

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL ANTE UN ESCENARIO DE CRECIMIENTO DE CARGA-CASO DE ESTUDIO INDUSTRIAS CORPAÑAL C.A.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Jimenez H., Olinip M.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL ANTE UN ESCENARIO DE CRECIMIENTO DE CARGA-CASO DE ESTUDIO INDUSTRIAS CORPAÑAL C.A.

Prof. Guía: Ing. Alexander Cepeda

Tutor Industrial: Ing. Jesús Rondon

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Jimenez H., Olinip M.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2006.

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 30 de mayo de 2006

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 Olinip M., Jiménez H., titulado:

“ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL ANTE UN ESCENARIO DE CRECIMIENTO DE CARGA-CASO DE ESTUDIO INDUSTRIAS CORPAÑAL”

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


Prof. Jesús Meignan
Jurado


Prof. Vicente López
Jurado


Prof. Alexander Cepeda
Prof. Guía



DEDICATORIA

En el instante que decidí tomar el camino de la Ingeniería Eléctrica, pensaba solo en la individualidad del ser humano, pero durante el transcurso de este largo período de angustias, tristezas y muchas alegrías, descubrí todo lo contrario, que mi equilibrio personal depende estrechamente del apoyo incondicional de mi núcleo familiar y amistades, que de una u otra forma brindaron su apoyo, para la culminación de mis estudios.

Antes que nada dedico éste trabajo, a ese ser supremo que nos vigila y guía de forma silenciosa y que de alguna forma extiende su mano para que no decaigamos en el camino por el cual andamos vagando, GRACIAS DIOS.

A mi madre Rosaura de Jimenez, a mi padre Plinio Jimenez, a mis hermanas Alba Jiménez y Lilian Perdomo, a la familia González Márquez, a todos ellos porque estuvieron en cada uno de esos momentos de flaqueza mental, por haberme soportado, alcahuetado, regocijado y apoyado, durante este largo camino que brinda un deleite personal por la culminación de una meta y regala la satisfacción y gozo del comienzo de muchas otras.

A mi primita bella Willmara Murillo, a la gorda Carolina Ovalles, a mis abuelitas Mercedes y Eleuteria, a mis primo_hermanos Jorge Pineda y Joel Hernández a este último le deseo de corazón cruce también esta meta; al pana Gerardo Hernández, a mi bella e inteligente Liseth Mota y a toda mi gran familia Jiménez; Mongua; Hernandez y Quereguan.

A todas aquellas amistades, que hicieron que mi estadía en la Universidad fuese un buen recuerdo de parrandas jocosas y conocimientos que solo los amigos de verdad saben ofrecer, siendo el dúo Juan Sandia y José Duran los panas incondicionales que toda persona debería conocer.

AGRADECIMIENTOS

Es difícil dar gracias a tantas personas, ya que la ayuda recibida llevo de muchas partes.

Agradezco al Ingeniero y amigo Jesús Rondon por haberme brindado la excelente oportunidad de trabajar a su lado y de guiarme de manera desinteresada durante el desarrollo de éste informe, así como el impulsar mis ganas de crear metas muchos mayores a las ya alcanzadas.

Gracias a los profesores de la escuela de ingeniería eléctrica, que de alguna manera me enseñaron algo interesante y aplicable en la vida, agradezco al Prof. Héctor Arcia y al Prof. Alexander Cepeda por prestar su conocimiento y guía en la elaboración de este informe, al Prof. Alejandro Dictamen, al Prof. Paúl Meignen.

Gracias, a la empresa Industrias Corpañal C.A, por facilitar todo el apoyo necesario para la exitosa culminación de este trabajo, en especial al personal que en ella labora día a día, entre ellos los supervisores Antonio Uzcategui, Jorge Garzón, Fernando Remanton, Alberto Canelón, Felipe Pinto, Armando Zambrano, Neicy Aliendres, Marlloris Márquez, Héctor Guillen, Héctor Vergara, a los gerentes Rene Díaz y Rubén Núñez, entre muchas otras personas que de alguna u otra forma prestaron un granito de ayuda.

Gracias a los amigos encontrados en el transcurso de la carrera, José Escalona, Josué Mejias, Johan Hernández, José Ynaudy, Ferdinando Ciavattini, Osman Sanchez, Juan García, son muchos los que he de nombrar aquí, para todos ellos gracias.

Jimenez H., Olinip M.

ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL ANTE UN ESCENARIO DE CRECIMIENTO DE CARGA-CASO DE ESTUDIO INDUSTRIAS CORPAÑAL C.A.

Prof. Guía: Ing. Alexander Cepeda. Tutor Industrial: Ing. Jesús Rondon. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: Industrias Corpañal C.A. 2006. 119h. + anexos.

Palabras Claves: Coordinación de protecciones en baja tensión; Diseño de alimentadores; Curvas de carga; Factor de demanda; Factor de utilización; Adecuación eléctrica.

Resumen. Se plantea el estudio y levantamiento eléctrico de las cargas y protecciones instaladas en la empresa Industrias CORPAÑAL, para con esto evaluar y detallar el actual sistema eléctrico; obteniendo los datos necesarios para optimizar las protecciones por medio de la coordinación y reemplazo de estas, siendo obligatorio dibujar el plano unifilar y calcular los niveles de cortocircuito disponibles en cada tablero principal. Asimismo, con la ayuda de un analizador de magnitudes eléctricas se mide y logra comparar la demanda máxima de la planta con la capacidad instalada en unidades de auto-generación, planteando la autonomía parcial de estos, con ahorros estimados de 8.020.836 Bolívares mensuales. De la revisión de documentos legales y de los resultados obtenidos de la actualización del sistema, se propone la compra de energía en baja tensión, cuantificando la inversión necesaria y los ahorros obtenidos con este proyecto. El analizador también fue instalado en diversos equipos de interés, consiguiendo verificar la capacidad aprovechable en tableros y transformadores por medio de factores que describen el comportamiento de las cargas, logrando de este análisis la disponibilidad existente para adicionar tres nuevas máquinas que serán adquiridas por la empresa y a las que se les diseñan sus alimentadores eléctricos, y se detallan los costos necesarios para su instalación. Igualmente, se propone y cuantifica la instalación de tres nuevos juegos de ternas para cumplir con demandas futuras en tableros principales. Para una de las máquinas fue necesario estimar la iluminación adecuada según el tipo de tarea a ejecutarse, proponiendo tecnología del tipo balasto electrónico T8 debido a la gran cantidad de beneficios.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 IMPORTANCIA.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 METODOLOGÍA.....	5
1.5 LIMITACIONES.....	5
CAPÍTULO II.....	7
SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.....	7
2.1 DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA.....	7
2.1.1 Área de producción.....	8
2.1.2 Área de wipes.....	8
2.1.3 Área de generación.....	8
2.1.4 Área de almacén.....	9
2.1.5 Área de oficinas o administrativa.....	9
2.1.6 Área de Taller.....	9
2.2 LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LA PLANTA.....	9
2.2.1 Acometida.....	11
2.2.2 Tableros de distribución.....	14
2.2.3 Equipos asociados a los tableros.....	19
CAPÍTULO III.....	27
ESTUDIO DE CARGAS.....	27
3.1 ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA.....	27
3.1.1 Mediciones de energía eléctrica.....	31
CAPÍTULO IV.....	40
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA PLANTA... 40	40
4.1 CONCEPTO DE CORTOCIRCUITO.....	40
4.2 ANÁLISIS DE PROTECCIONES INSTALADAS.....	42
4.2.1 Requerimientos para el estudio de las protecciones.....	43
4.2.2 Características de las protecciones.....	44
4.3 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO.....	47

4.3.1	<i>Caracterización de los equipos</i>	48
4.3.2	<i>Evaluación de los niveles de cortocircuito en el sistema de la planta</i>	51
4.4	CRITERIOS PARA LA COORDINACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIONES	52
4.4.1	<i>Coordinación y ajuste de los equipos de protección instalados en planta</i>	55
4.5	EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE PROTECCIONES.....	60
CAPÍTULO V		62
DISEÑO DE ALIMENTADORES ELÉCTRICOS PARA LAS NUEVAS MÁQUINAS		62
5.1	SELECCIÓN DE CONDUCTORES	62
5.2	MÁQUINA PANTYSHIELD.....	64
5.2.1	<i>Selección del conductor por capacidad de corriente</i>	65
5.2.2	<i>Selección del conductor por caída de tensión</i>	65
5.2.3	<i>Selección del conductor por capacidad de cortocircuito</i>	67
5.2.4	<i>Especificación de las protecciones</i>	68
5.3	MÁQUINA ULTRA DELGADA	69
5.3.1	<i>Selección del conductor por capacidad de corriente</i>	69
5.3.2	<i>Selección del conductor por caída de tensión</i>	69
5.3.3	<i>Selección del conductor por capacidad de cortocircuito</i>	70
5.3.4	<i>Especificación de las protecciones y cálculo del ramal de iluminación</i>	70
5.4	MÁQUINA WIPES-PACKING	71
5.4.1	<i>Especificaciones de diseño</i>	72
5.4.2	<i>Alimentador principal para el tablero de la máquina</i>	72
5.4.3	<i>Ramales para el tablero de servicios generales del área de la máquina</i>	73
5.4.4	<i>Alimentador del tablero de servicios generales</i>	75
5.4.5	<i>Cálculo de luminarias</i>	77
CAPÍTULO VI		79
CONSUMO ELÉCTRICO DE LA PLANTA Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS.....		79
6.1	CONSUMO ELÉCTRICO ACTUAL DE LA PLANTA.....	79
6.1.1	<i>Análisis del comportamiento eléctrico</i>	80
6.2	IMPACTO TÉCNICO DEL AUMENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA	82
6.3	PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA EN EL CONSUMO ELÉCTRICO 83	
6.3.1	<i>Procedimiento de arranque de las máquinas después de una parada general inesperada</i>	84
6.3.2	<i>Puesta en servicio del generador G2</i>	85
6.3.3	<i>Propuesta de cambio del tipo tarifa</i>	87
6.4	PROPUESTAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LAS NUEVAS MÁQUINAS.....	90
6.4.1	<i>Tablero disponible en planta</i>	90
6.4.2	<i>Tablero extra para iluminación a 277 V</i>	90
6.4.3	<i>Trasladar alimentador</i>	91
6.5	PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE PROTECCIONES	92
6.5.1	<i>Sustitución de equipos de protección</i>	92
6.6	PROPUESTAS DE ADICIÓN DE CONDUCTORES A ALIMENTADOR DE TABLEROS	93
CAPÍTULO VII.....		96
ANÁLISIS ECONÓMICO		96
7.1	EVALUACIÓN DE COSTO PARA LA INSTALACIÓN DE LAS NUEVAS MÁQUINAS	96
7.1.1	<i>Evaluación de costo al utilizar el tablero disponible en planta</i>	98
7.1.2	<i>Evaluación de costo del tablero extra de iluminación a 277V</i>	99
7.1.3	<i>Evaluación de costo del traslado del alimentador de Pantyshield</i>	99
7.2	EVALUACIÓN DE COSTO POR SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN	100
7.3	EVALUACIÓN DE COSTO POR ADICIÓN DE CONDUCTORES A ALIMENTADORES DE TABLEROS ..	101
7.4	CALCULO DE EGRESOS POR AUMENTO DE DAC	102

7.5 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEBIDO AL FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN .	104
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFIA	116
REFENRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
[ANEXO 1]	120
[PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA PLANTA]	120
[ANEXO 2]	121
[CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS MULTILIN PQM Y SR760]	121
[ANEXO 3]	137
[MANUFACTURA DE UN PROTECTOR PERSONAL]	137
[ANEXO 4]	144
[CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS EN PLANTA]	144
[ANEXO 5]	154
[CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ANALIZADOR MICROVIP 3 EL CONTROL]	154
[ANEXO 6]	159
[CURVAS DE CARGAS]	159
[ANEXO 7]	172
[CURVAS CARACTERÍSTICAS TIEMPO VS CORRIENTE DE LOS INTERRUPTORES]	172
[ANEXO 8]	190
[ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO]	190
[ANEXO 9]	199
[TABLA 4A-7 DE LA IEEE STD 141-1993]	199
[ANEXO 10]	200
[TABLA 13-4 DE LA IEEE STD 141-1993]	200
[ANEXO 11]	201
[FIGURA 4A-1 DE LA IEEE STD 141-1993]	201
[ANEXO 12]	202
[FIGURA 4A-3 DE LA IEEE STD 141-1993]	202
[ANEXO 13]	203
[TABLA 430-152 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999 Y CLASIFICACIÓN NEMA]	203
[ANEXO 14]	204
[COMPORTAMIENTO DEL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES ANTE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO]	204
[ANEXO 15]	206

[CÓMPUTOS DE LOS AJUSTES PROPUESTOS DE LOS INTERRUPTORES].....	206
[ANEXO 16]	217
[CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES]	217
[ANEXO 17]	231
[TABLA 310-5 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999]	231
[ANEXO 18]	232
[CAÍDA DE TENSIÓN Y CAPACIDAD DE CORRIENTE DE UN CONDUCTOR].....	232
[ANEXO 19]	236
[TABLA 310-16 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999].....	236
[ANEXO 20]	238
[TABLA 250-95 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999]	238
[ANEXO 21]	239
[TABLA 4 DEL TEXTO CANALIZACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES].....	239
[ANEXO 22]	240
[TABLA 2 DEL TEXTO CANALIZACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES].....	240
[ANEXO 23]	241
[TABLA 12 DEL TEXTO CANALIZACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES].....	241
[ANEXO 24]	242
[SECCIÓN 240-6 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999]	242
[ANEXO 25]	243
[TABLA 220-3 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL 1999].....	243
[ANEXO 26]	244
[DISTRIBUCIÓN DE LOS TABLEROS DE WIPES_PACKING].....	244
[ANEXO 27]	248
[MÉTODO DE LOS LÚMENES].....	248
[ANEXO 28]	253
[PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL ARRANQUE DE LAS MAQUINAS DESPUÉS DE UNA PARADA INESPERADA].....	253
[ANEXO 29]	254
[HISTÓRICO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR LA PLANTA]	254
[ANEXO 30]	255
[TABLA 18 DEL TEXTO CANALIZACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES].....	255
[ANEXO 31]	256
[COTIZACIONES Y PRESUPUESTOS].....	256
[ANEXO 32]	274
[CONCEPTOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CÁLCULO DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN].....	274

[ANEXO 33]	277
[ULTIMO ANÁLISIS PRACTICADO AL TRANSFORMADOR PRINCIPAL 1500KVA]	277
[ANEXO 34]	282
[FACTURAS DE ELEGUA Y PDVSA GAS].....	282

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 EQUIPOS DE ACOMETIDA	12
TABLA 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES DEL T-G.....	15
TABLA 2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES DE LOS T-WA Y T-WB	16
TABLA 2.4 INTERRUPTORES DE LOS SUB-TABLEROS DE MEZANINE	18
TABLA 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUB-TABLEROS DE T-CH	18
TABLA 2.6 TRANSFORMADORES INSTALADOS EN PLANTA	19
TABLA 2.7 EQUIPOS TRISFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE LA LÍNEA ENIPLAN	20
TABLA 2.8 EQUIPOS TRISFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE LA LÍNEA JOA	21
TABLA 2.9 EQUIPOS TRISFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE LA LÍNEA VAN_MAC....	21
TABLA 2.10 EQUIPOS TRISFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE LAS LÍNEA DIATEC	22
TABLA 2.11 EQUIPOS TRISFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE WIPES.....	22
TABLA 2.12 EQUIPOS TRSFÁSICOS CONECTADOS @ 480V DE TALLER MECÁNICO	22
TABLA 2.13 EQUIPOS TRISFÁSICOS QUE INTEGRAN EL CHILLER @ 480 V.....	23
TABLA 2.14 COMPRESORES DE AIRE COMPRIMIDO @ 480V	24
TABLA 2.15 SECADORA DE AIRE COMPRIMIDO @ 480 V	24
TABLA 2.16 VENTILADORES DE SERVICIO DE GENERACIÓN @ 480 V.....	25
TABLA 3.17 CAPACIDAD TOTAL INSTALADA EN PLANTA	28
TABLA 3.18 RESUMEN DE LAS MEDICIONES.....	36
TABLA 4.19 NIVELES DE CORTOCIRCUITO DISPONIBLES EN PLANTA.....	52
TABLA 4.20 RESULTADO DE LA COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO (ESTIMADOS) CON LA CORRIENTE DE INTERRUPCIÓN MÁXIMA DE LOS EQUIPOS INSTALADOS	52
TABLA 4.21 AJUSTE DE DISPOSITIVOS DE SOBRECARGAS POR CADA UNA DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	56
TABLA 4.22 CIRCUITOS PLANTEADOS PARA LA COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES	58
TABLA 4.23.COMPARACIÓN DE LOS AJUSTES PROPUESTOS CON LOS ACTUALES	59
TABLA 5.24 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS NUEVAS MAQUINARIAS.....	62
TABLA 5.25 FACTOR DE DEMANDA PARA AIRE ACONDICIONADO	74
TABLA 5.26 ESTUDIO DE CARGA PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES	75
TABLA 5.27 BALANCE DE LAS FASES PARA EL TABLERO DE SERVICIOS GENERALES	76
TABLA 6.28 DEMANDA MÁXIMA ESTIMADA PARA LAS NUEVAS MAQUINARIAS.....	82
TABLA 6.29 ENERGÍA ESTIMADA PARA LAS NUEVAS MÁQUINAS	86

TABLA 6.30 INTERRUPTORES PROPUESTOS PARA REEMPLAZO	92
TABLA 7.31 DESCRIPCIÓN DE COSTOS PARA LAS INSTALACIONES DE LAS NUEVAS MÁQUINAS.....	97
TABLA 7.32 COSTO TOTAL PARA LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE LAS NUEVAS MÁQUINAS.....	98
TABLA 7.33 COSTO AL EMPLEAR EL TABLERO DISPONIBLE EN PLANTA.....	99
TABLA 7.34 COSTO POR ADQUISICIÓN DE TABLERO PARA ILUMINACIÓN A 277V	99
TABLA 7.35 COSTOS POR TRASLADO DEL ALIMENTADOR DE LA MÁQUINA PANTYSHIELD	100
TABLA 7.36 COSTO POR SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS DE INTERRUPCIÓN	100
TABLA 7.37 COSTO POR SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS DE SOBRECARGA.....	101
TABLA 7.38 COSTOS POR ADICIÓN DE CONDUCTORES	101
TABLA 7.39 PRECIOS APLICADOS SEGÚN CLASIFICACIÓN TARIFARÍA	102
TABLA 7.40 COMPARACIÓN DE EGRESOS CON EL AUMENTO DE LA DAC	103
TABLA 7.41 EGRESOS PROBABLES DE COMPRAR LA ENERGÍA OBTENIDA DE LOS GENERADORES	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1 FRACCIÓN DE CARGA POR TIPO DE SERVICIO	29
GRÁFICO 3.2 CURVA HORARIA DE CARGA DEL GENERADOR 1(7 DÍAS CONTINUOS) 34	
GRÁFICO 3.3 CURVA HORARIA DE CARGA DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL (7 DÍAS CONTINUOS)	34
GRÁFICO 3.4 APROXIMACIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA TOTAL CONSUMIDA EN PLANTA	35
GRÁFICO 3.5 FACTOR DE UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PLANTA.....	36
GRÁFICO 3.6 FACTOR DE DEMANDA DE EQUIPOS DE ACOMETIDA	37
GRÁFICO 3.7 CONSUMOS PROMEDIOS DE LA PLANTA	38
GRÁFICO 3.8 CONSUMOS PROMEDIOS DE EQUIPOS DE SERVICIOS GENERALES	39
GRÁFICO 4.9 PORCENTAJES DE LOS DISPOSITIVOS DE SOBRECARGA	57
GRÁFICO 6.10 HISTÓRICO DEMANDA MÁXIMA MENSUAL CONTRATADA A “ELEGGUA”	80
GRÁFICO 6.11 COMPARACIÓN DE LA DAC ACTUAL CON LOS POSIBLES ESCENARIOS DE AUMENTO DE LA DEMANDA ASIGNADA DE “ELEGGUA”	81
GRÁFICO 6.12 DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA.....	89
GRÁFICO 6.13 DISMINUCIÓN DE LA ENERGÍA CONSUMIDA EN PLANTA	89
GRÁFICO 7.14 COMPARACIÓN ENTRE COSTOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 TIPOS DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	10
FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DE LA PLANTA	12
FIGURA 2.3 EQUIPOS QUE CONFORMAN LA ACOMETIDA DE LA PLANTA	13
FIGURA 2.4 ESTADO FÍSICO DE LOS CONDUCTORES QUE VAN AL CUARTO DE ELECTRICIDAD	16
FIGURA 2.5 COMPRESOR DE AIRE	24
FIGURA 3.6 DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	33
FIGURA 4.7 CONTRIBUCIONES EN UN CORTOCIRCUITO (C.C.)	41
FIGURA 4.8 CURVA TÍPICA DE LA REGIÓN TÉRMICA	45
FIGURA 4.9 CURVA TÍPICA DE LA REGIÓN DE SOBRE-CORRIENTE	46
FIGURA 4.10 MODULO Y CURVA TÍPICA DE UN ELECTROMAGNÉTICO	47
FIGURA 4.11 DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS.....	51

INTRODUCCIÓN

Gracias a una visión nacionalista y una gran confianza en Venezuela, es puesta en marcha en los años 90 una empresa bajo el nombre de “*Industrias Corpañal*”, dedicada exclusivamente a la manufactura de protectores desechables para bebés (“pañales”), la cual, luego de pocos meses de producción logra situarse entre las primeras en el mercado nacional.

La empresa desde sus inicios permanece en un constante crecimiento de sus líneas de producción, y cada nueva máquina que es instalada representa una carga que afecta a la red interna de la planta. A éste crecimiento eléctrico no se le ha hecho ningún tipo de seguimiento, lo cual, ha traído como consecuencia el desconocimiento de los puntos de interrupción de gran cantidad de equipos, así como la capacidad disponible en los equipos instalados (transformadores), generando esto: ausencia de planos, incertidumbres en la actuación de los equipos de protección instalados y desacuerdos al momento de instalar nuevas carga al sistema.

Consciente de las dificultades actuales que atraviesa la empresa para suplir la necesidad de un nuevo aumento de la producción mediante la adquisición de maquinarias, se ha iniciado un plan interno para establecer políticas que permitan implantar los requerimientos previos necesarios para llevar exitosamente este nuevo proyecto de expansión de la línea de producción y además adecuar el sistema eléctrico para su óptimo desempeño.

Debido a la ausencia de planos y al desconocimiento del sistema eléctrico en general, se deriva la importancia de éste trabajo, ya que se logra discriminar la cantidad de equipos instalados en planta para la realización de un esquema eléctrico; plantear sustitución y ajustes de los equipos de protección según la carga conectada; señalar las capacidades disponibles de cada equipo de transformación; diseñar

alimentadores para nuevas máquinas que serán adquiridas; analizar el consumo eléctrico que representa la empresa ante la distribuidora local; mostrar el beneficio técnico-económico que trae el tener en funcionamiento las unidades de autogeneración instaladas en planta; proponer el cambio del servicio tarifario actual, así como procedimientos de arranque de las máquinas para disminuir la demanda máxima consumida por la planta.

La metodología utilizada para alcanzar cada objetivo planteado cumple con una serie de pasos de investigación, análisis, diseño y ejecución de datos, que son descritos en este informe mediante los siguientes capítulos:

- Capítulo I: se expresa la problemática, la importancia, los objetivos y limitaciones presentes para este estudio.
- Capítulo II: se evalúan y cuantifican las cargas instaladas en la planta bajo estudio con el levantamiento del sistema eléctrico, se realiza el esquema unifilar de la planta, y un segundo esquema que muestra la distribución física de la misma.
- Capítulo III: se describe el estudio de las cargas, y los parámetros que reflejan las características eléctricas de las principales cargas instaladas.
- Capítulo IV: detalla el diagnóstico y análisis de las principales protecciones eléctricas instaladas en la planta, basado en la coordinación de estas.
- Capítulo V: se muestra el diseño de los alimentadores para las nuevas máquinas de producción.
- Capítulo VI: en el que se muestra el consumo eléctrico de la planta y el análisis de propuestas.
- Capítulo VII: se refiere al análisis de costos por adquisición de materiales, equipos para la instalación de las nuevas máquinas, y factibilidad económica de las propuestas.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones como elementos finales de este trabajo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa¹ presta sus productos bajo la visión de eficiencia, rapidez, seguridad y confort. Actualmente desea mantener el nivel de calidad de servicio, adaptándose a las necesidades de cambio que los consumidores requieren, por ende, pretende ampliar y crecer en su línea de producción, con la adquisición de maquinarias y equipos.

1.1 Importancia

En la actualidad, la compañía es suplida por dos generadores de 656 kVA cada uno; y la empresa de suministro eléctrico Electricidad de Guarenas Guatire “ELEGGUA”, sin embargo, carece de un estudio interno del estado actual del sistema eléctrico, factor que dificulta la realización de dicha ampliación, y el cual, puede llegar a afectar el estándar de calidad de servicio; entre estos factores destacan:

1. Ausencia de un plano eléctrico unifilar, en el cual se puedan discriminar los puntos de interrupción, celdas de transformación, carga asociada a los puntos de interrupción y a las celdas de transformación, entre otros.
2. Ausencia de ajuste y comprobación adecuada de los equipos de protección en los alimentadores principales de la planta, celdas de transformación, motores eléctricos, entre otros.

Este trabajo tiene el propósito de elaborar una serie de estudios a diversos sistemas y equipos en áreas operativas de la industria, con el fin de establecer mecanismos y acciones correctivas que permitan crear las condiciones necesarias para la adecuación de la ampliación de las unidades de producción.

Entre las áreas de mayor interés se encuentran el cálculo del alimentador, el diseño y evaluación del sistema de protección tanto del sistema existente como el de las nuevas máquinas.

Para la adecuación de las nuevas máquinas de producción, es necesaria una inversión por la adquisición de equipos eléctricos, la cual debe ser cuantificada mediante los cálculos métricos necesarios.

El proyecto contempla vencer las dificultades planteadas, en las cuales se optimice los sistemas de producción, iluminación y protecciones mediante equipos existentes, o bien mediante sustitución de tecnología.

1.2 Objetivo General

Elaborar un estudio para implementar soluciones que permitan realizar la adecuación de la planta manufacturera a nivel eléctrico, para aumentar su producción.

1.3 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la coordinación de los sistemas de protección principales instalados, basado en la coordinación de estos.
- Medir la demanda consumida en la planta y comparar con demanda asignada o contratada.
- Diseñar la acometida eléctrica para la ampliación de la planta.
- Diseñar el sistema de protección para las nuevas maquinarias a instalar en la planta.
- Evaluar el impacto de la ampliación de la carga en las unidades de generación y su importancia técnico-económica en la facturación del consumo eléctrico.
- Diseñar y analizar propuestas para modificar el sistema de protección actual.

- Realizar el estudio económico de las propuestas analizadas y adecuación del nuevo galpón.
- Realizar un estudio de carga ante escenario de expansión de la producción industrial.

1.4 Metodología

Para evaluar el sistema de protección se debe estudiar los planos de la planta, no obstante, debido a la ausencia de los mismos, se realizara un levantamiento de las instalaciones eléctricas, a través del seguimiento de conductores.

La demanda y energía consumida por la planta será obtenida a través de mediciones de variables eléctricas (voltaje, corriente, factor de potencia, etc.). Este consumo será conseguido mediante un analizador de magnitudes eléctricas.

Con el levantamiento del sistema eléctrico, se determina la factibilidad de redistribuir los puntos de interrupción, de circuitos alimentadores, etc.

Por medio de la investigación, se plantea la sustitución de tecnología en lo que respecta al sistema de iluminación adecuado para las nuevas instalaciones.

Con las mediciones de las variables eléctricas, se evalúa la factibilidad de utilización de las unidades generadoras como principal fuente de energía y así prescindir de la compañía eléctrica local, bajo el criterio de mantener el nivel de calidad de servicio.

1.5 Limitaciones

Durante el desarrollo de este informe, se propone el cambio del tipo de servicio eléctrico según tipo de consumo, de alta tensión (12,47 kV) a baja tensión (480 V)[1], ya que, la planta se encuentra fuera de las especificaciones señaladas para

este tipo de servicio. Éste cambio implica una inversión de una primera fase, por la elaboración del estudio teórico de ingeniería por parte de ELEGGUA, el cual mostrara los equipos, parámetros y costos necesarios para la ejecución de dicho proyecto.

En el caso del pago de la primera fase, fue difícil interesar al departamento encargado de las finanzas, sin una justificación previa en la cual se muestren los efectos que puede traer el permanecer en la tarifa actual. Por ende, para la evaluación de esta propuesta, se utilizó un valor estimado en base a reuniones con el representante en la planta de la distribuidora local ELEGGUA.

En el caso de la ubicación de las nuevas líneas de producción, se había planteado como primera opción el alquiler de un cuarto galpón, el cual, no se llevo a cabo, ya que el comité de ingeniería de la empresa redistribuyo el área actual de la planta, para evitar de esta manera un gasto mensual por alquiler.

CAPÍTULO II

SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

En este capítulo se muestra el levantamiento eléctrico de los dispositivos conectados a la red eléctrica, considerando las cargas, puntos de interrupción de alimentadores y ramales, así como los equipos de acometida y los instalados en producción y servicios, con el cual se realiza un esquema unifilar de la planta. Por la ausencia de diagramas eléctricos y arquitectónicos de la empresa, se efectúa un análisis de toda la compañía.

Para el levantamiento se utiliza la siguiente metodología:

- Identificación del ambiente físico de la planta.
- Entrevista con el personal encargado del sistema eléctrico.
- Cuantificación de equipos (motores e interruptores).
- Ubicación de los puntos de interrupción y alimentación.
- Elaboración del esquema unifilar.

A partir de este estudio se evalúa el estado actual del sistema, con el fin de observar las deficiencias que posee con respecto a los equipos de protección instalados, para buscar la factibilidad de redistribuir las cargas y mejorar la coordinación de los equipos de interrupción. También permite actualizar la capacidad instalada, ya que se desconocen por modificaciones y adquisiciones de nuevos equipos.

2.1 Distribución física de la planta

Para simplicidad del estudio la industria se clasifica en áreas de trabajo; cada una es independiente de la otra, quedando esta dividida de la siguiente manera (ver Anexo1):

2.1.1 Área de producción

Es donde se ubican las máquinas de manufactura de protección de higiene personal, en este sitio se elabora el principal producto para la cual fue desarrollada la empresa, el área posee un ritmo de trabajo de cinco días a la semana repartido en tres turnos, el primero de 6:30 am a 2:30 pm, el segundo de 2:30 pm a 9:30 pm y un tercer turno de 9:30 pm a 6:30 am; cada una de las líneas de producción tiene una parada en la semana para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo de estas.

El área consta de 4 líneas de producción:

- a) Van-Mac (protección de adultos): ésta línea produce la marca “Controle”.
- b) Diatec (protección infantil): ésta línea produce las marcas “Consentido” y “Aprecio”.
- c) Eniplan (protección femenina): ésta línea produce la marca de toallas “Nubes”
- d) Joa (protección infantil): ésta línea produce las marcas “Consentido”, “Aprecio” y marcas privadas.

2.1.2 Área de wipes

Es el área que se mantiene más esterilizada de toda la empresa, en ésta son preparadas las fragancias y esencias que serán utilizadas para la elaboración de los cosméticos infantiles y toallas faciales, asimismo son elaborados algodones. El horario de trabajo es comprendido en los mismos tres turnos anteriores.

2.1.3 Área de generación

Aquí se encuentran los equipos encargados de proveer toda la electricidad utilizada en la planta, es decir, alimentador principal (transformador y un grupo de generadores), su ubicación es el patio de carga, el cual, es retirado del resto de las áreas destinadas a producción y almacén, en ésta se trabaja con gas y equipos en media tensión, los generadores tienen un programa de funcionamiento de lunes a

viernes en horario corrido, los mantenimientos realizados a estos son los fines de semana.

2.1.4 Área de almacén

Es el área destinada para colocar los productos ya terminados (PT), así como la materia prima (MP) que ha de ser utilizada para la elaboración de estos, no posee mayor carga eléctrica instalada más que las lámparas encargadas de iluminar el ambiente.

2.1.5 Área de oficinas o administrativa

Es el área donde se encuentra ubicado el personal administrativo de la empresa; este personal posee un horario de trabajo de 8:00am a 5:00pm de lunes a viernes.

2.1.6 Área de Taller

La empresa realiza trabajos de rectificación y afilado de unidades que son empleadas en el corte del producto, así como reparación y fabricación de piezas y equipos mecánicos, por consiguiente se destino un área en la cual se ubican las máquinas y herramientas para estas tareas.

2.2 Levantamiento eléctrico de la planta

La ausencia de un esquema unificar de la planta evidencia la necesidad de su diseño. Luego de especificar las áreas de la empresa, se realiza la inspección con el personal encargado del sistema eléctrico para así identificar los tableros principales y tableros secundarios que se encuentran instalados, así como los interruptores asociados a estos y sus cargas.

Los tableros son compartimientos individuales o modulares, en ellos se encuentran alojados equipos de protección, barras y conductores. Pueden ser encontrados en diversos tamaños y capacidades de corriente, las barras son hechas de cobre o aluminio con una densidad de corriente de $1,6 \text{ A/mm}^2$ [2], en algunos casos existen tableros en los cuales se puede alojar un interruptor internamente como el mostrado en la Figura 2.1 (c), éste no posee barras ni otros equipos en derivación y su alimentación es a través de conductores. Los tamaños difieren según la capacidad de corriente que son manejadas y circuitos de distribución alojados en su interior.

La descripción de un tablero se puede denotar por el lugar de uso, cantidad de circuitos en derivación y fundamentalmente por la capacidad del interruptor principal, la intensidad manejada por las barras debe ser mayor a la manejada por el interruptor[3], ya que podría generar esto una condición anormal a la red, por ejemplo, tenemos en la Figura 2.1 (a) un interruptor principal de 800 A, sin embargo las barras poseen una capacidad de corriente de 1.600 A, es decir, el tablero es de capacidad máxima 800 A, aunque la barra sea de mayor capacidad.

