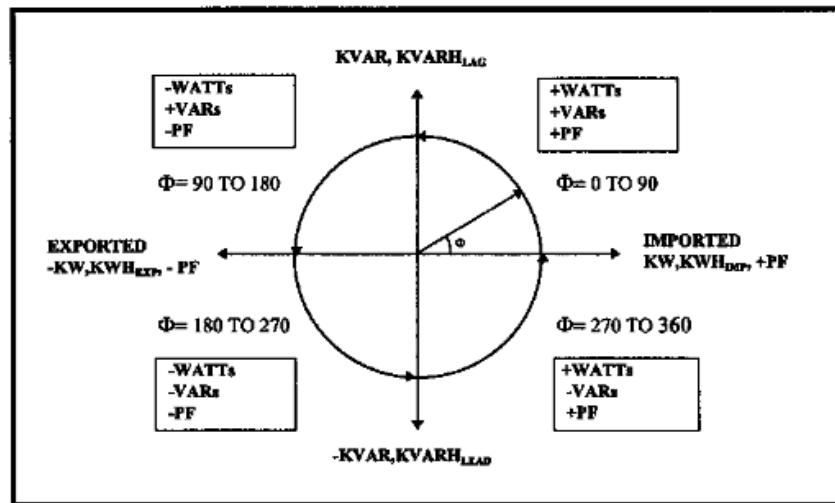
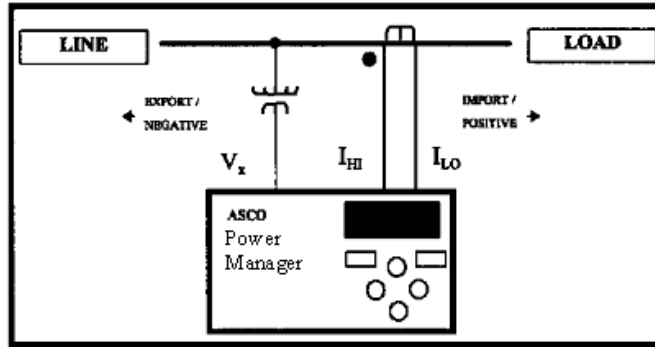
To avoid possible shock, burns, or death, deenergize all electrical sources before making any connections to the Power Manager.

⚠ CAUTION

The protection provided by the equipment may be impaired if the Power Manager is used in a manner not specified by ASCO.

Measurement Conventions

The following diagrams show how the 5200 Series Power Manager interprets and displays signed (+, -) values for power, power factor and energy parameters. Please note that the polarity of the Watts, VARs, Power Factor, energy import/export, and lag/lead readings can be reversed by reversing the polarity of the CTs connected to the Power Manager.



DEFINITIONS:

$$\Phi = (\text{phase angle between voltage and current}) = \Phi_v - \Phi_I$$

$$\Phi_v = \text{phase angle of voltage signal}$$

$$\Phi_I = \text{phase angle of current signal}$$

LAGGING $\Phi = (0 < \Phi < 90^\circ)$ for positive power flow. To illustrate this condition, assume $\Phi_v = 0$ and $(-90^\circ < \Phi_I < 0)$. This results in $(0 < \Phi < 90^\circ)$, so it would be stated that Φ_I LAGS Φ_v for positive power flow.

LEADING $\Phi = (-90^\circ < \Phi < 0)$ for positive power flow. To illustrate this condition, assume $\Phi_v = 0$ and $(0 < \Phi_I < 90^\circ)$. This results in $(-90^\circ < \Phi < 0)$, so it would be stated that Φ_I LEADS Φ_v for positive power flow.

Measurement Specifications

NOTE: The accuracy specifications are subject to change.
Contact ASCO Power Technologies for more information.

- Temperature : 25°C / 77°F
- Frequency : 50.0 Hz or 60.0 Hz
- Current input : 2 % < I_{FULL SCALE} < 125 %
- Sensing type: True RMS up to and including the 21st harmonic.

Parameter (full scale)		Accuracy (% full scale)	Display	
			Resolution	Range
Current (I)	5.000 A	0.25 %	0.25 %	0 – 29 999 ¹
Voltage (V)	120 V	1.00 %	1.00 %	0 – 59 999 ²
	600 V	0.25 %	0.25 %	0 – 59 999 ²
Active Power (per element)	600 W	1.00 %	0.25 %	0 – 29 999 ³
	3000 W	0.25 %	0.10 %	0 – 29 999 ³
Reactive Power (per element)	600 VAR	1.00 %	0.25 %	0 – 29 999 ³
	3000 VAR	0.25 %	0.10 %	0 – 29 999 ³
Apparent Power (per element)	600 VA	1.00 %	0.25 %	0 – 29 999 ³
	3000 VA	0.25 %	0.10 %	0 – 29 999 ³
Active Energy (KWH)		1.00 % of reading	0.10 %	0 – 1 999 999 999
Reactive Energy (KVARH)		1.00 % of reading	0.10 %	0 – 1 999 999 999
Apparent Energy (KVAH)		1.00 % of reading	0.10 %	0 – 1 999 999 999
Power Factor (PF)		1.00 %	0.01 PF	–0.0 to 1.00 to +0,0
Frequency (Hz)		0.25 %	0.1 Hz	40 to 100 Hz

NOTES:

¹ Reads in KA (i.e., 10.00 KA) for currents over 9,999 A.

² Reads in KV (i.e., 10.0 KV) for voltages over 9,999 V.

³ Reads in MW, MVAR, MVA for readings over 9,999 K.

DISTRIBUTION TRANSFORMERS SPECIFICATION #1212.01



12.47kV Grd Wye Padmount & Polemount

Material Specification 1212.01 Distribution Transformers – Padmount & Polemount

7 PAD-MOUNTED TRANSFORMERS – THREE PHASE

7.1 Ratings

- 7.1.1 All ratings shall be for 60 Hertz alternating current, oil immersed, self-cooled transformers capable of continuous operation at rated KVA without exceeding either a 65⁰ C average temperature rise or an 80⁰ C hot spot temperature rise.
- 7.1.2 The electrical characteristics of the completely assembled high and low voltage terminals shall be in accordance with IEEE C57.12.26, Table 3 and Table 4.
- 7.1.3 The basic impulse level (BIL) shall be 95 kV.

7.2 Transformer Type

- 7.2.1 Transformers shall be loop feed construction, in accordance with Figure 2 of IEEE C57.12.26.

7.3 Core Construction

- 7.3.1 The core shall be either triplex or five-legged construction.

7.4 Pressure Relief Device

- 7.4.1 All transformers shall be designed such that all excessive pressure build-ups are released without damage to the tank in accordance with IEEE C57.12.26.
- 7.4.2 All transformers shall be equipped with a pressure relief device (either Tomco Series 1776K or Qualitrol Model 202-032-1).

7.5 Transformer Taps

- 7.5.1 No transformer taps are required.

7.6 High Voltage Bushings

- 7.6.1 Transformers shall come equipped with high voltage bushing wells and corresponding load break inserts for dead front application. The bushing wells shall be externally clamped, 200-amp rated, separable, and rated for primary switching per IEEE 386.
- 7.6.2 The load-break bushing inserts shall be Cooper Power Systems (Catalog No. LBI 215 or Elastimold (Catalog No. 1601A4).
- 7.6.3 The primary neutral shall be insulated and no H₀ bushing provided on Y-Δ transformers.
- 7.6.4 Inserts shall be shipped with physically wired down & secured dust caps or use a dust cap equipped with a pressure relief hole to prevent pressure build up in the dust cap that would cause loss of the dust cap.

7.7 Low Voltage Bushings

- 7.7.1 Transformers shall be equipped with fully insulated, low voltage bushings, in accordance with Fig. 8(a) of IEEE C57.12.26.
- 7.7.2 Transformers shall be furnished with the following NEMA standard stud or spade terminals as per IEEE C57.12.26 Fig. 9.

Material Specification 1212.01 Distribution Transformers – Padmount & Polemount

Table 6: Three Phase Padmount Transformers – Terminal Sizes		
KVA	Secondary Voltage	Terminal Size
75-300	480Y/277	Stud, 5/8" – 11 UNC – 2A (Fig. 9d)
75-150	240, 208Y/120	
225-300	240, 208Y/120	Stud, 1" – 14 UNC – 2A With 6 hole Spade (Fig. 9d)
500	480Y/277	
500	240	Spade, 6 hole - (Fig. 9b)
500	208Y/120	
750	240	
750-1500	480Y/277	Spade, 10 hole - (Fig. 9c)
750-1500	208Y/120	
1000	240	
2000-2500	480Y/277	

7.7.3 Ten-hole spade pads shall be furnished with additional support, as designed by the manufacturer. The supports shall be attached to the pads at the farthest point from the tank wall and attached in a manner so as to not interfere with the use of any of the pad's holes.

7.8 Grounding Lugs

7.8.1 Transformers shall be furnished with a total of 3 ground lugs: one ground lug installed in the transformer low-voltage ground provision and two ground lugs installed in the transformer high-voltage ground provision.

7.8.2 The ground lugs shall be Fargo (Catalog No. GC-207).

7.9 Compartmental Locking

7.9.1 All hinged or removable cabinet access lids or doors shall have a three point latch and be provided with a 9/16" stainless steel or silicon bronze Pentahead captive bolt locking device and provisions for padlocking. The Pentahead bolt shall be coordinated so that it must be engaged before a padlock can be inserted into or removed from the hasp. All transformers shall meet the requirements for tamper-resistance of NEMA TR-1 and Western Underground Guide No. 2.13.

7.10 Hand Holes

7.10.1 A bolted on tank hand hole shall be secured against tampering by some means accessible only from the inside of the compartment.

7.11 Fusing

7.11.1 Transformers shall be provided with Cooper Power Systems Bay-O-Net fuse holders. They shall be of the sidewall mount type with flapper, Cat. No. 40003616C99FV.

7.11.2 Transformers shall be provided with Cooper Power Systems Bay-O-Net, dual sensing, load break, externally removable fuses. They shall also be provided with internally mounted partial range current limiting fuses (CLF) manufactured by Cooper Power Systems.

7.11.3 The partial range current limiting fuses (type ELSP) shall be placed in series with the Bay-O-Net fuse holder and be mounted internally under oil. Partial range current limiting fuses shall have a nominal voltage rating of 8.3kV.

7.11.4 Oil drip shields shall be provided with the Bay-O-Net fuse holder and be designed to catch and hold oil. Oil drip shields that redirect oil rather than catch and hold it will not be allowed.

Material Specification 1212.01 Distribution Transformers – Padmount & Polemount

7.12 Transformer Tanks

- 7.12.1 Transformer tanks shall be constructed in accordance with IEEE C57.12.26.
- 7.12.2 Grounding provisions shall consist of three grounding pads, two on the HV compartment and one on the LV compartment side of the transformer. The tapped holes shall be plugged during painting to prevent coating of the threads.
- 7.12.3 For transformers 300 kVA and larger, the front cabinet apparatus compartment shall have side panels that open, extend, and lock allowing side entry to termination compartments and less restricted space.
- 7.12.4 For transformers 300 kVA and larger, Roof sections shall be able to be raised to allow vertical cable pulling / support.

7.13 Oil Drain Valve

- 7.13.1 Transformers shall come equipped with an oil drain valve installed at the bottom edge in the transformer secondary compartment, ¾" minimum diameter, gate or ball activated.

7.14 Labeling

- 7.14.1 A danger label, complying with ANSI Z535, shall be located on the inside of the transformer and readily visible whenever the first equipment door is open.

7.15 Accessories

- 7.15.1 In addition to standard accessories, each transformer 1500 KVA and larger shall be properly equipped with the following gauges mounted in the low voltage compartment.
 - 7.15.1.1 Oil Level Gauge.
 - 7.15.1.2 Dial thermometer with maximum top oil temperature indicator and magnetic reset.
 - 7.15.1.3 Tank Pressure Vacuum Gauge.

7.16 Tank Dimensions

- 7.16.1 The maximum dimensions of the 3 phase Padmount transformers shall be as shown below. These dimensions do not include cooling fins.

	75 KVA Mini-Pad	150 to 500 KVA	750 to 2500 KVA
Height	42" max	70" max	89" max
Width	44.5" max	72" max	88" max
Depth	42" max	62" max	66" max

- 7.16.2 Depth of Apparatus Compartment - The minimum depth of the apparatus compartment (except 75KVA mini-pad) shall be 24 inches, as shown in Dimension F of Figure 7 of IEEE Standard C57.12.26 - 1992.
- 7.16.3 Cooling Fins - Cooling fins shall not extend further than 12 inches beyond the dimensions shown above.

26.1-18 Power Circuit Breakers & Insulated-Case Circuit Breakers Microprocessor Trip Units

EATON

September 2011
Sheet 26.020

General Description—Magnum DS and SB Trip Units

26

Digitrip 520 Trip Unit



Digitrip 520 Trip Unit with Basic Overcurrent Protection

The Digitrip 520 is a simple basic trip unit with three available types of protection (LI, LSI and LSIG). Up to nine rotary-type current and time settings provide for maximum flexibility in curve-shaping and multi-unit coordination.

- The Instantaneous function (I) includes an off position setting when Short Time (S) protection is provided to increase application flexibility in the field
- I^2t time delay settings for better curve shaping when Short Time (S) and Ground Fault (G) protective functions are selected
- Zone Selective Interlocking (ZSI) provided when Short Time (S) and/or Ground Fault (G) protective functions are selected. ZSI provides hard-wired positive system coordination, allowing the breaker closest to the fault to trip first, thus avoiding unnecessary and costly system downtime. ZSI is a useful method to reduce arc flash

Digitrip 520M Trip Unit



Digitrip 520M Trip Unit with Four-Digit LCD Display and Ampere-based Metering, Alarms and System Diagnostics

The Digitrip 520M is available with three types of protection (LSI, LSIG and LSIA) and includes the following added features:

- Four-digit LCD display with a step pushbutton to scroll through the display data, including ampere-based metering of phase, neutral and ground currents, plus operational and cause-of-trip diagnostic information
- When specified, the Power Relay Module (PRM) is supplied to perform the following features:
 - Power up the trip unit display from an external customer supplied source through the breaker secondary contacts to retain the cause-of-trip and magnitude of trip information
 - Provide relay contact for remote indication of overload (LSI) or ground trip (LSIG) or ground alarm (LSIA)
- Type LSIA units alarm only when ground fault settings are exceeded, which is quite useful in critical power applications
- Plug receptacle for auxiliary power module to power up the trip unit display during bench testing remote from the switchgear

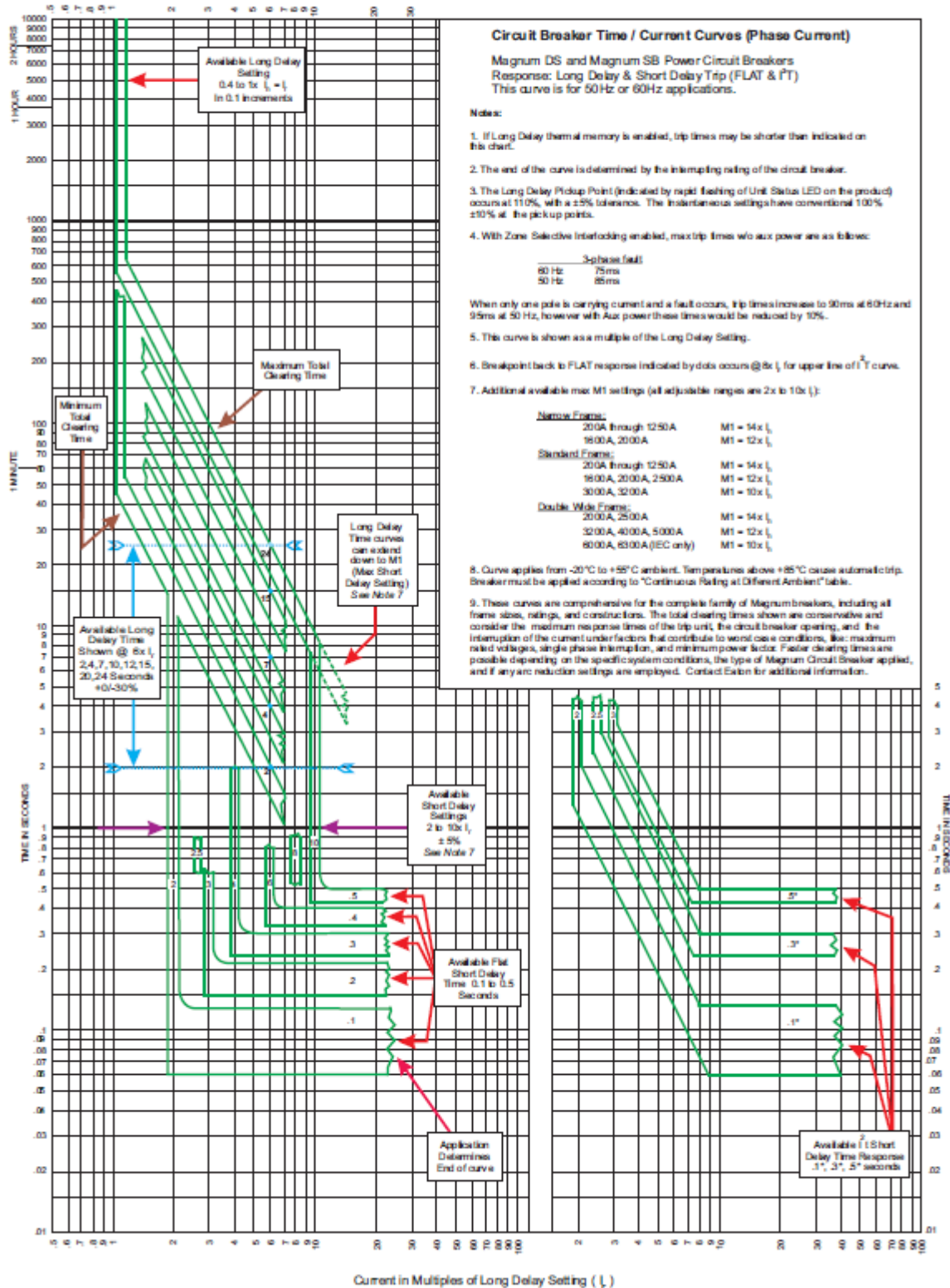
Digitrip 520MC Trip Unit



Digitrip 520MC Trip Unit With Arcflash Reduction Maintenance System, Four-Digit LCD Display and Ampere-based Communications

The Digitrip 520MC is available in three types of protection (LSI, LSIG and LSIA) and includes the following enhancements:

- Communications of ampere-based data, breaker status and cause-of-trip information using the INCOM™ communications system. Each trip unit has a unique hexadecimal address (001 to 999) set by rotary switches. A red transmit LED is provided to confirm communications activity. Peripheral translator devices are available to convert INCOM to other protocols like Modbus, Ethernet and so on
- Arcflash Reduction Maintenance System allows the operator to enable a special trip unit maintenance mode with a preset accelerated instantaneous override trip that can reduce arc flash energy up to 30%. This accelerated tripping results in total clearing times that are faster than standard instantaneous tripping. The arc flash reduction level is preset at the trip unit using a five-position switch that facilitates the maximum arc flash reduction setting possible while avoiding nuisance tripping. The Arcflash Reduction Maintenance System can be turned on locally at the trip unit, remotely using peripheral devices, or via communications. A blue LED provides local indication the trip unit is in the Maintenance Mode. Remote indication can be accomplished by a dedicated trip unit contact for use with a stack light or annunciator panel, or via communications



Series C F-frame circuit breaker time current curves

Note: Time/current characteristic curves for Series C* F-frame circuit breakers—voltages shown in curve headings are maximum at which the breaker may be applied. Interrupting capacity of individual breaker is tabulated on each curve.