En la Figura 2.1, se muestran algunos tableros, el (a) y el (b) son de barras de cobre, interruptor principal y sus respectivos circuitos de salida, el mostrado en la Figura 2.1 (c) es del tipo de caja individual.

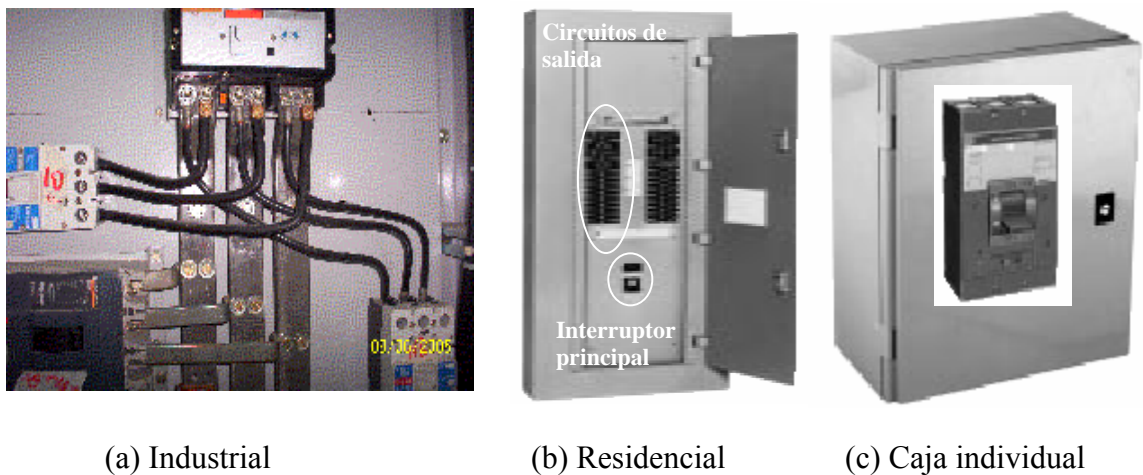


Figura 2.1 Tipos de Tableros de distribución

Un interruptor, es un dispositivo que permite el cierre y la apertura de la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, se encuentre este en condiciones normales o no. Las condiciones normales suelen confundirse con las condiciones nominales de los equipos (corriente (I_n), tensión (V_n), impedancia (Z_n)), no obstante se refiere al funcionamiento de estos por un tiempo indefinido “teóricamente” sin generar daños al circuito o a al mismo equipo, el arranque de los motores y la corriente Inrush de los transformadores son considerados entre las condiciones normales.

En los tableros de distribución de la planta, se encuentran dos clases de interruptores: termo-magnéticos y electromagnéticos, la diferencia entre ellos radica en el ajuste del disparo que puede establecerse acorde a las exigencias requeridas para la coordinación con el resto del sistema[4], por ejemplo en los electromagnéticos, se puede regular el tiempo y la corriente a la que se desea que este opere, mientras que el primero es de disparo fijo, sin embargo, en algunos interruptores termo-magnéticos se pueden encontrar unidades de disparo.

2.2.1 Acometida

Acometida es todo aquel conductor y equipo que tiene como finalidad unir el sistema de suministro eléctrico a una instalación en específico.

La energía eléctrica suministrada a las diferentes áreas de la empresa, es obtenida de un transformador de potencia de 1.500 kVA (ver Tabla 2.1), el cual, es alimentado mediante la subestación Trapichito, circuito Guairita a un nivel de tensión de 12,47 kV perteneciente a la compañía de distribución del servicio eléctrico “ELEGGUA”, la alimentación es a través de 3 conductores subterráneos de calibre 2/0 AWG 15 kV, el transformador es tipo pedestal refrigerado con aceite mineral y relación de transformación de 12,47/0,8 kV, conexión delta-estrella neutro flotante.

La empresa además posee un grupo de auto-generación que consta de dos generadores sincrónicos de velocidad 1.200 rpm, con una potencia de 656 kVA cada uno, conexión delta-estrella neutro flotante para una tensión de salida de 480 V, los cuales son arrastrados por primo motores a gas natural de cuatro tiempos con las siguientes especificaciones: Modelo F3521GSI marca Waukesha de 550 kW, 6 cilindros en línea para una cilindrada de 58 litros, relación de compresión 8:1, turbo-cargado e ínter-enfriado de bajo consumo de combustible, su velocidad se encuentra en 1.200 rpm.

Tabla 2.1 Equipos de acometida

Nº	Nombre del equipo	Potencia (kVA)	Tensión (kV)	Cosφ
1	Transformador Principal	1500	12,47_0,48/0,277	N/I
2	Generador 1	656	0,48/0,277	0,8
3	Generador 2	656	0,48/0,277	0,8

N/I: no se posee información

En la Figura 2.2 se muestra el diagrama de bloques de la distribución eléctrica de la planta.

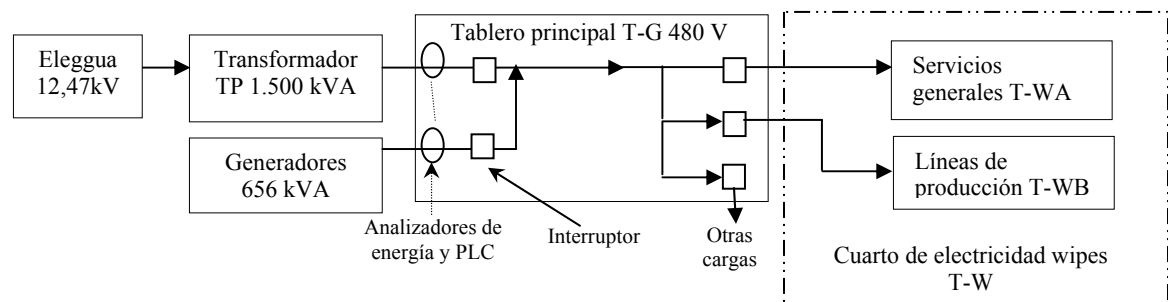


Figura 2.2 Diagrama de bloques del sistema eléctrico actual de la planta

De la salida del transformador principal salen seis conductores calibre 500 MCM 600 V, por cada una de las fases, a un interruptor de potencia de capacidad 2.500 A y de los generadores salen 3 conductores del mismos calibre por fase llegando cada generador a un interruptor de potencia de 1.250 A, cada grupo de ternas son medidas y controladas por analizadores de energía (uno por cada equipo de

alimentación) y un PLCⁱⁱ encargado de habilitar o deshabilitar los diferentes grupos de alimentación a través del control de los interruptores, es decir, el PLC gobierna junto a un equipo destinado a sincronizar la señal de los generadores con la señal de ELEGGUA la entrada de los mismo a la barra de alimentación principal, todos estos equipos se encuentran alojados en un tablero ubicado en el área de generación.

Los analizadores de energía están dispuestos antes de cada interruptor, de tal manera que registran la señal de alimentación que será suministrada a la barra principal del tablero; la de los generadores es censada por un analizador Multilin modelo PQM de General Electric y la del transformador es censada por un Multilin modelo SR760 del mismo fabricante (ver Anexo 2), estos equipos detectan el estado de la señal de alimentación, y emiten una señal al PLC para que este luego active o desactive los interruptores según sea el caso, claro esta, que si ocurre una condición anormal en la red, la cual perturbe la señal, las unidades de disparos de los interruptores de potencia serán las encargadas de la apertura de los mismos.

En la Figura 2.3, se muestran los conductores de la acometida proveniente de los equipos de generación y del transformador principal, así como el tablero al cual alimentan.



(a) Tablero de distribución principal T-G

Figura 2.3 Equipos que conforman la acometida de la planta

ⁱⁱControlador Lógico Programable



(b) Alimentador del generador (c) Alimentador del transformador

Figura 2.3 Equipos que conforman la acometida de la planta

2.2.2 Tableros de distribución

Se procede a identificar cada uno de los tableros de distribución, obteniendo la descripción siguiente:

2.2.2.1 Tablero de distribución principal (T-G): ubicado en el área de generación, éste es alimentado directamente por los generadores y el transformador a una tensión de 480 V, en este tablero están localizados los equipos encargados del arranque y acople de los generadores con la señal de ELEGGUA, está compuesto por 3 interruptores de potencia uno de 2.500 A y dos de 1.250 A tal como fue mencionado en la sección 2.2.1, bajo la etiqueta 52-1 hasta 52-3 (ver Tabla 2.2 (a)). Posee un juego de barras de cobre (2 por fase) de capacidad 3.000 A, de está salen 7 alimentadores, dos se dirigen al cuarto de electricidad pasando por los interruptores CB1 y CB2, que corresponden a los alimentadores con mayor carga eléctrica instalada, las especificaciones de cada interruptor ubicado en este tablero se muestran en la Tabla 2.2 (b).

En el tablero T-G, hay un ramal con salida a través del interruptor CB3 (ver Tabla 2.2 (b)) que alimenta a un sistema de bombas contra incendios, éste sistema no funciona a menos que exista una eventualidad que así lo requiera; la alimentación

principal es por medio del T-G y de fallar éste posee una planta de generación eléctrica a gasoil independiente.

Tabla 2.2 Características de los interruptores del T-G

(a) Interruptores de distribución

[Entradas de los generadores 52-1, 52-2 y del transformador 52-3]

Equipo	Marca	Corriente nominal (A)	Modelo	Unidad de disparo	Corriente de interrupción simétrica RMS
52 - 1	GE Spectronic	3x1250	B - S1250 electronic	Spectra RV13	40kA @ 690V
52 - 2	GE Spectronic	3x1250	B - S1250 electronic	Spectra RV13	40kA @ 690V
52 - 3	GE Spectronic	3x2500	B - S2500 electronic	Spectra RV13	40kA @ 690V

(b) Interruptores de distribución [salidas]

Equipo	Marca	Corriente nominal (A)	Modelo	Unidad de disparo	Corriente de interrupción simétrica RMS
CB1	GE Industrial Circuit Break	3x2000	TRLA36BA20	Micro versatrip plus RMS9C	45 kA @ 480V
CB2	GE Spectra RMS	3x800	SKHA36ATO800	SRPK800A	50kA @ 480V
CB3	GE Spectra RMS	3x400	SGLA36ATO400	SRPG400A	65kA @ 480 V
CB4	GE Spectra RMS	3x150	N/I	SRPE150A	65kA @ 480 V
CB5	GE Spectra RMS	3x60	N/I	SKPE60A	65kA @ 480 V
CB6	GE Spectra RMS	3x60	N/I	SRPE60A	65kA @ 480 V
CB7	GE Spectra RMS	3x60	N/I	SRPE60A	65kA @ 480 V

N/I: no se posee información

2.2.2.2 Tableros de distribución en cuarto de electricidad (T-W): están ubicados en el área de wipes a una tensión de 480 V, en este cuarto se encuentran dos tableros secundarios, uno de ellos se denomina tablero de servicios de iluminación y cargas pasivas o tablero de servicios generales (T-WA), siendo la alimentación proveniente del T-G por medio de una bancada de 12 conductos no metálicos, 2 conductores calibre 500 MCM por fase y su desconexión es delegada al interruptor CB2 de capacidad 800A (ver Tabla 2.2), las barras de distribución que posee este tablero son elaboradas en cobre para una capacidad 1.600 A. El segundo se denomina tablero de fuerzas o tablero de producción (T-WB), al igual que el T-WA es energizado desde el T-G por el interruptor CB1 de capacidad 2.000 A a través de la

misma bancada y tiene 5 conductores de calibre 500 MCM por fase, internamente posee un juego de dos barras por fase para una capacidad de 3.000 A, la salida de este tablero al área de producción es mediante ducto-barras, llegando estas a todos los tableros de control y alimentación de las diferentes líneas de producción ubicados en mezanina. En la Tabla 2.3, se muestran las características de los interruptores asociados a dichos tableros. En la Figura 2.4 se muestra el estado físico de los conductores que salen a los tableros secundarios T-WA y TW-B, estos poseen un aumento de su calibre de 500 MCM a 750 MCM por medio de empalmes en una de las tanquillas, además, en la misma se encuentra gran cantidad de agua.

Tabla 2.3 Características de los Interruptores de los T-WA y T-WB

Equipo	Marca	Corriente nominal (A)	Modelo	Unidad de disparo	Corriente de interrupción simétrica RMS
Tablero T-WB Producción					
CW 1	Wesrtinghouse	3x2000	PCG32000F	N/I	100kA @ 480V
Tablero T-WA Servicios					
CW 2	Merlin Gerin	3x800	B - Compact C801N ST9347	STR25DE	42kA @ 440V
CW 20	Cutler Hammer	3x125	C JD35K	JT3125T	35kA @ 480V
CW 21	Cutler Hammer	3x300	C KD35K	KT3300T	35kA @ 480V
CW 22	Merlin Gerin	3x40	Compact C100NF	N/I	15kA @ 240V
CW 23	Wesringhouse	3x125	HFB	N/I	25kA @ 480V
CW 24	Merlin Gerin	3x63	Compact C101H	N/I	65kA @ 415 V
CW 26	Merlin Gerin	3x63	Compact C101H	N/I	65kA @ 415 V
CW 27	Cutler Hammer	3x200	C JDC100K	JT3200T	100kA @ 480V
CW 28	Merlin Gerin	3x630	A - Compact NS630N	STR23SE	42kA @ 440V

N/I: no se posee información

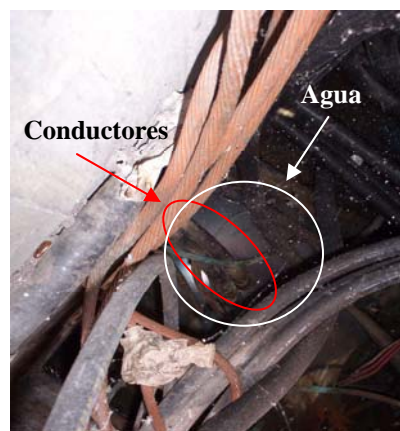
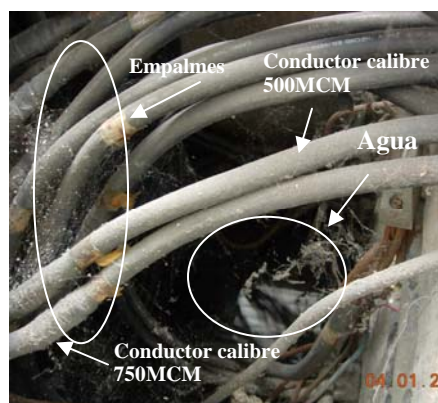


Figura 2.4 Estado físico de los conductores que van al cuarto de electricidad

2.2.2.3 *Tableros de distribución en mezanina (T-M)*: mezanina es un piso superior ubicado sobre las líneas de producción, en este se encuentra todos los Centros de Control de Motores (CCM) de las diversas líneas, a estos sub-tableros al igual que los anteriores se les asigna un nombre para poder identificarlos. Se encuentran 5 sub-tableros en esta área, los cuales se denominan según la línea de producción a la que proveen energía eléctrica, tres de ellos se nombran (T-Diatec, T-Van_Mac y T-Eniplan) y dos (T-M1, T-M2_Joa), los dos últimos no poseen la misma nomenclatura, por que son alimentados directamente de las ducto-barras y proveen la distribución de energía al resto de los sub-tableros. Se alimentan a través del interruptor de potencia CW1 ubicado en el área de wipes y 100 m de ductos-barras de capacidad 2.000 A.

El interruptor principal de los sub-tableros de Diatec, Van_Mac y Eniplan se denomina (CM1) y el interruptor principal de la línea Joa de llama (CM5), los detalles de todos los interruptores alojados en estos sub-tableros se muestran en la Tabla 2.4.

La distribución desde el T-WB hasta los T-M1 y T-M2_Joa, es por medio de ducto-barras enchufables elaboradas en cobre, con 4 barras aisladas por fase, para una capacidad de 2.000 A y capas de resistir una corriente de cortocircuito de 86 kA[2], éste tipo de barras permite salir con derivaciones en cualquier punto que así se requiera.

Del T-WA se tiene un circuito de salida por medio del interruptor CW28 y tres conductores de calibre 250 MCM, a un sub-tablero de 480 V localizado en la parte superior del área administrativa, el cual tiene como interruptor principal uno de 400 A que se marca como CH1, las características de todos los interruptores de salida de este tablero son mostrados en la Tabla 2.5. Éste tablero se denomina T-CH y en el cual encontramos conectado el sistema de refrigeración del aire acondicionado de toda la planta.

Tabla 2.4 Interruptores de los sub-tableros de Mezanine

Equipo	Marca	Corriente nominal (A)	Modelo	Unidad de disparo	Corriente de interrupción simétrica RMS
Tablero T-M1					
CM1	Merlin Gerin	3x1600	B - Compact CM1600N	ST - CM1	70kA @ 415V
Tablero T-Diatec					
CM2	Merlin Gerin	3x1000	B - Compact C1001N	STR25DE	42kA @ 440V
CM21	Merlin Gerin	3x630	A - Compact NS630N	STR23SE	42kA @ 440V
CM22	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
CM23	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
CM24	Merlin Gerin	3x100	A - Compact NS100N	TM100D	25KA @ 440V
CM26	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
Tablero T-Van_Mac					
CM3	Merlin Gerin	3x1000	B - Compact C1001N	STR25DE	42kA @ 440V
CM31	Merlin Gerin	3x400	A - Compact NS400N	STR23SE	42kA @ 440V
CM32	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
Tablero T-Eniplan					
CM4	Merlin Gerin	3x630	A - Compact NS630N	STR23SE	25KA @ 440V
CM41	Merlin Gerin	3x100	A - Compact NS100N	TM100D	25KA @ 440V
CM42	Merlin Gerin	3x250	A - Compact NS250N	TM250D	35kA @ 440V
CM43	Merlin Gerin	3x100	A - Compact NS100N	TM100D	25KA @ 440V
Tablero T-M2_Joa					
CM5	ABB SACE F1	3x1250	F1S	SACE PR1/P	55kA @ 415V
CM51	Westinghouse	3x400	LA3400F	N/I	30kA @ 480V
CM52	Westinghouse	3x600	C LD35K	LT3600T	35kA @ 480V
CM53	Westinghouse	3x200	C HJD65K	JT3200T	65kA @ 480 V
CM54	Cutler Hammer	3x250	Ji250	JT3250T	20kA @ 480V
CM55	Westinghouse	3x150	C JDC100K	JT3150T	100kA @ 480V
CM56	Cutler Hammer	3x250	C LD35K	JT3250T	35kA @ 480V
CM57	Merlin Gerin	3x100	A - Compact NS100N	TM100D	25kA @ 480V
CM58	Westinghouse	3x60	C FD25K	N/I	35kA @ 480V

N/I: no se posee información

Tabla 2.5 Características del Sub-Tableros de T-CH

Equipo	Marca	Corriente nominal (A)	Modelo	Unidad de disparo	Corriente de interrupción simétrica RMS
CH1	Merlin Gerin	3x400	A - Compact NS400N	STR23SE	42kA @ 440V
CH10	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
CH11	Merlin Gerin	3x63	A - Compact NS100N	TM63D	25KA @ 440V
CH12	Merlin Gerin	3x160	A - Compact NS160N	TM160D	35kA @ 440V
CH13	Merlin Gerin	3x250	A - Compact NS250N	TM250D	35kA @ 440V

2.2.3 Equipos asociados a los tableros

En el levantamiento, se encuentra una cantidad de equipos conectados a la red a través de los tableros descritos anteriormente.

2.2.3.1 Transformadores: en la planta se dispone para equipos de tensión de trabajo inferior a 480 V de transformadores reductores, en la Tabla 2.6 se muestran los equipos instalados en planta para tal fin.

Varios de los transformadores mencionados tienen como función principal el suministrar energía eléctrica a los servicios de planta, como lo son la iluminación, tomas corrientes y aire acondicionado; otros tienen la función de alimentar equipos de las líneas de producción, los motores de las líneas, los controladores, los tanques de adhesivo entre otros equipos alimentados a una tensión inferior de 480V. El transformador T18, se encuentra cargado con 4 lámparas de 100 W cada una, para iluminación del osprey (filtro de algunas máquinas). El transformador T19, es el encargado de proveer energía a los servicios del galpón denominado planta 2 (ver Anexo 1) destinado para almacén de materia prima y productos terminados.

Tabla 2.6 Transformadores instalados en planta

Equipo N°	Potencia nominal (kVA)	Relación de Tensión (V)	Tablero	Función	Equipo N°	Potencia nominal (kVA)	Relación de Tensión (V)	Tablero	Función
T1	112,5	440_220/125	T-G	Servicios	T11	9	480_480/277	T-WA	Servicios
T2	50	480_480/277	T-WA	Servicios	T12	80	480_220/120	T-Eniplan	Producción
T3	125	480_220/127	T-WA	Producción	T13	40	480_220/127	T-Van_Mac	Producción
T4	30	480_208/120	T-WA	Servicios	T14	125	480_220/127	T-Van_Mac	Producción
T5	75	480_208/120	T-WA	Servicios	T15	80	480_220/127	T-Diatec	Producción
T6	30	480_208/120	T-WA	Servicios	T16	112,5	480_220/127	T-M2_Joa	Producción
T7	50	480_480/277	T-WA	Servicios	T17	40	480_220/127	T-M2_Joa	Producción
T8	30	480_220/127	T-WA	Producción	T18	25	480_220/120	T-M2_Joa	Producción
T9	30	480_208/120	T-WA	Servicios	T19	125	480_208/120	T-WA	Servicios
T10	25	480_208/120	T-WA	Servicios	Total	1194			

2.2.3.2 Equipos instalados en producción: en las diferentes líneas de producción existe un conjunto de equipos instalados de diversas características y tensiones, encargados de darle movimiento, tracción a bandas y piezas que componen a cada línea de producción; otros de ellos proveen el aire comprimido utilizado durante todo el proceso de elaboración de un artículo en específico y algunos son delegados en mantener el material justo en el lugar idóneo para la construcción del producto, para obtener una idea de la función de los equipos en el Anexo 3, se muestra como trabaja una de las máquinas de producción.

A continuación, se muestran organizados en tablas los equipos instalados en cada línea de producción, considerando solo los que se encuentran conectados a una tensión de 480V (motores y transformadores), pues para actualizar la capacidad instalada se excluirán los motores y equipos a 220 V, ya que sus potencias son atribuidas a algún transformador, esto se puede hacer, porque los transformadores de tensión son equipos dimensionados según la carga a la que proveerán energía y pueden llegar a cargarse hasta su máxima capacidad en cualquier instante de tiempo. Para obtener más detalles de las características de los motores ver Anexo 4.

La línea de producción Eniplan, se compone de los equipos rotativos descritos en la Tabla 2.7:

Tabla 2.7 Equipos trifásicos conectados @ 480V de la línea Eniplan

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cos Φ	Rango del térmico (A)
1	Formacion	39,30	48,50	0,88	48 – 57
2	Vacío de las bandas	12,33	16,00	0,86	23 – 32
3	Molino desfibrador	59,52	72,00	0,86	N/A
4	Arrastrador de pulpa	2,22	3,19	0,78	N/A
5	Vacío de sap	1,94	2,80	0,89	2,5 – 4
6	Scarfing roll cepillo	1,47	2,40	N/I	N/A
7	Vacío cinta central	2,16	2,85	0,89	2,4 – 4
8	Principal	12,50	16,40	0,84	N/A
9	Vacío cinta lateral	1,94	2,85	0,89	2,4 – 4
Total		133,39			

N/I: no posee información

N/A: no aplica

La línea de producción Joa, se compone de los equipos rotativos descritos en la Tabla 2.8:

Tabla 2.8 Equipos trifásicos conectados @ 480V de la línea Joa

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cos ϕ	Rango del térmico (A)	N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cos ϕ	Rango del térmico (A)	
1	Molino desfibrador	100,00	115,00	N/I	80 - 120	9	Vacío de teipes	7,50	8,78	N/I	10 - 16	
2	Vacío de las bandas	15,54	18,50	0,83	18 - 30	10	Alimentador de teipes	1,00	1,70	N/I	1.5 - 2.3	
3	Retorno scarfing	7,50	10,30	N/I	10 - 16	11	Auxiliar del die	1,50	2,40	N/I	2 - 3	
4	Scarfinng roll cepillo	1,50	2,20	N/I	2 - 3	12	Vacío de retales	7,50	9,90	N/I	6 - 10	
5	Principal	60,00	71,00	N/I	N/A	13	Twister	1,35	2,00	0,77	N/A	
6	Vacío fluted	14,18	18,50	0,91	13 - 18	14	Formación main fan: Osprey	60,00	71,00	N/I	N/A	
7	Vacío frontal	14,18	18,50	0,91	16 - 30	15	Vacuum fan: Osprey	4,00	49,00	N/I	N/A	
8	Vacío de Leyer	7,50	8,78	N/I	10 - 16	16	Boquetas: Osprey	15,00	19,50	N/I	18 - 25	
N/I: no posee información						N/A: no aplica						
Total								318,24				

La línea de producción Van_Mac, se compone de los equipos rotativos descritos en la Tabla 2.9:

Tabla 2.9 Equipos trifásicos conectados @ 480V de la línea Van_Mac

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cos ϕ	Rango del térmico (A)
1	Molino desfibrador	86,46	98,00	0,88	N/A
2	Arrastrador de pulpa	2,40	3,75	0,77	N/A
3	Principal	7,50	9,90	N/I	N/A
4	Formación principal	8,54	11,30	0,85	9 - 14
5	Vacío teipes staker	2,66	3,20	N/I	1,6 - 2,5
Total		107,56			
N/I: no posee información		N/A: no aplica			

La línea de producción Diatec, se compone de los equipos rotativos descritos en la Tabla 2.10:

Tabla 2.10 Equipos trifásicos conectados @ 480V de las línea Diatec

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ	Rango del térmico (A)	N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ	Rango del térmico (A)
1	Retales	8,45	10,90	0,86	11 – 16	10	Layer	8,45	13,50	N/I	10 – 16
2	Aspirador del filtro nozzle fan	11,40	14,20	0,87	11 – 16	11	Fluted	8,45	13,50	N/I	16 – 20
3	Vacío de las bandas	17,09	21,20	0,85	18 – 25	12	Teipes	5,38	7,00	0,8	6 – 10
4	Formación	115,28	132,00	0,86	50 – 205	13	Succión de sap	2,00	2,70	N/I	N/A
5	Molino desfibrador	107,60	124,00	0,9	50 – 205	14	Motor principal	68,12	80,00	0,88	N/A
7	Retorno scarfing roll	2,95	4,40	0,86	6 – 10	Motores Staker					
8	Scarfing cepillo	3,54	4,80	0,83	5,5 – 8	15	Estación 1	1,35	2,00	0,77	N/A
9	Frontal	5,38	7,00	0,8	10 – 16	16	Estación 2	1,35	2,00	0,77	N/A
							Total	366,75			

N/I: no posee información

N/A: no aplica

En el área de wipes, la mayoría de los equipos son alimentados a una tensión de 220 V, los motores que se ubican en esta área se muestran en la Tabla 2.11, y aunque forma parte de producción el transformador asociado (T3) es alimentado desde el tablero de servicios generales T-WA.

Tabla 2.11 Equipos trifásicos conectados @ 480V de wipes

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	Banda	0,35	0,70	N/I

N/I: no posee información

N/A: no aplica

2.2.3.3 Equipos en taller mecánico: se encuentran motores a 220V, los conectados a 480V se muestran en la Tabla 2.12, el transformador asociado (T8) es alimentado desde T-WA.

Tabla 2.12 Equipos trifásicos conectados @ 480V de taller mecánico

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	Rectificadora cilíndrica	8,82	10,00	N/I
2	Rectificadora cilíndrica	1,32	1,50	N/I
Total		10,15		

N/I: no posee información

N/A: no aplica

2.2.3.4 Chiller: Este se encuentra conectado al tablero T-CH y es el encargado de acondicionar el líquido (agua helada), que circulara por medio de tuberías protegidas térmicamente hacia los equipos distribuidores de aire (Fan coil) en las diversas oficinas, estos equipos toman el aire del ambiente, por medio de ventilación forzada lo hacen pasar por un filtro para limpiarlo de impurezas y luego por un serpentín, en el cual circula internamente esta agua helada, cambiando la temperatura del aire, cada equipo posee un sistema de termostato que regula a la temperatura deseada. El chiller consta de dos sistemas de iguales características, sin embargo, en la planta es utilizado uno de ellos al 100% mientras que el otro es de respaldo, debido a que los requerimientos de carga térmica, son tal, que permite asegurar que los circuitos no funcionen al mismo tiempo, es decir, un solo sistema cumple las condiciones de funcionamiento para mantener la temperatura a un nivel adecuado. En la Tabla 2.13 se muestran los equipos que componen un sistema.

Tabla 2.13 Equipos trifásicos que integran el chiller @ 480V

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	5 Ventiladores	1,04	2,40	0,83
2	Bomba de recirculación	20,00	25,00	0,86
3	Compresor	92,96	84,00	0,83
Total		118,14		

2.2.3.5 Compresores de aire: estos están conectados en el tablero T-M2_Joa. Todas las máquinas de producción de la planta trabajan con aire comprimido, ya sea para mantener adherido el material a una banda de transportación o para separarlo de otra, para esto se encarga un conjunto de tres compresores de aire pertenecientes a la marca Atlas Copco (uno modelo GA30 y dos GA75), estos compresores son individuales, sin embargo están conectados entre si por medio de una tubería que distribuye el aire a cada lugar que así lo requiera en toda la planta, para mantener la presión del aire en toda la tubería se disponen de dos tanques que almacenan el aire a presión constante, la cual es de 122 psi pre-determinada por el operador de la máquina, estos tanque reciben el nombre de pulmón de aire, no ameritan energía eléctrica para su funcionamiento, poseen manómetros y equipos que mantienen

conservada la presión del aire que en ellos se encuentran, al llegar a la presión requerida los compresores son desconectados automáticamente por un equipo controlador ubicado en la estructura de este y dejan de suministrar aire hasta que baja la presión a 110 psi que es cuando vuelven a encenderse, la desconexión del compresor es interna, es decir, deja de suministrar aire pero el motor continúa girando en vacío. Las características nominales de estos equipos se muestran en la Tabla 2.14, y en la Figura 2.5 se muestra la estructura física.

Tabla 2.14 *Compresores de aire comprimido @ 480V*

N°	Nombre del equipo	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	Compresor rio	100,54	122,00	N/I
2	Compresor messanina	100,54	122,00	N/I
3	Compresor pequeño	38,86	48,00	0,89
Total		239,93		

N/I: no posee información

Figura 2.5 *Compresor*



2.2.3.6 *Secadora de aire*: el material que tiene contacto con el aire comprimido y es usado para la elaboración del producto final, debe estar ausente de humedad, ya que esto provocaría en él hongos que perjudicarían la calidad del producto, el aire que proviene de los compresores trae un porcentaje alto de humedad, y debe ser liberado de todo rastro de ésta, existe un equipo entre los compresores y el destino final del aire que se encarga de secarlo, es de la marca Atlas Copco modelo FD380, éste toma el aire proveniente de un primer pulmón y se encarga de extraerle un gran porcentaje de humedad, luego pasa a un segundo pulmón de aire donde es distribuido a todas las máquinas. Las características de este equipo son descritas en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15 *Secadora de aire comprimido @ 480 V*

N°	Nombre del equipo	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	Air driver secadora	6,1	7,66	N/I

N/I: no posee información

N/A: no aplica

2.2.3.7 *Ventiladores de servicio de los generadores*: los generadores por tener como primo motor uno de características de combustión interna, se produce calor en el ambiente donde estos se encuentran, resultando en una elevación de la temperatura

y puede ser perjudicial para el equipo, ya que los generadores tienen una temperatura de trabajo de diseño de 40°C y equipos electrónicos que pueden variar su condición de trabajo según la temperatura, para evitar esto existen cuatro ventiladores que extraen ese aire caliente producido por estos motores a gas; las características de estos extractores son mostradas en la Tabla 2.16.

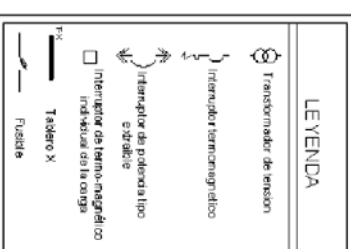
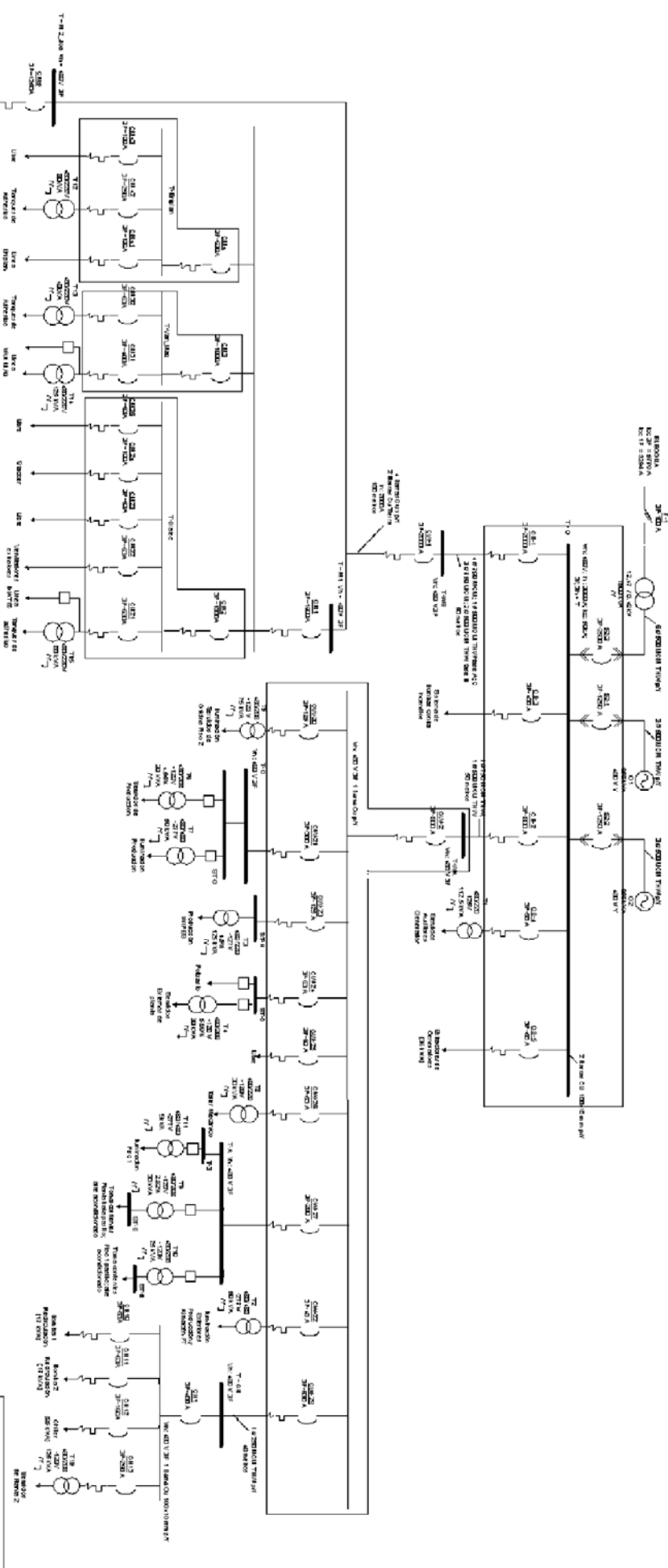
Los primo motores deben trabajar por poco tiempo en vacío (sin carga) y a una temperatura determinada para no crear deterioros internos, por consiguiente se hace circular un refrigerante que debe oscilar cercano a los 76 °C, lo que evita el recalentamiento por elevación de temperatura generada por la combustión. La temperatura del refrigerante se mantiene constante por medio de un radiador ubicado en la parte superior del área de generación (uno por generador), posee ventiladores eléctricos que toman el aire del ambiente, y las características de estos ventiladores son mostradas en la Tabla 2.16. Estos equipos son alimentados desde el T-G.

Tabla 2.16 Ventiladores de servicio de generación @ 480 V

N°	Nombre del motor	Potencia (kVA)	Corriente In (A)	Cosφ
1	4 Extratores de aire	2,61	3,67	0,79
2	2 Radiadores	39,09	46,50	0,88
Total		88,63		

N/I: no posee información N/A: no aplica

Con todos los datos obtenidos del levantamiento eléctrico, mostrado en las tablas anteriores, se realiza el esquema unifilar donde se muestran los equipos y cargas asociadas al sistema de potencia de la planta.



Propiedad y Confidencialidad
 LA INFORMACION CONTENIDA EN
 ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE
 INDUSTRIAS CORPAÑAL, CUALQUIER
 REPRODUCCION PARCIAL O
 TOTAL SIN LA AUTORIZACION
 DE INDUSTRIAS CORPAÑAL ESTA
 TOTALMENTE PROHIBIDA.

ENSAMBLE

USADO EN

APLICACION: Tesis Especial de Grado

Nota:
 Los conductores que en este
 diagrama no poseen
 especificacion del calibre,
 es debido a la ausencia
 del mismo en el sitio donde se
 encuentra instalado.

Nombre	Fecha
Dibujado por: Dimp Jimenez	2006
Revisado por: Jesus Rondón	
Ultima Modif.	

Industrias
Corpañal
 C.A.

TITULO
 Diagrama Unifilar.

Nombre	Fecha
Dibujado por: Dimp Jimenez	2006
Revisado por: Jesus Rondón	
Ultima Modif.	

Universidad Central de Venezuela	Facultad de Ingeniería - Elctrica
Estado del sistema eléctrico de un	planta industrial ante un escenario de
crecimiento de carga - caso estudio	Industrias Corpañal, CA

SIZE A	Nº PLANO	REVISION
ESCALA: 1:3	Peso:	HQJA 1 DE 2

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE CARGAS

3.1 Estudio de cargas del sistema

En el estudio de los sistemas eléctricos, existen parámetros que describen de forma cuantitativa el comportamiento de una carga, siendo alguno de los parámetros más importantes, los mencionados a continuación:

- a) Capacidad o carga total instalada.
- b) Demanda eléctrica.
- c) Demanda máxima.
- d) Factor de demanda.
- e) Factor de utilización.

a) *Capacidad instalada*: se refiere a la sumatoria de las potencias nominales, que aparecen en las placas de todos los equipos que se encuentran conectados a la acometida de la instalación, exceptuando aquellos que son considerados de respaldo (todo aquel equipo que posee características y funcionamiento iguales al que sale fuera de servicio).

Como se presentó en el Capítulo II, la planta posee gran cantidad de equipos conectados a la red de 480 V, no obstante, se puede estimar la capacidad total conectada que representa la planta en kVA. Se realiza la suma de las potencias nominales de cada carga mostrada en la sección 2.2.3.

Los equipos poseen en placas su potencia nominal en vatios (W) o en caballos de fuerza (hp), en ambos casos se aplicaron las siguientes consideraciones para trabajar en la unidad de volt amper (VA):

Para los expresados en hp, se tomo la relación de conversión siguiente:

$$kVA(x) = \frac{x * 745,69}{\eta * \cos \varphi}; \quad x \text{ en hp} \quad \text{Ec 3.1}$$

Para los expresados en kW, se tomo la relación de conversión siguiente:

$$kVA(x) = \frac{x}{\eta * \cos \varphi}; \quad x \text{ en kW} \quad \text{Ec 3.2}$$

Muchos equipos no poseían data de eficiencia (η) y factor de potencia ($\cos\varphi$), se asume un promedio de $\cos\varphi = 0,86$ y una eficiencia η para decir que 1 hp=1 kVA.

Para la estimación de la capacidad total instalada, los transformadores de servicios y producción son tomados según la Tabla 2.6 y carga asociada; Van-Mac: T13; T14 - Eniplan: T12 - Diatec: T15 - Joa: T16 a T18 - Wipes: T3 Taller: T8 - Serv. Generador: T1 - Serv. Generales: T2, T4 a T7, T9 a T11, T19, igualmente se hace con los motores, se colocan según el área o línea de trabajo. Siendo la capacidad instalada por tablero como se muestra en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17 Capacidad total instalada en planta

	Carga en motores [kVA]	Capacidad de subtransformación [kVA]	Carga instalada [kVA]	Fc%
Producción T-WB				
Línea Van Mac	107,56	165,00	272,56	10,45
Línea Eniplan	133,39	80,00	213,39	8,18
Línea Diatec	366,75	80,00	446,75	17,13
Línea Joa	318,24	177,50	495,74	19,01
Compresores y secadora de aire T-WB				
Equipos	246,03	N/A	246,03	9,43
Servicios de generación T-G				
Equipos	88,63	112,50	201,13	7,71
Taller T-WA				
Equipos	10,15	30,00	40,15	1,54
Servicios generales T-WA				
Iluminación y tomas corrientes	N/A	424,00	424,00	16,26
Wipes	0,35	125,00	125,35	4,81
Otras "Chinita"	24,44	N/A	24,44	0,94
Chiller T-WA				
Equipos	118,14	N/A	118,14	4,53
Capacidad Total Instalada				
Total	1270,75	1069,00	2607,68	

N/A: no aplica

Fc%: fracción de carga

Como se puede observar en la Tabla 3.17, la mayor de las capacidades instaladas es la que corresponden a la línea de producción Joa, sin embargo, esto no

es indicativo de que sea la carga que más consumo de energía eléctrica posee en la planta; la tercera con mayor carga conectada es iluminación y tomas corrientes. Analizando la tabla anterior, se puede hallar la fracción de carga, el cual, expresa el porcentaje en kVA destinado a cada tipo de servicio de la capacidad instalada, refiriéndose a tipo de servicio como las cargas conectadas a los tableros T-WA (servicios generales), T-WB (servicios de producción) y se asumen todas las demás cargas conectadas en el T-G como de servicios generales.

$$F_c = \frac{\sum kVA_{equipo}}{kVA_{total}} * 100 \quad \text{Ec 3.3}$$

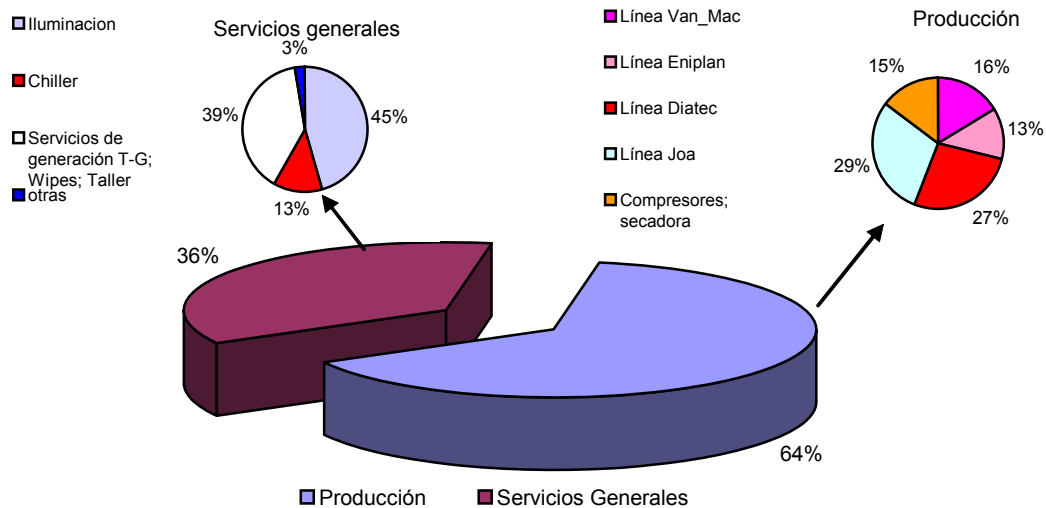


Gráfico 3.1 *Fracción de carga por tipo de servicio*

En el gráfico 3.1, se observa que producción (T-WB) posee un 64% de la carga conectada, el cual esta a cargo de suministrar energía eléctrica al área destinada a producción, mientras que un 36% de la carga instalada esta destinada a servicios generales, dando como resultado que el tablero de producción es el más representativo de las cargas instaladas en la planta. Los gráficos más pequeños indican en que porcentaje se divide la carga instalada entre producción y servicios.

b) *Demanda eléctrica*, es la carga en kVA o kW que es tomada en un valor medio durante un tiempo determinado, y la cual es costumbre representar mediante gráficos de 24 horas o más. Durante este intervalo de demanda, ocurren picos máximos y mínimos, llamados demanda máxima y mínima respectivamente. Estos gráficos muestran la conducta de una determinada carga, lo que permite estudiar y analizar la influencia de ésta en el sistema eléctrico al cual esta conectada.

c) *Demanda máxima*: las cargas eléctricas son rara vez constantes en el tiempo, o sea, fluctúan durante todo el intervalo de análisis, lo cual indica que es importante conocer la demanda máxima del equipo al que se le realiza el estudio, pues siempre es de interés conocer en que instante la carga posee su mayor valor de consumo energético, para así, poder estimar o evaluar el sistema eléctrico.

d) *Factor de demanda*: es relación existente entre la demanda máxima de un sistema o parte de éste y la carga total conectada al mismo, este factor es adimensional, no obstante, la demanda máxima y la capacidad instalada deben estar en las mismas unidades.

$$F_D = \frac{D_{\max}}{\text{Capacidad}_{\text{instaldada}}} \quad \text{Ec 3.4}$$

e) *Factor de utilización*: se define como la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal del equipo que suministra energía, este factor es adimensional, al igual que el anterior deben ser ambos expresados en las mismas unidades.

$$F_U = \frac{D_{\max \text{ de equipo}}}{\text{Potencia}_{\text{nom}_{\text{equipo}}}} \quad \text{Ec 3.5}$$

Los dos últimos parámetros son indicativos de consumo, el factor de demanda expresa el porcentaje de la capacidad instalada que esta siendo alimentada, mientras que el factor de utilización expresa que porcentaje de la capacidad del sistema o equipo es utilizado durante la demanda máxima.

3.1.1 Mediciones de energía eléctrica

La capacidad instalada no es el consumo real que representa la empresa ante la distribuidora de energía eléctrica, ya que todos los equipos conectados a la red no funcionan a su capacidad nominal, como tampoco llegan a tener un régimen de funcionamiento similar uno con otro, para obtener el consumo real se realizan medidas eléctricas en varios puntos de interés, tales puntos de medición se escogen según la cantidad de equipos instalados, como los considerados importante para el departamento de proyectos. Para realizar las mediciones, es adquirido un equipo analizador de magnitudes eléctricas MicroVIP 3 de ELCONTROL (ver Anexo5), el cual realiza medidas de tensión, corriente, potencia, frecuencia, consumos de energía y logra memorizar los picos de potencia activa y aparente por el método de integración, el equipamiento básico es de 3 pinzas amperimétricas de 1.000 A, y un grupo de cables de potencial para tensiones hasta 750 V.

3.3.1.1 Condiciones para la campaña de medición eléctrica: las mediciones se realizaron instalando el equipo de medición en conexión trifásica a intervalos de 10 minutos según gaceta oficial[5], los equipos que se consideraron para las mediciones son los siguientes:

Acometida: las mediciones hechas en la acometida de la planta, se realizaron de forma individual para cada equipo de alimentación, durante 7 días continuos. Para el generador se utilizó el analizador microVIP, y para la medición del transformador principal se empleó el analizador ubicado en el tablero T-G multilin SR760. Las mediciones se realizaron con el objeto de obtener la demanda de energía eléctrica real que posee la empresa, y con esto conocer cuanto es generado y cuanto es comprado a la distribuidora local. Debido a que uno de los generadores se encuentra fuera de servicio, se planteó realizar la campaña de medición sin tomar en cuenta su contribución energética y considerando que la jornada de operación del generador es de 5 días a la semana. El período en que se realizó la medición de la acometida, fue bajo condiciones normales de operación de la planta.

Transformadores: la compañía como se mencionó antes, tiene un horario laboral de 24 horas de lunes a viernes, durante el cual, el funcionamiento de las cargas existentes en planta es en promedio bastante regular. Por consiguiente las mediciones para los transformadores se realizaron de 24 horas de duración, mostrando el comportamiento diario que tienen cada uno de ellos por individual. La finalidad de estas mediciones es conocer que tan cargados se encuentran cada uno de estos transformadores instalados.

Sub-tableros T-WA y T-WB: estos tableros son los de servicios generales y producción respectivamente, su medición es importante para conocer si se encuentran en el límite de su capacidad. La medición de estos tableros se realiza en un período de 24 horas, y al igual que en la medición de la acometida se realiza en el instante de condiciones normales de operación de la planta.

Líneas de producción: en los principales interruptores de alimentación de cada una de las líneas se realizó la medición de los parámetros eléctricos, con la finalidad de identificar que cantidad de la demanda es aportada a cada una de estas. Las mediciones fueron de 24 horas para cada máquina.

Otros: hay equipos que se consideran de carga importante, entre estos están los extractores y ventiladores de servicio para los generadores, el chiller y los compresores; las mediciones se realizaron de 24 horas para compresores mientras que para los ventiladores fue de 12 horas, debido a que su funcionamiento es invariante.

En la Figura 3.6 se presentan los puntos donde se realizaron las mediciones.

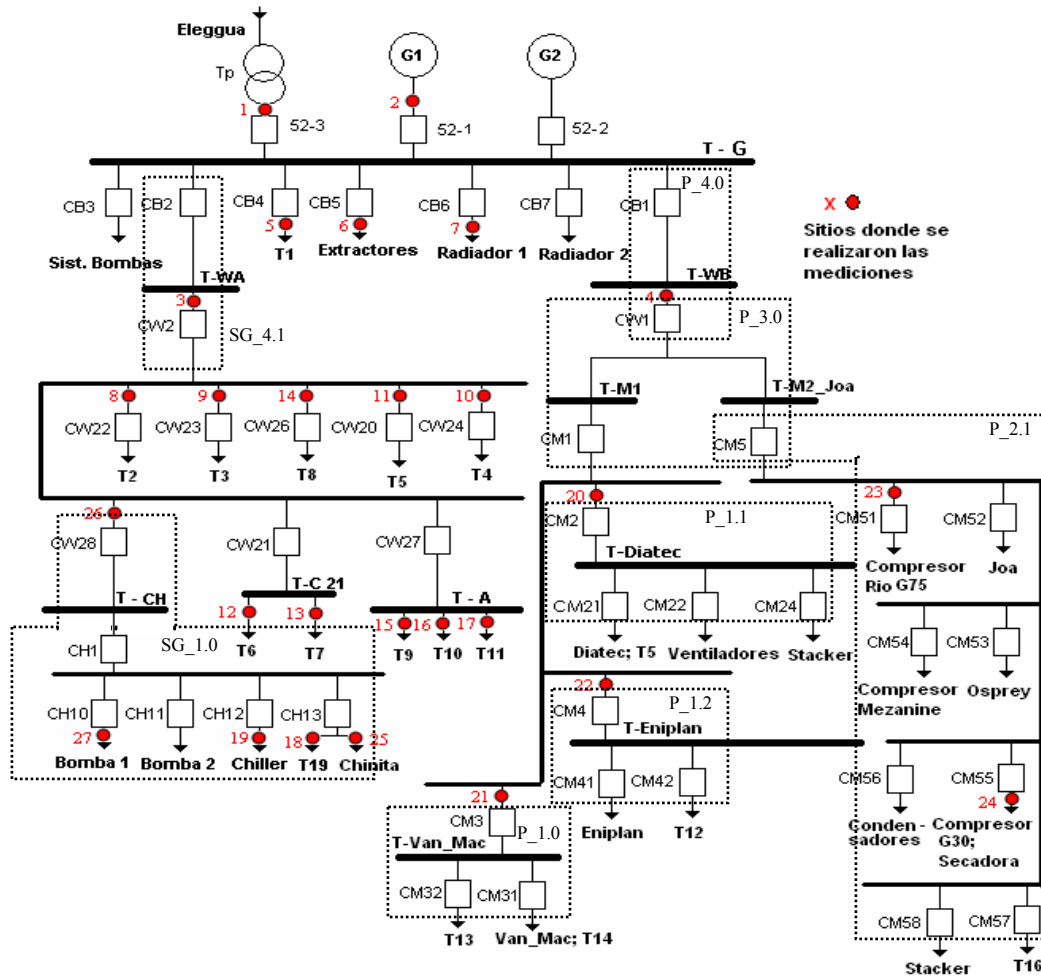


Figura 3.6 Diagrama de ubicación de los puntos de medición

3.3.1.2 Curva horaria de carga: los diagramas de carga, son el resultado obtenido durante las mediciones, mostrando el comportamiento eléctrico de la carga en el intervalo escogido, éste conocimiento permite cuantificar y verificar el sistema, además, es provechoso a la hora del diseño de alguna expansión.

El primer punto en el que se realiza la medición, es en la acometida, la cual por ser proveniente de dos fuentes distintas, una del generador y otra de ELEGGUA se obtuvieron 2 diagramas individuales, los cuales se muestran en los Gráficos 3.2 y 3.3.

Generador 1 [656 kVA]

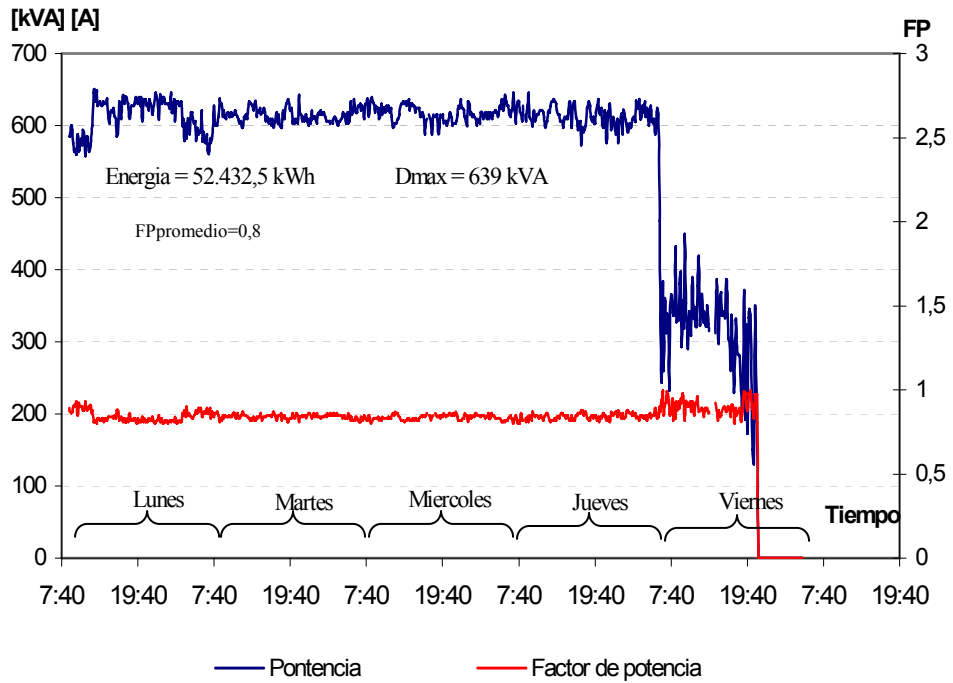


Gráfico 3.2 Curva horaria de carga del generador 1 (7 días continuos)

Elegua [1500 kVA]

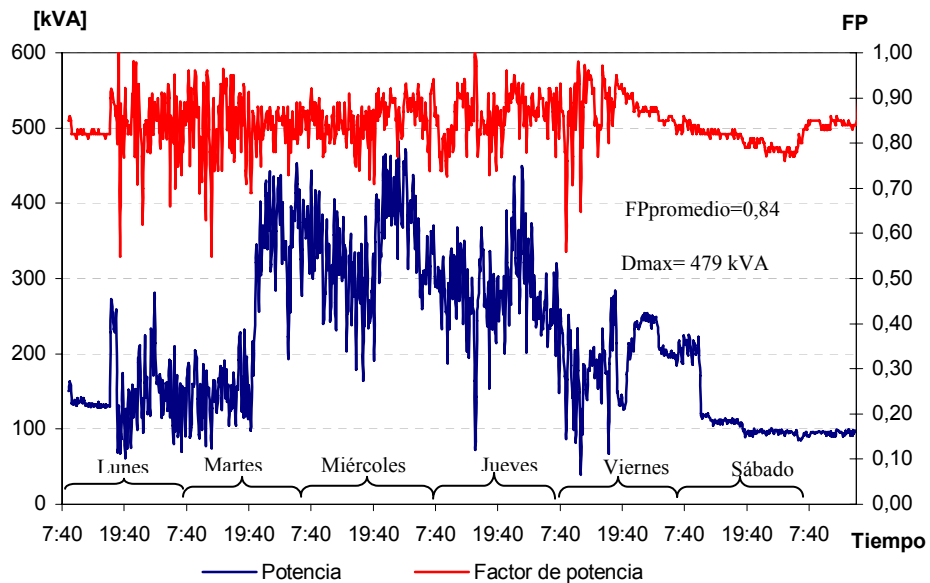


Gráfico 3.3 Curva horaria de carga del transformador principal (7 días continuos)

Al analizar los gráficos anteriores, se observa que el generador posee un comportamiento constante en el lapso de lunes a jueves, esto se debe, que la planta durante esos días funciona a plena carga (condiciones de operatividad normal), además, el programa de control del generador busca cargarlo a su máxima capacidad, entre tanto que el día viernes varía la gráfica a un valor menor por desconexión de alguna de las cargas, sin embargo, el comportamiento de ELEGGUA es todo lo contrario, ya que el resto de la carga que no supe el generador la absorbe ésta, lo que origina variaciones notables en el gráfico 3.3. Para obtener la demanda total consumida por la planta, se realiza la suma de los dos gráficos de carga, esto se puede hacer por que las 2 mediciones fueron hechas en la misma semana y en el mismo instante de tiempo. Con la sumatoria de los gráficos anteriores, se obtiene el consumo general de la planta, por consiguiente, se puede estimar cuanto de la capacidad instalada es utilizada durante un funcionamiento normal de ésta. El gráfico 3.4 muestra, la demanda real aproximada de la planta. El resto de los diagramas de cargas se encuentran en el Anexo 6, de los cuales se extrajo el parámetro de demanda máxima para la evaluación de las cargas por medio del factor de utilización.

El resumen de los resultados obtenidos de las mediciones se muestra en la Tabla 3.18.

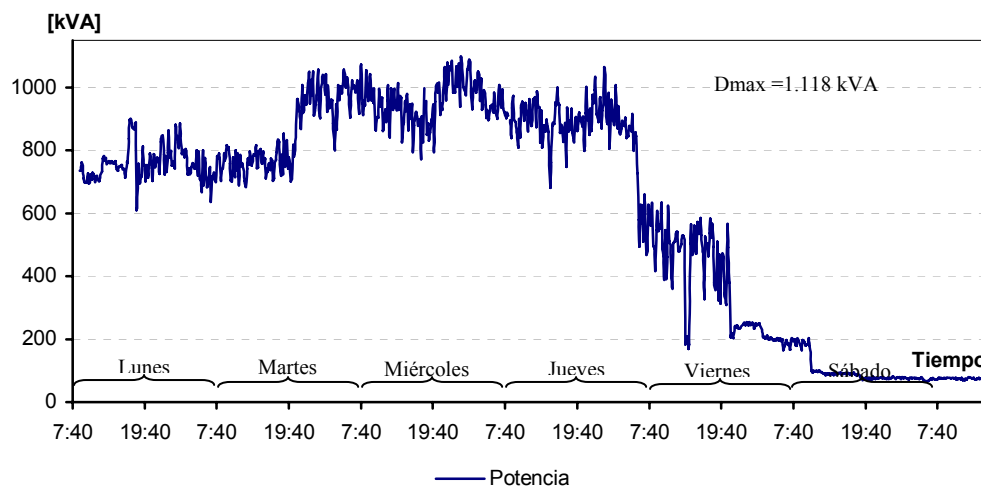


Gráfico 3.4 Aproximación de la Demanda eléctrica total consumida en planta

Tabla 3.18 Resumen de las mediciones

Punto de medición	Equipo	Demanda máxima [kVA]± 0,01
1	Eleggua	479,00
2	Generador 1	639,00
3	CW2 (T-WA)	344,00
4	CW1 (T-WB)	770,00
5	T1	6,69
6	Extractores	8,00
7	Radiador	22,90
8	T2	30,10
9	T3	35,50
10	T4	4,85
11	T5	38,20
12	T6	3,30
13	T7	39,90
14	T8	17,00

Punto de medición	Equipo	Demanda máxima [kVA]± 0,01
15	T9	17,40
16	T10	14,20
17	T11	6,24
18	T19	23,80
19	Chiller	90,00
20	Diatec CM2	210,00
21	Van-Maq CM4	64,50
22	Eniplan CM3	56,70
23	CM51	95,60
24	CM55	53,70
25	Chinita	17
26	CW28	151,00
27	Bomba 1	17,00

Para la evaluación de los tableros T-WA y T-WB, la capacidad nominal en kVA se estimara como la multiplicación de la corriente y tensión nominal de dichos tableros.

Con los datos obtenidos de la Tabla 3.18, obtenemos la evaluación del factor de utilización de los diversos equipos, los cuales son mostrados en el Gráfico 3.5.

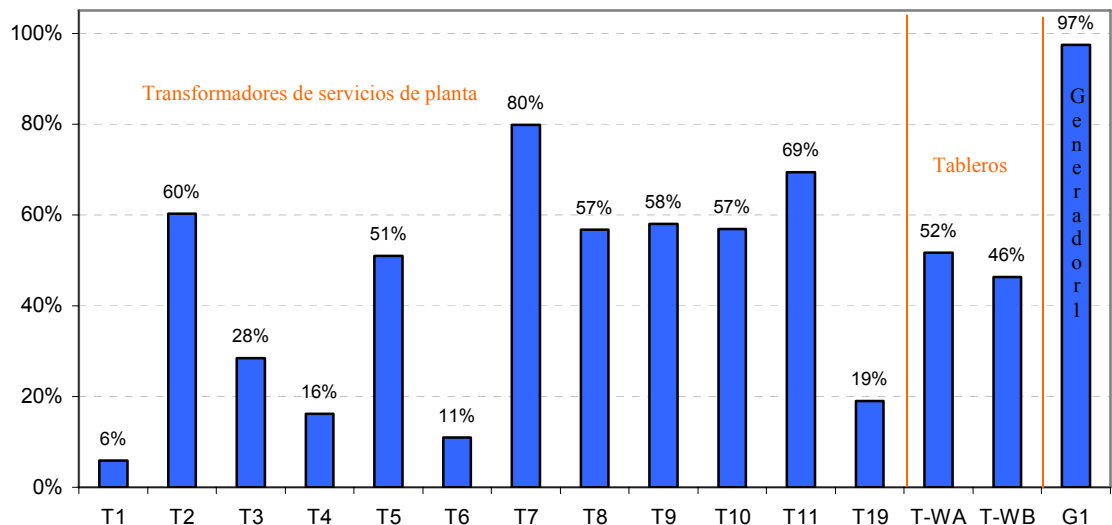


Gráfico 3.5 Factor de utilización de los equipos de planta

Observando el Gráfico 3.5, el transformador T1 se encuentra descargado en un 94%, lo que indica que esta siendo subutilizado, los transformadores T3; T4; T6 y T19 están en promedio 19%, mientras que el transformador T7 esta en un 80% de su carga nominal, indicando esto, que se dispone de una capacidad del 20% (10 kVA) de holgura para variaciones de pico de la carga conectada, por lo cual, hay que tener presente esto para no llegar a sobrecargarlo y generar algún daño al equipo, el resto de los transformadores están cargados en promedio en un 58,6%. Los tableros de distribución, ubicados en wipes poseen un factor de utilización promedio del 49%, sin embargo, las cargas que sean incorporadas de aquí en adelante deben ser evaluadas para no sobrepasar su capacidad nominal.

A los equipos que se le estima el factor de demanda, son aquellos que proveen energía eléctrica a la empresa (acometida de ELEGGUA y del generador), tal como lo exponen las definiciones de demanda máxima y capacidad instalada, es necesario saber cuanto es el consumo por parte de la empresa hacia el ente distribuidor cuando se posee cierta cantidad de equipos, con esto podremos saber cuanto se genera y cuanto se adquiere de la distribuidora en el momento de máxima demanda.

Para conocer la demanda de los tableros ubicados en wipes, se sumaron las cargas que posee cada uno de estos, las cuales se encuentran en la Tabla 3.16, y la demanda máxima mostradas en la Tabla 3.17.

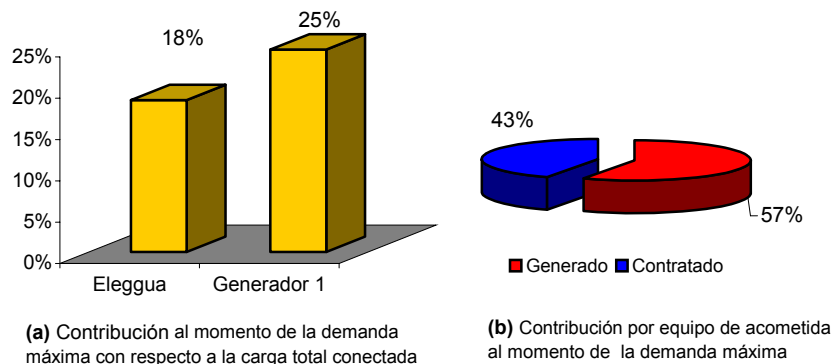


Gráfico 3.6 Factor de demanda de equipos de acometida

El Gráfico 3.6 (a), señala cuanto es el aporte de los equipos de alimentación en su punto de máxima demanda respecto a la carga total conectada, obteniendo un 43% durante un funcionamiento de producción normal de la empresa. El gráfico 3.6 (b) indica cuanto representa ese 43% en relación a los equipos de acometida, es decir, que porcentaje de la demanda fue auto-generada y que tanta contratada a la compañía de distribución local (ELEGGUA), arrojando como resultado, que de la energía demanda por la planta el 57% es suplido por el generador mientras que el 43% de la demanda es comprado a la compañía distribuidora.

Con la ayuda de las curvas de carga, se pueden presentar los porcentajes de consumo promedio de cada una de las cargas, referidos al total promedio suministrado por la fuente, dando como resultado los Gráficos 3.7 y 3.8.