Contents

Description	Page	Description	Page
Single-pole thermal-magnetic trip units			
Series C types EHD, FD, and HFD 15A (SC-4423-88A)	3	Series C types EHD, FD, and HFD 80A (SC-4433-88A)	13
Series C types EHD, FD, and HFD 20A (SC-4424-88A)	4	Series C types EHD, FD, and HFD 90A (SC-4434-88A)	14
Series C types EHD, FD, and HFD 25A (SC-4425-88A)	5	Series C types EHD, FD, and HFD 100A (SC-4435-88A)	15
Series C types EHD, FD, and HFD 30A (SC-4426-88A)	6	Series C types FD and HFD 110A (SC-4436-88A)	16
Series C types EHD, FD, and HFD 35A (SC-4427-88A)	7	Series C types FD and HFD 125A (SC-4437-88A)	17
Series C types EHD, FD, and HFD 40A (SC-4428-88A)	8	Series C types FD and HFD 150A (SC-4438-88A)	18
Series C types EHD, FD, and HFD 45A (SC-4429-88A)	9		
Series C types EHD, FD, and HFD 50A (SC-4430-88A)	10		
Series C types EHD, FD, and HFD 60A (SC-4431-88A)	11		
Series C types EHD, FD, and HFD 70A (SC-4432-88A)	12		

Contents (continued)

Description	Page	Description	Page
Two-, three-, and four-pole thermal-magnetic trip units			
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 15A (SC-4134-87B)	19	Series C type FDC 15A (SC-5516-93A)	37
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 20A (SC-4135-87B)	20	Series C type FDC 20A (SC-5517-93A)	38
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 25A (SC-4136-87B)	21	Series C type FDC 25A (SC-5518-93A)	39
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 30A (SC-4137-87B)	22	Series C type FDC 30A (SC-5519-93A)	40
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 35A (SC-4138-87B)	23	Series C type FDC 35A (SC-5520-93A)	41
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 40A (SC-4139-87B)	24	Series C type FDC 40A (SC-5521-93A)	42
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 45A (SC-4140-87B)	25	Series C type FDC 45A (SC-5522-93A)	43
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 50A (SC-4141-87B)	26	Series C type FDC 50A (SC-5523-93A)	44
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 60A (SC-4142-87B)	27	Series C type FDC 60A (SC-5524-93A)	45
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 70A (SC-4143-87B)	28	Series C type FDC 70A (SC-5525-93A)	46
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 80A (SC-4144-87B)	29	Series C type FDC 80A (SC-5526-93A)	47
Series C types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 90A (SC-4145-87B)	30	Series C type FDC 90A (SC-5527-93A)	48
Series C types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, EHD, FDB, FD, and HFD 100A (SC-4146-87B)	31	Series C type FDC 100A (SC-5528-93A)	49
Series C types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, FDB, FD, and HFD 110A (SC-4147-87B)	32	Series C type FDC 110A (SC-5529-93A)	50
Series C types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, FDB, FD, and HFD 125A (SC-4148-87B)	33	Series C type FDC 125A (SC-5530-93A)	51
Series C types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, FDB, FD, and HFD 150A (SC-4149-87B)	34	Series C type FDC 150A (SC-5531-93A)	52
Series C types FD and HFD 175–225A (SC-6970-98)	35	Series C type FDC 175–225A (SC-6971-98)	53
Series C types ED, EDH, EDC, EDB, and EDS 175–225A (SC-5805-94A)	36	Three-pole electronic trip units	
		Series C type FDE, HFDE, and FDCE 225A, long/short delay (TC01203015E)	54
		Series C type FDE, HFDE, and FDCE 225A, Long/short delay and I ² t (TC01203016E)	55
		Series C type FDE, HFDE, and FDCE 225A, LSIG (TC01203017E)	56

AB DE-ION Circuit Breakers—two-, three-, and four-poles

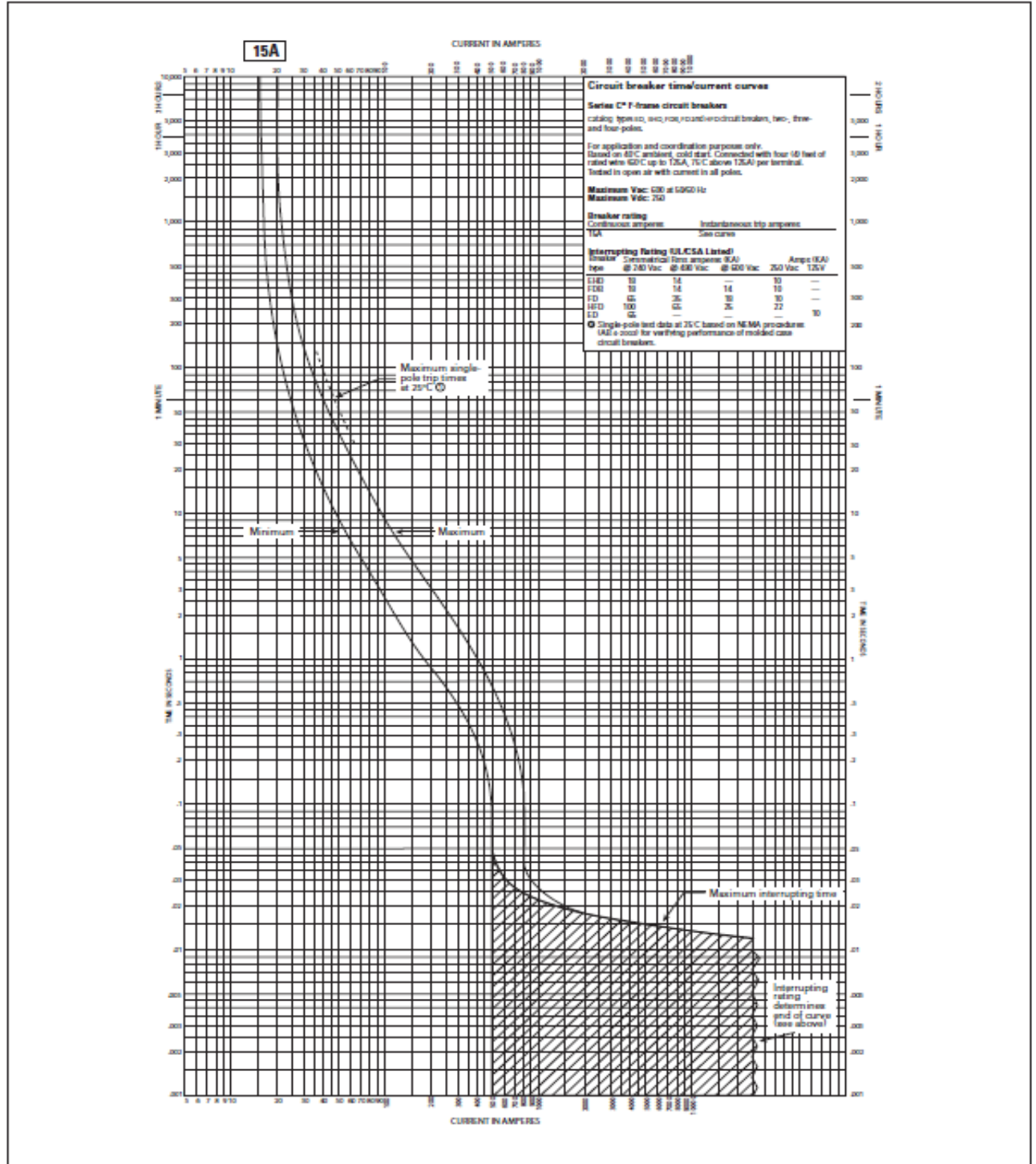


Figure 17. Types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 15A—Curve No. SC-4134-87B

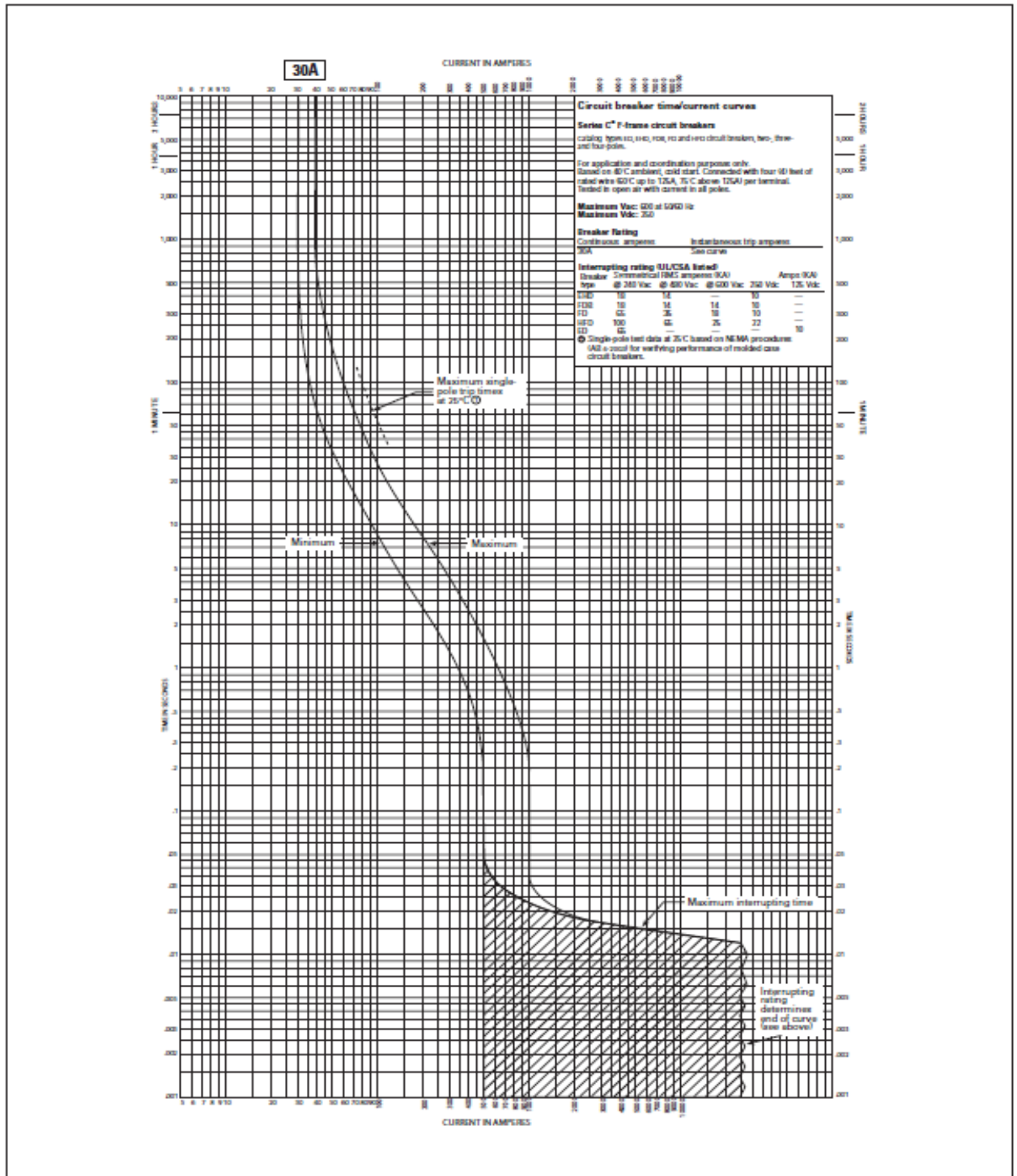


Figure 20. Types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 30A—Curve No. SC-4137-87B

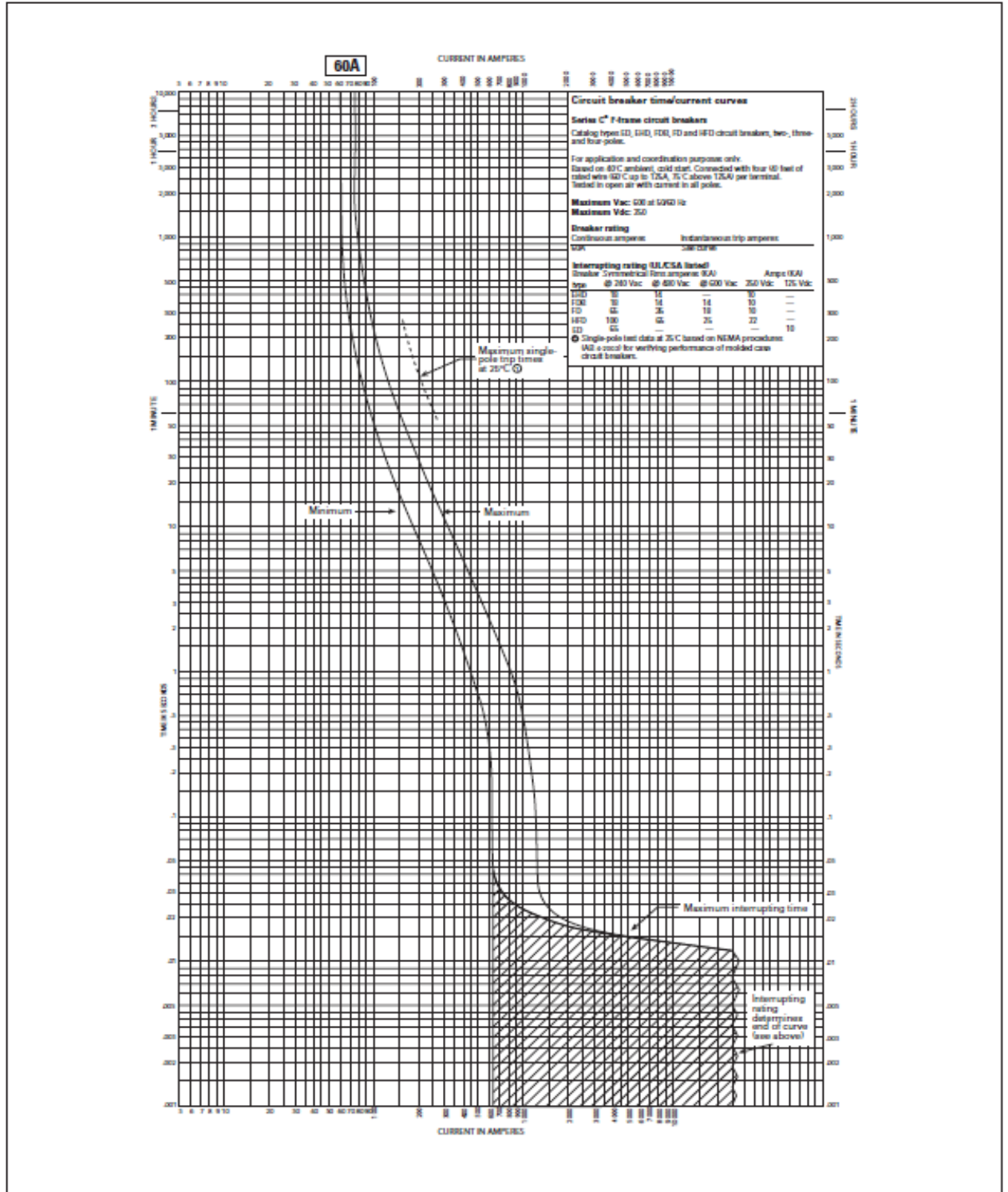
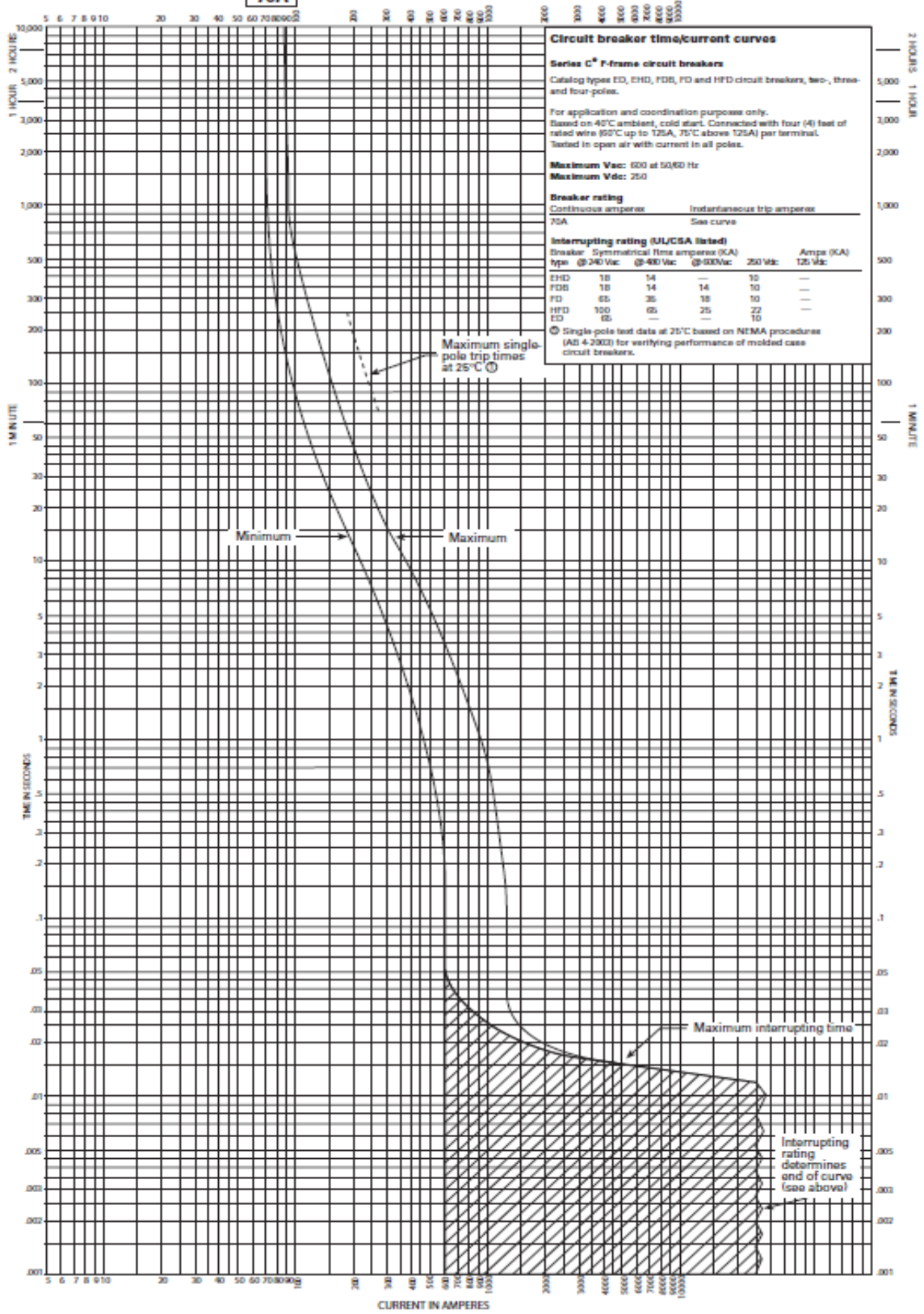


Figure 25. Types ED, EHD, FDB, FD, and HFD 60A—Curve No. SC-4142-87B

70A

CURRENT IN AMPERES



Circuit breaker time/current curves

Series C[®] F-frame circuit breakers
 Catalog types ED, EHD, FDB, FD and HFD circuit breakers, two-, three- and four-poles.

For application and coordination purposes only.
 Based on 40°C ambient, cold start. Connected with four (4) feet of rated wire (50°C up to 125A, 75°C above 125A) per terminal.
 Tested in open air with current in all poles.

Maximum Vac: 600 at 50/60 Hz
Maximum Vdc: 250

Breaker rating

Continuous amperes	Instantaneous trip amperes
70A	See curve

Interrupting rating (UL/CSA listed)
 Breaker Symmetrical rms amperes (kA)

type	@ 240 Vac	@ 480 Vac	@ 600 Vac	250 Vdc	125 Vdc
EHD	18	14	—	10	—
FDB	18	14	14	10	—
FD	65	35	18	10	—
HFD	100	65	25	22	—
ED	65	—	—	18	—

© Single pole test data at 25°C based on NEMA procedure (ANSI 4-2002) for verifying performance of molded case circuit breakers.