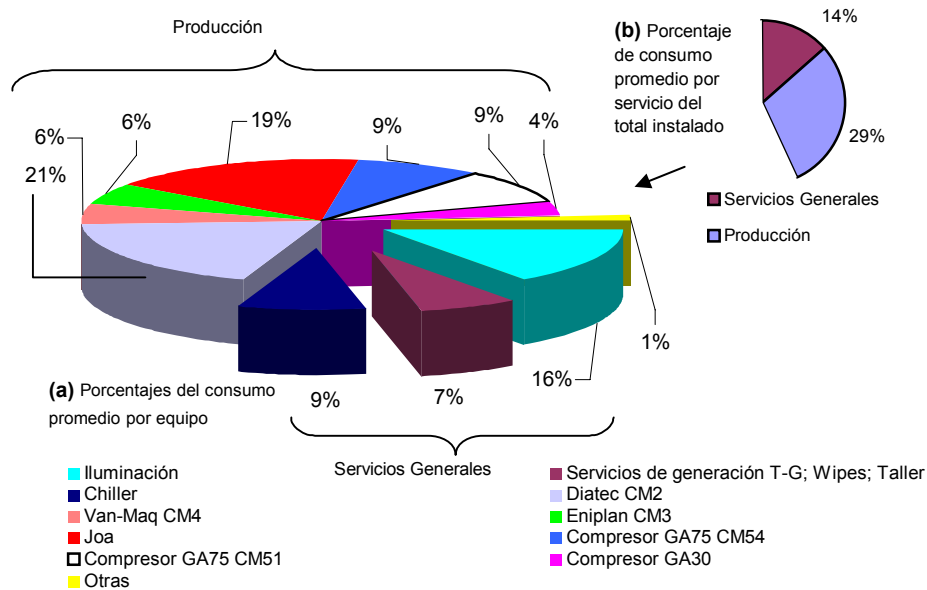


Gráfico 3.7 Consumos promedios de la planta

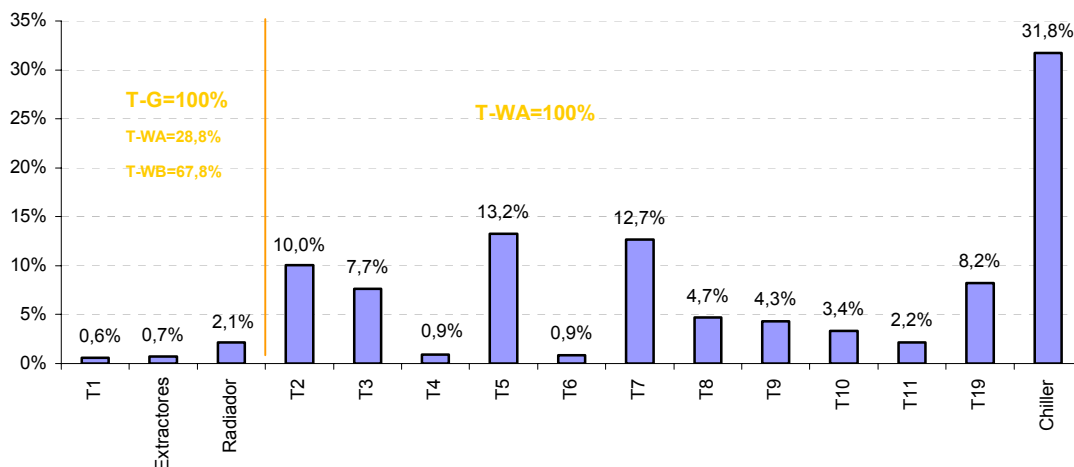


Gráfico 3.8 Consumos promedios de equipos de servicios generales

Comparando el Gráfico 3.1 con el Gráfico 3.7 (b), se concluye que del 100% de carga instalada, un 14% absorbe energía en un funcionamiento continuo de la planta y no el 37% instalados para servicios generales, igualmente ocurre para producción, el cual demanda un consumo promedio del 29% y no del 63% de la capacidad total destinada a éste. Con respecto al Gráfico 3.7 (a), éste expresa al igual que los pequeños gráficos adjuntos en el Gráfico 3.1, el porcentaje en el cual se encuentra dividido el tipo de servicio en base al consumo promedio de la planta, indicando de esta manera que del consumo total, el 22% es destinado a compresores, y de las líneas de producción la que mayor consumo promedio posee es Diatec con un 21% siguiéndola en consumo la línea Joa.

En el Gráfico 3.8, se expresa el porcentaje de consumo promedio destinado a servicios generales, en cuanto a cada uno de los equipos y el promedio de los tableros al que se encuentran conectados (T-G y T-WA).

CAPÍTULO IV

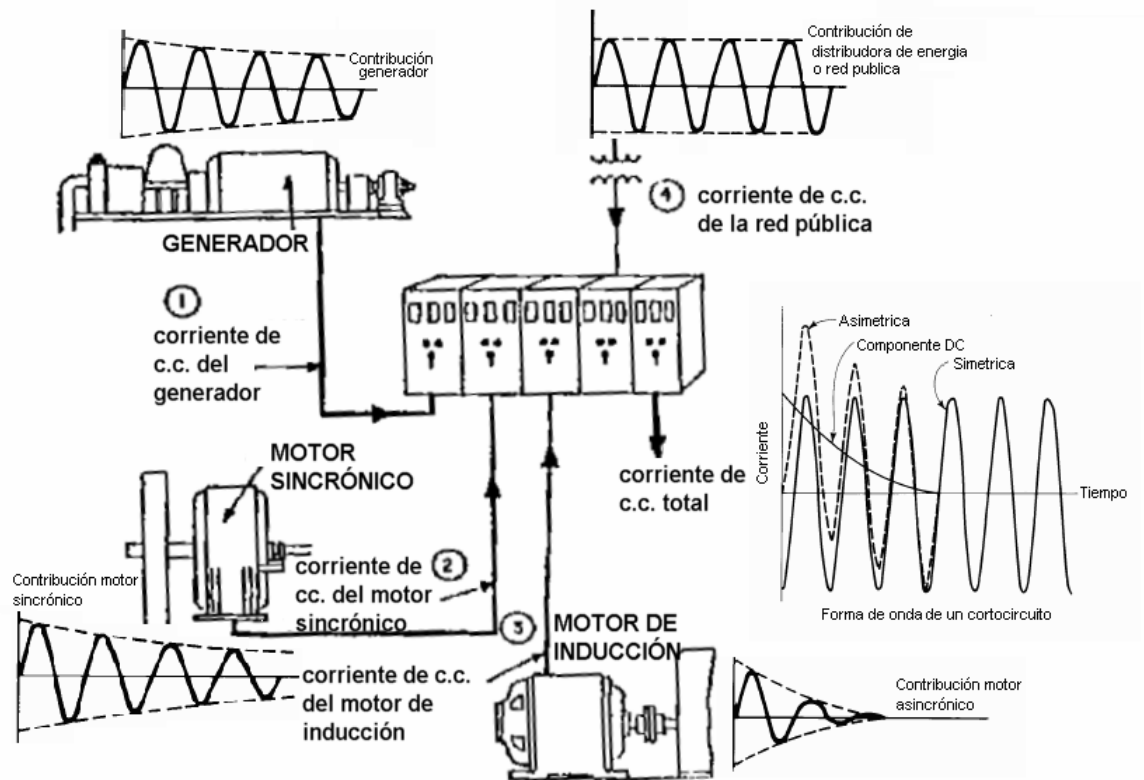
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA PLANTA

En este capítulo se expresa lo concerniente al análisis de las principales protecciones instaladas en la empresa, con el objeto de verificar la dependencia existente entre los equipos cercanos, es decir, la coordinación que poseen unos con otros, así como la capacidad de corriente con respecto a la carga asociada, logrando con esto verificar la necesidad de un cambio en alguna de las protecciones o la redistribución de estas.

Primeramente, se describe un cortocircuito en un sistema de potencia, el por que de un análisis de las protecciones, los criterios establecidos en el Código Eléctrico Nacional (CEN) para determinar la capacidad de corriente nominal que debe tener un equipo de interrupción, y los procedimientos que deben seguirse para realizar una coordinación de protecciones en baja tensión.

4.1 Concepto de cortocircuito

Es un fenómeno que ocurre cuando dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial se ponen en contacto entre si, caracterizados por elevadas corrientes circulantes[6], la forma de onda representativa de éste fenómeno se muestra en la Figura 4.7, en la misma figura se presentan las diversas ondas de cada equipo típico que puede existir en un sistema de potencias, y las cuales pueden llegar a ser contribuciones en el punto donde es presente el cortocircuito.



Fuente: IEEE Std 141_242

Figura 4.7 Contribuciones en un cortocircuito (c.c.)

La forma de onda de un cortocircuito, esta compuesta por una componente de corriente sinusoidal (simétrica) y otra de índole exponencial que decrece con el tiempo y recibe el nombre de componente unidireccional (o DC).

Si observamos la forma de onda de un cortocircuito en la Figura 4.7, la corriente simétrica posee un valor extremo mayor (puede llegar a ser mínimo) entre el primer medio ciclo de ocurrencia de la falla, sin embargo, la presencia de la componente DC hace que este pico varíe, haciendo que la forma de onda simétrica cambie a una onda de iguales características sinusoidales que llamaremos asimétrica.

Esta componente DC, decrece en magnitud con el transcurso del tiempo por efecto Joule, es decir, se disipa en forma de calor en las resistencias existentes en el

circuito, dando a entender que la rata de decrecimiento es inversamente proporcional a la relación X/R, mientras más baja es la relación más rápido se dispersa.

En sistemas clasificados como de baja tensión, la componente DC decrece a cero de 1 a 6 ciclos según el caso. Por consiguiente, es suficiente para la especificación de equipos de interrupción, la corriente simétrica multiplicada por un factor de asimetría. Por otro lado, esta relación X/R suele ser menor a 15[7] en plantas industriales, y es común ignorar el factor de asimetría, asumiéndolo igual a 1[8].

4.2 Análisis de protecciones instaladas

Coordinación de protecciones, es ordenar de manera adecuada la actuación de los dispositivos de protección, es decir, en el instante que ocurra una falla en el sistema eléctrico, el dispositivo de protección más cercano a ésta debe despejar el circuito fallado, sin que se generen perturbaciones en toda la red de distribución eléctrica, logrando de ésta manera aislar la parte fallada y así mantener la operatividad del resto del sistema que se encuentra en condiciones normales. Al poseer una coordinación adecuada en un sistema eléctrico, el proceso no se detendrá de un todo al momento de ocurrir una condición anormal en parte de éste, sino solamente la máquina o equipo fallado, el cual será separado de la red de suministro eléctrico; esto trae un beneficio económico debido a que no se pierde de un todo el proceso existente en la planta. En el análisis de las protecciones se debe tener en cuenta los criterios existentes en el diseño de los dispositivos de protección, ya que cada dispositivo posee un comportamiento distinto entre fabricantes, aunque estos tengan sus diseños bajo normas estándares presentes en el mercado, estas variaciones se notan más cuando los equipos ya se encuentran instalados, ya que para decidir los ajustes de actuación de manera eficiente se depende del tipo de dispositivo cercano al estudiado en ese momento.

Un análisis de protecciones se realiza cuando, la corriente de cortocircuito disponible de la fuente a la planta fue incrementado o cuando se agregan nuevas cargas al sistema perteneciente a la planta, o han existido cambios de equipos de protección por algún otro de distintas características, con esto se evalúa un estudio hecho con anterioridad, y asegura nuevos ajustes a los dispositivos y de ser posible indicara si hay que reemplazar dichos dispositivos.

4.2.1 Requerimientos para el estudio de las protecciones

- Es necesario un esquema unifilar del sistema eléctrico, que muestre los equipos conectados a la red a ser analizada. El esquema de la planta en estudio se desarrollo con los datos obtenidos en el levantamiento eléctrico del Capítulo II.

- Las curvas de comportamiento de los diversos tipos de dispositivos de protección instalados en el sistema, estas curvas muestran como actuará un equipo frente a una condición anormal de la red. Las curvas de cada uno de los equipos de protección encontrados en planta se muestran en el Anexo 7 y las diferentes características de los dispositivos de protección se muestran de la Tabla 2.2 a la Tabla 2.5.

- Un estudio de los niveles de cortocircuito disponibles en cada zona de conexión de las protecciones; ésta corriente será la que en algún momento llegara a circular como máximo por dicho dispositivo, por consiguiente el equipo deberá soportarla. En los dispositivos de protección a ésta corriente se le suele llamar capacidad máxima de corriente de ruptura, de ser menor la magnitud de éste parámetro al de la corriente de cortocircuito disponible en la zona de conexión del dispositivo, no se asegura la actuación correcta de dicho equipo y puede llegar a la destrucción del mismo.

Dentro del estudio de cortocircuito, se deben conocer, el régimen de funcionamiento y las impedancias características de las máquinas y equipos

asociados, de no poseer dichas características se debe ir a tablas o manuales con datos típicos para así poder representarlos. Siempre teniendo presente que en el momento de una falla un motor en funcionamiento continuo puede contribuir a ésta.

- Es necesario durante el levantamiento anotar los ajustes actuales de los dispositivos, para con esto poder realizar una comparación entre el ajuste actual y el propuesto, y asimismo verificar si el equipo se encuentra acorde a la carga asociada.

4.2.2 Características de las protecciones

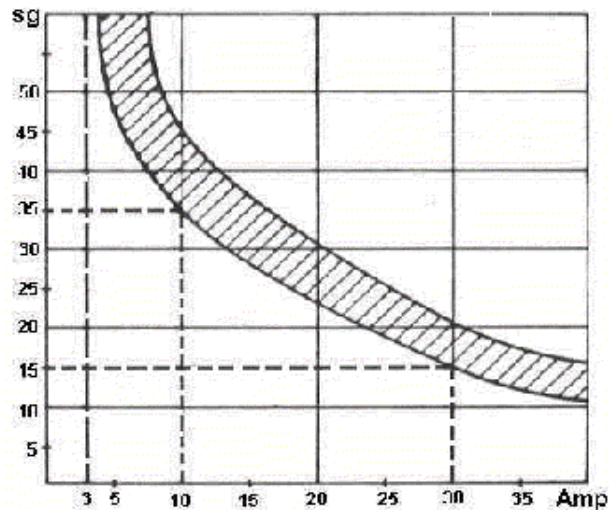
Un buen equipo protección debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La superficie de los contactos eléctricos debe ser suficiente para permitir el paso de la corriente nominal del circuito en el cual se encuentre instalado, sin provocar elevaciones de temperaturas internas en sus partes.
- En el momento de la apertura del dispositivo bajo carga se forma un arco entre los contactos, siendo éste desfavorable para el dispositivo, ya que genera altas temperaturas que podrían llegar a causar rápidamente la destrucción de los mismos, este arco es inevitable, por consiguiente el dispositivo debe ser capaz de extinguirlo lo más pronto posible.

Cada dispositivo de protección posee una forma de detección representada en una curva tiempo vs corriente, estas representaciones suelen variar entre intervalos de una misma curva, a estas variaciones se les denominan regiones o funciones del equipo de protección, las cuales se describen a continuación:

- a) Región de sobrecarga o Protección térmica: se considera sobrecarga a un exceso de corriente por encima de la nominal, que de permanecer por un tiempo superior al que puede soportar un equipo, causa daños o sobrecalentamientos a éste[3], los dispositivos que actúan bajo este tipo de detección de fallas, poseen un elemento térmico (bimetalico) que se deforma al ir aumentando la temperatura,

debido al paso de corriente a través de él, lo cual crea la acción de separar los contactos pertenecientes al dispositivo, dando esto a entender que la operación depende de la generación de calor por efecto Joule, respondiendo a la integral en el tiempo de la corriente elevada al cuadrado, de esta manera se obtiene una respuesta inversamente proporcional corriente-tiempo, es decir, que a valores de corrientes elevados el tiempo de despeje del dispositivo será menor, y a valores un poco superiores a la nominal el tiempo de despeje será prolongado, estas curvas de disparo por efecto térmico poseen una banda de incertidumbre, para solventar la influencia de la temperatura ambiente y maniobras previas, limitada por una curva inferior (estimada a la temperatura de diseño) y otra superior (estimada con el equipo en funcionamiento), si este comportamiento se refleja en un eje de coordenadas cartesianas obtenemos la Figura 4.8.

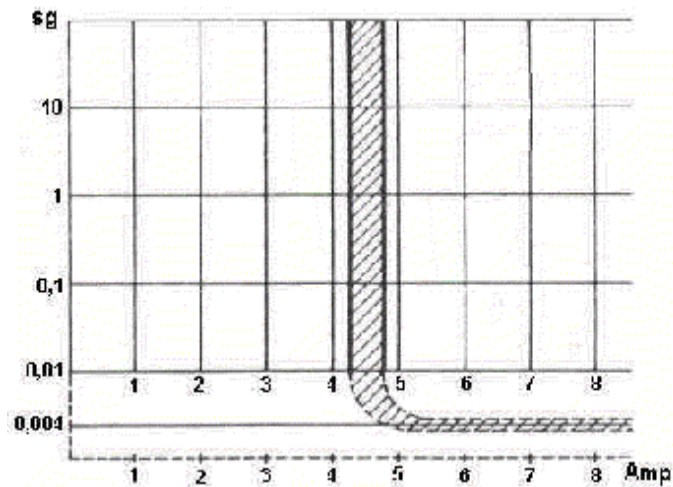


Fuente: Universidad del Bio Bio, interruptores

Figura 4.8 Curva típica de la región térmica

b) Región de sobre_corriente o protección magnética: se considera sobre-corriente a un exceso de la intensidad por encima de la nominal del equipo o conductor, el origen de una sobre-corriente puede ser una sobrecarga o un cortocircuito, sin embargo, una sobrecarga no es una sobre-corriente, en este punto los dispositivos reaccionan despejando el circuito de manera suficientemente rápida para no perjudicar ninguno de los equipos asociados aguas arriba, la actuación del

interruptor es por medio del movimiento de un núcleo de hierro dentro de un campo magnético proporcional al valor de la corriente que circula por éste[9], el tiempo de acción del interruptor viene dado por el instante en el que se establece la sobre-corriente hasta que se extingue el arco formado por la separación de los contactos, al igual que en la región térmica esta región posee una curva que caracteriza su funcionamiento, la cual es mostrada en la Figura 4.9.



Fuente: Universidad del Bio Bio, interruptores

Figura 4.9 Curva típica de la región de sobre-corriente

c) *Región de disparo Instantáneo*: en esta región el dispositivo responde bruscamente en el despeje del circuito, como su nombre lo indica es la región donde el dispositivo posee mayor rapidez al momento de separar los contactos en la presencia de altas magnitudes de corriente. Son muy poco los dispositivos que poseen esta zona.

En la actualidad los equipos son diseñados con la mezcla de las funciones descritas anteriormente, logrando con esto una mayor protección del sistema (dispositivos termo magnéticos).

Entre los equipos de protecciones existen algunos que varían su nivel de corriente en el cual actuará el mecanismo de apertura de sus contactos, otros poseen

la misma propiedad y la de poder ajustar el tiempo de respuesta de dicho mecanismo, son elaborados con elementos electrónicos y reciben el nombre de electromagnéticos, la mayoría de estos equipos poseen todas las funciones de protección nombradas, siendo utilizados en su mayoría en tableros de alimentación de circuitos, para poder aprovechar sus propiedades en la coordinación de las protecciones existentes aguas abajo. Estos equipos se componen de un toroide o transformador de corriente por cada una de las fases, que tendrá la función de medir permanentemente la corriente que circula por cada uno de ellos; la señal que censen será evaluada por el modulo electrónico adosado al dispositivo de disparo, el cual estará encargado de juzgar la información y enviar una señal para la activación del interruptor si esta información se encuentra fuera del rango al cual fue ajustado el modulo. Un ejemplo de este tipo de equipos se muestra en la Figura 4.10.



Fuente: General electric, interruptores de baja tensión

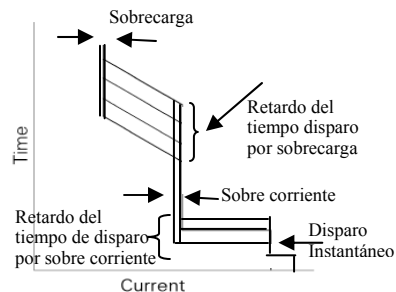


Figura 4.10 *Modulo y curva típica de un electromagnético*

4.3 Estimación de los niveles de cortocircuito

El nivel de cortocircuito depende de dos factores:

- Las características y el número de equipos que contribuyen con energía al cortocircuito.
- Los parámetros propios de cada uno de los equipos conectados a la red (resistencia y reactancia).

Entonces, como se menciona al principio del Capítulo, para el estudio de las protecciones instaladas en planta, es imperante la necesidad de realizar la estimación de los niveles de cortocircuito, disponible en cada uno de los puntos de ubicación de los diferentes tipos de interruptores (tableros principales), esta magnitud es calculada en base a una simulación de falla en el sistema, la falla característica para esta simulación es el cortocircuito trifásico, ya que afecta por igual a las tres fases, sin importar el tipo de conexión del transformador. A pesar de que esta, posee un porcentaje de ocurrencia en una instalación industrial del 5% [7] y no suelen ser las de mayor magnitud de corriente, pese a esto, es el modelo más sencillo que existe con respecto a cualquier otro.

El valor del nivel de cortocircuito, es el que define la máxima corriente de ruptura que puede soportar un interruptor al momento de una condición anormal en la red, ya que en los sistemas de potencia la corriente de falla monofásica es o se trata que sea menor a éste, es favorable, que la magnitud del equipo sea siempre igual o mayor a la corriente de cortocircuito asimétrica, por que de lo contrario la acción de despeje del equipo no es segura.

Lo primero que se debe hacer para la valoración de la corriente de corto circuito, es cumplir con los requerimientos (a) y (b) de la sección 4.2.1, ya que estos, proveen las características para la modelación de todos los equipos asociados al sistema; cantidad, longitud y tipo de conductores, barras, interruptores, conexión de transformadores, y motores.

4.3.1 Caracterización de los equipos

Al asumir la falla trifásica simétrica, cada componente encontrado en un sistema de potencia posee un modelo monofásico, sin embargo, en este trabajo no se especifican los diferentes tipos de modelo, ya que el objetivo no es la modelación de sistemas de potencia, en el Anexo 8 se encuentra todo el procedimiento realizado para la estimación de la corriente de cortocircuito. No obstante, es importante mencionar

cuales fueron las premisas para la caracterización de los diferentes equipo. Para limitar los niveles de cortocircuito, es recomendable no obviar las resistencias características de ninguno de éstos.

- Conductores: se conoce que poseen parámetros eléctricos, que se oponen al paso de la corriente, estos son propios de cada tipo de conductor, en la Tabla 4A-7 de la IEEE std 141-1.993 (ver Anexo 9) se muestran alguno de estos parámetros típicos, para el estudio resultaron los siguientes:

Conductor 500 MCM $R = 0,0276 \Omega/1000ft$; $X = 0,0373 \Omega/1000ft @ 75 \text{ }^\circ\text{C}$; 60 Hz

Conductor 250 MCM $R = 0,0552 \Omega/1000ft$; $X = 0,0495 \Omega/1000ft @ 75 \text{ }^\circ\text{C}$; 60 Hz

- Ducto barras: al igual que los conductores, poseen parámetros que la tipifican para la modelación monofásica. Las ducto-barras instaladas en planta como se indico en el capítulo II son de capacidad 2000 A, según la Tabla 13-4 de la IEEE std 141-1.993 (ver Anexo 10), los parámetros típicos para este tipo de barra de cobre son:

$$R_{\text{Barras}} = 0,58 \text{ m}\Omega/100ft; \quad X_{\text{Barras}} = 0,46 \text{ m}\Omega/100ft @ 25 \text{ }^\circ\text{C}; 60 \text{ Hz}$$

- Transformadores: para el transformador principal de 1.500 kVA, es necesario el valor de la reactancia, éste se extrae de la placa del equipo (ver Anexo 4), luego para obtener el valor de resistencia, se examina con la magnitud de la capacidad del transformador en la Figura 4A-1 de la IEEE std 141-1.993 (ver Anexo 11), obteniendo la relación típica existente entre R y X. El parámetro encontrado a través de la gráfica mencionada para esté transformador es:

$$X/R = 6,25$$

- Motores: todos los motores a una tensión de 480 V especificados en el Capítulo II, son de potencias nominales menores a 150 hp del tipo asincrónicos. Se sabe que los motores al momento de ocurrir una falla, se convierten en fuentes de corriente que contribuyen a está en los primeros ciclos de haber sucedido; para el motor de inducción al pasar más de cuatro ciclos de ocurrencia de la falla, la

contribución no es considerable, esto se puede ver mejor en la Figura 4.7, en esta se nota que en los primeros instantes la corriente es mayor y con el transcurso del tiempo decae rápidamente.

Para modelar los motores asincrónicos instalados en planta, es necesaria la reactancia sub-transitoria y la respectiva resistencia, en las placas de estos equipos no se exponen estos valores, por consiguiente, es necesario utilizar magnitudes típicas para la aplicación del modelo. Inicialmente, se ubican los equipos según la potencia nominal, quedando divididos en dos rangos, los menores a 50 hp y los que se encuentran entre 50 hp y 150 hp.

Para motores entre [50_150 hp], si se posee el valor de la reactancia sub-transitoria, se multiplicara esta por 1,2 y este valor será el representativo del motor en la modelación, de no poseer el valor de la reactancia se considera uno igual a 0,2 pu por motor (o grupo de motores), para simplicidad del estudio de cortocircuito se asumen todos los motores como un grupo de magnitud de reactancia igual a 0,2 pu en la base del grupo[10].

Para motores menores a 50 hp, la norma[10] indica que pueden ser despreciados o en el caso de ser tomados en cuenta; si se dispone de la reactancia debe multiplicarse por 1,67, sino, se asume un valor típico de 0,28 pu para un motor (o grupo de motores) en la base de este.

Para encontrar el valor de la resistencia típica de estos motores se utilizo la Figura 4A-3 de la IEEE std 141-1.993 (ver Anexo 11), tomando un valor estimado igual a:

$$X/R = 6,3$$

Con cada valor de resistencia y reactancia de los diversos elementos, se realiza un diagrama de impedancias, el cual se muestra en la Figura 4.11, en este se indican los principales puntos de conexión de las protecciones a ser analizadas. Los

valores y detalles de cada reactancia, así como la capacidad de cortocircuito de la distribuidora, se muestran en el Anexo 8.

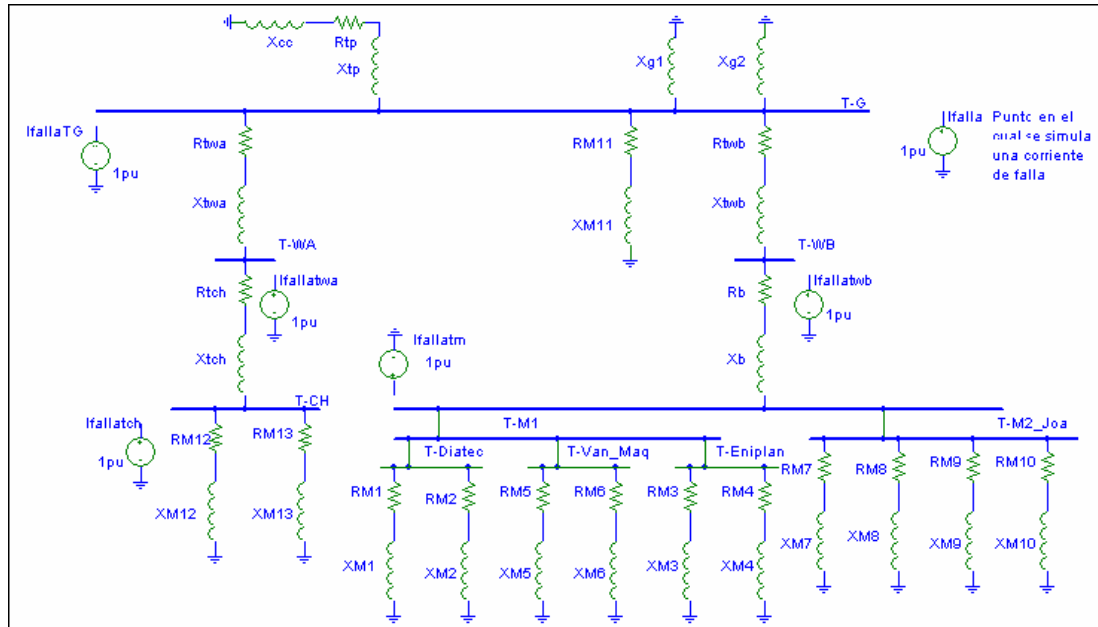


Figura 4.11 Diagrama de impedancias

4.3.2 Evaluación de los niveles de cortocircuito en el sistema de la planta

Aplicando los conocimientos de análisis de redes eléctricas, la ley de Ohm y teorema de Thevenin al diagrama de impedancias, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.19 de los niveles de corriente de cortocircuito en los diferentes puntos de interés (ver Anexo 8). En el caso de los tableros ubicados en mezanine, se asumió un solo valor de corriente de cortocircuito, ya que la variación entre estos tableros es despreciable.

Los valores estimados de los niveles de cortocircuito, se comparan con las corrientes de interrupción de los diferentes tipos de interruptores instalados en planta, para así verificar si cumplen con este requisito, siendo el resultado de esta comprobación mostrado en la Tabla 4.20.

Tabla 4.19 Niveles de cortocircuito disponibles en planta

Tablero	Nivel de corto circuito 3 Φ [kA simetricos]	Relación X/R
T-G	42,38	8,38
T-WA	28,56	3,28
T-WB	37,28	5,22
T-M	31,70	3,01
T-CH	15,62	1,66

Tabla 4.20 Resultado de la comparación de los niveles de cortocircuito (estimados) con la corriente de interrupción máxima de los equipos instalados

Equipo	Corriente de interrupción simétrica del equipo RMS	Observación
Tablero T-WA		
CW22	15kA @ 240V	47% inferior al estimado y tensión inadecuada
CW23	25kA @ 480V	12% inferior al estimado
Tablero (T-M) T-Diatec		
CM22	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
CM23	25kA @ 440V	21% inferior al estimado
CM24	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
CM26	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
Tablero (T-M) T-Van_Mac		
CM32	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
Tablero (T-M) T-Eniplan		
CM41	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
CM43	25KA @ 440V	21% inferior al estimado
Tablero (T-M) T-M2_Joa		
CM54	20kA @ 480V	36% inferior al estimado
CM57	25kA @ 480V	21% inferior al estimado

Como se puede apreciar, existen varios interruptores con baja capacidad interrupción máxima respecto al nivel de cortocircuito del sitio donde se encuentran instalados, siendo los más altos el CW22 y CM54 con un 47% y 36% respectivamente, mientras que los demás están fueran de orden en un 21% aproximadamente por debajo del nivel recomendado.

4.4 Criterios para la coordinación del sistema de protecciones

El CEN sugiere ciertos criterios mínimos que deben cumplirse para el diseño, y ajuste de las protecciones de cualquier instalación eléctrica. Como se puede observar, la planta posee un gran porcentaje de capacidad instalada en máquinas

rotativas. La finalidad de este estudio es verificar, además del nivel de corriente de ruptura, la capacidad nominal de cada uno de los equipos de interrupción principal y sus ajustes, para luego ejecutar la posible coordinación selectiva de estas.

Una coordinación es selectiva, cuando se logra aislar en un sistema eléctrico fallado solo las protecciones asociadas a dicho ramal afectado con la menor pérdida de elementos posibles del sistema, entonces para que una protección sea selectiva debe ser confiable y rápida. Sin embargo, existen muchos criterios para el diseño de las protecciones de una instalación eléctrica, al igual que para la coordinación de estas.

Los criterios que se tomaron para el estudio de protecciones son los siguientes:

- Cada motor con régimen de funcionamiento continuo, de potencia mayor a 1hp; debe poseer un dispositivo de sobrecarga con la siguiente característica (sección 430 del CEN):

Con factor de servicio mayor a 1,15	125%In
Todos los demás	115%In

Donde In es la corriente nominal del equipo

Durante la evaluación de los motores algunos no traían escrito en placas el valor del factor de servicioⁱⁱⁱ, por consiguiente se considero uno menor a 1,15.

- Para la protección del circuito alimentador, de un grupo de motores u otras cargas, será la suma de las corrientes nominales de todas las cargas más el 25% de la corriente nominal del mayor de los motores. Si dos o más circuitos ramales del grupo poseen dispositivos de protección se toma el mayor ajuste de estos equipos y las nominales del resto.

ⁱⁱⁱ Es un multiplicador de la potencia nominal del motor; la cual será capaz de ofrecer sin disminuir su vida útil.

- En el Anexo 13 se muestra la Tabla 430-152 del CEN, la cual indica los ajustes sugeridos para los dispositivos de sobrecorriente de circuitos ramales de motores y la clasificación de diseño de los motores según letra código NEMA. Los motores encontrados en el levantamiento de la planta son de inducción entre 1 y 150 hp, y debido a la ausencia de información de placa de este dato, se asume en este estudio, que los motores instalados en planta son de clasificación A, B, C o D ya que son motores de usos más frecuentes.

- Cuando se poseen transformadores de potencia de hasta 2 MVA, el pico instantáneo de corriente que se produce en el devanado primario del transformador al momento de ser energizado (corriente de magnetización “Inrush”), llega a oscilar entre 8-12 veces la corriente nominal del equipo, y su duración suele estar alrededor de los 100 ms, no obstante, se debe tomar en cuenta para el ajuste del disparo magnético, y con esto evitar inconvenientes de disparos del interruptor.

- Al momento de realizar la coordinación de los equipos de protección principales en los alimentadores de uno o más motores, las curvas características (corriente vs tiempo) de cada uno de los interruptores no deben interceptarse una con otra, ya que se perdería la selectividad de ese circuito. Para los ajustes y coordinación de equipos ya instalados, es recomendable comenzar desde el último equipo instalado más cerca de la carga, para luego continuar con los dispositivos conectados hacia el equipo de acometida o equipo aguas arriba de la carga.

- Las gráficas deben realizarse en papel log-log, señalar el ramal al cual se le práctica la coordinación así como colocar menos de 5 curvas, debido a la pérdida de apreciación de estas.

4.4.1 Coordinación y ajuste de los equipos de protección instalados en planta

4.4.1.1 Circuitos ramales: primeramente, se procede a estimar los ajustes sugeridos a los motores instalados en los ramales, comenzando por los dispositivos de sobrecarga, los equipos que no aparecen con ajustes, es por que poseen aparatos electrónicos (controladores, variadores de velocidad) que tienen este tipo de función predeterminada, por consiguiente, no se consideraron. Los ajustes actuales y propuestos se muestran en la Tabla 4.21 separados por línea de producción, tomando para este estudio también los motores a tensiones de 220 V que tengan este tipo de elementos de protección.

Ejemplos:

a) El motor de retales de diatec (ver Tabla 4.21), posee un factor de servicio menor a 1,15, por consiguiente el dispositivo de sobrecarga debe llevar un ajuste de “ $I_{sca} = 1,15 * 10,9 = 12,53A$ ”, donde la Isca es la corriente que el dispositivo de sobrecarga deberá tener, sin embargo, actualmente posee un ajuste de 11 A, y el rango del dispositivo es de 11 a 16 A, dando esto la posibilidad de modificar el valor actual por el propuesto, sin sustitución del dispositivo.

b) El motor de vacío de teipes molino de van-maq, no posee factor de servicio y se propone un ajuste de “ $I_{sca} = 1,15 * 6,2 = 7,13A$ ” el rango del dispositivo es de 11 a 17 A, por consiguiente, con este dispositivo no se lograra despejar el motor del sistema al momento de una sobrecarga, y si lo hace es a una corriente mucho mayor a la recomendada causando posibles daños irreversibles en el equipo.

Tabla 4.21 Ajuste de dispositivos de sobrecargas por cada una de las líneas de producción

Termicos en Diatec							
N°	Nombre del motor	Corriente In (A)	Factor de servicio	Rango del térmico (A)	Ajuste actual	Ajuste propuesto	Observacion
1	Retales	10,9	1,1	11 – 16	11	12,54	Ajustar
2	Aspirador del filtro nozzle fan	14,2	1,1	11 – 16	14	16,33	Ajustar
3	Vacío de las bandas	21,2	1,1	18 – 25	18	24,38	Ajustar
4	Formación	132	1,1	50 – 205	160	151,80	Ajustar
5	Molino desfibrador	124	N/I	50 – 205	160	142,60	Ajustar
6	Rotación de filtro	3,9	N/I	8,3 – 10	8,3	4,49	No actuara
7	Retorno scarfing roll	4,4	1,15	6 – 10	6	5,50	No actuara
8	Scarfing cepillo	4,8	1,1	5,5 – 8	5,5	5,52	
9	Frontal	7	1,15	10 – 16	10	8,75	No actuara
10	Layer	13,5	N/I	10 – 16	16	15,53	Ajustar
11	Fluted	13,5	N/I	16 – 20	16	15,53	No actuara
12	Teipes	7	1,15	6 – 10	9	8,75	Ajustar
Motores Enfasadores							
13	Purga del frontal	1,1	N/I	1,1 – 1,6	1,1	1,27	Ajustar
14	Fluted	1,9	N/I	1,4 – 2	1,7	2,19	Ajustar
15	Rodillo bum	1,3	N/I	0,7 – 1	0,85	1,50	Actuara a corrientes menores a la nominal
16	Leyer	1,9	N/I	1,8 – 2,5	1,8	2,19	Ajustar
17	Teipes	1,9	N/I	1,8 – 2,5	1,8	2,19	Ajustar
18	Corte anatomico	1,9	N/I	1,4 – 2	1,7	2,19	Actura a corrientes menores a la nominal
19	Corte final	1,9	N/I	1,4 – 2	1,7	2,19	Actura a corrientes menores a la nominal
20	Bidoblado	1,3	N/I	1,4 – 2	1,7	1,50	Ajustar
Termicos en Eniplan							
1	Formacion	48,5	1,15	48 – 57	48	60,63	Actuara a corrientes menores a la nominal
2	Vacío de las bandas	16	1,15	23 – 32	23	20,00	No actuara
3	Vacío de SAP	2,8	N/I	2,5 – 4	4	3,22	Ajustar
4	Vacío cinta central	2,85	N/I	2,4 – 4	3	3,28	Ajustar
5	Vacío cinta lateral	2,85	1,15	2,4 – 4	3	3,56	Ajustar
Motores Enfasadores							
6	Termocellado	1,3	N/I	1,6 – 2,5	1,8	1,50	No actuara
7	Primer bidoblado	1,3	El térmico es común a todos los motores enfasadores				
8	Segundo bidoblado	1,3					
9	Corte anatomico	1,3					
10	Cinta central	1,3					
11	Grimper	1,3					
12	Alas	1,3					

N/I: no se posee información

Continuación Tabla 4.21

Térmicos en Van-Mag							
Nº	Nombre del motor	Corriente In (A)	Factor de servicio	Rango del térmico (A)	Ajuste actual	Ajuste propuesto	Observación
1	Formación principal	11,3	N/I	16 – 25 – 14	9 16 14	13,00	Ajustar; prescindir del equipo por exceso
2	Vacío cut tan plae	14	1,15	9 – 14	11	17,50	Actuara a corrientes menores a la nominal
3	Retales	25,5	1,15	25 – 40	25	31,88	Ajustar
4	Vacío teipes molino	6,2	N/I	11 – 17	11	7,13	No actuara
5	Vacío teipes staker	3,2	N/I	1,6 – 2,5	2,5	3,68	Actuara a corrientes menores a la nominal
6	Scarfig roll cepillo	4,3	1,15	4 – 6,3 – 2,5	1,6 4 2,5	5,38	Ajustar, prescindir del equipo por defecto
Térmicos en Joa							
1	Molino desfibrador	115,00	1,15	80 - 120	120	143,75	Actuara a corrientes menores a la sugerida
2	Vacío de las bandas	18,50	1,15	18 - 30	18	23,13	Ajustar
3	Retorno scarfig	10,30	1,15	10 - 16	16	12,88	Ajustar
4	Scarfig roll cepillo	2,20	N/I	2 - 3	3	2,53	Ajustar
5	Vacío fluted	18,50	1,15	13 - 18	18	23,13	Actuara a corrientes menores a la nominal
6	Vacío frontal	18,50	1,15	16 - 30	24	23,13	Ajustar
7	Vacío de Leyer	8,78	N/I	10 - 16	10	10,09	
8	Vacío de teipes	8,78	N/I	10 - 16	10	10,09	
9	Alimentador de teipes	1,70	1,15	1.5 - 2.3	1,7	2,13	Ajustar
10	Auxiliar del die	2,40	1,15	2 - 3	2,5	3,00	Ajustar
11	Vacío de retales	9,90	1,15	6 - 10	10	12,38	Actuara a corrientes menores a la propuesta
12	Boquetas	19,50	1,15	18 - 25	20	24,38	Ajustar

N/I: no se posee información

Con el total de equipos se obtiene el Gráfico 4.9, que muestra los datos en porcentaje del estudio realizado a los dispositivos de sobrecarga.

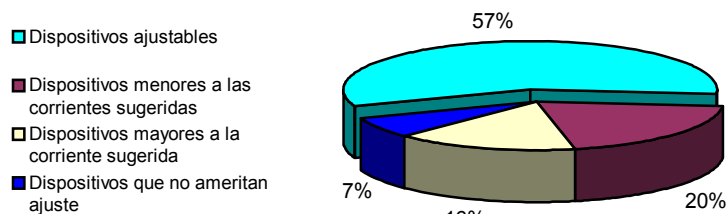


Gráfico 4.9 Porcentajes de los dispositivos de sobrecarga

Analizando el resultado mostrado en el Gráfico anterior, los dispositivos con mayor dificultad, son los que no actuarán a los niveles de ajuste de corriente propuestos y algunos ni siquiera con los que se encuentran actualmente. Para que estos dispositivos actúen, deberán existir corrientes superiores a la recomendada por el CEN, con la ya conocida consecuencia.

4.4.1.2 Circuitos alimentadores principales: luego de analizar los ramales, se procede a estimar los ajustes para los dispositivos situados en los alimentadores principales de estos. Para facilidad de la coordinación, el sistema eléctrico se divide en circuitos (ver Figura 3.6), por ejemplo, el circuito P_1.0 pertenece a la línea Van-Maq y esta conformado por los dispositivos CM3, CM31 y CM32, éste tipo de divisiones se realiza hasta llegar al último dispositivo de interrupción ubicado aguas arriba, en este caso el CB1 que contempla el circuito P_4.0 junto con CW1; lo mismo se aplica a los circuitos de servicios generales. En la Tabla 4.22 se muestran los circuitos en los cuales fue dividido el unifilar.

Tabla 4.22 Circuitos planteados para la coordinación de las protecciones

Circuito	Dispositivos que los componen	Circuito	Dispositivos que los componen
P 1.0	CM3, CM31, CM32	SG 1.0	CW28, CH1, CH13, CH12, ...
P 1.1	CM2, CM21, CM22, CM24	SG 2.1	CW27
P 1.2	CM4, CM41, CM42	SG 2.2	CW21
P 2.0	CM1, CM2, CM3, CM4	SG 2.3	CW20
P 2.1	CM5, CM51, CM52, CM53, ...	SG 3.0	CW2, CW21, CW28
P 3.0	CW1, CM1, CM5	SG 4.1	CB2, CW2
P 4.0	CB1, CW1	Otros	CW22, CW23, CW24, CW26

La estimación de los ajustes propuestos para los dispositivos de protección se muestra en el Anexo 15 a través de ejemplos, y debido a que mucho de los cálculos son análogos, se muestran solo los cómputos más significativos. Estos cálculos se basaron en el diagrama unifilar y el levantamiento eléctrico, tomando de estos los datos de corriente nominal, características y ubicación de los equipos de interrupción asociados al alimentador, así como la carga de dicho alimentador.

El resumen de los ajustes calculados y propuestos para cada uno de los equipos de interrupción de los diferentes circuitos encontrados en la planta, se muestran en la Tabla 4.23, junto a los ajustes actuales. Con cada uno de los ajustes estimados, se elaboraron las curvas de coordinación de todo el sistema eléctrico de 480 V de la planta bajo estudio, estas curvas se muestran en el Anexo 16.

Tabla 4.23. Comparación de los ajustes propuestos con los actuales

Capacidad del interruptor [A]	Actual			Propuesto			Observación	
	Ajuste sobrecarga Isca = *In	Ajuste Magnético Ic	Ajuste Instantáneo	Ajuste sobrecarga Isca = *In	Ajuste Magnético Ic	Ajuste Instantáneo		
Circuito SG 2.3								
CW20	125	N/A	10*In	N/A	7.5*In	N/A		
Circuito SG 3.0								
CW2	800	0.63	4*Isca	0.90	5*Isca			
CW21, CW28		Ya tiene ajuste						
Circuito SG 4.1								
CB2	800	1.00	N/A	N/A	N/A	N/A		
CW2	800	Ya tiene ajuste						
Otros								
CW22	40	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Tiene una carga asociada de 60A, Interruptor por defecto	
CW23	125	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Tiene una carga asociada de 150A, Interruptor por defecto	
CW26	63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
CW24	63	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Circuito P 1.0								
CM3	1000	0.90	2*Isca	fijo 15*In	0.40	10*Isca	fijo 15*In	
CM31	400	0.84	6*Isca	fijo 11*In	0.79	5*Isca	fijo 11*In	
CM32	63	1.00	fijo 8*In	N/A	1.00	fijo 8*In	N/A	
Circuito P 1.1								
CM2	1000	0.80	5*Isca	fijo 15*In	0.70	10*Isca	fijo 15*In	
CM21	630	0.84	6*Isca	fijo 11*In	0.90	3*Isca	fijo 11*In	
CM22	63	1.00	fijo 8*In	N/A	0.80	fijo 8*In	N/A	
CM24	100	1.00	fijo 8*In	N/A	0.80	fijo 8*In	N/A	
Circuito P 1.2								
CM4	630	0.84	6*Isca	fijo 11*In	0.95	3*Isca	"	
CM41	100	1.00	fijo 8*In	N/A	1,00	"	N/A	Tiene una carga asociada de 167A, Interruptor por defecto
CM42	250	1.00	6*In	N/A	0.80	5*In	N/A	
Circuito P 2.0								
CM1	1600	0.50	3*Isca	fijo 15*In	0.80	6*Isca	fijo 15*In	
CM2, CM3, CM4		Ya tiene ajuste						
Circuito P 2.1								
CM5	1250	0.90	3*In	6*In	1.00	4*In	15*In	
CM51	400	N/A	5*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM52	600	N/A	10*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM53	200	N/A	10*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM54	250	N/A	10*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM55	150	N/A	7.5*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM56	250	N/A	7.5*In	N/A	N/A	5*In	N/A	
CM57	100	0.90	fijo 8*In	N/A	1,00	"		Tiene una carga asociada de 135A, Interruptor por defecto
CM58	60		fijo 15*In			"		
Circuito P 3.0								
CW1	2000	1.00	7*1*In	fijo 20*In	0.90	5*In	fijo 20*In	
CM1, CM5		Ya tiene ajuste						
Circuito P 4.0								
CB1	2000	1.00	2.5*In		1*In	10*In		
CW1	1600	Ya tiene ajuste						

N/A: no aplica

Continuación de la Tabla 4.23

Capacidad del interruptor [A]	Actual			Propuesto			Observación
	Ajuste sobrecarga $I_{sca} = *I_n$	Ajuste Magnético I_c	Ajuste Instantáneo	Ajuste sobrecarga $I_{sca} = *I_n$	Ajuste Magnético I_c	Ajuste Instantáneo	
Protección de dispositivos de alimentadores en T-G							
52.1	1250	0,70	2* I_{sca}	3* I_{sca}	0,70	2* I_{sca}	3* I_{sca}
52.2	1250	0,70	2* I_{sca}	3* I_{sca}	0,70	2* I_{sca}	3* I_{sca}
52.3	2500	1,00	2* I_{sca}	off	0,90	2* I_{sca}	10* I_{sca}
Circuito SG_1.0							
CW28	630	0,84	6* I_{sca}	fijo 11* I_n	0,47	10* I_{sca}	fijo 11* I_n
CH1	400	0,84	6* I_{sca}	fijo 11* I_n	0,74	6* I_{sca}	fijo 11* I_n
CH10	63	1,00	fijo 8* I_n	N/A	0,80	fijo 8* I_n	N/A
CH11	63	1,00	fijo 8* I_n	N/A	0,80	fijo 8* I_n	N/A
CH12	160	1,00	fijo 1250	N/A	0,80	fijo 1250	N/A
CH13	250	1,00	5* I_n	N/A	0,90	6* I_{sca}	N/A
Circuito SG_2.1							
CW27	200	N/A	10* I_n	N/A	N/A	5* I_n	N/A
Circuito SG_2.2							
CW21	300	N/A	10* I_n	N/A	N/A	5* I_n	N/A

N/A: no aplica

4.5 Evaluación del sistema actual de protecciones

La selectividad total entre los diferentes equipos, no se consigue alcanzar en este análisis debido a las características de los interruptores, ya que esta se logra en la región de sobrecarga más no en la magnética, puesto que muchas de las curvas se solapan unas con otras en esta región de disparo, permitiendo esto que dos o más dispositivos actúen durante una misma falla, y no se aislé solo el ramal fallado. Del estudio se obtiene el siguiente análisis, para el circuito P_1.0 se pierde selectividad en corrientes entre 4 kA y 4,4 kA, y superiores a 15 kA, en el circuito P_1.1 la pierde a partir de 15 kA, en el circuito P_1.2 se logra la selectividad total entre los interruptores, en el circuito P_2.0 actuara primero el interruptor principal del tablero ante una corriente superior a 7,7 kA, en el circuito P_3.0 la selectividad se cumple ya que la corriente máxima que podría ocurrir es la de corto circuito trifásico, y no pasa teóricamente de 37 kA, en el circuito P_4.0 la selectividad se pierde totalmente a partir de 20 kA ya que actúa primero el dispositivo aguas arriba antes que el cercano a la carga, en el circuito SG_3.0 la selectividad se pierde a partir de 12 kA actuando primero el interruptor principal que los de cualquier ramal asociado a éste, igual ocurre con el circuito SG_4.1, a pesar de la perdida de selectividad, los ajustes

propuestos se encuentran acorde a lo expuesto por el CEN, permitiendo una protección confiable para los equipos instalados en planta.

El estudio también arroja, que los dispositivos CW22, CW23, CM41 y CM57 mostrados en la Tabla 4.22, se encuentran actualmente sub-dimensionados con respecto a la carga, lo que podría traer salidas innecesarias del servicio por actuaciones de estos equipos, además se encuentran entre los equipos de la Tabla 2.19 que no cumplen con el criterio de corriente de interrupción, lo que puede traer consigo la no actuación del dispositivo ante una falla de magnitud superior a su nivel de interrupción máxima.

Los equipos de interrupción CH10 y CH11, se encuentran sobredimensionados con respecto a la carga, ya que los motores de recirculación de 25 A carecen de una protección a parte de la que se encuentra en el tablero CH.

Con respecto a los dispositivos de sobrecarga evaluados en la Tabla 4.20, los equipos indicados con los números 4 de Van_Maq, el 2 y él de los motores enfasadores de Eniplan, los 6, 7, 9 y 11 de Diatec, son los dispositivos con un valor nominal de corriente mayor al motor al cual se encuentran asociado, y los número 15, 18 y 19 de Diatec, 5 de Van-Maq, 5 de Joa y 1 de Eniplan son los dispositivos con un valor nominal de corriente menor a la corriente a plena carga del motor asociado.

Las fallas a tierra no se evaluaron en este estudio, debido al tipo de conexión del alimentador principal de la planta (estrella neutro flotante), conexión que según modelos del sistema eléctrico con fallas de éste estilo son de insuficiente corriente para el disparo de algún dispositivo de protección, sin embargo, en planta existen dos equipos con este tipo de protecciones el CW1 y el Multilin SR760 instalado en el T-G, en el primero se observo la tarjeta electrónica dañada, lo que indica la posible no actuación del equipo y en el segundo la ausencia de conexión eléctrica para la actuación del éste.

CAPÍTULO V

DISEÑO DE ALIMENTADORES ELÉCTRICOS PARA LAS NUEVAS MÁQUINAS

La planta en estos momentos se encuentra en un crecimiento continuo de sus líneas de producción, por lo cual serán adquiridas tres nuevas maquinarias de funciones diversas, debido a esto, se plantea la necesidad de adecuar el espacio físico, así como los cálculos para el diseño de los alimentadores de cada una de estas máquinas, siendo los requerimientos eléctricos y físicos, dados por los fabricantes mostrados en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24 Características eléctricas de las nuevas maquinarias

Máquina		Medidas físicas[m]	Consumo eléctrico[kW]
1	Ultra delgada	18x1.5x2.2	150
2	Pantyshield	11x1,1x1,7	22
3	Wipes	10,9x2,0x2,4	16
	Packing	5.3x1,0x2,1	

Fuente: Departamento de proyectos de la empresa

En un principio se planteo el área denominada planta 2, como principal punto de ubicación de todas estas máquinas, al final se decide ubicar la máquina de Pantyshield en planta 2 y las otras dos en el area de almacén de producto terminado.

5.1 Selección de conductores

Para cualquier diseño en una instalación eléctrica, es necesario seleccionar el conductor adecuado con respecto a la tensión de operación, el tipo de aislante y al calibre que debe tener, para poder alimentar de manera adecuada una carga.

Como se menciona en capítulos anteriores, la tensión en las instalaciones de la planta es de 480/277 V y con la ayuda de transformadores se reduce a 208/120 V, fijando esto la tensión de operación a un nivel inferior a 600 V, el CEN en la sección 310 indica el calibre mínimo que debe ser utilizado según la tensión de operación, por ejemplo, para el caso de estudio el calibre mínimo es 14 AWG^{iv} de cobre (ver Anexo 17). Para la selección del tipo de aislante que debe tener un conductor, hay que tomar en cuenta algunos puntos, tales como; el ambiente del lugar (seco o húmedo), la temperatura a la que estará expuesto, y si el sitio donde será instalado expone a esfuerzos mecánicos el conductor, ya que estos afectan en gran parte la capacidad de corriente que deberá circular por cualquier conductor.

Los aislantes más usados en instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza son TW, THW y TTU[4]. El TW es de termoplástico resistente a la humedad y al calor, las aplicaciones son del tipo general. El THW es termoplástico resistente a la humedad y al calor, las aplicaciones son especialmente para iluminación por descarga y para motores, y el TTU de polietileno se utiliza para acometidas y redes subterráneas, la temperatura de operación de los dos ultimo oscila cerca de los 90°C.

Para la elección del calibre adecuado de un conductor, se deben cumplir los siguientes criterios:

- Selección por capacidad de corriente (ver Anexo 18).
- Selección por caída de tensión (ver Anexo 18).
- Selección por cortocircuito.

Al evaluar cada una de las opciones, la que resulte más desfavorable entre ellas, será la que proyecte el conductor de mayor calibre, siendo este el adecuado para la instalación.

^{iv} American Wire Gauge

Durante el desarrollo de este capítulo, se irán mencionando las sugerencias, estimaciones y consideraciones tomadas para los cálculos métricos de los alimentadores de las maquinarias.

5.2 Máquina Pantyshield

La máquina Pantyshield o como es llamada internamente en la planta “La Chinita”, será la primera en llegar y se alimentara eléctricamente desde el T-CH. Igualmente sugirió el departamento de proyectos la opción de alimentar desde el mismo tablero el transformador T19 (ver Tabla 2.7), el cual se encuentra alimentado desde otro punto del sistema, por ende, se obvia el cálculo de los conductores del lado de 208/120V, asumiendo que se encuentran acorde a la carga conectada. La distancia desde el T-CH hasta donde esta ubicado T19 es de 70 m, y desde dicho transformador hasta donde se ubicara la máquina hay 36 m.

La placa del transformador T19 especifica para una conexión delta-estrella, una corriente del lado primario de 86,81 A, la cual es mucho menor a la estimada teóricamente por medio de la potencia nominal ($I_{transT19}$), y por ende para prever que el equipo llegase a cargarse a esta corriente, se proyectara el cálculo del conductor en base a la corriente teórica siguiente:

$$I_{transT19} = \frac{125kVA}{\sqrt{3} * 480} = 150,35A$$

Como la máquina es un conjunto de motores, de los cuales no se poseen sus características individuales, se proyecta con respecto a la capacidad de potencia, tomada de la Tabla 5.23, resultando una corriente de:

$$I_{maq1} = \frac{22kW}{\sqrt{3} * 480 * 0,9} = 29,40A$$

Por no poseer dato de fabrica sobre el factor de potencia, se asume igual a 0,9[5].

Para la estimación del calibre adecuado se procede a evaluar los criterios mencionados antes para la selección de un conductor, comenzando por capacidad de corriente.

5.2.1 Selección del conductor por capacidad de corriente

La corriente que circulara por el conductor que viene desde el T-CH, se comprobara para corrientes a plena carga de los equipos que serán instalados, por consiguiente, se suman las corriente a plena carga del transformador y de la máquina, además se prevé un 20% del total para posibles modificaciones y expansiones en el galpón 2, más un 25% de sobrecarga permitidos por el CEN para estos equipos.

$$I_{d_planta2} = (I_{transfT19} * 1,25 + I_{maq1}) * 1,2 = 217,34A \quad \text{Siendo } I_{d_planta2} \text{ la corriente de diseño del alimentador de planta 2}$$

Para la selección del conductor por capacidad de corriente, con la I_d y la Tabla 310-16 del CEN (ver Anexo 19) se dimensionan los conductores de fase.

De la selección por capacidad de corriente se obtiene un calibre parcial # 4/0 AWG para el sub-alimentador de planta 2, y para los conductores del ramal de la máquina, se toma una corriente como lo sugiere el CEN en su sección 430, en el cual se indica que cualquier conductor que alimente motores u otras cargas, debe poseer una capacidad mínima del 25% de la corriente nominal del mayor de los motores más la suma de las corrientes nominales del resto de las cargas, para este caso por no poseer datos sobre el mayor de los motores, se asume la máquina como un motor, además se prevé de un 20% para modificaciones y ampliaciones en la máquina.

$$I_{d_maq1} = I_{maq1} * 1,2 * 1,25 = 44,10A \quad \text{Se toma la corriente del grupo ya que no se conoce las características de la máquina.}$$

Resultando un conductor parcial para el ramal de la máquina calibre # 8 AWG

5.2.2 Selección del conductor por caída de tensión

La caída de tensión permitida por el CEN sección 210-19 y 215-2 en conductores de alimentadores y ramales no debe ser mayor al 3% en la salida más

alejada, para el caso de estudio asumiremos una caída de tensión del 1,5%^v. Los cálculos por caída de tensión serán basados en las formulas mostrada en el Anexo 18, por consiguiente la capacidad de distribución (CD) en ampermetro (Am) para el alimentador de planta 2 es

$$CD = I_{d_planta2} * L = 15213,91Am \quad \text{Siendo } L=70 \text{ m longitud del conductor}$$

Las tablas que se utilizan para la estimación del conductor por caída de tensión (ver Anexo 21), se encuentran tabuladas para una caída del $\Delta V\%_{\text{tabla}}=2\%$ y para sistemas 208/120 V, cuando estos parámetros cambian se utilizan factores de corrección, uno es con respecto al cambio del porcentaje de caída de tensión y el otro con el tipo de sistema, el primero factor posee la siguiente ecuación:

$$F_1 = \frac{\Delta V\%_{\text{nuevo}}}{\Delta V\%_{\text{tabla}}} \quad \text{Ec 5. 6} \quad \text{donde } \Delta V\%_{\text{tabla}} \text{ es el valor a la que se encuentra tabulada la tabla,}$$

y $\Delta V\%_{\text{nuevo}}$ es el valor de caída de tensión deseada.

Para el caso en estudio $F_1=0,75$ (donde $\Delta V\%_{\text{nuevo}} = 1,5$ y $\Delta V\%_{\text{tabla}} = 2$), y el segundo es obtenido mediante la tabla mostrada en el Anexo 22, para el caso en estudio se aplicara un factor de corrección igual a $F_2=2,307$.

$$\text{Resultando una capacidad de distribución, } CD_{\text{real}} = \frac{I_{d_planta2} * L}{F_1 * F_2} = 8792,90Am$$

con la cual podemos examinar en la tabla del Anexo 21, con un factor de potencia 0,9[5], obteniendo de esta manera un conductor parcial para el sub-alimentador de planta 2 calibre # 4/0 AWG para ductos magnéticos. Para la selección del ramal se toma la corriente I_{d_maq1} , y una longitud de $L=36$ m y los mismos factores de corrección, obteniendo de esta manera un conductor parcial para el ramal de la máquina # 8 AWG.

^v Valor tomado en base a la consideración de que pueda existir una futura conexión.

5.2.3 Selección del conductor por capacidad de cortocircuito

Al igual que la capacidad de corriente nominal del conductor, que logra soportar por un lapso indefinido teóricamente, existe un valor de corriente de magnitud elevada causada por una falla, que tolera por un tiempo limitado sin que se degeneren el material aislante, se sabe que ésta corriente genera altas temperaturas en los equipos por la cual esta atraviesa, y puede llegar a deteriorar o en los peores de los casos dañar permanentemente el conductor. En el Capítulo IV se hizo una breve mención a la curva de daño de los conductores, en base a esta curva se realizó la coordinación, ya que de cruzar con una curva característica de un interruptor implica la no protección térmica del conductor en el momento de ocurrir un cortocircuito. Los conductores responden a una curva que los caracteriza en estas condiciones de operación, las cuales son mostradas en el Anexo 14.

Para la selección o comprobación de conductores por corrientes de fallas, basta con disponer del nivel de cortocircuito, en este caso $T-CH=15$ kA, y el tiempo de operación del interruptor en la región magnética ($t_{CH3} = 0,03$ s), cuando la corriente es menor a 10 kA no es necesario evaluar este criterio, ya que los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión resultan ser más desfavorables que este.

Con estos datos se selecciona el calibre mínimo del sub-alimentador que cumpla con esta opción, resultando calibre #2 AWG, y para el ramal de la máquina el nivel de cortocircuito en los bornes de T19 del lado de 480 V es 8,22 kA (ver Anexo 8), resultando un calibre # 6 AWG.

Ahora comparando los resultados anteriores, el más desfavorable para la selección del sub-alimentador de planta 2 es el obtenido por capacidad de corriente, al igual que para el ramal de la máquina.

Para la selección del conductor de puesta a tierra se utiliza la Tabla 250-95 (ver Anexo 20) del CEN y la corriente de diseño; para las tuberías se utiliza la tabla

del Anexo 23 del texto de Penissi[4] y la cantidad de conductores estimados que estarán en la tubería.

Por ser alimentación trifásica, son tres conductores de fase y uno de tierra, dando como conductor definitivo para el sub-alimentador de planta 2 es igual a:

Conductores_{Sub_alimentador_planta2}: 3#4/0 AWG + 1#4 AWG (T) Cu THW en un tubo de diámetro de 3" (1ø3")

Conductores_{ramal_maq_pantyshield}: 3#8 AWG + 1#10 AWG (T) Cu THW en 1ø1^{1/2}"

5.2.4 Especificación de las protecciones

Como se pudo notar en el capítulo IV, los ajustes propuestos para las protecciones se basaron en criterios sugeridos por el CEN y estos mismos son los criterios para la especificación de equipos de interrupción.

Para el sub-alimentador de planta 2 se propone una protección por sobrecarga dimensionada con respecto a $I_{d_planta2}$ y tomada según la capacidades normalizadas expuestas en el CEN sección 240-6 (ver Anexo 27), una protección igual a

Protección_{sub_alimentador_planta2}: termomagnético 3x225 A, $I_{cc} > 15 \text{ kA} @ 480 \text{ V}$

La protección de reserva encontrada en T-CH, es de 250 A y en el Capítulo IV se propuso el ajuste, respondiendo a estos cálculos.

Para el ramal de la máquina se propone una protección igual a

Protección_{ramal_maq_pantyshield}: 3x50 A, $I_{cc} > 8 \text{ kA} @ 480 \text{ V}$

Como se observa, falta la protección individual del lado de 480 V del T19, por consiguiente, según el CEN en su sección 450 debe llevar un dispositivo de interrupción de un valor máximo de 125% de la corriente nominal del primario, para esta se asume la de placa 86,81 A, para controlar la carga del transformador al valor especificado por el fabricante; en caso del equipo permitir mayor carga, bastara con cambiar la protección y no todo el cableado, resultando así una protección igual a:

Protección_{individual_T19}: 3x110 A, $I_{cc} > 8 \text{ kA} @ 480 \text{ V}$

5.3 Máquina Ultra delgada

La máquina posee una potencia de 150 kW dato tomado de la Tabla 5.24, y el área que será ocupada es aproximadamente 30 m² y la ubicación física de esta máquina es en el área que en estos momentos se utiliza como almacén de producto terminado, el conductor deberá ser proyectado en base a una corriente igual a

$$I_{maq2} = \frac{150kW}{\sqrt{3} * 480 * 0,9} = 200A$$

Por no poseer dato de fabrica sobre el factor de potencia, se asume igual a 0,9[5].

Para la alimentación de esta máquina se sugiere obtener la alimentación directamente de las ducto-barras, las cuales poseen un factor de utilización del 46% permitiendo la adición de nuevas cargas, y con lo cual se plantea la independencia de las cargas de producción de las de servicios generales.

5.3.1 Selección del conductor por capacidad de corriente

Al igual que para el diseño anterior, se proyecta el conductor en base a una corriente igual a

$$I_{d_maq2} = I_{maq2} * 1,2 * 1,25 = 300A$$

Resultando un conductor parcial para el ramal de la máquina, calibre # 350 MCM.

5.3.2 Selección del conductor por caída de tensión

Los factores de corrección son los mismos que los usados en la sección 5.2.2, y la longitud del alimentador es de 15 m, dando una capacidad de distribución real igual a

$$CD_{real} = 2606,88Am$$

Resultando un conductor parcial para el ramal de la máquina, calibre # 2 AWG.

5.3.3 Selección del conductor por capacidad de cortocircuito

El nivel de cortocircuito es de 31 kA el cual fue estimado para T-M, esto debido a que la salida del ramal se dispone a la altura de estos tableros, la derivación de las ducto-barras es a través de una caja de empalmes (enchufable) con un equipo de interrupción instalado internamente.

Asumiendo un tiempo de disparo de 0,03 s, se puede estimar el conductor apropiado. Resultando éste de calibre # 1/0 AWG.

De los datos arrojados resulta más desfavorable el conductor obtenido por capacidad de corriente para el sub-alimentador de la máquina, y bajo las mismas consideraciones anteriores para la estimación del conductor de tierra y tuberías se obtiene el siguiente conductor:

Conductores_{sub-alimentador_maq_ultra.delgada}: 3#350 MCM+ 1#2 AWG (T) Cu THW en 1∅3”

5.3.4 Especificación de las protecciones y cálculo del ramal de iluminación

Protección del sub-alimentador: tomando el valor de corriente I_{d_maq2} , y al igual que para la máquina anterior se propone una protección para el ramal de la máquina igual

Protección_{sub-alimentador_maq_ultra.delgada}: 3x300 A, $I_{cc} > 35 \text{ kA} @ 480 \text{ V}$

Iluminación: para esta máquina no se tiene en el área la iluminación requerida, por consiguiente, es necesario estimar el conductor del ramal para la iluminación de 30 m². El conductor para las luminarias será tomado del transformador T3, ubicado justo del lado contrario de donde se ubicara la máquina a una longitud promedio de conductor igual a 25 m.

El CEN clasifica los circuitos ramales para servicios generales por su capacidad de corriente 15, 20, 30, 40 y 50 A, los ramales superiores a 20 A son considerados para cargas especiales, tales como lámparas de descarga, cocinas

eléctricas, etc. Los ramales de 20A o menos para tomacorrientes de uso general son tratados igual que cargas de iluminación.

La Tabla 220-3b del CEN (ver Anexo 25) especifica la carga mínima por metro cuadrado para instalaciones del tipo iluminación general. Por consiguiente tomando un factor de 30 VA/m² para cargas de servicio de iluminación se tiene una corriente igual a:

$$I_{d_ilu} = \frac{30 * 30}{208} * 3 = 12,98A$$

La corriente de diseño para iluminación, se multiplico por 3 para obtener capacidad suficiente en el ramal, para toma corriente y futuras expansiones.

La selección por caída de tensión ($F_1=0,75$ y $F_2=1$) arroja lo siguiente

Conductores_{ramal_maq2_ilu}: 4#10 AWG+ 1#10 AWG (T) Cu THW en 1φ1”

Para la protección del ramal de iluminación se toma la nota del pie de la Tabla 310-16 del CEN, sugiriendo para dispositivos de sobrecorriente una corriente máxima de 30 A

Protección_{ramal_maq2_ilu}: termomagnético 3x30 A, Icc >11 kA @ 220 V

5.4 Máquina Wipes-Packing

Se dispone sea la segunda máquina en llegar a planta, esta debe ubicarse en un lugar cerrado y con aire acondicionado, ya que en ella se elaborara un producto de alta calidad en higiene personal, por consiguiente, fue necesario calcular tanto el alimentador para la máquina, como los ramales eléctricos y cantidad de luminarias adecuadas al tipo de tarea a ejecutarse.

5.4.1 Especificaciones de diseño

Para el diseño se dispone de una área de 130 m², la cual constara de dos niveles que deberán tener aire acondicionado individual, un nivel inferior que se destinara para el funcionamiento de las máquinas y uno superior que aun no se conoce si llevara máquinas o un laboratorio de investigaciones y pruebas de productos químicos, entre los requerimientos para este laboratorio se pide una salida de toma-corriente a 220 V, y algunas a 120 V para equipos de computación.

5.4.2 Alimentador principal para el tablero de la máquina

De la Tabla 3.23 tenemos un consumo de 16 kW para a una tensión de trabajo de 480V, dando como resultado una corriente a plena carga como sigue:

$$I_{maq3} = \frac{16kW}{\sqrt{3} * 480 * 0,9} = 21,38A$$

Por no poseer dato de fabrica sobre el factor de potencia, se asume igual a 0,9[5].