Maximum single-pole trip times at 25°C

Minimum

Maximum

Maximum interrupting time

Interrupting rating determines end of curve (see above)

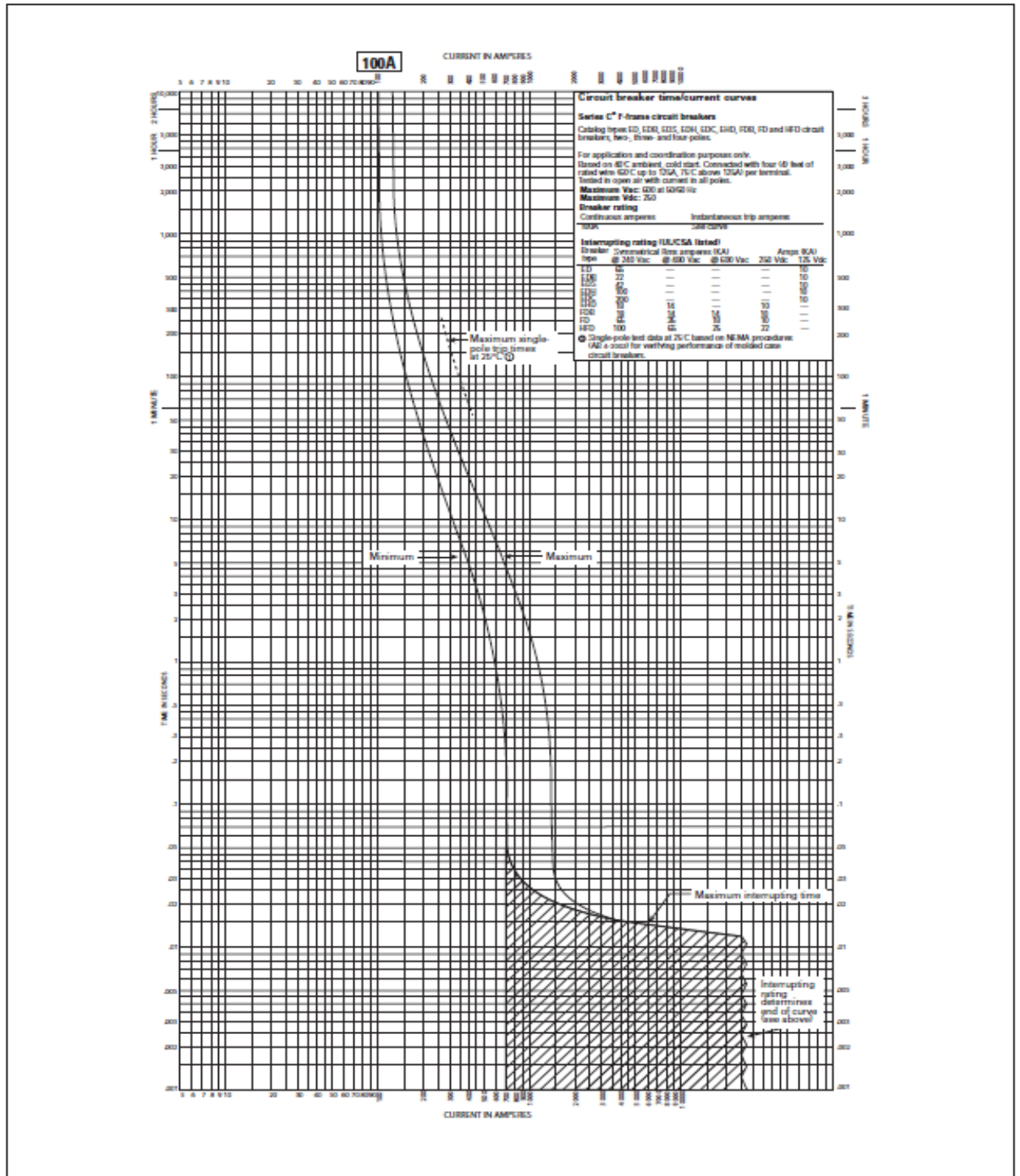
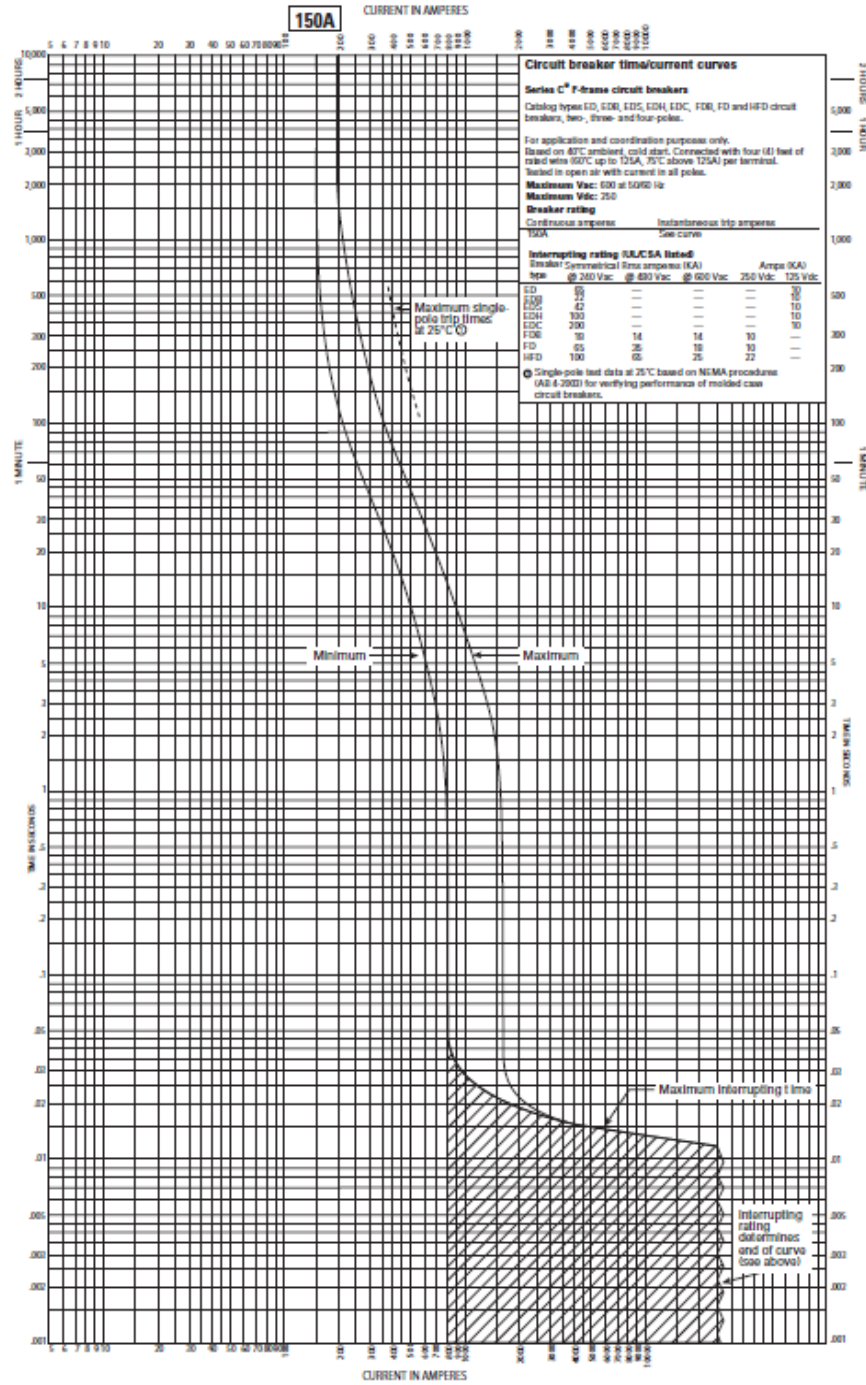


Figure 29. Types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, EHD, FDB, FD, and HFD 100A—Curve No. SC-4146-87B





Cutler-Hammer

**Series C[®]
Molded Case
Circuit Breakers
M-Frame
300-800 Amperes**

Breaker Description	Curve No.	Page
Types MDL, HMDL, MDLB, and HMDLB Equipped with Type MT Thermal-Magnetic Trip Unit, 300 to 600 Amperes	SC-6911-98	2
Types MDL, HMDL, MDLB, and HMDLB Equipped with Type MT Thermal-Magnetic Trip Unit, 700 and 800 Amperes	SC-6912-98	3
Types MDL, HMDL, CMDL, and CHMDL Equipped with Type MES Digitrip RMS 310 Trip Units, Types MES3800LS and MES3800LSG	SC-7204-99	4
Types MDL, HMDL, CMDL, and CHMDL Equipped with Type MES Digitrip RMS 310 Trip Units, Types MES3800LSI and MES3800LSIG	SC-6913-98	5
Types MDL, HMDL, CMDL, and CHMDL Equipped with Type MES Digitrip RMS 310 Trip Units, Ground Fault Protection	SC-6914-98	6

Further information may be obtained from:

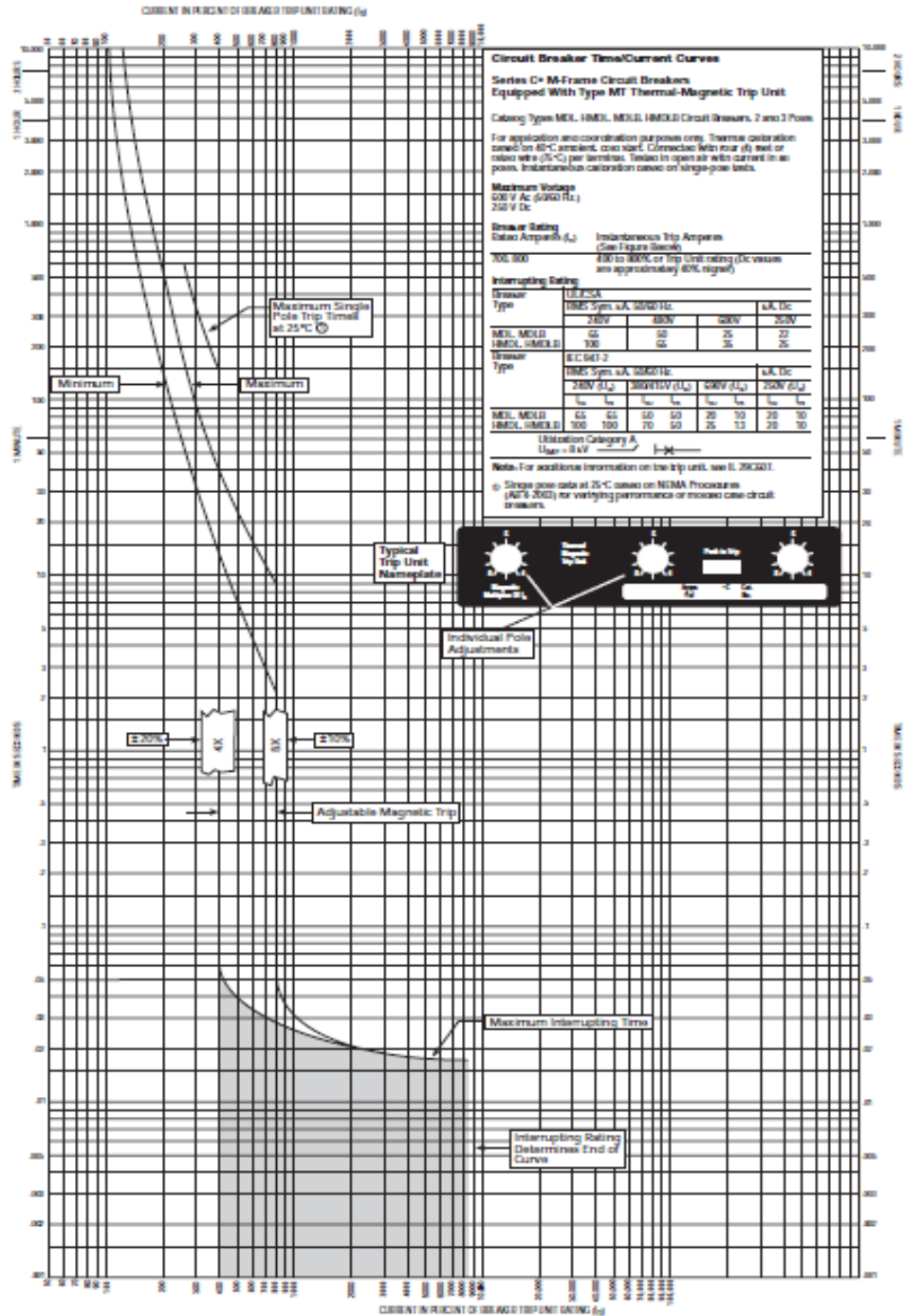
Eaton Corporation
1000 Cherrington Parkway
Moon Township, Pennsylvania 15108-4312
United States of America
Telephone: 1-800-525-2000
<http://www.eaton.com>

The latest Time Current Curves may be found at:

<http://www.cutler-hammer.eaton.com/NASApp/cs/ContentServer?pagename=C-H/DocumentSupport/DSCProdMainT>



Types MDL, HMDL, MDLB, and HMDLB Equipped with Type MT Thermal-Magnetic Trip Unit,
700 and 800 Amperes



Curve No. SC-6912-98



Cutler-Hammer

Cutler-Hammer
Westinghouse &
Cutler-Hammer Products
Five Parkway Center
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. 15220

Application Data
29-167R

Page 1

October 1997
Mailed to: E/29-100A

Time/Current Characteristic Curves for
Westinghouse Series C® R-Frame
Circuit Breakers

Westinghouse Series C® Molded Case Circuit Breakers R-Frame

Breaker Description	Curve No.	Page
Series C Types RD, CRD, RDC, CRDC Circuit Breakers Equipped With Digitrip RMS 310 Trip Unit		
Typical Instantaneous Time-Phase Current Characteristic Curve Based on I_n	SC-5629-93	2
Typical Long Delay/Short Delay Time-Phase Current Characteristic Curve Based on I_n	SC-5630-93	3
Typical Ground Fault/Protection Time/Current Characteristic Curve Based on I_n	SC-5631-93	4
Series C Types RD, CRD, RDC, CRDC Circuit Breakers Equipped With Digitrip RMS 510/610/810 Trip Units		
Typical Instantaneous Time-Phase Current Characteristic Curve Based on I_n	SC-5626-93	5
Typical Long Delay/Short Delay Time-Phase Current Characteristic Curve Based on I_r	SC-5627-93	6
Typical Ground Fault/Protection Time/Current Characteristic Curve Based on I_n	SC-5628-93	7
Series C R-Frame Circuit Breakers Equipped With 1600/2000A Digitrip OPTIM Trip Units		
Long Delay Pt, Short Delay Pt	SC-6336-96	9
Long Delay Pt, Short Delay Flat	SC-6337-96	10
Long Delay Pt, Short Delay Flat	SC-6338-96	11
Instantaneous and Override, 1600 Amperes	SC-6342-96	15
Instantaneous and Override, 2000 Amperes	SC-6343-96	16
Ground Fault or Ground Fault Alarm Only, 1600 Amperes	SC-6345-96	18
Ground Fault or Ground Fault Alarm Only, 2000 Amperes	SC-6346-96	19
Series C R-Frame Circuit Breakers Equipped With 2500A Digitrip OPTIM Trip Units		
Long Delay Pt, Short Delay Pt	SC-6339-96	12
Long Delay Pt, Short Delay Flat	SC-6340-96	13
Long Delay Pt, Short Delay Flat	SC-6341-96	14
Instantaneous and Override	SC-6344-96	17
Ground Fault or Ground Fault Alarm Only	SC-6347-96	20

Definitions

I_n is the maximum value of continuous current for which the trip unit can be set.

I_n is the basis (or reference) for both the Instantaneous and the Ground protection current settings.

The value of the rating plug is printed on the Rating Plug.

I_r is the basis for both the Long Delay and the Short Delay (if provided) protection current settings.

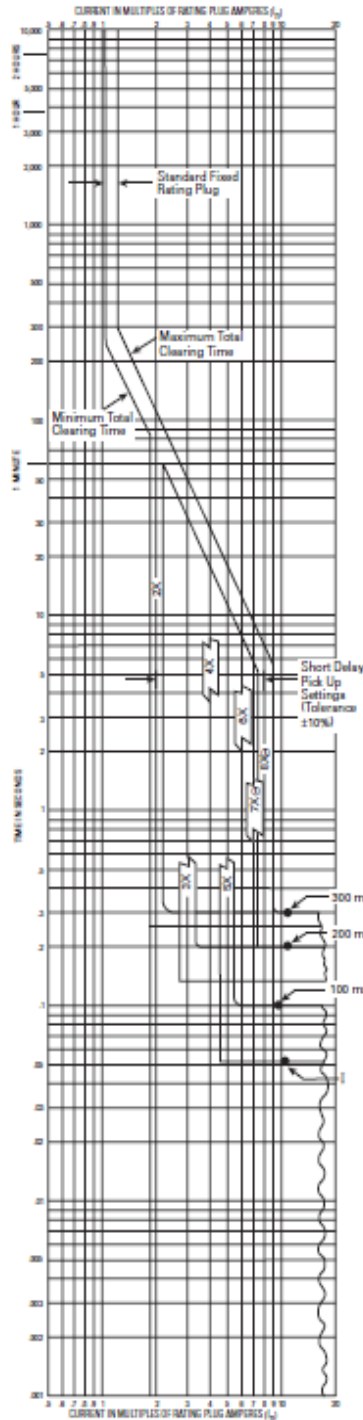
The value of I_r is the Long Delay Current Setting x I_n .

Individual oversize copies of curves listed above printed on onion-skin paper are available in limited quantity from:

Cutler-Hammer
Westinghouse &
Cutler-Hammer Products
Five Parkway Center
Pittsburgh, PA 15220

When ordering onion-skin curves, use number at bottom of page where curve appears, i.e., SC-5629-93. **Requests for full sets of curves will not be honored.**

Types RD, CRD, RDC, CRDC Equipped With Digitrip RMS 310 Trip Units. Typical Long Delay/Short Delay Time-Phase Current Characteristic Curve Based on I_n



Circuit Breaker Time/Current Curves (Phase Current) ①

Series DP R-Frame Circuit Breakers
Equipped With Type Digitrip RMS 310 Trip Units

Typical Trip Unit Nameplate

For use with Trip Unit Catalog Numbers

250A Max.	2000A Max.	2500A Max.
1NLS100L-2	1NLS2000L-2	1NLS2500L-2
1NLS100L-2P	1NLS2000L-2P	1NLS2500L-2P
1NLS100L-2	1NLS2000L-2	1NLS2500L-2

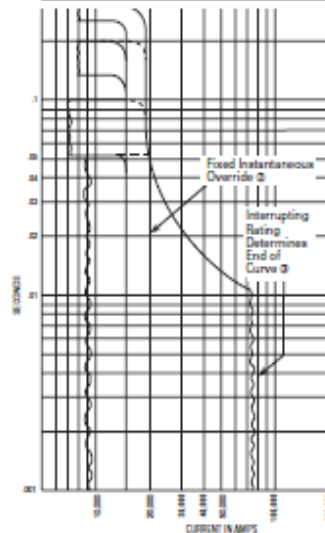
Frame Rating Amperes (Max.)	Available Rating Plugs Amperes (Rating In)	Type	Catalog Number	Short Delay Pickup Range Amperes	
500	1600	Fixed	1NLS101	3200-12000	
	1600	Fixed	1NLS107	2000-11200	
	1250	Fixed	1NLS107Sp	2500-10000	
	1200	Fixed	1NLS101	2400-8000	
	1000	Fixed	1NLS101	2000-8000	
	800	Fixed	1NLS201	1600-6000	
	800, 1000, 1200, 1600	Adj.	A1NLS101T1	1600-12000	
	800, 1000, 1250, 1600	Adj.	A1NLS101T2p	1600-12000	
	2000	2000	Fixed	2NLS201	4000-16000
		1600	Fixed	2NLS101	3200-12000
1600		Fixed	2NLS107	2000-11200	
1250		Fixed	2NLS107Sp	2500-10000	
1200		Fixed	2NLS101	2400-8000	
1000		Fixed	2NLS101	2000-8000	
1000, 1200, 1600, 2000		Adj.	A2NLS201T1	2000-16000	
1000, 1250, 1600, 2000		Adj.	A2NLS201T2p	2000-16000	
2500		2500	Fixed	2NLS207	5000-16000
		2000	Fixed	2NLS201	4000-12000
	1600	Fixed	2NLS101	3200-8000	
	1250	Fixed	2NLS107Sp	2500-7500	
	1200	Fixed	2NLS101	2400-7000	
	1200, 1600, 2000, 2500	Adj.	A2NLS207T1	2400-16000	
1250, 1600, 2000, 2500	Adj.	A2NLS207T2p	2500-16000		

**Interrupting Ratings - 50/60 Hz
RMS Sym. Amperes (kA)**

Breaker Type	UL/CSA	480V	600V	125-288V	288-2.8kV	I_{cs}
RD, CRD, RDC, CRDC	300	60	60	300	60	60

Utilization Category A
 $I_{cs} = 0.25 I_{cu}$
 $I_{up} = 8 I_{cs}$

Notes
Curve accuracy applies from -25°C to +45°C ambient. For possible ampere derating for ambient above 45°C, refer to Cutler-Hammer.
Digitrip RMS 310 trip units are suitable for functional field testing with test kit Cat. No. 21K2. For field testing using primary injection methods, follow NEMA publication AS-4-1969.
① For 2500A style, maximum short delay pickup setting = 6X.
② For high fault current levels a fixed instantaneous override is provided at 17,000A (Tolerance ±10%).
③ The end of the curve is determined by the interrupting rating of the circuit breaker. See above table.
④ For ground fault time-current curves see SC-601-63.
⑤ Not UL/CSA Listed.



AB DE-ION[®] circuit breakers

Time/current characteristic curves

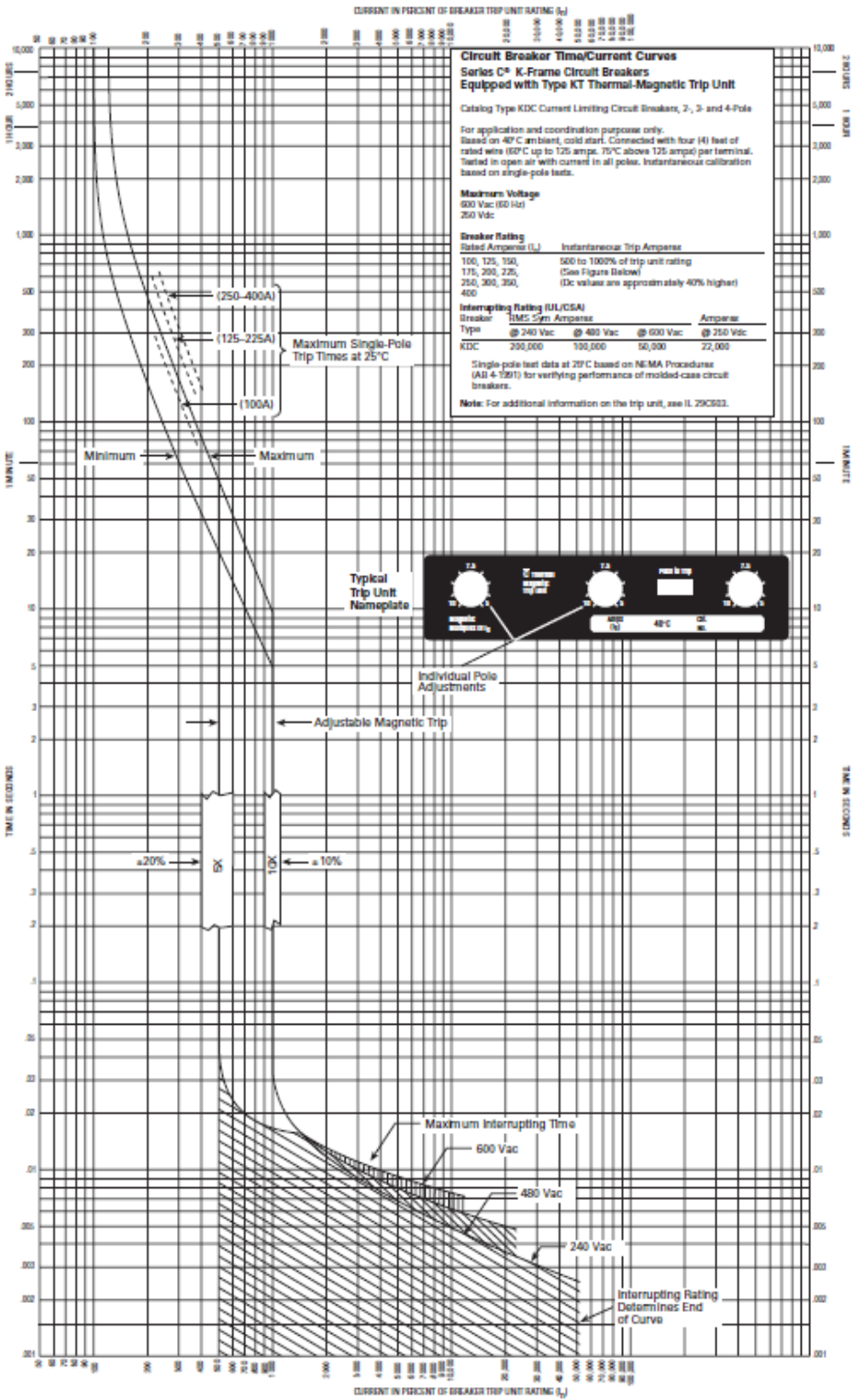
for Eaton Series C K-Frame circuit breakers

Contents

Description	Curve No.	Page
Series C* Type DK Circuit Breakers	SC-4117-87B	3
Series C Types KDB, KD, HKD Circuit Breakers Equipped with Type KT Thermal-Magnetic Trip Unit	SC-4118-87B	4
Series C Type KDC Circuit Breakers Equipped with Type KT Thermal-Magnetic Trip Unit	SC-4119-87B	5
Series C Types KD, CKD, HKD, CHKD Circuit Breakers Equipped with Type KES Digitrip™ RMS 310+ Trip Units (250A and 400A)		
Long Delay (LD) and Short Delay (SD) with Flat Response and Override (KES3250LSI, KES3400LSI, KES3250LSIG, KES3400LSIG)	TD012007EN	6
Long Delay Response and Short Delay with I ² T Response Curve and Override (KES3250LS, KES3400LS, KES3250LSG, KES3400LSG)	TD012008EN	7
Series C Type KDC Circuit Breakers Equipped with Type KES Digitrip RMS 310+ Trip Units (250A and 400A)		
Long Delay (LD) and Short Delay (SD) with Flat Response and Override (KES3250LSI, KES3400LSI, KES3250LSIG, KES3400LSIG)	TD012012EN	8
Long Delay Response and Short Delay with I ² T Response Curve and Override (KES3250LS, KES3400LS, KES3250LSG, KES3400LSG)	TD012013EN	9
Ground Fault Delay Response and Maintenance Mode for Series C Types KD, CKD, HKD, CHKD, and KDC Circuit Breakers Equipped with Digitrip RMS 310+ Trip Units (250A and 400A)		
Ground Fault Delay Response Curve (250A and 400A)	TD012009EN	10
Remote Maintenance Mode Setting (250A and 400A)	TD012010EN	11
Series C Types KD, CKD, HKD, CHKD Circuit Breakers Equipped with Type KES Digitrip RMS 310 Trip Units		
Types KES3125LS, KES3125LSG	SC-5642-93	12
Types KES3125LSI, KES3125LSIG	SC-5643-93	13
Series C Type KDC Circuit Breakers Equipped with Type KES Digitrip RMS 310 Trip Units		
Types KES3125LS, KES3125LSG	SC-5648-93	14
Types KES3125LSI, KES3125LSIG	SC-5649-93	15
Ground Fault Protection (KES3125LSG, KES3125LSIG)	SC-5652-93	16



Powering Business Worldwide





Cutler-Hammer

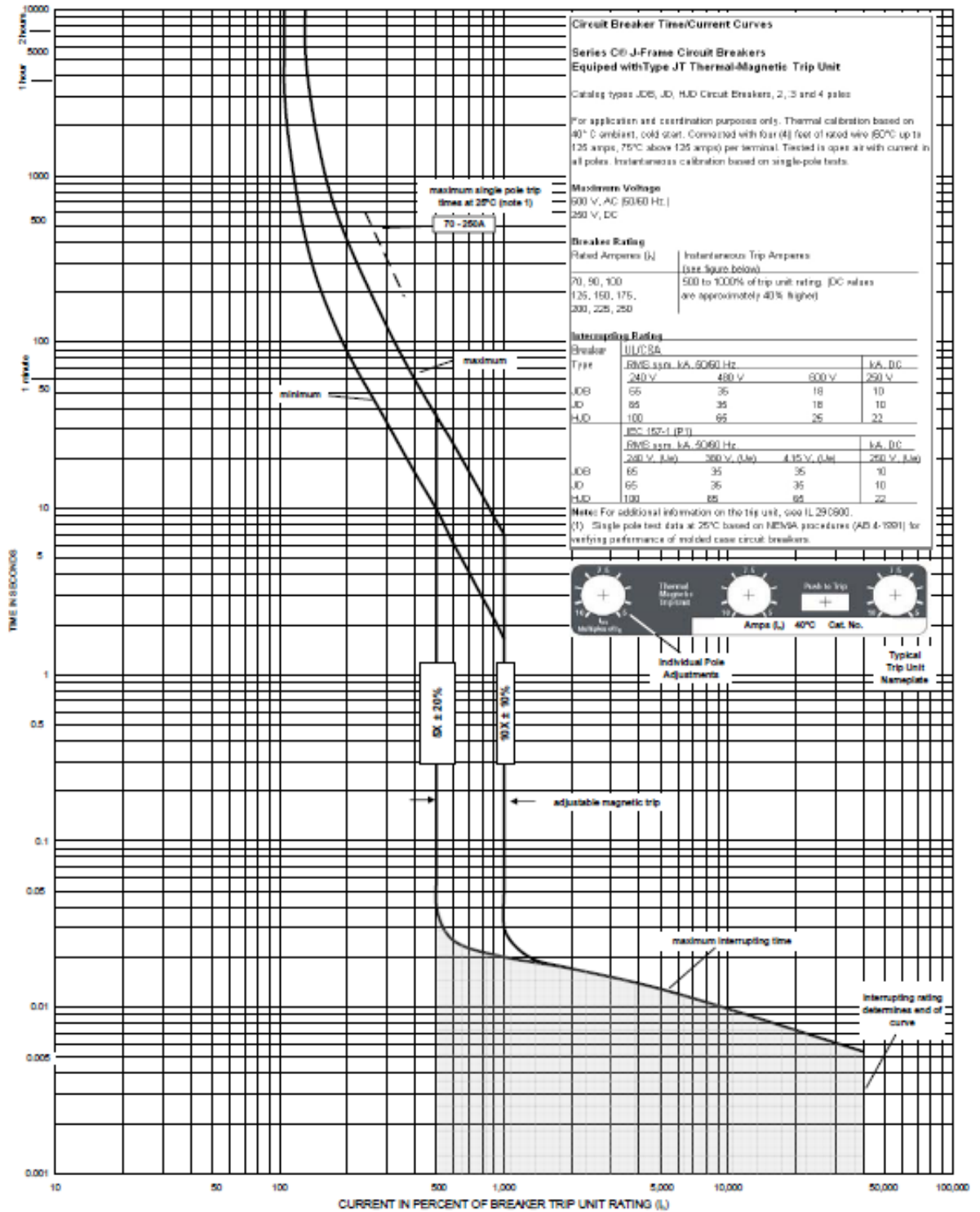
Cutler-Hammer® Series C®
Time-Current Curves for
J-Frame Circuit Breakers
Application Data 29-167J

Eaton AB DE-ION®
Circuit Breakers
Effective September 2006
New Information

Contents

Series C Types JDB, JD, HJD Equipped with Type JT Thermal-Magnetic Trip Unit (Curve No. SC-4247-87D)	2
Series C Types JDC Equipped With Type JT Thermal-Magnetic Trip Unit (Curve No. SC-4248-87C)	3

AB DE-ION Circuit Breakers
 Series C types JDB, JD, HJD equipped with type JT thermal-magnetic trip unit



Universal Molded Case Circuit Breakers for IEC 947-2 and NEMA Applications

12.4



12.4 Universal Frame Sizes G_i through L_i

- Product Overview 2
- Product Selection Guide 3
- Features 5
- Options 5
- Catalog Number Selection 6
- Product Selection 7
- Accessory 8
- Technical Data and Specifications 9
- Dimensions 14

Type F100 Molded Case Circuit Breakers

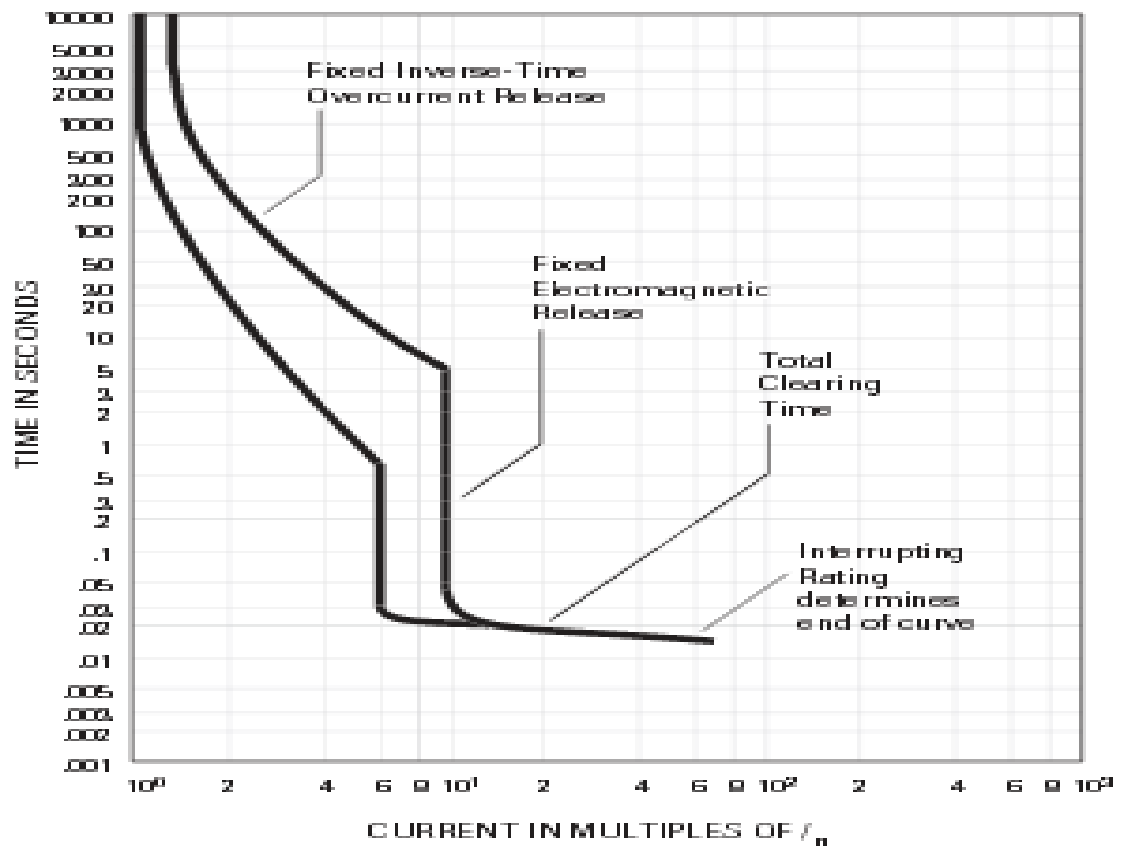
Thermal-Magnetic Trip, Fixed Thermal-Fixed Magnetic

- Maximum Vac: 440 at 50/60 Hz
- Maximum Vdc: 250
- Two- and three-pole
- NEMA interrupting ratings 14 kA at 480 Vac

Breaker Rating Continuous Amperes	Instantaneous Trip Amperes
15-50	400
60-100	$8 \times I_n$

Interrupting Ratings (IEC 947-2) in Symmetrical Amperes (kA)

Volts	I_{cs}	I_{cn}
220-240 AC	25	13
380-415 AC	18	9
440 AC	14	7
250 DC	20	10



Type F225 Molded Case Circuit Breakers

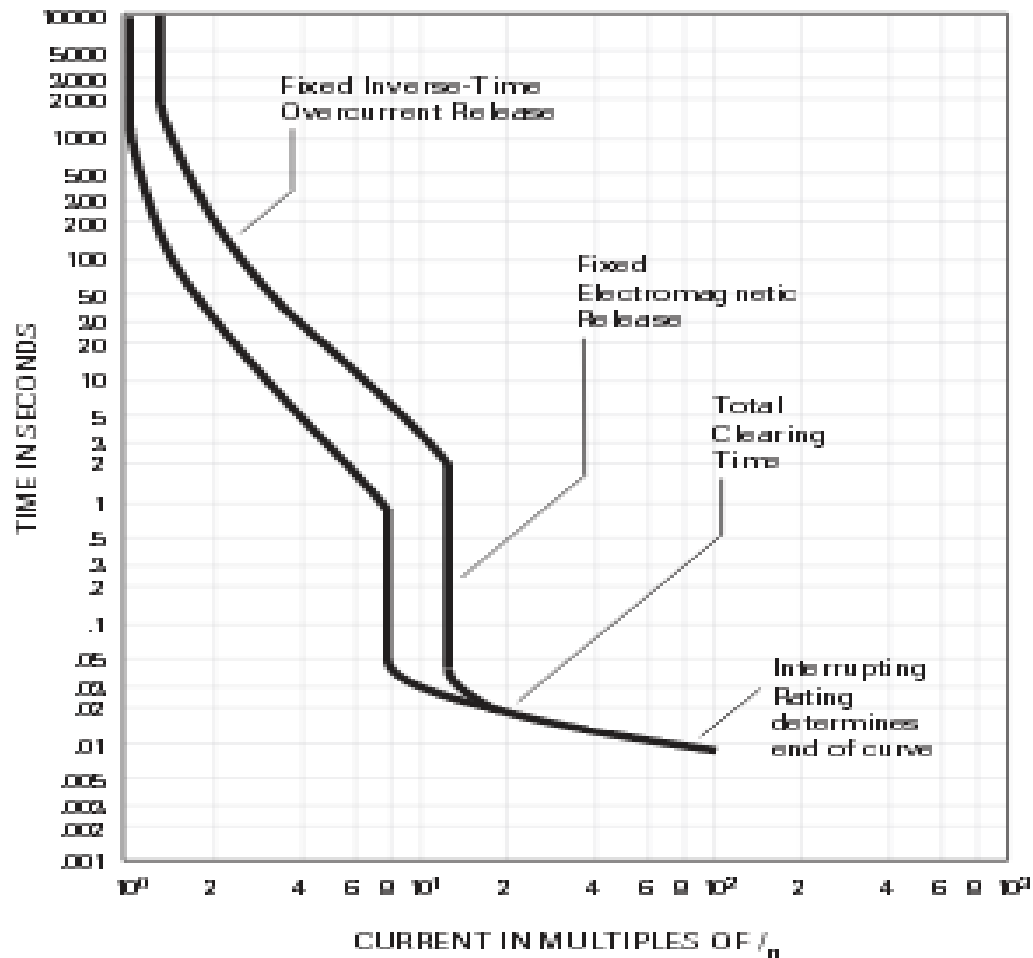
Thermal-Magnetic Trip, Fixed Thermal-Fixed Magnetic

- Maximum Vac: 440 at 50/60 Hz
- Maximum Vdc: 250
- Two- and three-pole
- NEMA interrupting ratings 14 kA at 480 Vac

Breaker Rating Continuous Amperes	Instantaneous Trip Amperes
175	2400
200	2400
225	2400

Interrupting Ratings (IEC 947-2) as Symmetrical Amperes (kA)

Volts	t_m	t_s
220-240 AC	25	13
380-415 AC	18	9
440 AC	14	7
250 DC	10	5



ANEXO 3

[Estado actual de las protecciones del Centro de Datos El Hatillo]

A continuación se muestran en la Tabla A1. Los diales de tiempo para los interruptores ajustables según tablero y modelo del interruptor

Tablero	Modelo	Capacidad	LDS	LDT	SDS	SDT	Instantáneo	SDP	Ir	MMoIn	MoIn	Time
TP-01	Mágnium	1600 A	0.95	24	M1	0.5*	M1	--	--	--	--	--
TP-01	RD 65K	2000 A	--	--	--	1	--	3*In	--	--	--	--
TP-02	Mágnium	1600 A	0.95	24	M1	0.5*	M1	--	--	--	--	--
TP-02	RD 65K	2000 A	--	--	--	0.1	--	3*In	--	--	--	--
TPTC	Mágnium	1600 A	1	24	8	0.5*	8	--	--	--	--	--
TPTC	MDL50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPTC	MDLB50K	800 A	--	--	--	--	--	2	D	--	--	--
TPTC	HMDLB65K	800 A	--	--	--	--	--	2	D	--	--	100ms
TPTC	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPTC	KD 35K	400 A	--	--	--	--	--	--	--	--	7	--
TPTC	Mágnium	1600 A	0.95	24	8	0.5*	8	--	--	--	--	--
TPTC	Mágnium	1600 A	0.95	24	8	0.5*	8	--	--	--	--	--
TPTC	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPTC	HMDLB50K	800 A	--	--	--	--	--	2	D	--	--	100ms
TPTC	HMDLB50K	800 A	--	--	--	--	--	2	A	--	--	100ms
TPTC	HMDL 65K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPTC	KD 35K	400 A	--	--	--	--	--	--	--	9	--	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	7	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	7	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--

Tabla A1. Diales de tiempo.