Para la alimentación de esta máquina se sugiere lo mismo que para la ultra delgada, alimentarla directamente de la ducto-barras.

5.4.2.1 Selección del conductor por capacidad de corriente:

Se proyecta el conductor igual que para los anteriores diseños

$$I_{d_maq3} = I_{maq3} * 1,2 * 1,25 = 32,08A$$

Resultando un conductor parcial para el sub-alimentador de la máquina, calibre # 10 AWG.

5.4.2.2 Selección del conductor por caída de tensión: la longitud de donde saldrá el alimentador hasta donde se ubicara el tablero principal de las máquinas es de 12 m, los factores de corrección son los mismos que para la máquina pantyshield.

$$CD_{real} = 222,49 Am$$

Resultando un conductor parcial para el sub-alimentador de la máquina, calibre #14 AWG.

5.4.2.3 Selección del conductor por capacidad de cortocircuito: el nivel de cortocircuito es de 37 kA el cual fue estimado para el T-WB, se toma el tiempo de actuación de la protección CW1 de 0,03 s.

El conductor que arroja el análisis es de calibre #1/0 AWG

Por consiguiente de los tres criterios de selección de conductores, el más desfavorable es el conductor obtenido por capacidad de cortocircuito, el conductor de puesta a tierra se obtiene en este caso tomando la corriente nominal del conductor 1/0 AWG THW y utilizando la tabla del Anexo 20, para la tubería se utiliza la tabla del Anexo 23, dando un conductor para el sub-alimentador de la máquina igual a:

Conductores_{sub-alimentador_wipes}: 3#1/0 AWG + 1#6 AWG (T) Cu THW en 1ø2”

5.4.2.4 Especificación de las protecciones: se propone una protección para la salida del sub-alimentador y otra a la llegada del tablero.

Para el conductor se propone una protección en la caja de empalme igual

Protección_{sub-alimentador_wipes}: termo magnético 3x150 A, Icc >37 kA @ 480 V

y para la llegada del sub-alimentador al tablero de la máquina una protección

Protección_{sub-alimentador_wipes}: 3x35 A, Icc >25 kA @ 480 V

5.4.3 Ramales para el tablero de servicios generales del área de la máquina

El tablero de servicios generales proveerá energía a los tomacorrientes, luminarias y aires acondicionados

5.4.3.1 Ramal del aire acondicionado: en la Tabla 5.25 se muestran los índices en kVA/m² para la estimación de aires acondicionados según el tipo de local.

Tabla 5.25 Factor de demanda para aire acondicionado

Tipo de local	Aire acondicionado kVA/m ²
Oficina	0,04
Tienda y comercio	0,06
Restaurantes	0,15

Fuente: apuntes de canalizaciones eléctricas, Profesor Ing. Paul Meignen.

Para la estimación de carga de aire acondicionado del local, se tomara un índice de 0,15 kVA/m² por poseer máquinas que suministraran calor al medio ambiente, para lo cual se utilizara una corriente de:

$$I_{A/A} = \frac{0,15 \times 10^3 * 130}{208} = 93,75A \text{ dando una potencia igual a } 19.500 \text{ VA el cual}$$

es similar para un aire de 67.000 BTUh bifásico a 208 V, proyectando para el ramal un conductor igual a

Conductor_{ramal_A/A}: 2#2 AWG+ 1#8 AWG (T) Cu THW en 1ø1^{1/2}”

Protección_{ramal_A/A} 2x100 A bifásica

5.4.3.2 Ramales de iluminación: para estimar los ramales de la iluminación, se utilizara un factor de 30 VA/m², obteniendo para un area de 130 m² un corriente igual a:

$$I_{d_ilu} = \frac{30 * 130}{208} = 18,75A \text{ dando una potencia de } 3.900 \text{ VA a lo cual se le}$$

adiciona un circuito de reserva de iguales características dando una potencia de 7.800 VA, por lo anteriormente dicho sobre los circuitos ramales de 20A, se requieren 2 circuitos de 18,75 A, especificando cada ramal como sigue:

Conductor_{ramal_maq3_ilu}: 2#12 AWG + 1#12 AWG (T) Cu THW en 1ø1/2”

Protección_{ramal_maq3_ilu} 1x20A

5.4.3.3 Ramales de tomacorriente: para los ramales de tomacorrientes se toma un factor de 30 VA/m² sugerido por el CEN, obteniendo una corriente igual a

$$I_{d_tc} = \frac{30 * 130}{120} = 32,5A \text{ dando una potencia de } 3.900 \text{ VA, por lo tanto se}$$

requieren 2 circuitos de 16,25 A y las consideraciones para el conductor de tierra y

tuberías es el mismo que en los anteriores casos, obteniendo cada ramal especificado como sigue:

*Conductor*_{ramal_maq3_tomacorrientes}: 2#12 AWG + 1#12 AWG (T) Cu THW en 1ø1/2”

*Protección*_{ramal_maq3_tomacorrientes} 1x20 A

El laboratorio posee las mismas características físicas que el área de máquinas, no obstante, los cálculos para los servicios generales de éste serán idénticos al anterior, al igual que el aire acondicionado.

Para el ramal especial del laboratorio no se conoce la carga, para este caso tomaremos una carga de 3.300 VA, ya que el CEN aconseja ramales de 15 A o 20 A, por consiguiente se requerirá un circuito de 20A con las siguientes características:

*Conductor*_{ramal_especial}: 2#12 AWG + 1#12 AWG (T) Cu THW en 1ø1/2”

*Protección*_{ramal_especial} 2x20 A bifásica

5.4.4 Alimentador del tablero de servicios generales

Se realiza un estudio de cargas, el cual se representa en la Tabla 5.26

Tabla 5.26 Estudio de carga para el tablero de servicios generales

	Carga en Vatios [kVA]	
	Fases	Neutro
Iluminación área de máquinas @ 208V	7800	
Tomas corrientes área de máquinas @ 120V	3900	3900
Iluminación área de laboratorio @ 208V	7800	
Tomas corrientes área de laboratorio @ 120V	3900	3900
Ramal especial para el área de laboratorio @ 208V	3300	
Total de tomas generales	26700	7800
Aplicando el factor de demanda según el CEN en la tabla 220-13. Los primeros 10kVA o menos al 100% y el resto al 50%	18350	7800
Aire acondicionado del área de máquinas	19500	
Aire acondicionado del área de laboratorio	19500	
25% del mayor de los motores	4875	
Total del tablero de servicios generales	62225	7800

Carga por fase Fases:

$$I_{sub_alimentador} = \frac{62.225}{\sqrt{3} * 208} = 172,72A$$

Carga del neutro:

$$I_{neutro} = \frac{7.800}{\sqrt{3} * 208} = 21,65A$$

Para el tablero de servicios generales se propone conectarlo del T3, el cual posee un factor de utilización de 28% y ubicado a una distancia de 24 m, resultando:

Conductores_{sub_alimentador_SG}: 3#2/0 AWG+ 1#8 AWG+ 1#6 AWG (T) Cu THW en 1ø2”

Protección_{sub_alimentador_SG}: 3x175 A

5.4.4.1 Diseño del tablero: hay que realizar un balance de fases tomando en cuenta la carga conectada, el cual se muestra en la Tabla 5.27:

Tabla 5.27 Balance de las fases para el tablero de servicios generales

N° circuito	Descripción del circuito	Carga [kVA]		
		Fase A	Fase B	Fase C
1	Iluminación Máquinas	1950		
2	Iluminación Máquinas		1950	
3	Tomas corrientes Maq.	1950		
4	Tomas corrientes Maq.		1950	
5	Iluminación Laboratorio	1950		
6	Iluminación Laboratorio		1950	
7	Tomas corrientes Lab.	1950		
8	Tomas corrientes Lab.		1950	
9	Aire acondicionado Maq.		9750	
10	Aire acondicionado Maq.			9750
11	Aire acondicionado Lab.	9750		
12	Aire acondicionado Lab.			9750
13	Ramal especial	1650		
14	Ramal especial		1650	
15	Reserva	1950		
16	Reserva		1950	
17	Reserva		1950	
18	Reserva			1950
		21150	23100	21450
Porcentaje de desviación		3,42	5,47	2,05

Con los cálculos anteriores, la distribución de los tableros se muestra en el Anexo 26.

5.4.5 Cálculo de luminarias

Para el local de wipes uno de los requisitos imprescindibles es una iluminación adecuada por el tipo de trabajo a realizarse. Por ende, se estima la cantidad de luminarias utilizando el método de los lúmenes, el cual se expone detalladamente en el Anexo 27 y del se extraen las ecuaciones a ser utilizadas.

Datos del local: Largo=15,2 m Ancho=8,4 m Altura=2,4 m

Altura del area de trabajo=0,8 m

$$\text{Índice del local } K = \frac{15,2 * 8,4}{(2,4 - 0,8) * (15,2 + 8,4)} = 3,38$$

Coefficientes de reflexión: techo claro, paredes color medio y suelo oscuro, resultando los siguientes valores 0,5, 0,3 y 0,1 respectivamente.

Con estos factores, se estima el factor de utilización dado por el fabricante y tabulado según el coeficiente de reflexión e índice del local, resultando igual a 0,59.

El factor de mantenimiento (ver Anexo 27), se elige para condición de poco mantenimiento 0,6. La iluminancia mínima sugerida por la norma COVENIN 2249 para trabajos de visión normal en industrias (en general) es de 500 lux.

De la ecuación de flujo luminoso total tenemos $\Phi_T = \frac{500 * 15,2 * 8,4}{0,59 * 0,6} = 180.338,98lm$ con este flujo luminoso total, se estima la cantidad de lámparas, asumiendo que una lámpara tiene un flujo luminoso igual a 3.000 lm (dato del fabricante) y que la luminaria a ser utilizada dispondrá de 4 lámparas cada una.

Con todos estos datos se obtiene una cantidad de 15 luminarias^{vi}, cada una con lámparas de 32 W y balastos electrónico tipo T8 multi_tensión 220/277 V, distribuidas uniformemente en 3 columnas de 5 filas, la elección del tipo de lámpara se realizó basándose en los resultados obtenidos en el trabajo de grado “Estudio técnico-económico para implantar soluciones de uso racional de la energía eléctrica en las instalaciones de pasajeros de la C.A Metro de Caracas” del Ing. Jesús Rondon, el cual concluye sustituir las lámparas fluorescentes convencionales tipo T12 (balastos electromagnéticos), por lámparas fluorescentes de primera o segunda generación tipo T8 o T5 respectivamente, ya que ambas representan un menor consumo eléctrico, una menor producción de ruido y una mayor vida útil, en éste trabajo se inclino hacia la escogencia de la T8, ya que los resultados obtenidos por el Ing. Rondon sobre esta tecnología reflejan que proveen un alto desempeño visual y excelentes beneficios comparados con la tecnología T12.

^{vi}
$$N = \frac{180338.98}{4 * 3000} = 15.02 \text{lu min arias}$$

CAPÍTULO VI

CONSUMO ELÉCTRICO DE LA PLANTA Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS

La adición de nuevas maquinarias afectan eléctricamente al sistema de potencia, por ende, es necesario considerar la contribución de estas nuevas cargas en el aumento del consumo de energía de la planta, para esto es necesario verificar el histórico de los equipos de acometida y compararlos con las mediciones realizadas en el Capítulo III, para luego con este cotejo proponer la posible autonomía de las unidades generadoras. Posteriormente, en este capítulo se plantean propuestas para acondicionar el sistema eléctrico, los cuales se proyectan en base con los resultados obtenidos.

6.1 Consumo eléctrico actual de la planta

Demanda asignada contratada (DAC): es un porcentaje de la capacidad instalada, que pone la distribuidora local de energía eléctrica a disposición del usuario, este porcentaje según gaceta[1] es del 40%. De no ocurrir una demanda consumida mayor a la DAC, esta será la demanda máxima a cancelar, y de ocurrir lo contrario, la demanda facturada a cancelar será la mayor ocurrida en el periodo de facturación.

La empresa en estos momentos compra energía bajo la clasificación de “tarifa 06”[1] de acuerdo al tipo de servicio y consumo eléctrico, siendo esta prestación dirigida a usuarios con DAC mayor de 1.000 kVA y aplicable con tensiones entre 4,8 kV y 30 kV de acuerdo a la zona. Formalmente este tipo de tarifa difiere en la facturación de la empresa, ya que ésta dispone de una DAC de 416 kVA @ 12,47 kV, ubicándola fuera de orden en la clasificación, lo que podría traer consigo penalizaciones en la facturación de la empresa.

Realizando un análisis al comportamiento histórico de la demanda consumida por la planta ante la distribuidora local, elaborado con los datos que aparecen en las facturas del servicio eléctrico desde el mes de Enero del año 2.002, se obtiene el Gráfico 6.10.

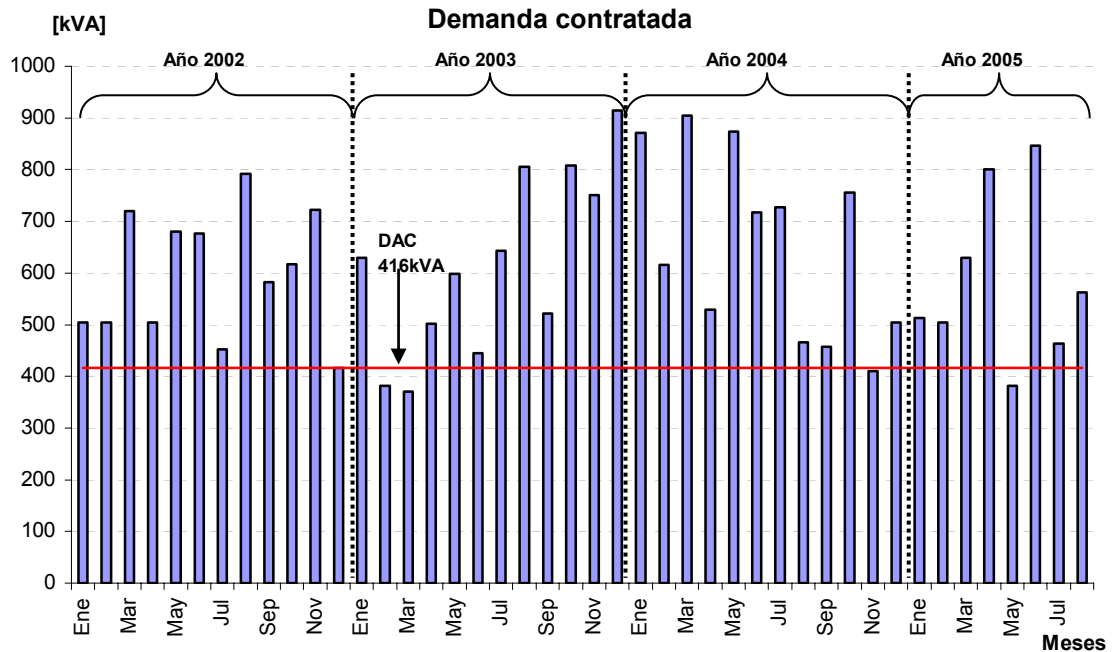


Gráfico 6.10 *Histórico demanda máxima mensual contratada a “ELEGGUA”*

6.1.1 Análisis del comportamiento eléctrico

En el gráfico 6.10, la demanda promedio obtenida de ELEGGUA durante los últimos 3 años es mayor al valor de DAC en un 48%, si se realiza el mismo cálculo para el año en vigencia el promedio aun continua por encima, indicando esto un posible aumento de la DAC por parte de Eleggua, apoyándose en el Artículo 21 de la Gaceta Oficial N° 37.415, ya que de permanecer el promedio mayor al permitido (DAC+10%) durante un año consecutivo, y de continuar prestando el servicio como ahora podría ser ajustada al promedio del ultimo año, el cual corresponde a un 41% por encima de la actual DAC, de igual forma ELEGGUA puede ajustar a los

requerimientos legales expuesto en Gaceta, a 1.000 kVA, correspondiendo a un incremento del 240% de la DAC actual.

Al realizar un cotejo de la demanda máxima^{vii} medida de ELEGGUA con la DAC actual, se observa que aunque un generador funcione a su máxima capacidad, no lograra entregar más del 57%^{viii} de la demanda máxima total consumida por la empresa, dejando un 43% del consumo para ser comprado a ELEGGUA, el cual, es mayor a la actual demanda contratada en un 15% (ver gráfico 6.11).

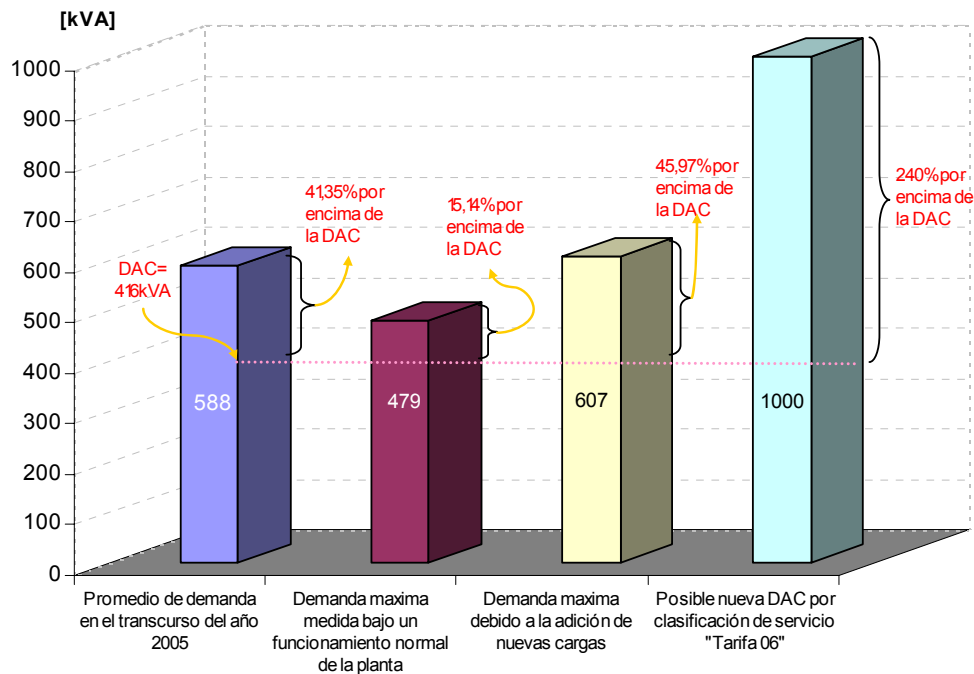


Gráfico 6.11 Comparación de la DAC actual con los posibles escenarios de aumento de la demanda asignada de "Eleggua"

En el gráfico 6.10, se pueden notar picos de magnitud superiores a 458kVA^{ix}, siendo estos causados por:

- Salidas del servicio prestado por ELEGGUA.

^{vii} Ver gráfico 3.3

^{viii} Ver gráfico 3.6 (b)

^{ix} Valor estimado en base con la DAC actual más un 10%

- Fallas atribuibles a las unidades de generación.
- Arranques de las líneas de producción después de una parada general inesperada, en instantes de no operatividad de las unidades de generación.
- Aumento de la carga instalada en los años posteriores al contrato de la demanda asignada actual.

6.2 Impacto técnico del aumento de la capacidad instalada

Como se pudo apreciar en el Capítulo V, la empresa en su anhelo de crecimiento obtendrá nuevas maquinarias, las cuales, por ser del tipo de carga eléctrica traerán consigo un consumo que se vera reflejado en la facturación, por lo expuesto en la sección anterior, es conveniente estudiar el impacto que esto generara.

Con la puesta en marcha de la primera máquina “La Chinita”, la cual, fue tomada en cuenta para la capacidad total instalada (ver Tabla 3.17) por haberse instalado ya en planta bajo las condiciones de diseño expuestas en el Capítulo V, se realizaron mediciones eléctricas en ella, dando como resultado una demanda máxima igual a 17 kVA (ver Anexo 6) de 24 kVA nominales, teniendo un factor de demanda igual al 70%, si ahora se extiende este comportamiento a las otras máquinas, y se muestra en la Tabla 6.28, se logra estimar cuanto será la demanda máxima de cada una y el aporte de estas a la capacidad instalada actual.

Tabla 6.28 *Demanda máxima estimada para las nuevas maquinarias*

Máquina		Potencia [kVA]	Demanda máxima [kVA]
1	Ultra delgada	166,67	115,91
2	Pantyshield	24,44	17,00
3	Wipes	17,78	12,36
Total		208,89	145,27

La demanda máxima total de la Tabla 6.25 ha de ocurrir si estas nuevas máquinas exigiesen en el mismo instante de tiempo su máxima demanda, siendo éste

el peor escenario, no obstante, para el cálculo de la nueva demanda máxima que tendrá la planta en el instante de ser instaladas estas nuevas cargas, se sumara a la actual demanda medida^x las demandas máximas de las máquinas 1 y 2, pues la máquina 3 fue considerada dentro de la medición, dando una nueva demanda máxima estimada de **1.246,27 kVA**, con esta adición de carga se incrementa la demanda máxima total de la planta en un 11%, alcanzándose a suplir de esta un 51%^{xi} con un generador asumiendo el otro fuera de servicio, y el resto comprado a ELEGGUA que representa un 46% por encima de la DAC, estos últimos porcentajes son considerados bajo el criterio de no existir ninguna de las tres primeras causas que generan picos de demanda mencionados en la sección anterior y bajo la condición de funcionamiento normal de la planta.

6.3 Propuestas para la reducción de la demanda máxima en el consumo eléctrico

En la facturación del servicio eléctrico, uno de los costos más significativos tiene que ver con el pico de demanda máxima, en consecuencia, de lograr reducir el efecto de este pico, el ahorro puede ser considerable.

Una práctica para lograr la reducción de los picos de demanda, es la programación de actividades dentro de la planta, de tal manera de conseguir que los equipos que absorben mayor cantidad de potencia no operen al mismo tiempo, lo cual suele suceder después de una parada general de la planta. Para alcanzar este objetivo, se propone implementar un procedimiento de arranque en el que se disminuya una gran cantidad de cargas, antes de la puesta en operatividad de uno de los generadores.

^x Ver gráfico 3.4

^{xi} Valuado en base con la demanda máxima obtenida del gráfico 3.2

Simultáneamente, con el posible aumento de la DAC actual por parte de ELEGGUA en cualquiera de los posibles escenarios, de no aplicar alguna acción correctiva, se proponen dos soluciones:

- Puesta en servicio del generador 2.
- Cambiar el tipo de clasificación tarifaria actual a la del tipo de tarifa para servicio general 2 “Tarifa 05”[1] (compra en baja tensión).

6.3.1 Procedimiento de arranque de las máquinas después de una parada general inesperada

Luego de evaluar el actual procedimiento de arranque de máquinas después de una parada larga, se observa que al momento de ocurrir una parada inesperada por salida del servicio eléctrico, éste deja de cumplirse, ya que justo en el instante que es restablecida la energía eléctrica, el supervisor y operadores a cargo de las líneas de producción, arrancan los equipos para así continuar con su jornada. Sin embargo, anterior al restablecimiento del servicio y después de haber inspeccionado el estado de la unidad de generación como del transformador principal (ELEGGUA) y de no existir ninguna condición anormal en el sistema, el supervisor a cargo de los equipos de generación conecta como primera opción a la red de potencias la distribuidora local y pasado cierto tiempo (de 5 a 15 min) se conecta la unidad de generación, tiempo en el cual las máquinas han arrancado y generado picos de demanda a ELEGGUA. Por consiguiente se plantea el procedimiento expuesto en el Anexo 28 para el arranque de máquinas luego de una parada general inesperada, basado en el resumen de las mediciones.

Con este procedimiento se lograra disminuir los picos de demanda comprados a ELEGGUA de magnitud superiores a $607 \text{ kVA}^{\text{xii}}$, no obstante continua siendo aun mayor al de la DAC actual.

6.3.2 Puesta en servicio del generador G2

Si la empresa continúa con los picos de demanda, el aumento de la DAC será inevitable por parte de Eleggua, y como se pudo notar en secciones anteriores de este trabajo, la actividad continua de uno de los generadores trae consigo un beneficio en el consumo eléctrico, sin embargo, un solo generador no supe la totalidad de la carga actual, por consiguiente, es conveniente la puesta en funcionamiento del segundo generador G2 y el cual ha de justificarse técnicamente y económicamente. Para la justificación técnica se asume el comportamiento de G2 idénticamente al de G1 y el escenario expuesto para la adición de nuevas cargas.

Con los dos generadores en funcionamiento se puede suplir una demanda máxima de 1.278 kVA^{xiii}, si esta se compara con la demanda máxima estimada (1.246,27 kVA) se tiene una holgura de 31,75 kVA por encima, dando a entender que la autonomía con los generadores es factible, siempre y cuando la planta se encuentre en su máxima carga, ya que, el manual del fabricante[11] expresa una condición de carga mínima exigida para este tipo de generadores de 1/3 de la capacidad nominal, por ende, cuando la carga se encuentre por debajo de este valor, se debe suplir la dicha carga con ELEGGUA, lo que indica que no es aconsejable prescindir de sus servicios. Por otro lado, el control de los equipos de acometida admite cargar los dos generadores y dejar un consumo promedio establecido por el usuario hacia ELEGGUA, es decir, por medio de la automatización de los equipos se puede establecer una carga deseada promedio a ser contratada, siendo esto provechoso para la situación de mínima carga de los generadores.

También se utilizará el concepto de energía eléctrica para la justificación técnica, siendo ésta la integral de la curva de demanda en función del tiempo, definida por la siguiente expresión:

^{xii} Escenario de adición de nuevas cargas

^{xiii} Carga máxima medida en G1, 639kVA multiplicada por 2

$$Energia_{[kWh]} = \int_0^t Demanda(t) * dt \quad \text{Ec 6.7}$$

Al observar el comportamiento histórico de la energía consumida de ELEGGUA (ver Anexo 29) se tiene un promedio para el último año de 105.075 kWh, si además, se asume el comportamiento de G1 constante en el transcurso del mes (23 días hábiles), se puede determinar la energía consumida de éste igual a 270.643 kWh (ver Anexo 6), siendo un 257% por encima de la contratada. Para el cálculo de la energía que será consumida por las nuevas máquinas, se tomara como modelo la medición realizada a la chinita, la cual, posee un consumo promedio del 60% (13,27kW) de sus 22 kW nominales, por ausencia del comportamiento de la potencia en el tiempo de las otras dos máquinas se asumirá esta invariante, el funcionamiento será de 24 horas diarias 23 días al mes, por ende, de la Ec 6.7 y la Tabla 5.23 se obtiene la Tabla 6.29, donde se estima la energía total que se adicionará a la energía actual consumida por la planta.

Tabla 6.29 *Energía estimada para las nuevas máquinas*

Máquina	Potencia [kW]	Energía consumida [kWh]
1 Ultra delgada	150	49.680
2 Wipes	16	5.299
Equipos de acometida	Generador G1	270.643
	ELEGGUA	105.075
Total consumo energético		430.697

Donde $Energia_{kWh} = Potencia_{kW} * 0.6 * 24_{horas} * 23_{dias}$

Al ocurrir la adición de las nuevas cargas, el generador G1 aporta la misma cantidad de energía, esto debido a su régimen de funcionamiento, y al igual que con la demanda máxima, el resto de la energía tendrá que ser adquirida de ELEGGUA siendo igual a 160.054 kWh (52% adicionales al promedio actual).

Con G2 funcionando, la energía mensual comprada a ELEGGUA disminuiría al consumo de los fines de semana por concepto de iluminación, si se observa el Gráfico 3.3 en este período se tiene una demanda promedio de 100 kVA, y un

máximo de 120 kVA. Sin embargo, el consumo promedio a tomar en cuenta, es en base a obtener la carga mínima necesaria para poner en servicio uno de los generadores, consiguiendo una energía mensual de 126.000 kWh^{xiv}, con una demanda máxima de 219 kVA, con esto se tendrá una disminución de la energía comprada a ELEGGUA en un 21% y de la demanda máxima en un 64%.

6.3.3 Propuesta de cambio del tipo tarifa

Como se menciona en la sección 6.1, el tipo de servicio contratado no es acorde al consumo de la planta, por ende, se propone el cambio de “Tarifa 06” al tipo de “Tarifa 05”, siendo este servicio en baja tensión y aplicable a industrias con DAC mayores a 10 kVA bajo las mismas condiciones de cobro (un cargo por demanda y un cargo por energía), con el funcionamiento de G2, el consumo de electricidad tomada de ELEGGUA será aproximadamente 8 veces menor a 1.000 kVA, sin embargo, algunos fines de semana se realizan trabajos tanto en las máquinas, como de mantenimiento en general, creando esto algunos escenarios para la estimación de la solicitud de DAC del tipo de tarifa planteada, una es considerando solamente la capacidad instalada en iluminación, otra es considerar un consumo bajo las circunstancias de adición de cargas y una tercera es solicitar una demanda según Gaceta Oficial tomando en cuenta el funcionamiento de un solo generador.

La ventaja del cambio del tipo de tarifa, es evitar que la distribuidora local aumente la DAC a 1.000 kVA, por ende, solo debe ser considerada de insistir ELEGGUA en dicho aumento, y como desventaja de esta propuesta se encuentra el crecimiento limitado de carga al que se enfrentaría la planta, ya que estaría ajustada a la capacidad instalada de los generadores y a la nueva demanda contratada, mientras que la actual tarifa no posee ese tipo de limitaciones.

^{xiv} Estimados con $\frac{656}{3}$ kVA, un factor de potencia 0,8 y 720 horas mensuales.

Por otro lado, cada línea de producción aporta por minuto trabajado un beneficio económico^{xv} neto aproximado según su velocidad y tipo de producto; al realizar un balance entre las líneas y tomando como base el beneficio obtenido por la Joa, ya que es la de mayor lucro, y descartando las nuevas máquinas por no estar en operatividad, se tiene un 74% para Diatec, un 17% Eniplan y por último un 15% de ganancia por la línea Van_Maq. Dando esto a entender, que por paradas no programadas de más de 33 minutos de todas las líneas, se deja de percibir ganancias comparables al pico de demanda máximo medido por ELEGGUA, lo que significa, que es conveniente mantener el funcionamiento normal de las líneas.

La opción uno se descarta con base en las ganancias perdidas al dejar la planta sin servicio eléctrico al fallar cualquiera de los equipos de generación y por la situación de suplir una carga mínima para poder colocar en servicio el generador; la opción dos se descarta por ser calculada bajo condiciones de máxima operatividad de la planta, para la verificación de la capacidad de los generadores. Entonces para la estimación, se toma la capacidad instalada total (2.792,13 kVA) conseguida en la sección 6.2, se le aplica el 40%[1], y bajo la premisa u/o exigencia de mantener siempre en operatividad al menos uno de los generadores, se resta la demanda máxima de éste (639 kVA), dando una demanda estimada para la elaboración del proyecto a contratar de 416 kVA @ 480 V. Con el funcionamiento de un solo generador y ELEGGUA es conveniente prescindir de cargas mientras se enciende el otro generador, tales como, el chiller, la línea Chinita, la línea Van_Maq y el transformador T3, para no sobrepasar la nueva DAC.

La nueva DAC es mayor a la demanda máxima ocurrida los fines de semana, no obstante, se puede realizar el proyecto de compra en baja tensión y luego cambiar esta demanda con base en seguimientos semestrales del comportamiento de esta, la cual, puede llegar a ser menor dependiendo de la correcta puesta en servicio de los generadores.

^{xv} Por confidencialidad de la empresa, en este trabajo se reserva el derecho a mostrar estos valores

En los gráficos 6.12 y 6.13, se muestra la demanda a ser contratada con el cambio de tarifa, la energía promedio estimada a contratar (sección 6.3.2), y la demanda que absorberá G2 de tener el valor promedio de la sección 6.3.2 (607,27 kVA-120 kVA).

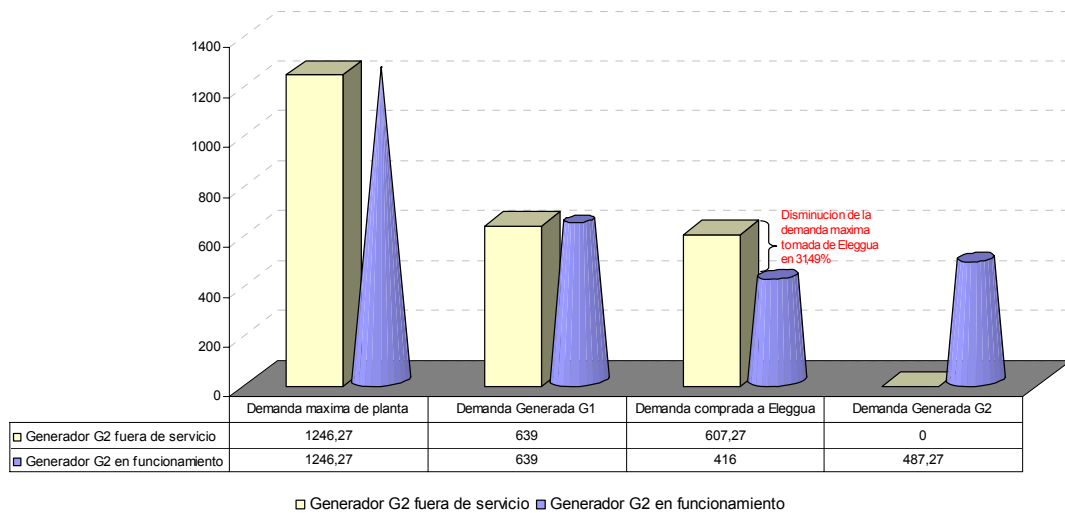


Gráfico 6.12 *Disminución de la demanda máxima*

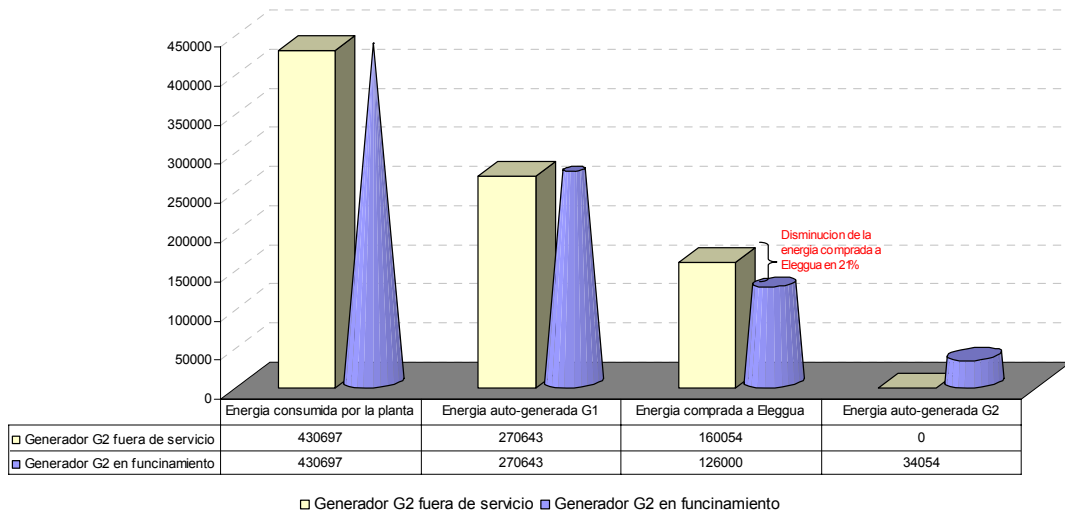


Gráfico 6.13 *Disminución de la energía consumida en planta*

6.4 Propuestas para las instalaciones eléctricas de las nuevas máquinas

Gracias al diseño de cada alimentador de las máquinas y al levantamiento eléctrico, se pueden observar algunos puntos para optimizar la instalación eléctrica.