Tablero	Modelo	Capacidad	LDS	LDT	SDS	SDT	Instantáneo	SDP	Ir	MMoIn	MoIn	Time
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	7	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	7	--
TPDU	JD 35K	250 A	--	--	--	--	--	--	--	--	5	--
TPDU	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPDU	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPDU	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPDU	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--
TPDU	MDL 50K	800 A	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--

Tabla A1. Diales de tiempo/Continuación.

ANEXO 4

[Estado actual del consumo eléctrico del Centro de Datos El Hatillo]

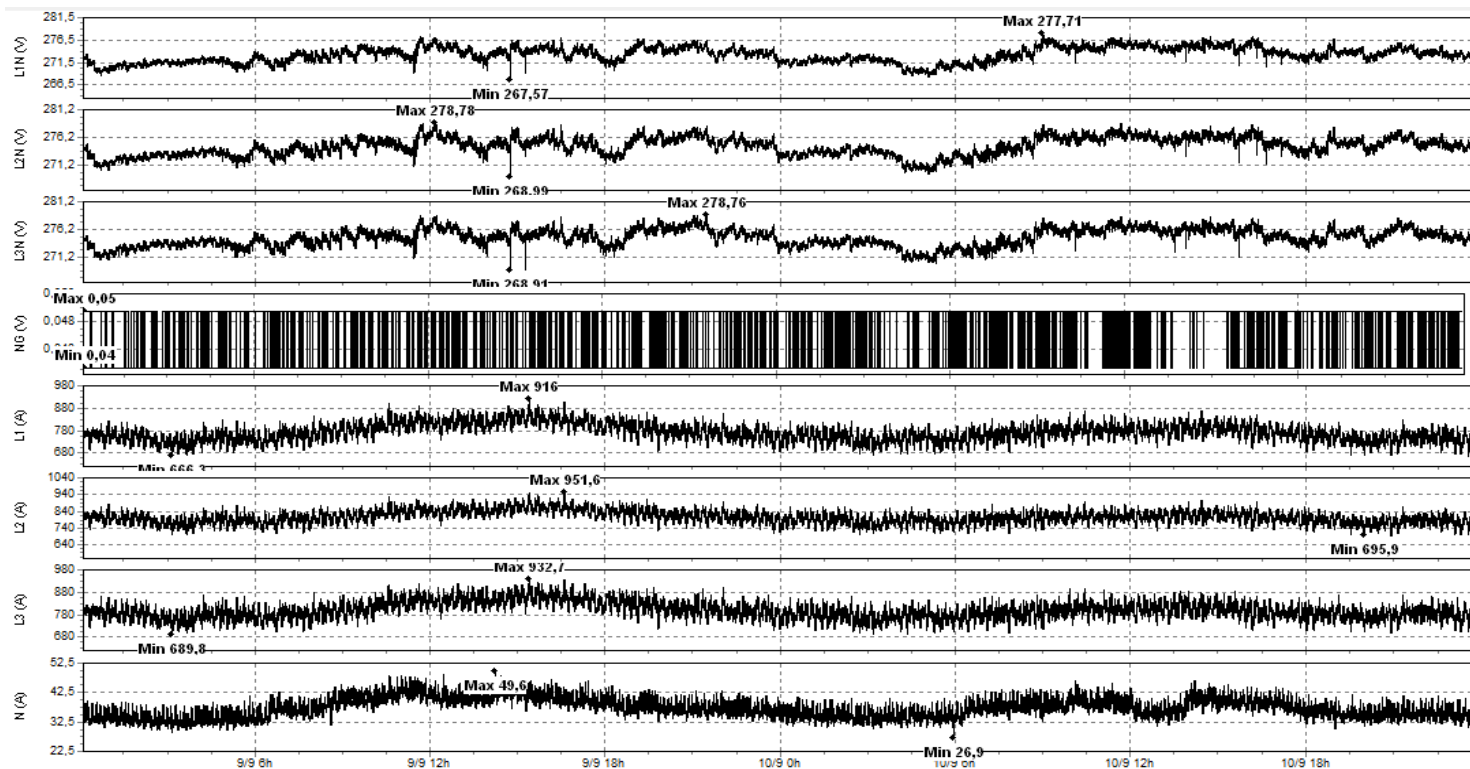


Figura A2. Tensión y Corriente en TP-01

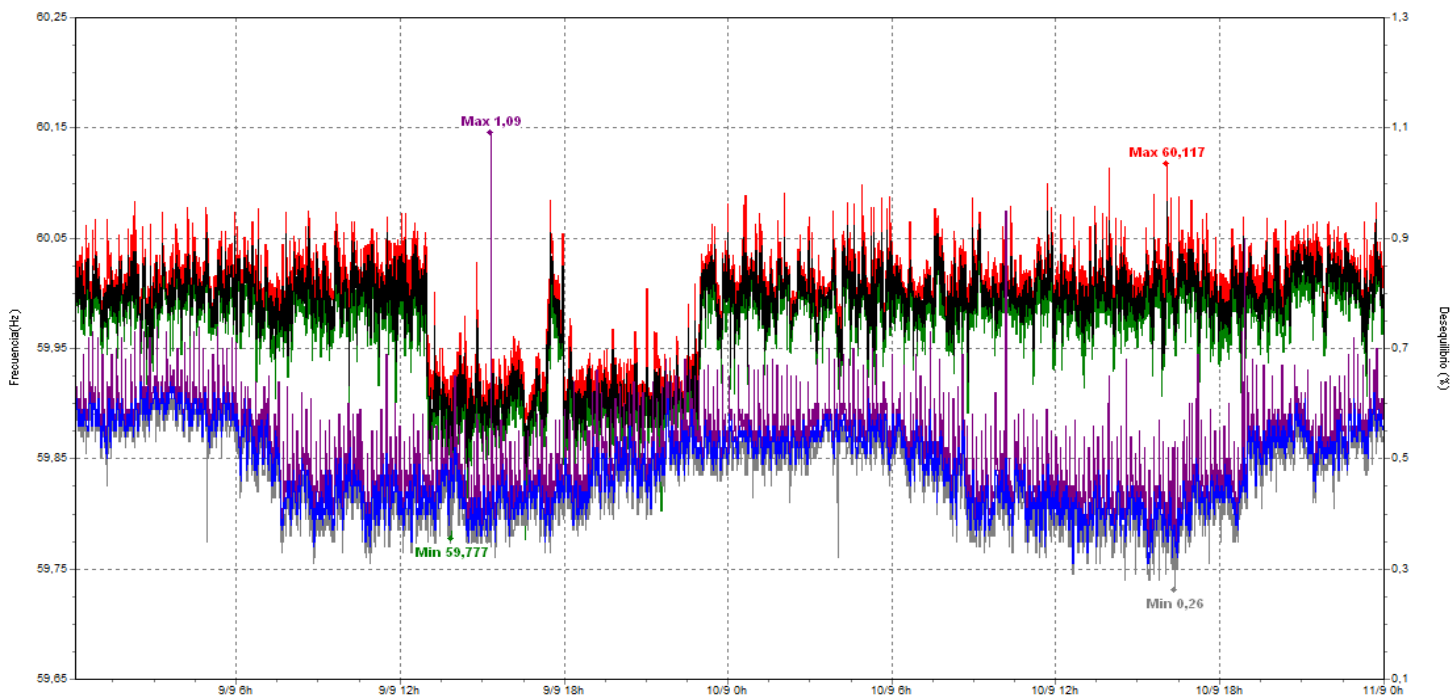


Figura A3. Frecuencia

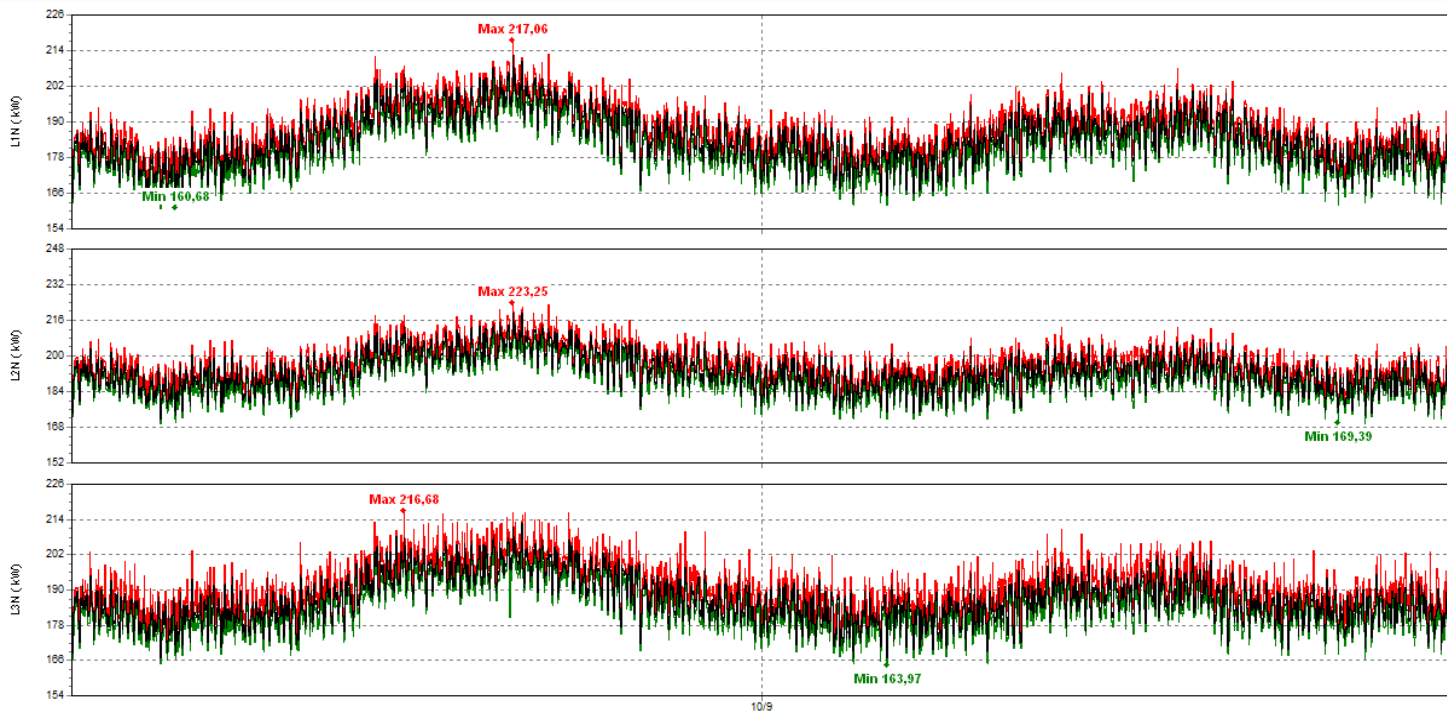


Figura A4. Potencia activa en TP-01

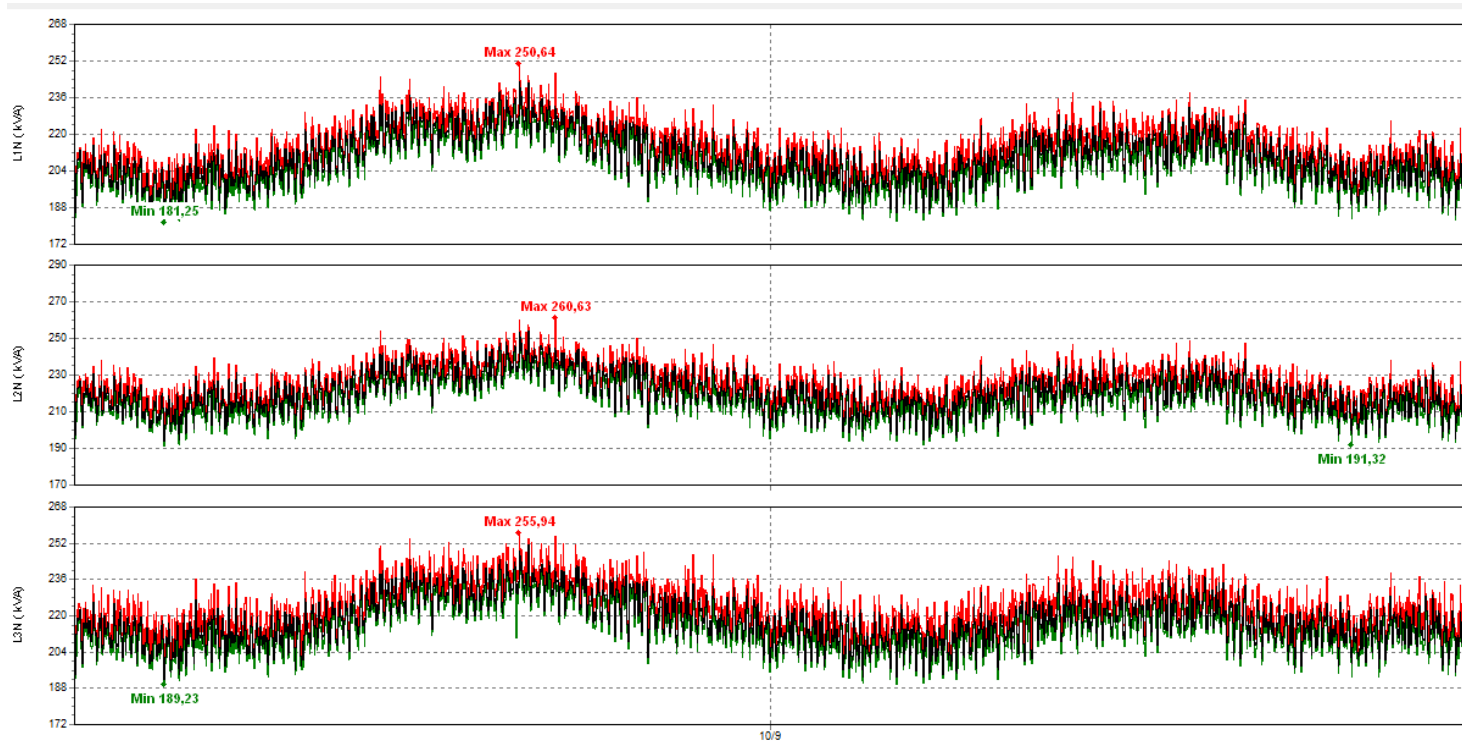


Figura A5. Potencia aparente en TP-01

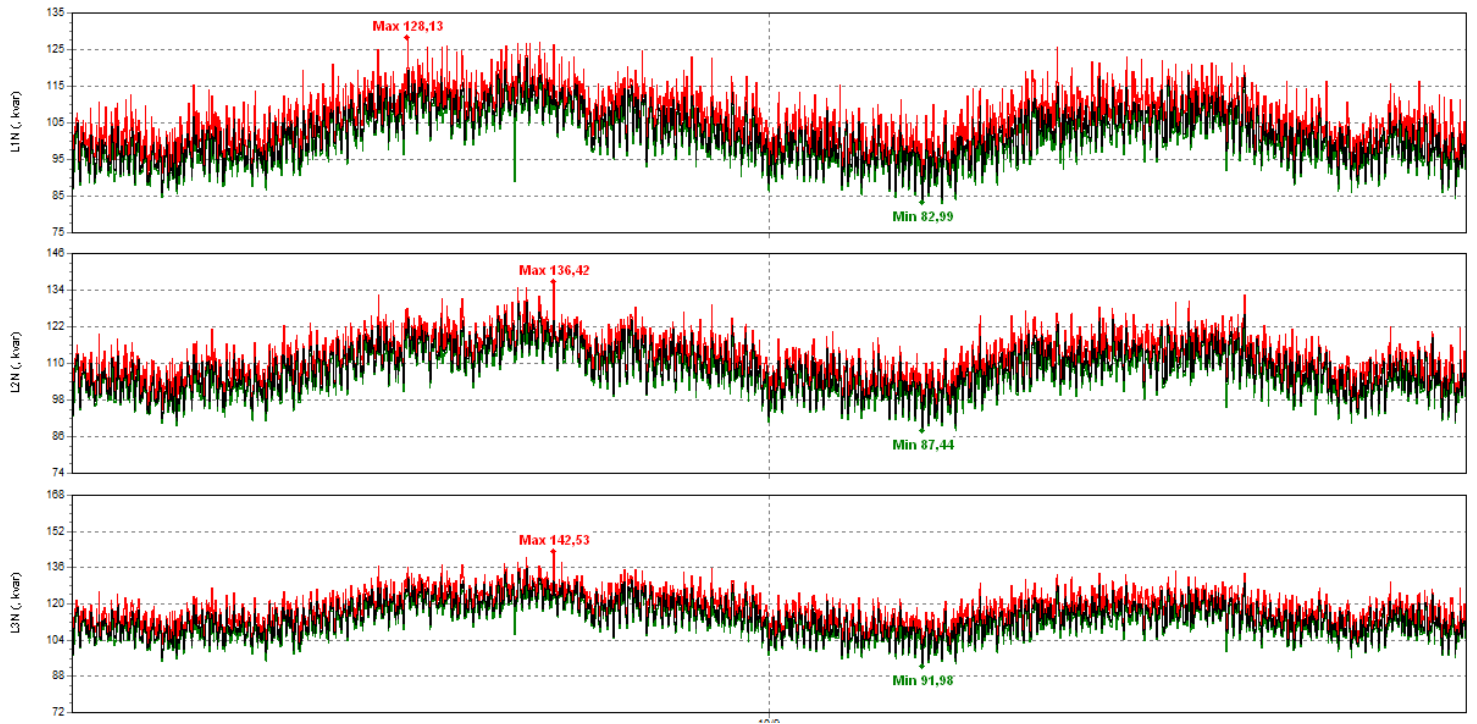


Figura A6. Potencia reactiva TP-01

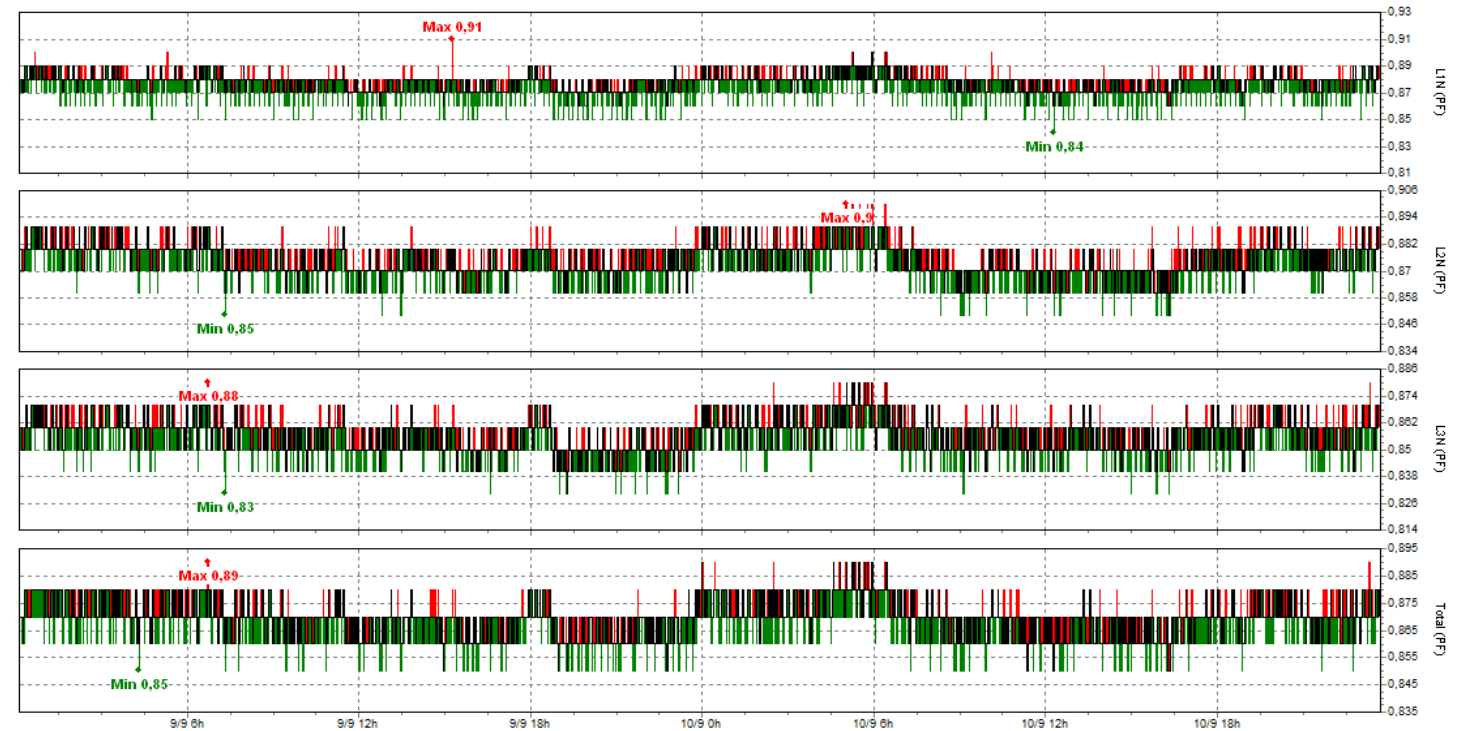


Figura A7. Factor de potencia en TP-01

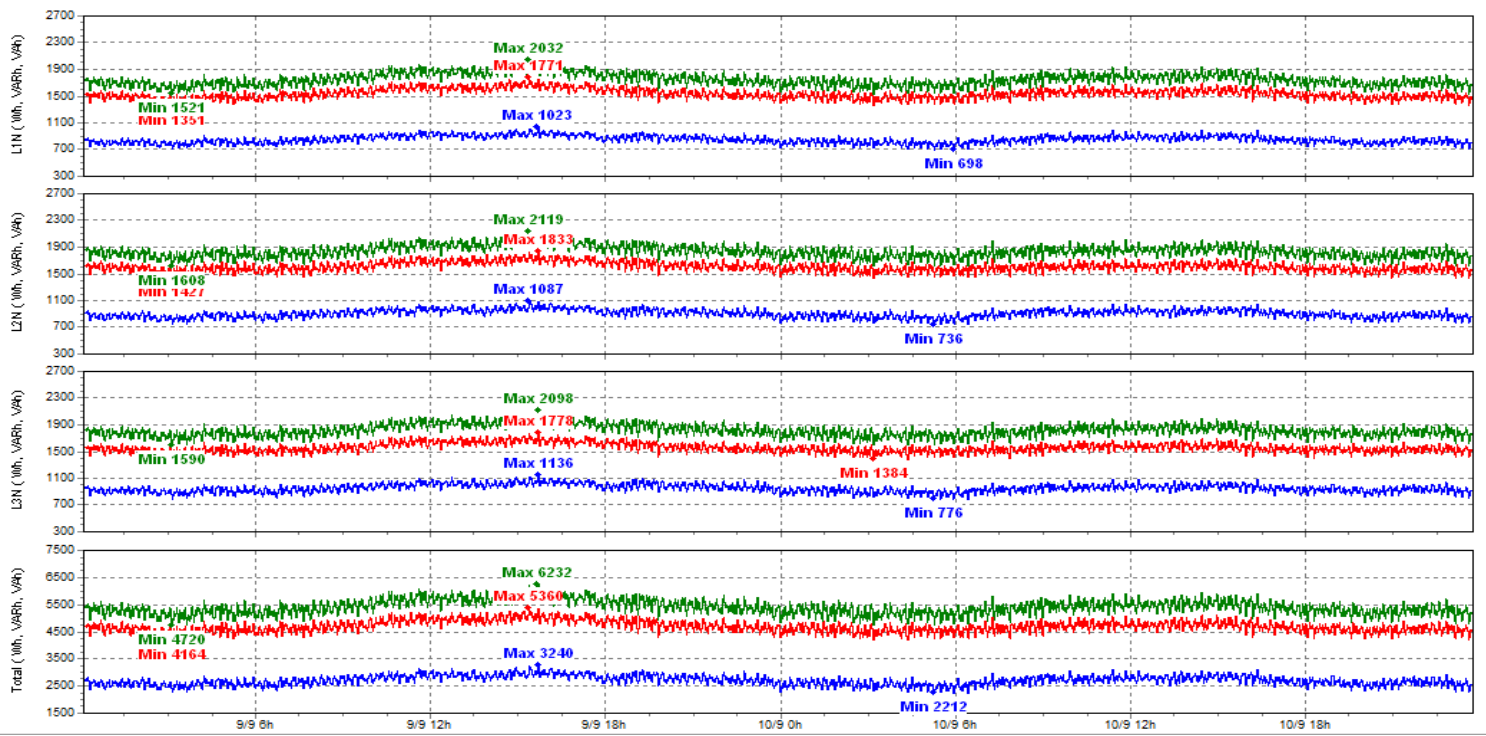


Figura A8. Energías consumidas en TP-01

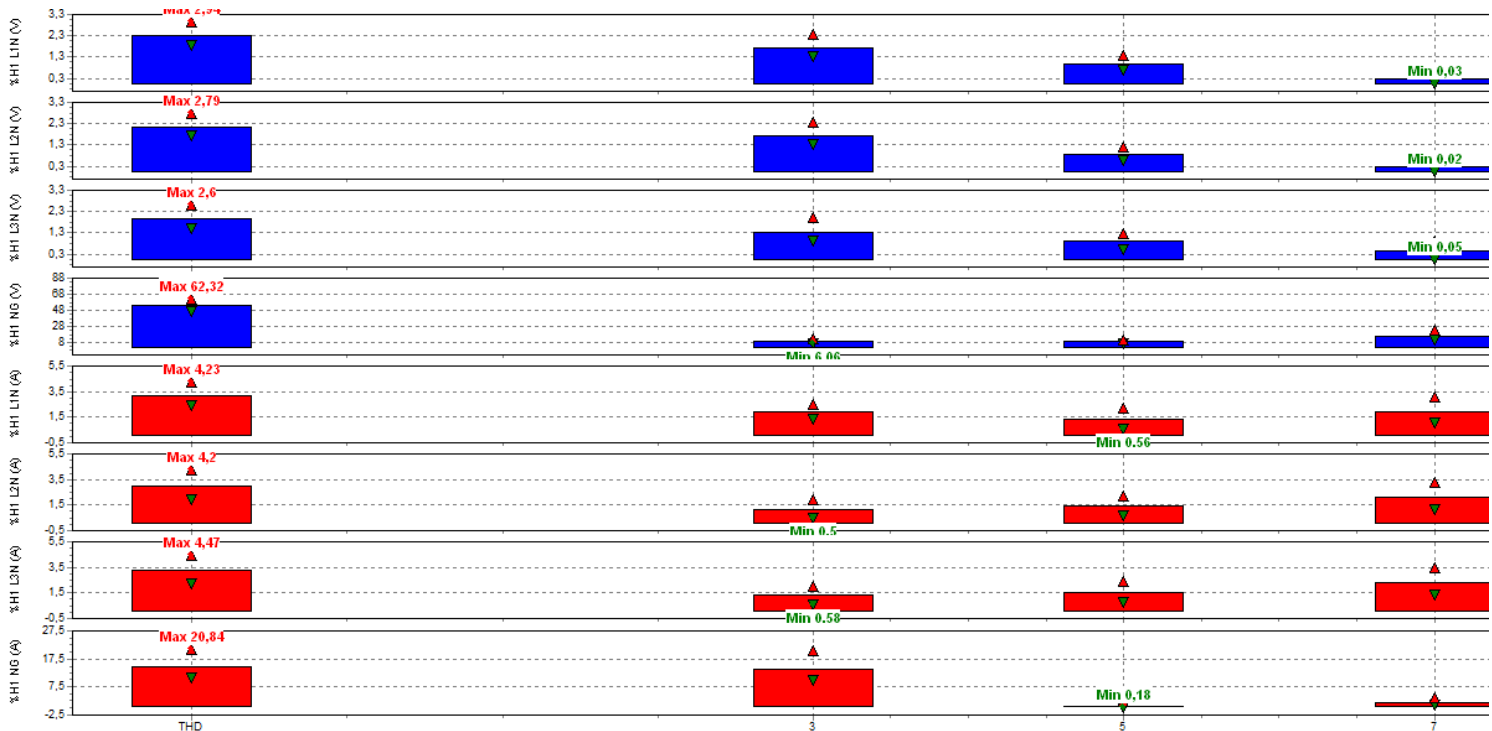


Figura A9. Armónicos en TP-01

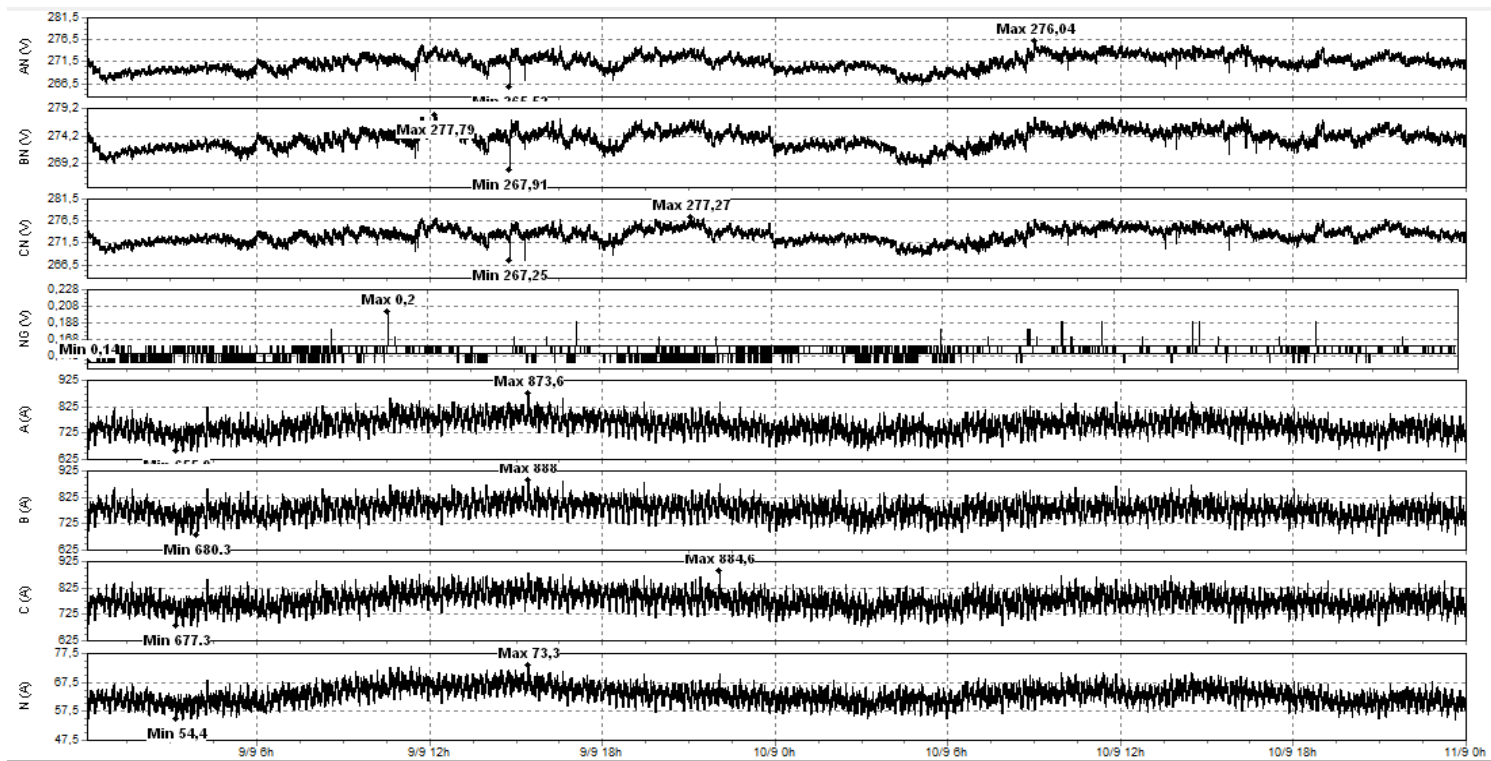


Figura A10. Tensión y corriente en TPTC

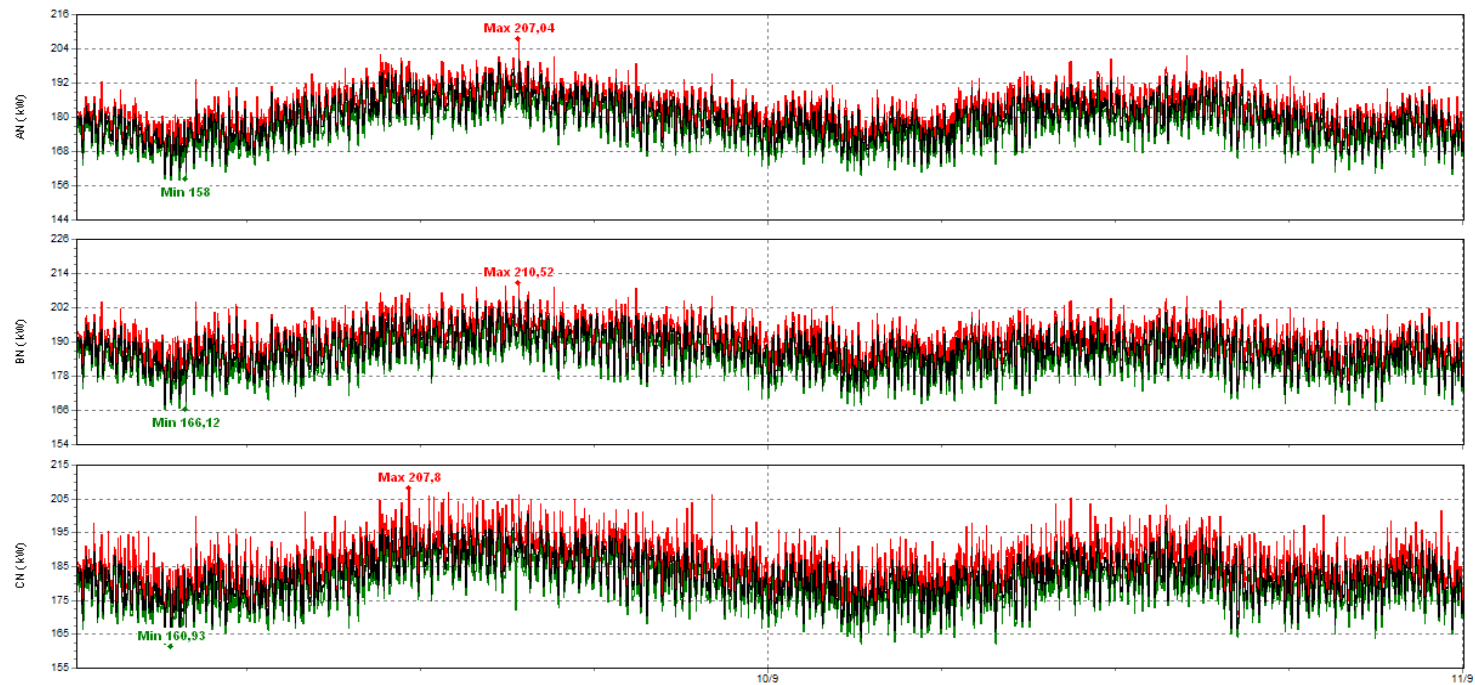


Figura A11. Potencia activa en TPTC

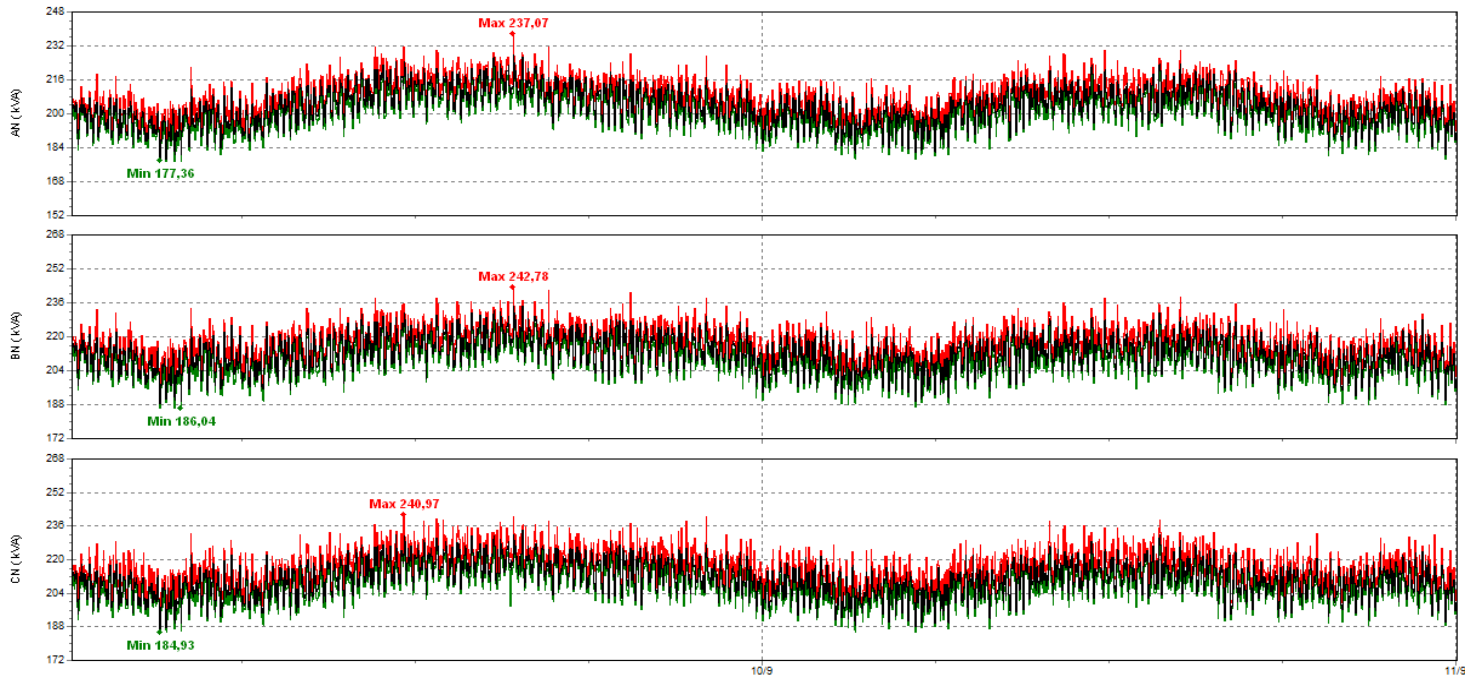


Figura A12. Potencia aparente en TPTC

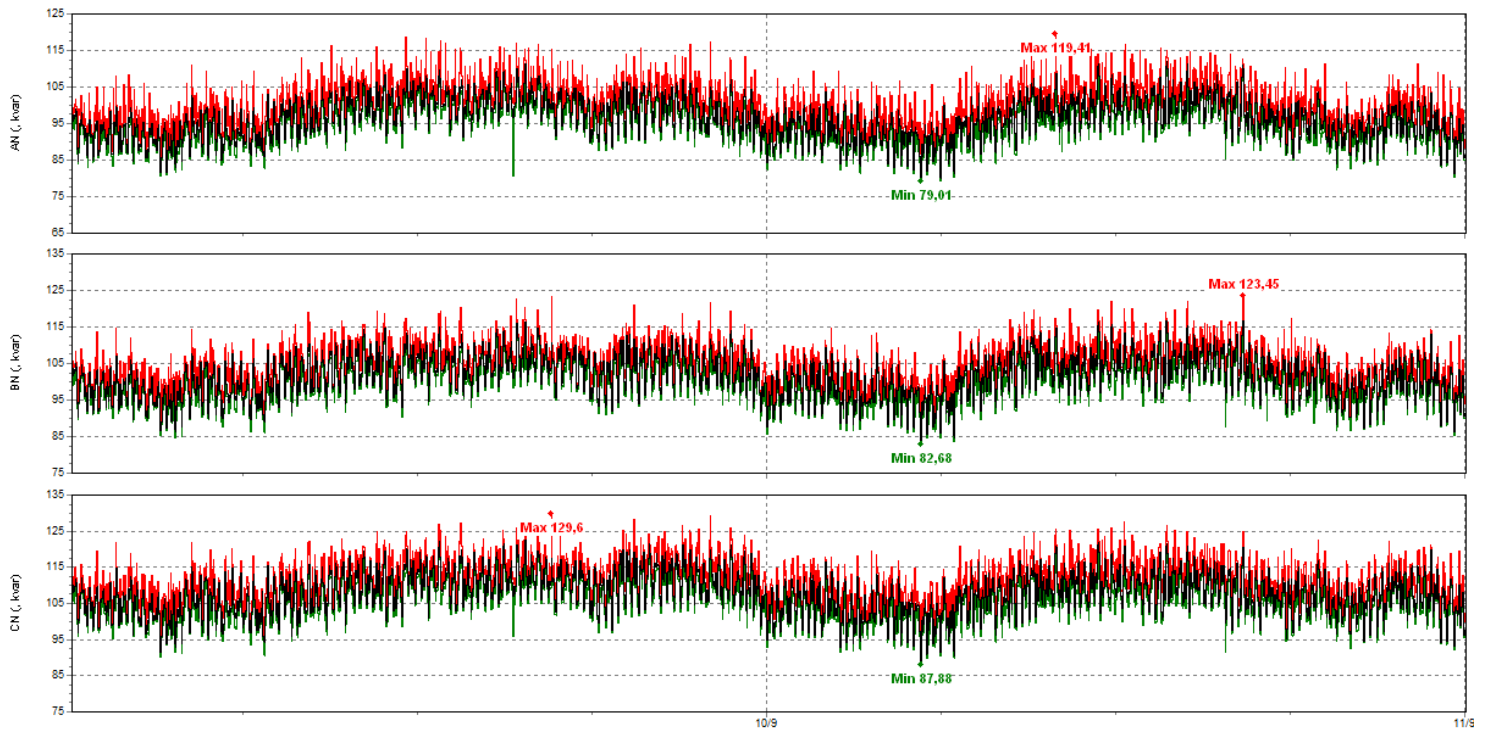


Figura A13. Potencia reactiva en TPTC

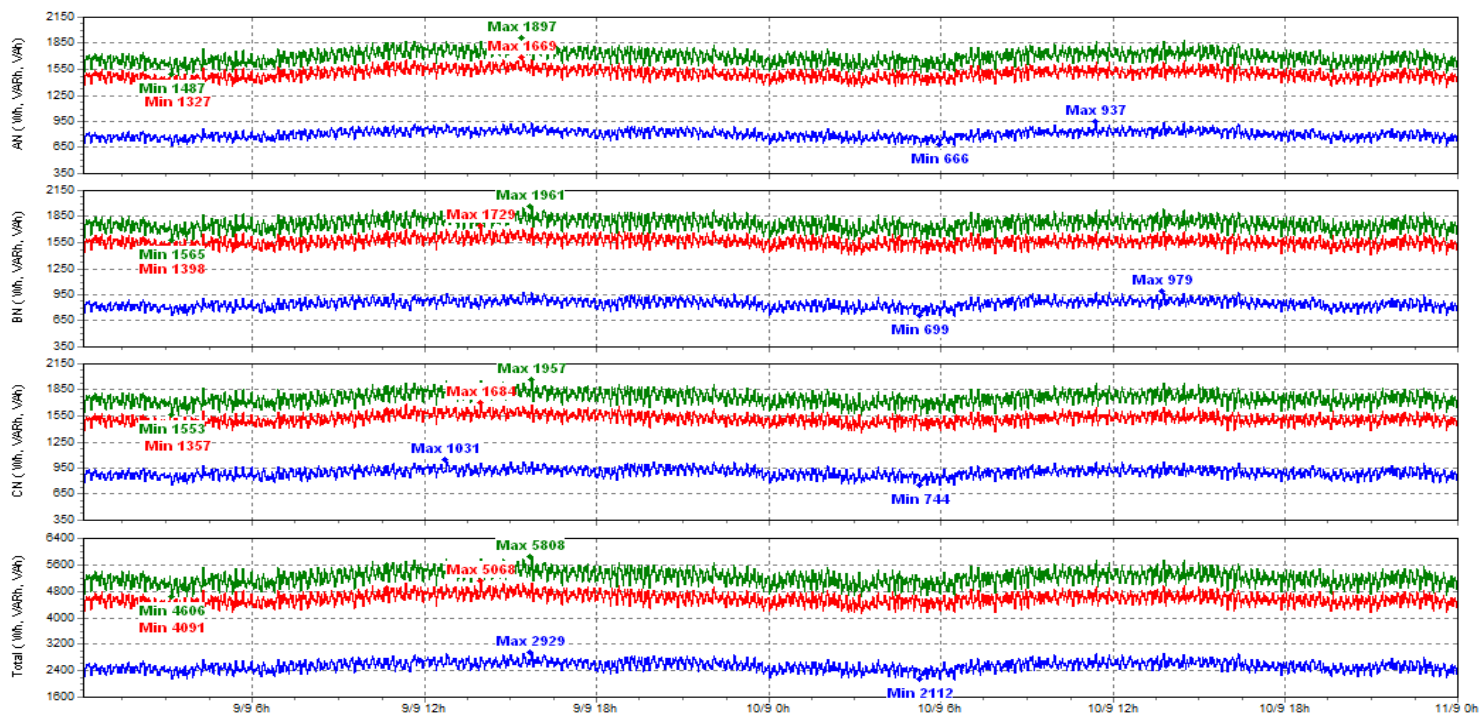