6.4.1 Tablero disponible en planta

En estos momentos no se tiene contemplado el uso del nivel superior del local de la máquina de wipes, por ende, se puede reevaluar el cálculo del tablero de servicios generales, eliminando cargas para las exigencias presentes.

Del estudio de carga (ver anexo 26) obtenemos las siguientes corrientes:

Carga por fase Fases:
$$I_{sub_alimentador} = \frac{40.100}{\sqrt{3} * 208} = 111,3064A$$

Carga del neutro:
$$Id_{neutro} = \frac{9.750}{\sqrt{3} * 208} = 27,0633A$$

Conductores_{sub_alimentador_SG}: 3#1/0 AWG + 1#8 AWG + 1#6 AWG (T) Cu THW en 1ø2"

Las características del tablero son un interruptor principal de 125 A, una capacidad de interrupción 25 kA, y posee 30 circuitos de salida, la carga estimada es de 112 A, y los circuitos evaluados son menos de 30, por consiguiente, el tablero puede ser instalado en el área de la máquina de wipes, para tener detalles de como será la distribución de este tablero ver Anexo 26.

6.4.2 Tablero extra para iluminación a 277 V

Si la alimentación de la iluminación para el local de la máquina Wipes y Packing se realiza a una tensión de 277 V, se puede prescindir de los circuitos C1,2 del tablero de servicios generales del Anexo 26, con esto hay que adquirir un tablero adicional para este tipo de luminarias, éste tablero sería alimentado del transformador

T2 que posee un Fu del 60% ubicado a 6 m de donde sería situado dicho tablero, los circuitos de alumbrado serán de capacidad mínima 15 A, dejando además circuitos de reserva para posibles ampliaciones, quedando este con las siguientes especificaciones:

Conductor_{ramal_maq3_ilu_277V}: 4#12 AWG + 1#12 AWG (T) Cu THW en 1ø3/4”

Protección_{ramal_maq3_ilu_277V}: 1x20 A

6.4.3 Trasladar alimentador

Es recomendable tener las cargas de fuerza separadas de las cargas de iluminación, debido a que los arranques continuos de los motores se pueden generar fluctuaciones indeseables en las cargas de iluminación, aparte si ocurre una condición anormal en la red debido a fallas en motores, la carga instalada de iluminación que se encuentre conectada al alimentador fallado también puede salir fuera de servicio, trayendo como consecuencia falta de visibilidad y los riesgos que esto conlleva.

Por consiguiente, se propone desconectar del tablero T-CH el ramal alimentador de la máquina Pantyshield y conectarlo a la ducto-barra en un punto cercano a la máquina. El punto donde se puede derivar de la barra para la conexión del ramal alimentador está a una distancia de 46 m, proyectando en base con la corriente I_{d_maq1} , y asumiendo una posible expansión de una nueva línea de producción de iguales características mas un 20%, se obtiene un ramal con las siguientes especificaciones:

Conductores_{sub-alimentador_maq_pantyshield}: 3#2 AWG + 1#6 AWG (T) Cu THW en 1ø2”

Se propone una protección para la salida del sub-alimentador y otra a la llegada de la máquina.

Para el conductor se propone una protección en la caja de empalme igual

Protección_{sub-alimentador_maq_pantyshield}: termo magnético 3x125 A, $I_{cc} > 31$ kA @ 480V

y a la llegada del sub-alimentador al tablero de la máquina una protección

Protección_{sub-alimentador_maq_pantysield}: 3x50 A, I_{cc} >8 kA @ 480 V

6.5 Propuestas para el sistema de protecciones

Con el estudio realizado a los equipo de protección se encontraron algunas propuestas para cumplir con el CEN sobre las instalaciones eléctricas de la planta.

6.5.1 Sustitución de equipos de protección

En el capítulo IV, se encontraron equipos de interrupción que no cumplían con los requisitos mínimos, para los cuales se propone lo siguiente:

- Reemplazar los interruptores mencionados en la Tabla 6.30, estimados y evaluados según CEN.

Tabla 6.30 *Interruptores propuestos para reemplazo*

Equipo	Interruptor reemplazo	Equipo	Interruptor reemplazo
CW22	80A @ 480V; I _{cc} > 28,5kA	CM32	70A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA
CW23	200A @ 480V; I _{cc} > 28,5kA	CM41	200A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA
CM22	70A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA	CM43	100A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA
CM23	70A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA	CM54	250A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA
CM24	100A @ 480; I _{cc} > 31,7kA	CM57	200A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA
CM26	70A @ 480V; I _{cc} > 31,7kA	CH10	35A @ 480V; I _{cc} > 15,6kA
		CH11	35A @ 480V; I _{cc} > 15,6kA

- Reemplazar los dispositivos de sobrecarga evaluados en la sección 4.5 de la Tabla 4.21, que se encuentran sobredimensionados con respecto a la carga, para que no generen un punto de inseguridad en el sistema

6.6 Propuestas de adición de conductores a alimentador de tableros

Como se pudo apreciar en la Figura 2.4, existen conductores sumergidos en agua y con empalmes cercanos a esta, por ende, se propone drenar el agua existente dentro de cada una de las tanquillas, ya que los conductores aunque poseen el tipo de aislante sugerido para sitios húmedos no están diseñados y mucho menos con empalmes para estar sumergidos en agua.

Por otro lado, el factor de utilización para los tableros ubicados en el cuarto de electricidad son de 52% para T-WA y de 46% para T-WB (ver gráfico 3.5), lo cual indica, que los tableros poseen una capacidad disponible de casi el 50% cada uno para instalar más cargas. Sin embargo, este 50% se ve mermado al verificar la capacidad de corriente disponible que pueden suministrar los conductores alimentadores de estos tableros, pues la magnitud de corriente que pueden proveer son menores a las nominales de estos.

Como se menciona en el Capítulo II, los conductores que van a los tableros de wipes, lo hacen a través de un banco de 12 tubos no metálicos, y cada tipo de bancada aplica un factor de corrección a la corriente de los conductores que por ella cruzan, ya que al estar confinados estos conductores generan elevación de temperaturas entre ellos al estar energizados, éste factor se encuentra tabulado en tablas (ver Anexo 30), para el tipo de bancada instalada en la planta el factor es de 0,782.

El tablero T-WB puede manejar 2000 A (ver sección 2.2.2.2) al igual que las ducto_barras, mientras que la capacidad que pueden suministrar los conductores que alimentan a este tablero es de 1.486 A, dato obtenido de la siguiente manera:

Capacidad nominal del conductor calibre 500 MCM^{xvi} = 380 A (ver Anexo 17)

^{xvi} Por desconocimiento, se obvia el porcentaje de disminución de corriente nominal de los conductores debido a los empalmes

$I = 380 * 5 * 0,782 = 1485,80A$, los valores multiplicadores 5 y 0,782 corresponden a la cantidad de conductores por fase y al factor de corrección introducido por la bancada respectivamente

Al comparar el valor obtenido anteriormente de I con la corriente del tablero T-WB, se puede notar que es menor en un 26%, y esto evita que se aproveche al máximo el tablero, por ende, se propone agregar 2 conductores más de 50m cada uno de calibre 500 MCM por fase para éste, ya que con esto se puede suplir una demanda en corriente de 2.080 A, valor un poco superior a los 2.000A del tablero.

$$I_{propuesta} = 380 * 7 * 0,782 = 2.080A$$

Si ahora bien se aplican los mismos criterios al T-WA de capacidad 800 A, la capacidad de los conductores alimentadores será de 594 A, obtenida de la siguiente manera:

$$I = 380 * 2 * 0,782 = 594,32A \quad \text{Donde, el factor multiplicador 2 corresponde a la cantidad de conductores por fase.}$$

Obteniendo así un 26% por debajo de los 800 A del tablero, para lo cual, se propone adicionar 1 conductor más de 50 m cada uno de calibre 500 MCM por fase para este tablero, para alcanzar una corriente igual a 891 A.

$$I = 380 * 3 * 0,782 = 891,48A$$

La selección de los conductores se realizo por capacidad de corriente, ya que cumplen con una caída de tensión menor al 1,5% para 50 m de distancia.

Es conveniente, considerar esta propuesta para poder continuar con la adición de nuevas cargas al sistema sin generar daños a éste, ya que la adición actual de las nuevas máquinas aumenta el consumo tanto en el tablero T-WA como en el T-WB, el cual se demuestra con los en los siguientes cálculos:

Para el T-WB se tiene una corriente estimada igual a:

$$I_{T-WB} = I_{max_medida} + I_{d_maq2} + I_{d_maq3} = 915 + 300 + 32 = 1.247A$$

Donde, I_{max_medida} : es la corriente máxima obtenida durante las mediciones para el T-WB (ver Anexo 6)

I_{d_maq2} : es la corriente de diseño obtenida en el capítulo V para la máquina Ultra delgada

I_{d_maq3} : es la corriente de diseño obtenida en el capítulo V para la máquina Wipes-Packing

La I_{T_WB} se encuentra aun dentro del valor de corriente actual que pueden suministrar los conductores alimentadores del tablero T-WB.

Para el T-WA se tiene una corriente estimada igual a:

$$I_{T_WA} = I_{\max_medida} + I_{\text{sub_alimentador}} * R_{T3} = 416 + \frac{173 * 220}{480} = 495 A$$

Donde, I_{\max_medida} : es la corriente máxima obtenida durante las mediciones para el T-WA (ver Anexo 6)

$I_{\text{sub_alimentador}}$: es la corriente de diseño obtenida en el capítulo V para el tablero de la máquina Wipes-Packing

R_{T3} : es la relación de transformación del T3 (ver Tabla 2.6)

La I_{T_WA} se encuentra aun dentro del valor de corriente actual que pueden suministrar los conductores alimentadores del tablero T-WA.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS ECONÓMICO

Mucho de los cálculos y propuestas, son netamente gastos, por consiguiente, este capítulo tiene como finalidad, mostrar los costos relacionados para la adquisición de materiales y equipos necesarios, para la instalación eléctrica de las nuevas maquinarias, así como el de la sustitución de equipos de interrupción y adecuación del sistema eléctrico

El funcionamiento de los generadores trae consigo un ahorro energético, reflejándose éste en la facturación de la distribuidora local, sin embargo, su funcionamiento presenta gastos en consumo de combustible, mano de obra calificada y obtención de repuestos. El propósito principal de este análisis económico, es comparar que tan beneficioso es tener en operatividad continua dichos generadores, con respecto a la distribuidora local. Igualmente, se muestra cuanto es el costo por elaboración del estudio de ingeniería, para la compra de energía en baja tensión (cambio del tipo de tarifa) a la EDC^{xvii}, el cual, arrojará las características técnicas y económicas necesarias para la ejecución de dicha propuesta, una de las restricciones en este trabajo es la parte económica de la ejecución del proyecto, debido al pago principal por elaboración del estudio.

7.1 Evaluación de costo para la instalación de las nuevas máquinas

Cada máquina posee un costo por componentes eléctricos para su instalación, por consiguiente, es pertinente tratarlas por separado, y así obtener un estimado de cuanto es la inversión por cada una. Los precios de los materiales y equipos son basados en cotizaciones a diversas casas del ramo de la venta de equipos eléctricos (ver Anexo 31), la Tabla 7.31 muestra los costos individuales por máquina.

Tabla 7.31 Descripción de costos para las instalaciones de las nuevas máquinas

Maquina	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
Ultra delgada	Conductor # 350 MCM THW	45	35.055	1.577.475
	Conductor # 2 THW	15	6.763	101.445
	Tubo EMT 3"	5	40.521	202.605
	Anillo EMT 3"	5	8.182	40.910
	Conector EMT 3"	2	8.182	16.364
	Curva EMT 3"	1	27.162	27.162
	Caja derivación FUS. 300A	1	782.000	782.000
	Conductor # 10 THW	100	962	96.200
	Tubo EMT 1"	9	9.715	87.435
	Anillo EMT 1"	8	783	6.264
	Conector EMT 1"	4	783	3.132
	Curva EMT 1"	2	1.907	3.814
	Breaker 3x30Amp @ 277V	1	236.893	236.893
	Caja para Breaker 3x30Amp	1	17.375	17.375
	Total 1				Bs 3.199.074
Maquina	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
Pantyshield	Conductor # 4/0 THW	210	21.277	4.468.170
	Conductor # 4 THW	70	4.148	290.360
	Tubo conduit 3"	24	61.154	1.467.696
	Tuerca conduit 3"	25	3.175	79.375
	Bushing 3"	8	2.475	19.800
	Curva conduit 3"	2	25.250	50.500
	Caja de paso 8x8 interperie	3	62.625	187.875
	Conductor # 8 THW	108	1.563	168.804
	Conductor # 10 THW	36	962	34.632
	Tubo conduit 1_1/2"	12	22.765	273.180
	Tuerca conduit 1_1/2"	13	731	9.503
	Bushing 1_1/2"	6	618	3.708
	Curva conduit 1_1/2"	2	9.726	19.452
	Caja de paso 6x6 interperie	2	41.500	83.000
	Breaker 3x225Amp	1	1.204.749	1.204.749
	Breaker 3x50Amp	1	311.803	311.803
	Caja para breaker 50Amp	1	38.616	38.616
	Breaker 3x110	1	716.807	716.807
	Caja para Breaker 110Amp	1	38.616	38.616
Total 2				Bs 9.466.646

Continuación de la Tabla 7.31

Maquina	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]	
Wipes - Packing	Conductor # 1/0 THW	36	10.842	390.312	
	Conductor # 6 THW	36	2.759	99.324	
	Tubo EMT 2"	16	19.797	316.752	
	Anillo EMT 2"	17	2.485	42.245	
	Conector EMT 2"	14	2.485	34.790	
	Curva EMT 2"	5	5.814	29.070	
	Caja de paso 6x6	8	10.195	81.560	
	Breaker 3x150Amp	1	965.731	965.731	
	Breaker 3x35Amp	1	397.387	397.387	
	Caja para Breaker 35Amp	1	19.690	19.690	
	Conductor # 2 THW	32	6.763	216.416	
	Tubo EMT 1_1/2"	11	15.726	172.986	
	Anillo EMT 1_1/2"	10	1.849	18.490	
	Conector EMT 1_1/2"	4	1.849	7.396	
	Tubo liquid tite 1_1/2"	2	12.095	24.190	
	Conector liquid tigh 1_1/2" recto	4	12.507	50.028	
	Conductor # 2/0 THW	72	13.548	975.456	
	Conductor # 8 THW	24	1.562	37.488	
	Conductor # 12 THW	400	604	241.600	
	Tubo EMT 1/2"	20	4.108	82.160	
	Anillo EMT 1/2"	19	290	5.510	
	Conector EMT 1/2"	52	290	15.080	
	Caja 4x2	18	1.026	18.468	
	Luminarias Fluorescentes 4x32w, con balasto electronico T8 multivoltaje 220_277V	15	200.273	3.004.095	
	Lampara Fluorescente F32 T8	60	4.950	297.000	
	Tablero 3F 4h 175Amp 18 circ	1	1.254.561	1.254.561	
	Tubo flexible metalico 1/2"	50	1.226	61.300	
	Total 3				Bs 8.859.085

Tabla 7.32 Costo total para la canalización eléctrica de las nuevas máquinas

Total 1	Total 2	Total 3	Total General
Bs 3.199.074	Bs 9.466.646	Bs 8.859.085	Bs 21.524.805

7.1.1 Evaluación de costo al utilizar el tablero disponible en planta

Los costos para éste caso son los mismos que para la máquina wipes_packing (total 3), solo que cambiando el calibre del conductor principal de 2/0 a 1/0 THW, y

excluyendo la compra del tablero de distribución a 220 V. Resultando el costo de esta propuesta como se muestra en la Tabla 7.33.

Tabla 7.33 Costo al emplear el tablero disponible en planta

Wipes - Packing		
Propuesta del tablero disponible en planta	Total 3'	Bs 7.409.692,00
Total general		Bs 20.075.412,00

7.1.2 Evaluación de costo del tablero extra de iluminación a 277V

En este caso hay que tomar en cuenta la instalación desde el transformador T2 y la adquisición de un interruptor a 277 V con su respectiva caja. El costo de ésta propuesta se muestra en la Tabla 7.34.

Tabla 7.34 Costo por adquisición de tablero para iluminación a 277V

Maquina	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
Wipes - Packing	Conductor # 12 THW	30	604	18.120
	Tubo EMT 3/4"	3	6.569	19.707
	Anillo EMT 3/4"	2	443	886
	Conector EMT 3/4"	2	443	886
	Breaker 3x20 @ 277V	1	236.893	236.893
	Caja para breaker 3x20A	1	17.375	17.375
	Total 3"			293.867
Total 3"+Total 3'			7.703.559	
Total general			20.369.279,00	

7.1.3 Evaluación de costo del traslado del alimentador de Pantyshield

En planta se encuentra una caja de derivación de 250 A para las ducto barras, la cual es totalmente utilizable. El costo de ésta propuesta se muestra en la Tabla 7.35.

Tabla 7.35 Costos por traslado del alimentador de la máquina Pantyshield

Maquina	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
Pantyshield	Conductor # 2 THW	138	6.763	933.294
	Conductor # 6 THW	46	2.759	126.914
	Tubo conduit 2"	16	31.225	499.600
	Curva conduit 2"	3	9.726	29.178
	Caja 6x6 interperie	6	41.500	249.000
	Tuerca conduit 2"	18	1.000	18.000
	Bushing 2"	14	825	11.550
	Breaker 3x125Amp	1	716.807	716.807
Total 4				Bs 2.584.343

7.2 Evaluación de costo por sustitución de equipos de protección

El reemplazo de equipos de protección mencionados en la Tabla 6.30, trae un costo asociado, el cual, se muestra en la Tabla 7.36, y el costo por sustitución de los equipos de sobrecarga (térmicos) se muestra en la Tabla 7.37. Para el análisis de costo de los equipos de sobrecarga, fue necesario considerar la misma marca y además se tomaron en cuenta los equipos que se encontraban dimensionados por exceso.

Tabla 7.36 Costo por sustitución de equipos de interrupción

Equipo	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
CW22	80A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CW23	200A @ 480V; frame NS250N	1	1.204.749	1.204.749
CM22	70A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM23	70A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM24	100A @ 480; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM26	70A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM32	70A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM41	200A @ 480V; frame NS250N	1	1.204.749	1.204.749
CM43	100A @ 480V; frame NS100H	1	744.805	744.805
CM54	250A @ 480V; frame NS250N	1	1.204.749	1.204.749
CM57	200A @ 480V; frame NS250N	1	1.204.749	1.204.749
CH10	35A @ 480V; (unidad de diparo TM40D)	1	193.101	193.101
CH11	35A @ 480V; (unidad de diparo TM40D)	1	193.101	193.101
Total 4				Bs 10.418.833

Tabla 7.37 Costo por sustitución de equipos de sobrecarga

Marca	Descripción	Cantidad	Precio [Bs]	Total [Bs]
Moeller	PKZM 0-10	3	111.200	333.600
	PKZM 10-16	2	111.200	222.400
Telemecanique	LR-D 17-25	1	116.939	116.939
	GV06 1-1,6	1	114.599	114.599
Total				Bs 787.538

7.3 Evaluación de costo por adición de conductores a alimentadores de tableros

Para la evaluación de costos de esta propuesta, fue necesario contactar a una compañía contratista para la realización de la cotización por el trabajo requerido, la cual suministro dos diferentes presupuestos (ver Anexo 31), uno en el cual suministra e instala los conductores necesarios, mientras que el segundo bastante más económico debido a que no proporciona los metros de conductores necesarios para el trabajo, dejando esa tarea al personal de la empresa interesada en éste. También se solicitó a esta compañía contratista el costo por drenar el agua existente en 4 de las tanquillas de electricidad. En la Tabla 7.38 se muestran los costos relacionados a esta propuesta.

Tabla 7.38 Costos por adición de conductores

	Descripción	Cantidad [m]	Precio	Total
Adición de conductores en los alimentadores de los tableros T-WA y T-WB del cuarto de electricidad o Wipes	Suministro e instalación de conductores calibre 500MCM	450	62.000	27.900.000
	Suministro e instalación de terminales a presión para conectar conductores a barras	18	35.000	630.000
	Achique o drenaje del agua de tanquillas electricas	4	75.500	302.000
	Total			Bs 28.832.000

7.4 Cálculo de egresos por aumento de DAC

Con la posibilidad legal del aumento de la demanda contratada a 1.000 kVA, se plantea la compra de energía eléctrica en baja tensión. Este proyecto se divide en dos fases, la primera se refiere a la elaboración del estudio de ingeniería, con un precio de **2.010.000** Bolívares, y la siguiente dependerá de los resultados obtenidos de la primera. Sin embargo, en reuniones con el representante de ELEGGUA, se tiene un precio promedio de ambas fases a lo sumo de **100.000.000** Bolívares, siendo éste referencia como la inversión necesaria en este trabajo, para la ejecución de proyecto.

Por otro lado, la distribuidora local factura mensualmente por servicio eléctrico prestado según Gaceta Oficial 37.415 de fecha 03/04/02. Para cualquier tipo de tarifa^{xviii} mencionada en este trabajo aplica un cargo por demanda y un cargo por energía, y los precios actuales de estos cargos se muestran en la Tabla 7.39, discriminados según tipo de clasificación por servicio y consumo eléctrico, y actualizados con la última factura emitida por Eleggua. Además de estos dos últimos cargos, existen otros por impuestos (Ajuste de combustible y energía, Municipales e IVA).

En el caso del cargo por demanda, se toma el mayor valor ocurrido entre la DAC y el pico de demanda medido, en el periodo de facturación (30 días).

Tabla 7.39 Precios aplicados según clasificación tarifaria

Tarifa 06: Servicio General 3 (Actual)			Tarifa 05: Servicio General 2 (Propuesta)		
Tarifa	Unidad	Detalles de aplicación	Tarifa	Unidad	Detalles de aplicación
7.538,28	Bs/kVA	Cargo por Demanda	7.848,04	Bs/kVA	Cargo por Demanda
42,50	Bs/kWh	Cargo por Energía	46,53	Bs/kWh	Cargo por Energía

Para una comparación entre egresos por pagos que se harán a Eleggua, se toman los escenarios con y sin G2 (gráficos 6.12 y 6.13), y el impacto por la adición de nuevas cargas, dicha comparación se ilustra en la Tabla 7.40.

^{xviii} Tarifa 06 y Tarifa 05

Tabla 7.40 Comparación de egresos con el aumento de la DAC

	Con G2 fuera de servicio	Con G2 en servicio			Con G2 fuera de servicio	Con G2 en servicio
Cargo por consumo (kWh)	= 160.054,00	126.000,00	x	46,53	= 7.447.312,62	5.862.780,00
Cargo por demanda (kVA)	= 607,27	416,00	x	7.848,04	= 4.765.879,25	3.264.784,64
Impuesto por ajuste de combustible y energía	= 160.054,00	126.000,00	x	10,87	= 1.739.626,93	1.369.494,00
				Sub-Total	= 13.952.818,80	10.497.058,64
Impuesto Municipal	= 13.952.818,80	10.497.058,64	x	7,50%	= 1.046.461,41	787.279,40
IVA	= 14.999.280,21	11.284.338,04	x	14,00%	= 2.099.899,23	1.579.807,33
				Total con tipo tarifa 05	= Bs 17.099.179,44	Bs 12.864.145,36
				Total con tipo tarifa 06	= Bs 16.078.580,80	Bs 12.084.254,73
Aumento a 1000kVA con tarifa tipo 06					Bs 19.706.687,11	Bs 17.479.345,72

Si se observa en la Tabla 7.40, los costos son menores cuando G2 se encuentra en funcionamiento, y la diferencia entre tipos de tarifas con éste en servicio es de 779.890 Bolívares, lo que indica, que con el cambio del tipo de tarifa aumentarían los costos mensuales por facturación en dicha diferencia, pese a esto, el aumento de los egresos por el incremento de la demanda, será de 4.615.200 Bolívares mensuales, siendo 592% mayor al aumento del costo por tipo de tarifa 05.

Debido a esto, es necesario conocer en cuanto tiempo se recuperaría una inversión de tal magnitud, para lo cual, se aplicarán los conceptos de Ingeniería Económica (ver Anexo 32). Tomando una vida útil de 20 años, un valor de depreciación igual a cero, debido a que el mantenimiento y reemplazo del equipo quedaría a cargo de la empresa ELEGGUA, y para efectos de cálculo el valor de salvamento se asumirá también igual a cero. Con estos datos se tiene un retorno de la cantidad entendida para el proyecto en aproximadamente 21 meses con G2 funcionando, y en 45 meses aproximados con G2 fuera de servicio.

Con las proyecciones anteriores, se ve bastante razonable tomar en cuenta la propuesta del cambio del tipo de servicio eléctrico, aun más, porque en este tipo de tarifa se podrán realizar peticiones de variación de la DAC, por lo menos dos veces al

año[1], lo cual, se puede hacer también en el tipo de tarifa actual, pero no se estaría en condiciones para tal exigencia.

De mantener la tarifa actual, es conveniente, realizar un tratamiento al aceite aislante del transformador principal para llevarlo a sus características óptimas, ya que, el último análisis (ver Anexo 33) arroja como conclusión un deterioro en las características dieléctricas de éste, deterioro que puede ser lineal o exponencial, en consecuencia, el tiempo de vida útil restante para el equipo dependerá del mantenimiento que se le aplique de aquí en adelante. El tratamiento del aceite tiene un costo asociado de **10.675.200** Bolívares. Luego de aplicar la recuperación de las características del aceite, es conveniente mantener un régimen de seguimiento anual a un costo de **1.017.845** Bolívares aproximadamente, y así lograr extender al máximo su vida útil. La recuperación de las características dieléctricas del aceite de un transformador debe ser realizado en periodos de 6 años[12], y al transformador principal de la planta nunca se le ha hecho desde que se encuentra en servicio hace 14 años, según fabricantes la vida útil de este tipo de equipos es de aproximadamente de 20 a 25 años dependiendo del mantenimiento. A manera informativa, el precio actual por reemplazo total del equipo es de **56.000.000** Bolívares.

7.5 Estimación económica debido al funcionamiento de las unidades de generación

Como se ha apreciado en apartados anteriores, el mantener en funcionamiento ambos generadores trae consigo beneficios tanto técnicos como económicos, sin embargo, el mantener en actividad continua estas unidades crean costos, por combustible, por mantenimiento, y por pagos a personal calificado, pudiendo llegar estos costos a mermar las ventajas que estos aportan.

En la Tabla 7.41, se muestran los egresos económicos probables de: comprar la energía eléctrica obtenida de las unidades de generación a la tarifa actual; el pago

estimado a la distribuidora local asumiendo los dos generadores en servicio; y el costo de comprar todo el servicio eléctrico a Eleggua. En dicha tabla, la suma de todos los precios individuales difiere del egreso total sin unidades de generación, debido a que la demanda a ser contratada no es la diferencia entre la total y la auto-generada.

Tabla 7.41 Egresos probables de comprar la energía obtenida de los generadores

Pronosticos de egresos, de comprar la energía obtenida de G1 (639kVA; 270643kWh)	Tarifa 06	23.604.909,80
Pronosticos de egresos, de comprar la energía obtenida de G2 (487,27kVA; 88054kWh)	Tarifa 06	6.728.824,24
Egresos estimados por comprar a Eleggua con G1 Y G2 en servicio (416kVA; 72000kWh)	Tarifa 06	12.084.254,73
	Total	Bs 42.417.988,77
Pronostico de egresos sin unidades de Generación (1246,27kVA; 430697kWh)	Tarifa 06	Bs 39.683.490,60

Las unidades de generación, en servicio representan un ahorro del 85% de los 39.683.490 Bs, que deberían financiarse de no poseer tales máquinas, sin embargo, todo ese porcentaje no es considerado ahorro neto, por lo anteriormente dicho de los costos de operatividad de estos. Si estos costos, se reflejasen en una ecuación matemática, al igual que los costos por mantener el servicio prestado por Eleggua, se podrá comparar en que momentos es exactamente más económicos poner en servicio los generadores.

Ec 7.7

$$C_{Total_Eleggua}(kWh, kVA) = [(C_{ajuste_E} + C_{consumo_E}) * kWh + C_{demanda} * kVA] * (1 + I_{municipal}) * (1 + I_{IVA})$$

Ec 7.8

$$C_{oper_generador}(kWh, h) = \frac{((1 + I_{IVA}) * C_{gas})}{2,48} * kWh + \left(\frac{(C_{Tambor_aceite} * L_{usados})}{(208 * 1500)} + \frac{C_{prom_repuestos}}{H_{prom_servicio}} \right) * h + C_{personal}$$

Donde: C : costos
I : impuestos

kVA : pico de demanda máxima en kilo voltamper
 kWh = consumo energético en un periodo de 30 días en kilo vatios horas
 L : litro de aceite
 h : cantidad de horas promedio de funcionamiento estimadas en un mes

$$h = \frac{480 + 24 * 23}{2} = 516h$$

La ec 7.7 es considerada para un periodo de facturación de 30 días, y los costos e impuestos son los ya mencionados en la sección anterior. Mientras que la ec 7.8 es considerada para un periodo de funcionamiento de 23 días, donde las variables y costos son los siguientes:

C_{gas} : costos^{xix} por combustible (gas) para uso industrial, el cual, contempla la suma de un cargo en los centro de despacho de 46,987 Bs/MC (Anaco), un cargo por transporte 35,156 Bs/MC y uno por distribución de 9,115 Bs/MC.

La constante 2,48, es la razón entre los kWh y el consumo de gas (MC) generados.

C_{tambor_aceite} : costo del tambor de aceite de 208 litros (936.000 Bs).

L_{usados} : litros de aceite usados en un cambio de cada 1.500 horas (350 litros).

$C_{prom_repuestos}$: costo promedio mensual en repuestos (1.552.488.78 Bs).

$H_{prom_servicio}$: horas promedio mensuales que lleva en actividad el equipo (480 h).

$C_{personal}$: costo por pagos de personal calificado a cargo del equipo (1.187.500 Bs).

Si se observa el gráfico 7.14, la curva de egresos obtenida de la operatividad de los generadores es a intervalos; la primera es el pago que se realizaría por mantener el servicio de ELEGGUA, la segunda es el costo por mantener la operatividad de un generador y la tercera es por la operatividad del segundo generador. El egreso debido al funcionamiento de ambos generadores más ELEGGUA, no supera el costo que se realizaría de no poseer tales equipos, obteniendo un ahorro estimado para el año 2006 de **8.020.836 Bs** mensuales.

El ahorro obtenido por la operatividad de ambos generadores, destaca la toma de decisión de poner en servicio el segundo generador. Teniendo claro, que la operatividad de ambos generadores dependerá de la carga que en ese momento se

^{xix} Estimados para el año 2006 y actualizados por el ultimo aumento 2004_2005, según Gaceta Oficial 37.850 de fecha 05/01/04

encuentre conectada, ya que, el funcionamiento de ambos generadores para suplir una carga que puede soportar un solo generador disminuiría el beneficio, es decir, para notar estos beneficios es recomendable activar un generador cuando la carga sea mayor a 219 kVA^{xx} y el segundo cuando sea mayor a 858 kVA^{xxi}.