Figura A14. Energía en TPTC

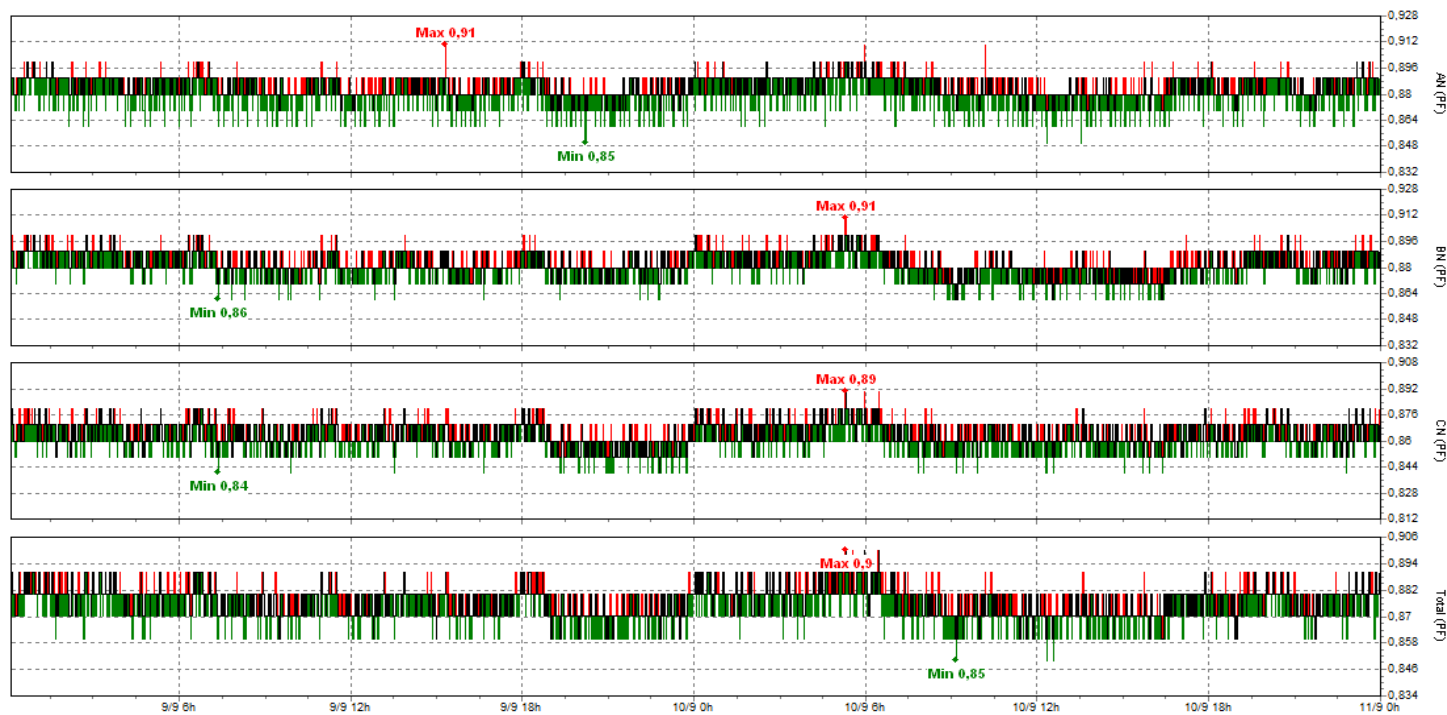


Figura A15. Factor de Potencia en TPTC

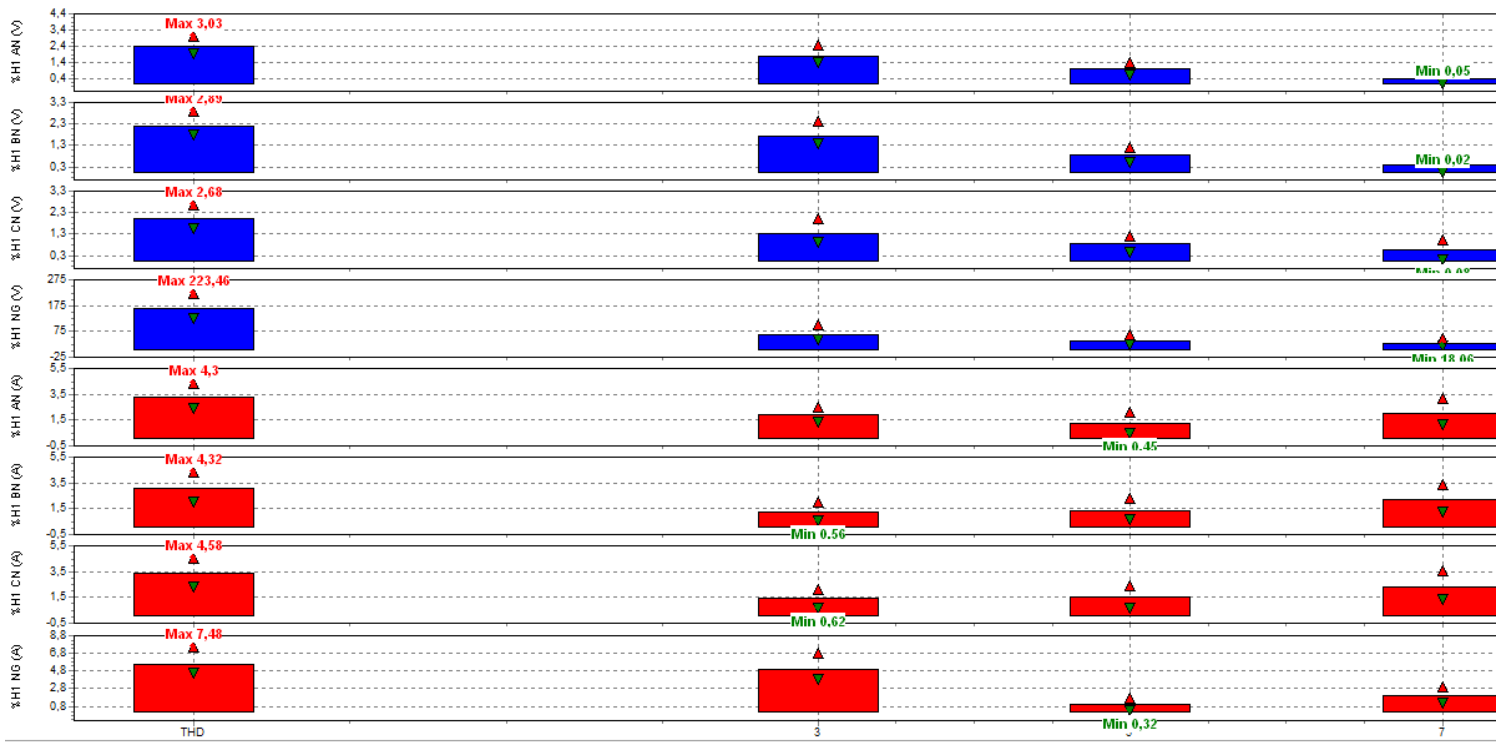


Figura A16. Armónicos en TPTC

ANEXO 5

[Propuesta del diagrama unifilar del Centro de Datos El Hatillo]

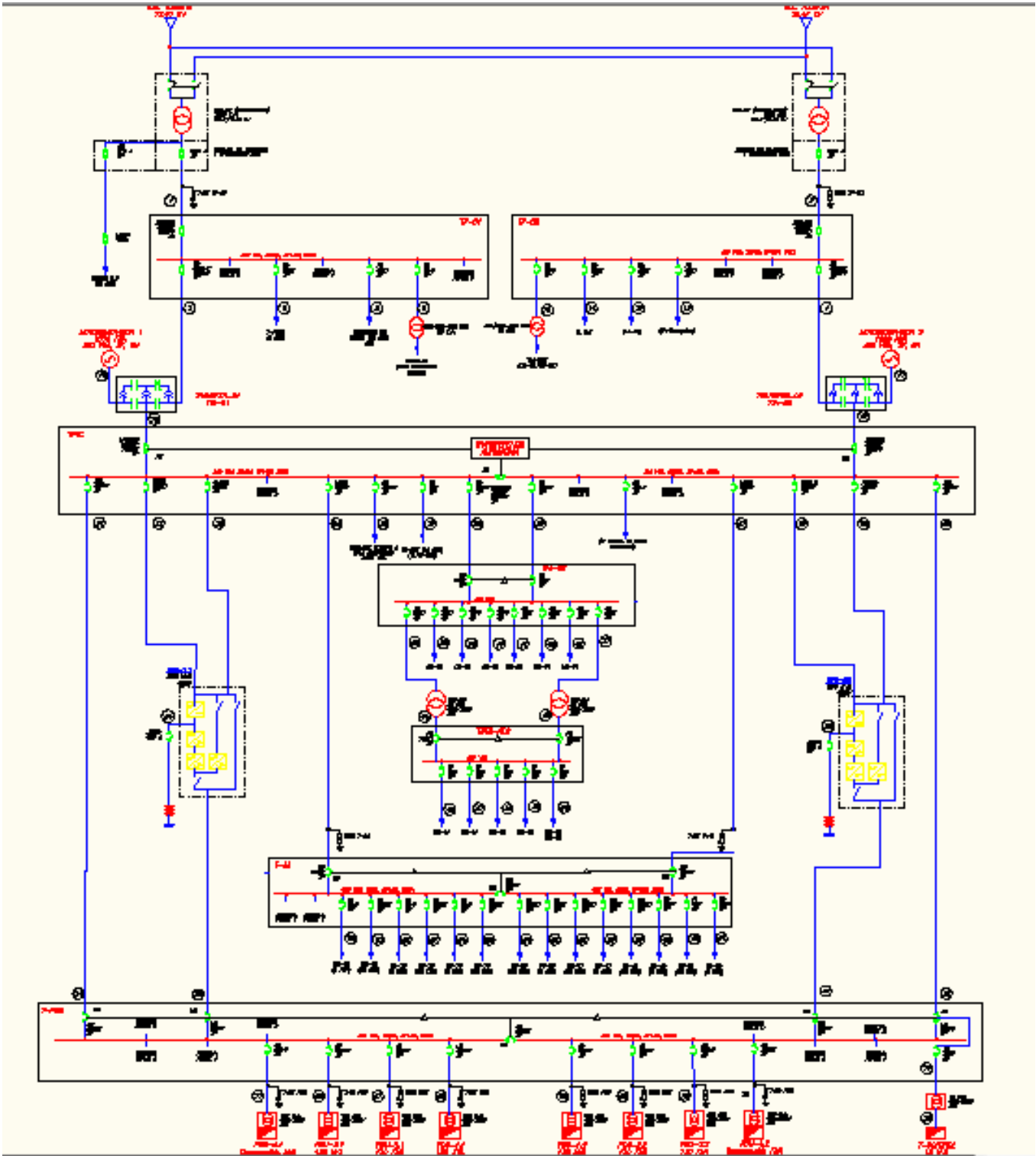


Figura A17. Diagrama unifilar a proyecto

ANEXO 6

[Coordinación de protecciones del Centro de Datos El Hatillo]

A continuación se presentan los ajustes, diales de tiempo e interruptores por tablero, para la coordinación de todas las protecciones con sus respectivas graficas.

La coordinación de las protecciones tiene como finalidad, garantizar la selectividad de la apertura de los interruptores a la hora de la existencia de una falla, es por ello que comenzaremos desde la carga (Tablero TPDU) hasta la fuente (Tablero TP-01 y Tablero TP-02).

Interruptor JD 250

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPDU	In	250	10000
	In	250	2000
	2*In	500	90
	3*In	750	30
	5*In	1250	10
	5*In	1250	0.04
	10*In	2500	0.02
	100*In	25000	0.02

Tabla A2. Interruptor JD del tablero TPDU

Interruptor MD 800

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPDU	In	800	10000
	1.25*In	1000	2000
	2*In	1600	150
	3*In	2400	30
	4*In	3200	15
	4*In	3200	0.05
	20*In	16000	0.02
	50*In	40000	0.02

Tabla A3. Interruptor MD del tablero TPDU

Interruptor MDL 800

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC	1.25*In	1000	10000
	1.5*In	1200	2000
	1.75*In	1400	600
	3*In	2400	90
	8*In	6400	10
	8*In	6400	0.05
	20*In	16000	0.02
	50*In	40000	0.02

Tabla A4. Interruptor MDL del tablero TPTC

Interruptor Magnun

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC y TP-01	In	1600	10000
	In	1600	600
	3*In	4800	90
	6*In	9600	15
	10*In	16000	10
	10*In	16000	0.02
	30*In	48000	0.02

Tabla A5. Interruptor Magnum del tablero TPDU

Interruptor RD 65K

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TP-01	1.3*In	2600	10000
	1.3*In	2600	300
	9*In	23400	6
	9*In	23400	0.03
	30*In	78000	0.03

Tabla A6. Interruptor RD del tablero TP

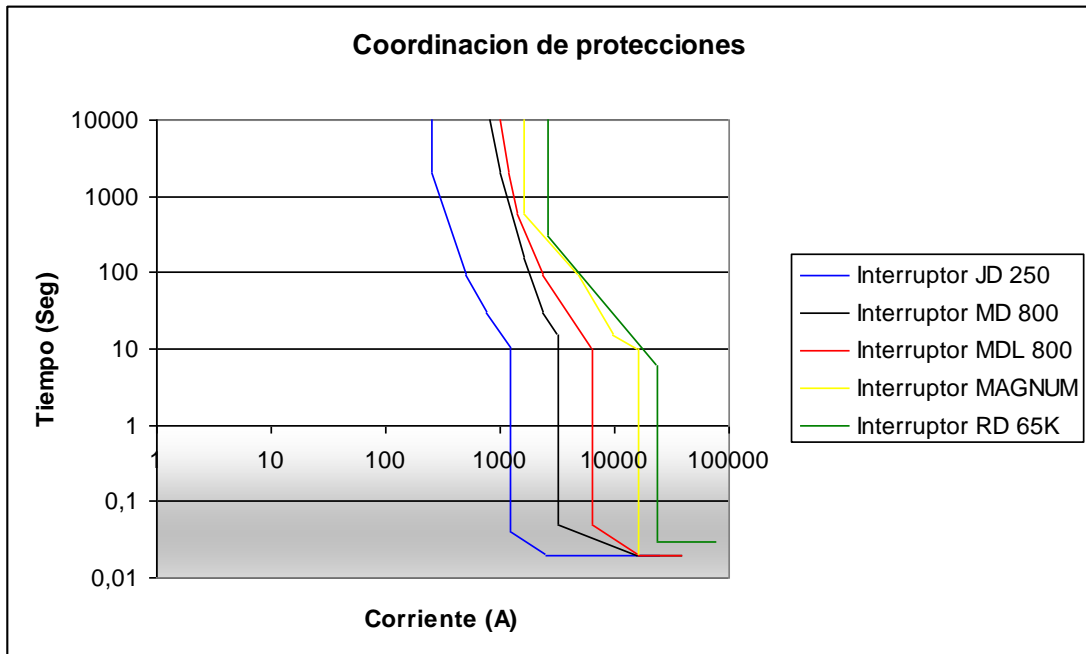


Figura A18. Coordinación de los servidores.

La presente coordinación en la Figura A18 representa la coordinación de todos los interruptores de carga de los PDU, ya que todos los interruptores son JD por lo tanto solo se coordinara una sola vez ya que las demás son iguales.

Interruptor FD 15 (No ajustable)

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
T-AA	In	15	10000
	In	15	1000
	1.33*In	20	150
	2*In	30	30
	2.33*In	35	20
	3.33*In	50	10
	6.66*In	100	2.5
	13.33*In	200	0.9
	33.33*In	500	0.1
	33.33*In	500	0.045
	100*In	1500	0.02
	666.66*In	10000	0.02

Tabla A7. Interruptor FD del tablero T-AA

Interruptor MD 700

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPDU	In	70	10000
	1.25*In	875	2000
	2*In	1400	150
	3*In	2100	30
	4*In	2800	15
	4*In	3200	0.05
	20*In	14000	0.02
	50*In	35000	0.02

Tabla A8. Interruptor MD del tablero T-AA

Interruptor MDL 800

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC	1.25*In	1000	10000
	1.5*In	1200	2000
	1.75*In	1400	600
	3*In	2400	90
	8*In	6400	10
	8*In	6400	0.05
	20*In	16000	0.02
	50*In	40000	0.02

Tabla A9. Interruptor MDL del tablero TPTC

Interruptor Magnun

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC y TP-01	In	1600	10000
	In	1600	600
	3*In	4800	90
	6*In	9600	15
	10*In	16000	10
	10*In	16000	0.02
	30*In	48000	0.02

Tabla A10. Interruptor Magnum del tablero TPTC

Interrupor RD 65K

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TP-01	1.3*In	2600	10000
	1.3*In	2600	300
	9*In	23400	6
	9*In	23400	0.03
	30*In	78000	0.03

Tabla A11. Interrupor RD del tablero TP

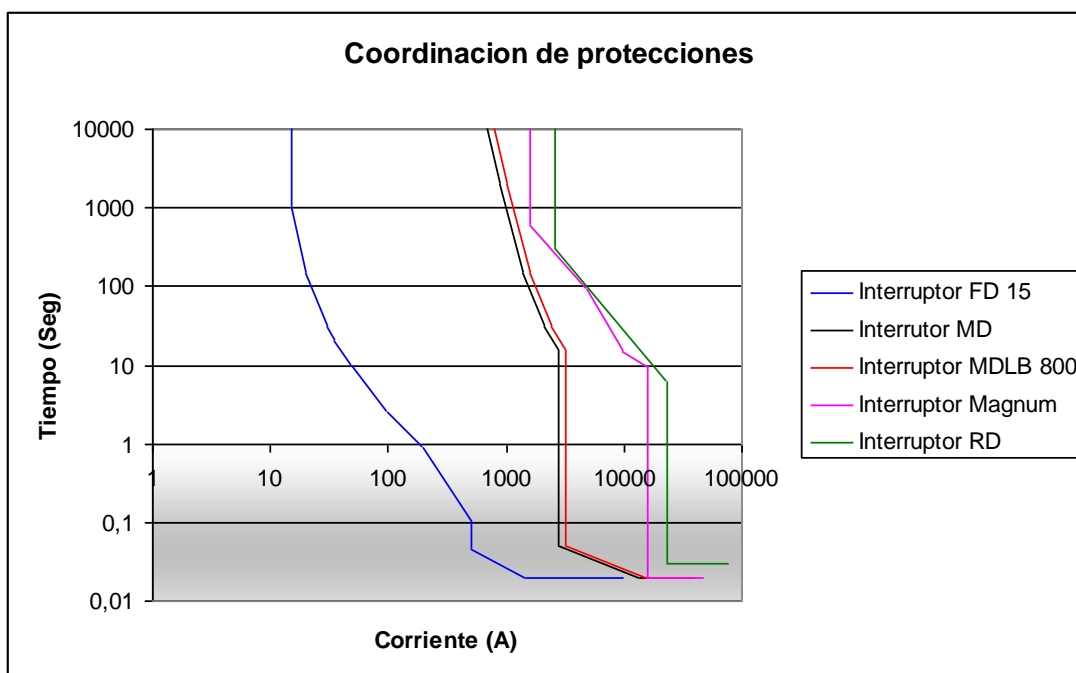


Figura A19. Coordinación de las evaporadoras.

La presente coordinación en la Figura A19 representa la coordinación de todos los interruptores de las evaporadoras, ya que todos los interruptores son FD15, por lo tanto solo se coordinara una sola vez ya que las demás son iguales.

Interruptor FD 100 (No ajustable)

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
T-AA	In	100	10000
	In	100	1000
	1.5*In	150	100
	3*In	300	10
	6*In	600	1
	7*In	700	0.3
	7*In	700	0.045
	45*In	4500	0.015
	100*In	10000	0.015

Tabla A12. Interruptor FD del tablero T-AA

Interruptor MD 700

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPDU	In	70	10000
	1.25*In	875	2000
	2*In	1400	150
	3*In	2100	30
	4*In	2800	15
	4*In	3200	0.05
	20*In	14000	0.02
	50*In	35000	0.02

Tabla A13. Interruptor MD del tablero T-AA

Interruptor MDL 800

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC	1.25*In	1000	10000
	1.5*In	1200	2000
	1.75*In	1400	600
	3*In	2400	90
	8*In	6400	10
	8*In	6400	0.05
	20*In	16000	0.02
	50*In	40000	0.02

Tabla A14. Interruptor MDL del tablero TPTC

Interruptor Magnun

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TPTC y TP-01	In	1600	10000
	In	1600	600
	3*In	4800	90
	6*In	9600	15
	10*In	16000	10
	10*In	16000	0.02
	30*In	48000	0.02

Tabla A15. Interruptor Magnum del tablero TPTC

Interruptor RD 65K

Tablero	Ajuste	Corriente (A)	Tiempo (Seg)
TP-01	1.3*In	2600	10000
	1.3*In	2600	300
	9*In	23400	6
	9*In	23400	0.03
	30*In	78000	0.03

Tabla A16. Interruptor RD del tablero TP

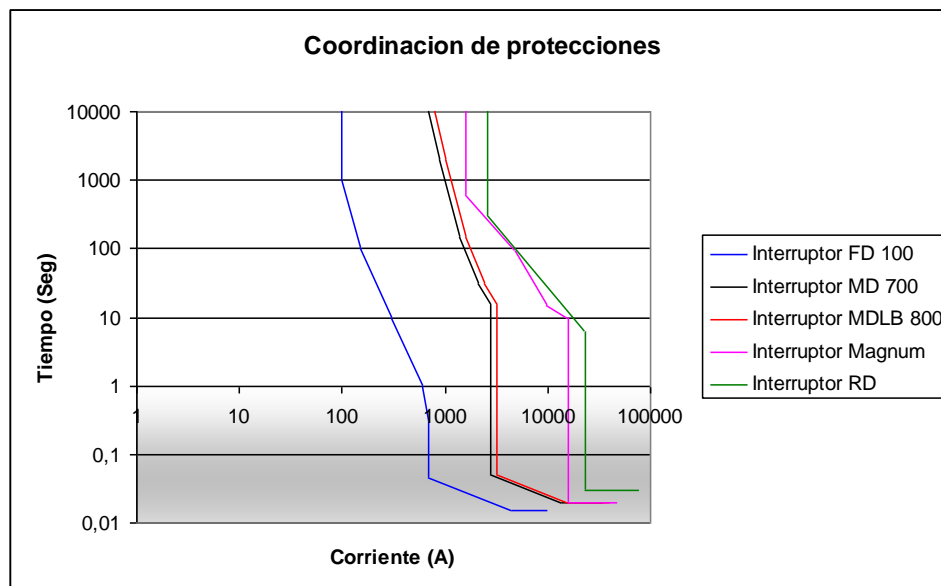


Figura A20. Coordinación de las condensadoras.

La presente coordinación en la Figura A20 representa la coordinación de todos los interruptores de las condensadoras, ya que todos los interruptores son FD100, por lo tanto solo se coordinara una sola vez ya que las demás son iguales.

Interruptor	Tablero	In Int (A)	In Tab (A)	Icc Int (kA)	Icc Tab (kA)	Sustitución	Observación
Magnum	TP-01	1600	1443.37	65	22.07	NO	Cambio de posición con el interruptor RD, debido a solapamiento de curvas en el momento de la coordinación de protecciones
RD	TP-01	2000	1443.37	65	22.07	NO	Cambio de posición con el interruptor Magnum, debido a solapamiento de curvas en el momento de la coordinación de protecciones
FD	TP-01	50	36,08	N/A	N/A	NO	Carga Pasiva
Mágnun	TP-02	1600	1443.37	65	22.07	NO	Cambio de posición con el interruptor RD, debido a solapamiento de curvas en el momento de la coordinación de protecciones
RD	TP-02	2000	1443.37	65	22.07	NO	Cambio de posición con el interruptor mágnun, debido a solapamiento de curvas en el momento de la coordinación de protecciones
FD	TP-02	50	36.08	35	22.07	NO	N/A
Mágnun	TPTC	1600	1443.37	65	20.574	NO	N/A
KD	TPTC	400	120.28	35	20.574	NO	Carga pasiva
FD	TPTC	70	12.02	35	20.574	NO	Carga pasiva
KD	TPTC	400	--	35	--	--	Expansion del centro de dato

Interruptor	Tablero	In Int (A)	In Tab (A)	Icc Int (kA)	Icc Tab (kA)	Sustitución	Observación
MDL	TPDU	800	721.68	50	17.442	NO	N/A
MD	TPDU	800	721.68	50	17.442	NO	N/A
JD	TPDU	250	15.68	35	17.442	NO	N/A
MDLB	TAA	800	28.867	65	13.733	NO	N/A
MD	TAA	700	28.867	65	13.733	NO	N/A
HMDL	TAA	800	28.867	65	13.733	NO	N/A
FD	TAA	15	7.27	35	13.733	NO	Carga Activa (Condensadora)
FD	TAA	100	75.77	35	13.733	NO	Carga Activa (Evaporadora)
FD	TAA-Sot	150	14.433	35	13.364	NO	N/A
FD	TAA-Sot	50	14.433	35	13.364	NO	N/A
FD	TAA-Azotea	100	33.308	35	1.6934	NO	N/A

ANEXO 7

[Orden de Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos]


		ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TABLEROS ELECTRICOS				ORDEN N°:	Codigo: FOR-E-M016				
						CIRCUITO:	FECHAS				
						EMISION		EJECUCION			
REGION:		SECTOR:		ESTACION:		CODIGO ESTACION:					
TIPO DE ACTIVIDAD			TABLERSO AC			RUT. EJEC.		SUPERVISION:		OBSERVACIONES:	
T	S	A	UBIC.	CODIGO		B	M				
X			1.-Limpieza exterior					b __ m __			
X			2.- Limpieza interior					b __ m __			
X			3.- Realización de prueba cerraduras y bisagras					b __ m __			
X			4.-Revisión del estado de los sellos					b __ m __			
X			5.- Corrección y ajuste del estado de los soportes, rieles y elementos de fijación.					b __ m __			
X			6.- Revisión del estado de la acometida principal. Torne lecturas de voltaje y corriente.					b __ m __		VR=	IR=
X			7. Revisión el estado de operatividad del interruptor principal y secundarios.					b __ m __		VS=	IS=
X			8.- Revisión y ajuste todas las conexiones del tablero eléctrico.					b __ m __		VT=	IT=
X			9.- Medición de la temperatura de cada uno de los interruptores del tablero.					b __ m __		WT=	IT=
X			10.- Realización de ajuste el Trip de cada uno de los interruptores que lo posean.					b __ m __		WT-TIERRA=	IT-TIERRA=
X			11.- Revisión del aislamiento entre Terminal-terminal y Terminal-Gabinete.					b __ m __			
	X		12.- Peinado de los conductores del tablero.					b __ m __			
	X		13.-Revisión e Identificación de cada elemento del tablero.					b __ m __			
	X		14.- Levantamiento Eléctrico del Tablero, usando las Planillas de Ingeniería.					b __ m __			
	X		15.- Elaboración del Diagrama Unifilar del Tablero.					b __ m __			
		X	16.- Elaboración del análisis Termográfico del tablero.					b __ m __			
		X	17.- Calibración de los Instrumentos de Medición del tablero de Electricidad.					b __ m __			
OBSERVACIONES ADICIONALES:											
TIPO ACTIVIDAD			T= TRIMESTRAL, S= SEMESTRAL, A= ANUAL								
ACTIVIDAD			B= BIEN EJECUTADA, M= MAL EJECUTADA, b= BIEN, m= MAL								
NOMBRE DEL SUPERVISOR			FIRMA			NOMBRE DE TECNICOS RESP.			FIRMA		
						RESUMEN					
						ACTIVIDAD			TOTALES		
P						PROGRAMADAS					
E						EJECUTADAS					
B						BIEN EJECUTADAS					
M						MAL EJECUTADAS					

Figura A18. FOR-E-M016 “Orden de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos”



**ORDEN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE SISTEMAS
ININTERRUMPIDOS DE POTENCIA UPS**

ORDEN N.º:	Codigo : FOR-E-M0015
CIRCUITO:	FECHAS
	EMISION EJECUCION

REGION:			SECTOR:		ESTACION:			CODIGO ESTACION:				
TIPO DE ACTIVIDAD			SISTEMAS ININTERRUMPIDOS DE POTENCIA UPS						SUPERVISION:		OBSERVACIONES:	
T	S	A	UBIC.	CODIGO		RUT. EJEC.	B	M				
X			1.- Verificación de las alarmas locales y remotas, antes y después de ejecutar el mantenimiento.								b __ m __	CGE Persona Contacto:
X			2.- Limpieza exterior del gabinete.								b __ m __	
X			3.- Limpieza de las rendijas de ventilación y sustitución del filtro de aire de ser necesario.								b __ m __	
X			4.- Limpieza externa del gabinete de bypass si aplica.								b __ m __	
X			5.- Revisión de las condiciones de las tarjetas, fusibles, piezas del rectificaci3n e inversi3n y bypass.								b __ m __	
X			6.- Aplicaci3n de productos qu3micos en tarjetas del equipo para evitar corrosi3n y humedad.								b __ m __	
X			7.- Realizaci3n de inspecci3n general del cuarto de bater3as incluyendo condiciones de temperatura y ventilaci3n. Solo para bater3as abiertas.								b __ m __	
X			8.- Ejecuci3n del mantenimiento de bater3as, aplicando gu3a de usuario correspondiente, seg3n el tipo de bater3as.								b __ m __	
X			9.- Ejecuci3n del descargue hist3rico de operaci3n del equipo								b __ m __	
X			10.- Verificaci3n de sincronizaci3n con la red del UPS.								b __ m __	
X			11.- Verificaci3n del correcto funcionamiento de la pantalla, comandos y leds.								b __ m __	
X			12.- Realizaci3n de ajuste de hora y fecha del equipo de ser necesario.								b __ m __	
X			13.- Verificaci3n por pantalla de la medici3n de voltaje de bater3as si aplica.								b __ m __	
X			14.- Medici3n y registro de los par3metros el3ctricos en la entrada y la salida del equipo, tales como corrientes, voltajes, potencias y factor de potencia.								b __ m __	
X			15.- Medici3n de temperatura de los puntos internos del UPS.								b __ m __	
	X		16.- Ejecuci3n de ajuste de torque en los tornillos, soporte de barras, tarjetas de control y potencia y cualquier otro elemento interno del equipo.								b __ m __	
	X		17.- Realizaci3n de ajuste de todas las conexiones internas del gabinete de bypass si aplica								b __ m __	
	X		18.- Realizaci3n de ajuste del torque en los tornillos que integran el (los) banco (s) de bater3as, si aplican.								b __ m __	
		X	19.- Realizaci3n de an3lisis Termogr3fico de los componentes internos del UPS.								b __ m __	
		X	20.- Medici3n de la conductancia de las celdas de bater3as asociada al UPS.								b __ m __	
		X	21.- Medici3n del valor de distorsi3n arm3nica.								b __ m __	

Página 1

OBSERVACIONES ADICIONALES:

TIPO ACTIVIDAD	T= TRIMESTRAL, S= SEMESTRAL, A= ANUAL			RESUMEN			
ACTIVIDAD	B= BIEN EJECUTADA, M= MAL EJECUTADA, b= BIEN, m= MAL			ACTIVIDAD	TOTALES		
NOMBRE DEL SUPERVISOR	FIRMA	NOMBRE DE TECNICOS RESP.		FIRMA	P	PROGRAMADAS	
					E	EJECUTADAS	
					B	BIEN EJECUTADAS	
					M	MALEJECUTADAS	

Figura A20: FOR-E-M015 “Orden de Mantenimiento preventivo de sistemas ininterrumpidos de potencia UPS”.