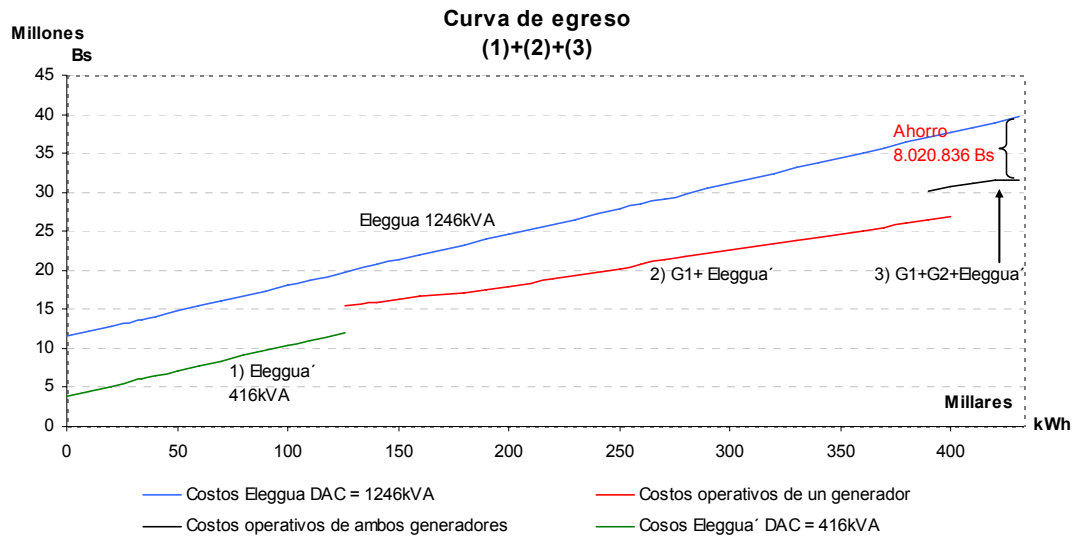


Gráfico 7.14 Comparación entre costos

^{xx} Valor para cumplir con la carga mínima del generador (656kVA/3)

CONCLUSIONES

Durante el levantamiento eléctrico y desarrollo del esquema unifilar, se pudo notar, que debido a la ausencia de planos del sistema se presentaba gran cantidad de problemas, ya que al ocurrir una falla en algún punto o equipo el personal de turno ignoraba cual dispositivo de interrupción accionar para despejar o trabajar en el sitio fallado, situación que logra disminuirse con la elaboración del esquema e identificación gráfica de los equipos asociados a las cargas. Además, se logro conocer la ubicación y el estado físico en el que se encontraban los dispositivos y equipos, debido al abandono por falta de mantenimiento, generando esto fallas eléctricas en los motores por calentamiento debido a rodamientos sin lubricación, falsos contactos en los interruptores debido a la acumulación de pulpa, puntos calientes en las ducto_barras que generan el deterioro de estas y pérdidas de energía por efecto Joule, tanquillas eléctricas con conductores que poseen empalmes inmersos en agua y algunas conexiones inadecuada de equipos eléctricos. Con las características de cada carga se logro también actualizar la capacidad total instalada en planta, así como diferenciar la capacidad destinada a servicios de producción y a servicios generales de un 36% y 64% respectivamente.

De los resultados obtenidos con el analizador de energía, se logro mostrar el comportamiento eléctrico de mucho de los equipos a través de las curvas de carga, y por medio de los factores de demanda y utilización. Encontrándose además, que la empresa sule un 57% de su energía consumida con el funcionamiento de un solo generador y que el restante 43% es suministrado por la distribuidora local ELEGGUA con un factor de potencia promedio de 0,84 y debe ser mayor a 0,9 según la Gaceta Oficial N° 37.415. Entre la evaluación de los transformadores, se encontró que T7 es uno de los equipos con menos disponibilidad de potencia, ya que esta cargado en un 80% de su capacidad nominal, punto que indica, que la adición de nuevas cargas a

^{xxi} Estimados a carga completa de un generador (639kVA) más el aporte de Eleggua (219kVA)

este equipo debe ser con cierta discreción, para así evitar un deterioro e inclusive quemar la unidad por sobrecarga, caso contrario con los equipos T1 y T18 que se encuentran prácticamente libre de cargas, siendo totalmente aprovechables para la adición de nuevas cargas. De los promedios de las curvas de carga, se obtuvo que la línea de producción Diatec es la de mayor en consumo promedio con un 21%, siguiéndola con un 19% la línea Joa demostrándose de esta manera, que aunque esta posee la mayor capacidad instalada de las líneas no necesariamente es la que debe poseer el mayor consumo; y el tercer promedio más elevado lo tienen las cargas destinadas a iluminación con un 16% del consumo promedio total de la planta.

Por medio del análisis de las protecciones, se pudo determinar que una gran cantidad de dispositivos de sobrecarga se encontraban mal dimensionados con respecto a las cargas conectadas a estos, encontrando un 16% de los instalados que nunca despejaron al motor asociado del sistema de manera segura de ocurrir una condición anormal en éste, generando la posible pérdida total del equipo, y un 20% que actuaran inclusive a corrientes menores o iguales a las nominales de los motores, y solo un 7% de los dispositivos se encuentran correctamente ajustados según los cálculos; se propone sustituir los dispositivos que no actuaran a un costo de 787.538 Bolívares. Para la coordinación de los equipos de protección instalados en los alimentadores, fue necesario evaluar el tipo de interruptor para luego con sus características de respuestas de disparo proponer los ajustes que asegurasen la selectividad entre ellos, sin embargo, debido a las características propias de los interruptores instalados esta no se llevo a alcanzar de un todo, pues en la región de sobre corriente mucho de los interruptores asociados a un mismo ramal, actuaran primero los equipos aguas arriba que los cercanos al punto de falla, aunque en lo que respecta a los disparos por sobrecarga los ajustes propuestos cumplen a cabalidad el criterio de selectividad de la protecciones. Con los resultados obtenidos del análisis de los interruptores, se propone la sustitución de los dispositivos fuera del ajuste recomendado por el CEN y los que no cumplen con el requisito de poseer un valor de corriente de ruptura mayor a la corriente de cortocircuito del tablero donde se encuentran instalados a un costo estimado de 10.418.833 Bolívares, donde los

equipos CW22, CW23, CM41 y CM57 poseen corrientes por debajo de las nominales de las cargas, generando esto posibles salidas innecesarias del equipo y hasta del proceso, mientras que los equipos destinados a la protección de los motores encargados de la recirculación del agua fría (CH10 y CH11), están sobredimensionados y para la cual se propone adquirir la unidad de disparo de corriente menor a la actual. De los dispositivos evaluados sólo dos de ellos poseen protección de fallas a tierras, de las cuales ninguna se encuentra operativa en estos momentos.

Para el diseño y ubicación de las nuevas máquinas se siguió sugerencias del departamento de ingeniería y las condiciones expuestas en el CEN, seleccionando el tipo de conductor y protecciones adecuadas, obteniendo de esta manera la inversión necesaria para la Ultra_delgada de 3.199.074 Bolívares, para la máquina Pantyshield de 9.466.646 Bolívares y para la Wipes_Packing de 8.859.085 Bolívares, estos costos son en base a cumplir con ambos entes, sin embargo, se generaron propuestas como la de utilizar un tablero disponible encontrado en planta, al igual que instalar un tablero adicional para las nuevas luminarias a una tensión de 277 V, bajo la condición de no instalar cargas en el nivel superior donde será ubicada esta máquina, disminuyendo así el costo actual para el proyecto de la máquina Wipes_Packing a 7.703.279 Bolívares. También se propone instalar el alimentador de la máquina Pantyshield a las ducto_barras y así poseer además de una reserva en los conductores de características similares a la máquina, con esto se mantendría la individualización de las cargas, en este caso las de producción de las de servicios con un costo asociado de 2.584.343 Bolívares. Durante el diseño de los conductores de la máquina Wipes, se realizó también la escogencia del tipo y cantidad de luminarias fluorescentes, eligiendo una del tipo de balasto electrónico de primera generación T8, ya que tiene la opción de ser instalada en 220 V como en 277 V sin necesidad de cambiar el balasto, y además provee mejor desempeño visual y excelentes beneficios con respecto a las de tecnología del tipo de balasto magnético T12, por ejemplo la vida útil del equipo es garantizada por el fabricante por más de un año mientras que las T12 poseen una vida promedio de 1 año.

Del análisis realizado al histórico de demanda máxima consumida por la planta, se observó que la distribuidora local podría aumentar la demanda asignada contratada tanto por consumo, como por tipo de servicio contratado. Por consumo el aumento puede ser de un 41% por encima de la actual o con la adición de las nuevas cargas en un 46%, aumento que se reflejara en los pagos realizados a ELEGGUA de 16.078.580Bs, todo esto debido a que la demanda promedio mensual durante un año consecutivo a sido mayor al 10% por encima de la contratada, para evitar tal aumento se plantea poner en funcionamiento el segundo generador, trayendo la disminución de los pagos aportados a ELEGGUA a 12.084.254 Bolívares y para eliminar en lo posible que se generen picos de demanda superiores a la DAC se propuso un procedimiento de arranque de las máquinas. El aumento por el tipo de tarifa contratada puede llegar a ser inevitable, ya que la empresa se encuentra comprando energía en alta tensión y esta fuera del requisito exigido por esta, el cual es poseer una DAC mayor o igual a 1.000 kVA valor 240% mayor al actual. Si ELEGGUA aumenta la demanda a lo expuesto por la ley, los pagos a esta serán de 17.479.345 Bs con G2 en funcionamiento o de 19.706.687 Bolívares con este fuera de servicio, para lo cual se propone cambiar el tipo de tarifa a servicio en baja tensión a un costo promedio de 100.000.000 Bolívares por concepto de la elaboración y desarrollo del proyecto, siendo recuperada tal inversión en 21 meses con G2 en servicio o en 45 meses con la ausencia de éste; el cambio de servicio traerá beneficios económicos por que los nuevos pagos serán de 12.864.145Bs con G2 funcionando, y además la empresa se desprende del compromiso del mantenimiento del transformador principal a un costo de 1.017.845 Bolívares anuales, y el cual amerita actualmente una inversión por tratamiento y recuperación del aceite dieléctrico de 10.675.200 Bolívares para alargar su vida útil.

Con todos los datos obtenidos durante la elaboración de este informe, se evaluó la posibilidad de la autonomía con las unidades de generación para suplir el servicio eléctrico de la planta, concluyendo que no es factible tal objetivo, debido a exigencias técnicas expuestas por el fabricante de los generadores, el cual plantea que la carga mínima para poner en funcionamiento un generador es de 1/3 de su

capacidad nominal, ya que de no cumplir con tal requisito el motor a gas puede sufrir daños mecánicos. Sin embargo, con el funcionamiento de ambos generadores en el rango adecuado, se puede suplir todo el servicio de la planta cuando esta se encuentre en su condición de funcionamiento normal, generando esto ahorros netos estimados de hasta 8.020.836 Bolívares mensuales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda difundir entre los supervisores de producción, el procedimiento para el arranque de las máquinas expuesto en este trabajo, para con esto evitar arranques de motores sin el encendido de las unidades de generación y sean facturados estos por ELEGGUA.

- Entre las propuesta se encuentra una de interés relevante para el aprovechamiento de la red eléctrica, en la cual se recomienda adicionar 9 conductores más de calibre 500 MCM al alimentador de los tableros T-WA y T-WB, los cuales se encuentran cargado según su capacidad nominal a un 50% en promedio, sin embargo, los conductores que componen el alimentador actualmente no llegan a suplir la cantidad de corriente nominal de cada uno de los tableros, el costo por añadir estos conductores es de 28.832.000 Bolívares, en este precio se encuentra el costo por achicamiento de 4 de las tanquillas, ya que poseen aguas estancadas y con conductores que poseen empalmes en ellos.

- Se sugiere hacer un estudio técnico _ económico del sistema de puesta a tierra de la planta, para evaluar la posibilidad de conectar el punto neutro de los generadores y del transformador principal, con el fin de eliminar los transformadores 480_480/277V, y dejar de depender de estos para la obtención del neutro en la instalación.

- Se sugiere hacer un estudio técnico _ económico de la confiabilidad y estabilidad de las unidades de generación instaladas en planta.

- Se recomienda realizar un procedimiento para el mantenimiento de las ducto_barras, el cual debe constar del soplado de residuos de pulpa que en ella caen, así como el ajuste de tortillerías para evitar los puntos calientes que generen daños permanentes en ellas y hasta la posible ignición de la pulpa.

- Se recomienda hermetizar los tableros instalados en el área de mezanine para evitar que el desecho de pulpa genere grandes cúmulos de esta dentro del equipo y así presentar puntos de inseguridad.
- Se sugiere corregir los escapes de aire en las ducteria y conexiones del sistema, ya que generan arranques innecesarios de los compresores y por ende trae consumos indeseados.
- Los motores de capacidad mayor a 50 hp, nunca se les ha realizado mantenimiento mecánico ni eléctrico por lo cual se recomienda evaluarlos, para evitar paradas no programadas y extenderles su vida útil.
- Para agilizar el encendido de los equipos de generación después de un fin de semana parado, se recomienda realizar un control que active los motores de pre-lubricación 15 min. antes de la llegada del supervisor de producción, para con esto evitar arranques inadecuados de los motores que generen picos de demanda inesperados.
- Se sugiere programar el encendido automático del chiller, para evitar un arranque con otro equipo y generar así un pico de demanda indeseado e insospechado después de una parada por salida del servicio eléctrico.
- La calidad de servicio de ELEGGUA es cuestionable, por ende es recomendable evaluar la calidad de servicio eléctrico prestado por esta.
- Es conveniente realizar un estudio de corrección del factor de potencia, ya que durante las mediciones se encontró un promedio de 0.84 valor inferior al sugerido por la Gaceta Oficial.

- Se sugiere realizar un mantenimiento preventivo al interruptor CW1, ya que el equipo posee en mal estado la tarjeta electrónica encargada de activar el equipo a la hora de una falla, y es extensible esta sugerencia para el resto de los interruptores.

- Se sugiere profundizar el estudio para incluir en el unifilar los circuitos instalados a una tensión de 220V, para continuar con la actualización y conocimiento del sistema eléctrico.

BIBLIOGRAFIA

- Schneider Electric Venezuela S.A, (2002), Manual y Catalogo del Electricista.
- Sánchez, Osman. Diseño de una estrategia para el ahorro de energía en LAMINOVA, C.A. (Tesis). --Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004.
- Lazar, Irwin. Electrical Systems Analisis and Desing for Industrial Plants, New York: MacGraw-Hill Book Company.
- Beeman, Donald. Industrial Power Systems Handbook, New York: MacGraw Hill Book Company, inc, 1955.
- Bussmann. Part 1 A simple Aproach to Short Circuit Calculations, South San Francisco: Courtesy of Steven Engineering, inc, 2004.
- Bussmann. Part 2 Selective Coordination of Overcurrent Protective Devices For Low Voltaje Systems, South San Francisco: Courtesy of Steven Engineering, inc, 2004.
- Bussmann. Part 3 Component Protection for Electical Systems, South San Francisco: Courtesy of Steven Engineering, inc, 2004.
- Universidad del Bio Bio, Interruptores. <<http://zeus.dci.ubiobio.cl/~eleduc/index.html>>

- General electric, Interruptores de baja tension. <<http://www.geindustrial.com.mx/producto/interruptores/spectronic/spectronic.htm>>
- Cutler-Hammer, Consulting Application Guide, USA: Eaton Corporation, 2003.
- Obralux, Luminotecnia, <<http://www.obralux.com/pdf/luminotecnia.pdf>>
- Foro. <http://www.electroindustria.com>
- La Energía Eléctrica. <<http://www.escolar.com/article-php-sid=31.html>>
- El control. MicroVip3 Manual de Magnitudes Electrica. – Italy: Pontecchio Marconi.
- Entrevista realizada al Técnico. Garzón Jorge en Industrias Corpañal, Mayo 2005.
- Entrevista realizada al Técnico. Uzcategui Antonio en Industrias Corpañal, Junio 2005.

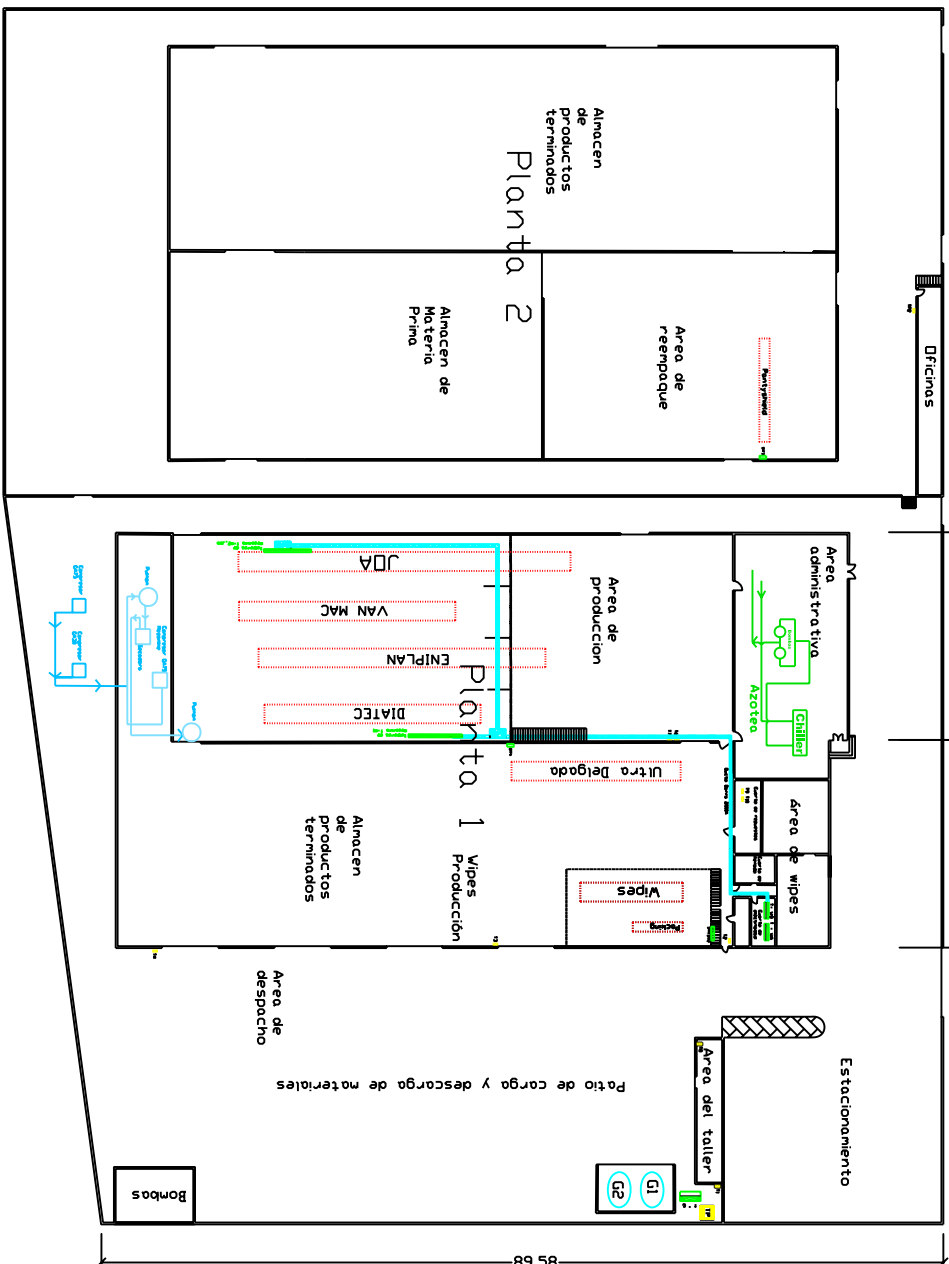
REFENRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gaceta oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela, número 37.415 del 3 de Marzo de 2002.
- [2] Ductobarras. Distribución eléctrica por barras (manual). – Venezuela: Editora Venográfica C.A. p. 16.
- [3] COVENIN (200:1999). Código Eléctrico Nacional. –Venezuela: Codelectra.
- [4] Penissi, Oswaldo. Canalizaciones Electricas Residenciales, (Libro), -- Venezuela: Gráficos de Editorial Melvin C.A, 2005.
- [5] Gaceta oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela, número 37.825 del 25 de Noviembre de 2003.
- [6] Martinez, Salvador. Desarrollo de un software para estudios de cortocircuito en sistemas eléctricos comerciales e industriales. <<http://www.monografias.com/trabajos/softccirc/softccirc.shtml>>.
- [7] Gil, Rafael, Estudios en Sistemas de Potencia, (Tesis), --Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2000, p.p. 53; 110.
- [8] IEEE std 242-1986, Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems.

- [9] Instalaciones Electricas, Interruptores. <[http:// bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/indice.htm](http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/indice.htm)>, 1999.
- [10] IEEE std 141-1993, Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants.
- [11] Dresser Waukesha, Opeacion y Mantenimiento de los Motores VHP de 6, 12 y 16 Cilindros, (Manual). --Wisconsin: Wakesha Engine Division Dresser Equipment Group, Inc, 1997. p.p. 3.00-5, 3.00-11.
- [12] Ing. Salazar, Solís. Trabsa. <[http:// transformadoresbuendia.com/contactenos.htm](http://transformadoresbuendia.com/contactenos.htm)>

[Anexo 1]

[Plano arquitectónico de la planta]



Leyenda.	
GENERADORES:	
Generador 1:	G1
Generador 2:	G2
TABLEROS:	
Tablero de distribución principal:	T-G
Tablero de servicios:	T-G
Tablero de producción:	T-VA
Tablero de procesos de producción:	T-VB
Tablero de procesos de producción:	T-M
Tablero de Diattec:	T-Diattec
Tablero de Emplan:	T-Emplan
Tablero de Van-Maq:	T-Van-Maq
Tablero de JQA:	T-MQ-JQA
Tablero de servicios generales del local de wiperes:	SF1
Tablero para iluminación de wiperes:	SF2
Tablero de la línea de paathysheid:	SF3
Tablero para la línea ultradelgada:	SF4
TRANSFORMADORES:	
T1, T2, ..., 19	

Propiedad y Confidencialidad
 LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE INDUSTRIAS CORPAÑAL, CUALQUIER REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACION DE INDUSTRIAS CORPAÑAL ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA.

ENSAMBLE

USADO EN

APLICACION: Tests Especial de Grado

A menos que se especifique:
 DIMENSIONES SON EN METROS
 TOLERANCIAS:
 FRACCION: TERCER PUESTO DECIMAL
 TERCER PUESTO DECIMAL
 INTERPRETACION PER: TOLERANCIAS PER MATERIAL
 ACABAADO

REVISADO POR	NOMBRE	FECHA
Dibujado por	Dlino Jimenez	2005
Revisado por	Ing. Jesus Rondón; Ing. Sison Delgado	

Ultimo Modif:

Universidad General de Venezuela
 Escuela de Electricidad
 Trabajo Especial de Grado 2006, un plan de trabajo industrial para un sector de crecimiento de campo - Caso de Estudio Industrias Corpañal.

Industrias Corpañal
C.A.

TITULO: Layout Planta Corpañal
Plano Arquitectónico

SIZE A

Nº PLANO: HQUA 1

Peso: HQUA 1

REV

[Anexo 2]

[Características técnicas de los equipos Multilin PQM y SR760]

Continuous metering of feeders, transformers, capacitor banks, generators and motors.



DESCRIPTION

The PQM is an ideal choice when continuous monitoring of a three phase system is required. It provides metering for current, voltage, real and reactive power, energy use, cost of power, power factor and frequency. Programmable setpoints and 4 assignable output relays allow control functions to be added for specific applications. This includes basic alarm on over/under current or voltage, unbalance, demand based load shedding, and capacitor power factor correction control. More complex control is possible using the 4 switch inputs which also can be used for status such as breaker open/ closed, flow information etc.

The PQM may be used as a data gathering device for a plant automation system that integrates process, instrument and electrical requirements. All monitored values are available via two digital RS485 communication ports running the ModBus® protocol. If analog values

are required for direct interface to a PLC, any of the monitored values can be output to one of 4 isolated analog outputs. A process variable can be measured using an analog input. A front panel RS232 communication port can be connected to a PC for simultaneous access of information by other plant personnel.

The quality of the power system is important with increasing use of electronic loads such as computers, ballasts or variable frequency drives. With the PQM's power analysis option, any phase current or voltage can be displayed and the harmonic content calculated. By knowing the harmonic distribution, action can be taken to prevent overheated transformers, motors, capacitors, neutral wires and nuisance breaker trips. Redistribution of system loading can also be determined. Waveform and chart recorder printouts available from the PQM assist in problem diagnosis.



PQM

Power
Quality
Meter

Applications

- Metering of distribution feeders, transformers, generators, capacitor banks and motors
- Medium and low voltage systems
- Commercial, industrial, utility
- Flexible control for demand load shedding, power factor, etc.
- Power quality analysis


Metering/Control

- A V W var VA varh Wh PF Hz unbalance
- A W var VA demand
- Load shedding
- Power factor control
- Pulse input totalizing
- Pulse output based on kWh, kvarh or kVAh

Monitoring

- Harmonic analysis through 62nd with THD and TIF
- Event recorder
- Waveform capture
- Data logger
- Triggered trace memory

Communications

- Ports: RS232 front, dual RS485 rear
- ModBus® RTU protocol
- Mini RTU: digital 4 in / 4 out
- Analog 1 in / 4 out
- Local/remote display of all values
- Communicate with GE Power Management 269 (MOD 508)
- Now available with select URPC functionality 

STANDARD FEATURES

Select the panel mount with display version for easy local interface. Standard models offer RS485 ModBus® communications for programming and monitoring. Replace expensive additional devices by adding the CONTROL, TRANSDUCER and POWER analysis options as required.

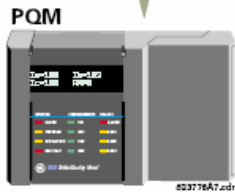
Panel mount with display for local/remote programming and monitoring.



Keep 600 volt wiring off a panel with reduced depth by using the detachable face plate (MOD 505); cable is 6 ft (2 meters) in length.



Expensive peak demand penalties can be avoided using demand monitoring for load scheduling.



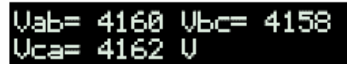
Metering

Each voltage and current is sampled 64 times per cycle for 0.2% accuracy true RMS True RMS or displacement (fundamental) quantities.

- $I_a I_b I_c I_n$
- $V_a V_b V_c V_{ab} V_{bc} V_{ca}$
- V I unbalance
- True PF crest & K factor
- Hz W var VA
- Wh varh VAh W cost
- Demand: A W var VA

A keypad and illuminated 40 character display are used for programming setpoints and monitoring values and status.

Select up to 10 different messages for automatic scanning of important information.



Alarms

Any of the assignable output relays may be used to trigger an alarm for specific applications. Alarm messages are in clear English for easy interpretation.

CONDITION	APPLICATION
overcurrent	motors/transformers
undercurrent	pumps/compressors
neutral current	leakage/unbalance
current unbalance	motors
overvoltage	equipment protection
undervoltage	motors/load transfer
phase sequence	pumps/equipment
overfrequency	generators
underfrequency	load shedding
power factor	capacitor banks
switch input	process control

Communications

Integrate process, instrumentation and electrical requirements in a plant automation system by connecting PQM meters together to a DCS or SCADA system. A PC running PQMPC can change system setpoints, monitor values, status and alarms. Continuous monitoring minimizes process downtime by immediately identifying potential problems due to faults or changes from growth.

- RS485 ModBus® 1,200 - 19,200 bps
- Mini RTU SCADA system component
- Measure actual values
- Read status
- Issue control commands

- Load all setpoints from a file
- Change individual setpoints

The standard version PQM comes complete with a front RS232 port. The RS232 port can be used for data collection, printing reports or problem analysis without disturbing the main communication interface to rear RS485 port.



Future Expansion

Flash Memory is used for firmware storage within the PQM. This allows future product upgrades to be loaded via the serial port. Upgrades can also be accessed from www.geindustrial.com/pm.

Initially PQM meters can be used as stand-alone units. Open architecture allows connection to other or Modbus® compatible devices on the same communication link. These can be integrated in a complete plant wide system for overall process monitoring and control.

Download the latest product enhancements via the serial port.



OPTIONS

Transducer

4 ANALOG OUTPUTS: 4 isolated analog outputs can be used to replace 8 analog transducers. Output signals can be selected from any of the measured parameters for direct interface to a PLC.

Replace 8 transducers with the PQM's direct PLC 4-20 mA analog interface.



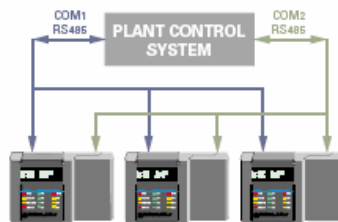
ANALOG INPUT: With the analog input and an output relay for selection, two transducers (such as temperature or water level) can be monitored and used for control.

Connect two 4-20 mA transducers for process variable measurement and control.



2ND REAR COMM PORT: An additional rear RS485 comm port is provided for simultaneous monitoring by process, instrument, electrical or maintenance personnel.

Redundancy in high security systems is provided by the 2nd RS485 comm port.

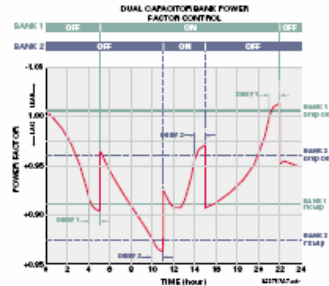


Control

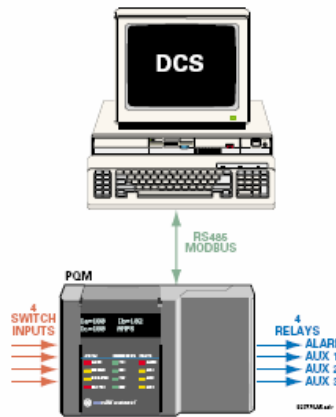
3 OUTPUT RELAYS/4 INPUTS: Measured parameters from the standard PQM can be combined with setpoints and input/outputs for control applications. With the control option, 3 output relays and 4 switch inputs are added along with programmable setpoints to make a mini RTU. Output relays can also be controlled via the communication port or assigned to different setpoints for custom programming to accommodate many situations. Possibilities include:

- Undercurrent alarm for pumps
- Over/undervoltage for generators
- Unbalance alarm for rotating machines
- Dual level power factor for capacitor bank switching
- Underfrequency/demand output for load shedding resulting in power cost savings
- kWh, kvarh and kVAh pulse output for PLC interface

Power factor setpoints and 2 output relays can be used for 2 level capacitor bank switching.



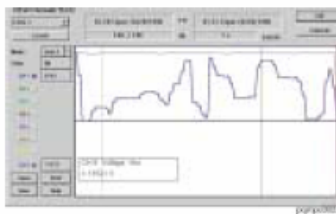
Use the PQM as a "Mini RTU" for monitoring and control with addressable output relays and switch inputs.



Power Analysis

DATA LOGGER (TRENDING): Trending is useful as a troubleshooting aid when a problem is detected. Measured values can be selected and plotted with a programmable sampling rate to suit the time interval of interest. The generated chart recorder screen can be printed or exported to other programs for report writing.

Record trends of measured parameters over time.



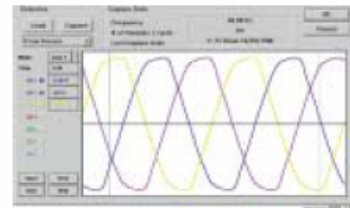
HARMONIC ANALYSIS: Non linear loads such as variable speed drives, computers and electronic ballasts can cause harmonics which may lead to problems such as nuisance breaker tripping, telephone interference, transformer, capacitor or motor overheating. For fault diagnosis such as detecting undersized neutral wiring, need for a harmonic rated transformer, or effectiveness of harmonic filters, details of the harmonic spectrum are useful and available with the power analysis option.

Harmonic spectrum analysis helps to identify problems and that implemented changes work correctly.



WAVEFORM CAPTURE: Voltage and current waveforms can be captured and displayed on a PC using the PQMPC program supplied with the PQM or using third party software. Distorted peaks or notches from SCR switching provide clues for taking corrective action.

Voltage and current waveforms provide valuable insights into system problems.



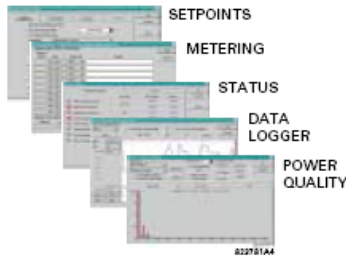
EVENT RECORDER: Alarms, setpoint triggers, input and output events can be stored in a 40 event record and time/date stamped by the internal clock. This is useful for diagnosing problems and system activity. Minimum and maximum values are also continuously updated and time stamped.

TRACE MEMORY: The PQM can be configured to record a maximum of 36 cycles of data on all voltage and current inputs based on undervoltage, overvoltage, overcurrent or switch input state change.

PQMPC

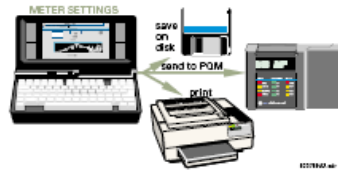
PQMPC is a Windows® based program for the PQM. It can be used to enter setpoints, read metered values, monitor status and evaluate power quality. All data continuously gathered by the PQM can be transferred to a third party software program for display, control or analysis via the communications interface.

Use the free PQMPC software to program/ monitor from a PC under Windows®.



Once all setpoints have been entered they can be downloaded into any PQM or stored in a file with a tag name for later reference.

Program setpoints then download to the PQM, save to a file or print for later reference.



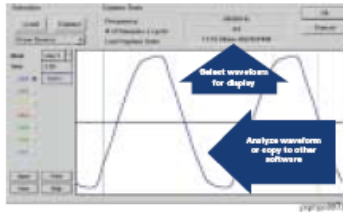
Monitor any measured value or status for fast fault diagnosis and correction.



Screens are available for monitoring all measured values such as current, voltage, or power. Status of alarms and control settings can also be displayed.

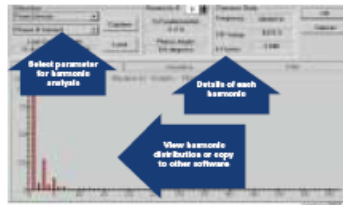
Voltage and current waveshape can give important information about what is happening on a system. For example, non linear loads such as computers or variable speed drives may introduce distortion that indicates filtering is required.

Gain useful system information using voltage/ current waveform capture.



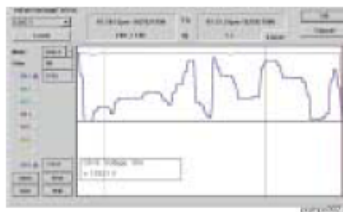
Harmonic analysis may reveal excessive harmonic content requiring a derated transformer or larger neutral wire. Early warning of these problems can prevent equipment damage or nuisance breaker tripping.

Use the power analysis option to identify harmonics for sizing transformers, neutral wiring and preventing equipment overheating.



When justifying equipment purchases or analyzing problems such as phase unbalance from a power utility, a print-out can be useful. PQMPC enables waveform capture information to be transferred to other programs for inclusion in reports. Routine event logs of demand or sampled voltage can also be created and printed out.

Print data logger records or demand profile trending.



To verify correct installation, the simulation mode substitutes programmed currents and voltages for real ones. This powerful tool is also an excellent training aid for plant personnel.

In simulation mode, voltage and current can be "injected" without a test set to verify correct control operation or for training.



A built in communications debugging tool assists in troubleshooting when developing communication interfaces.



URPC Program

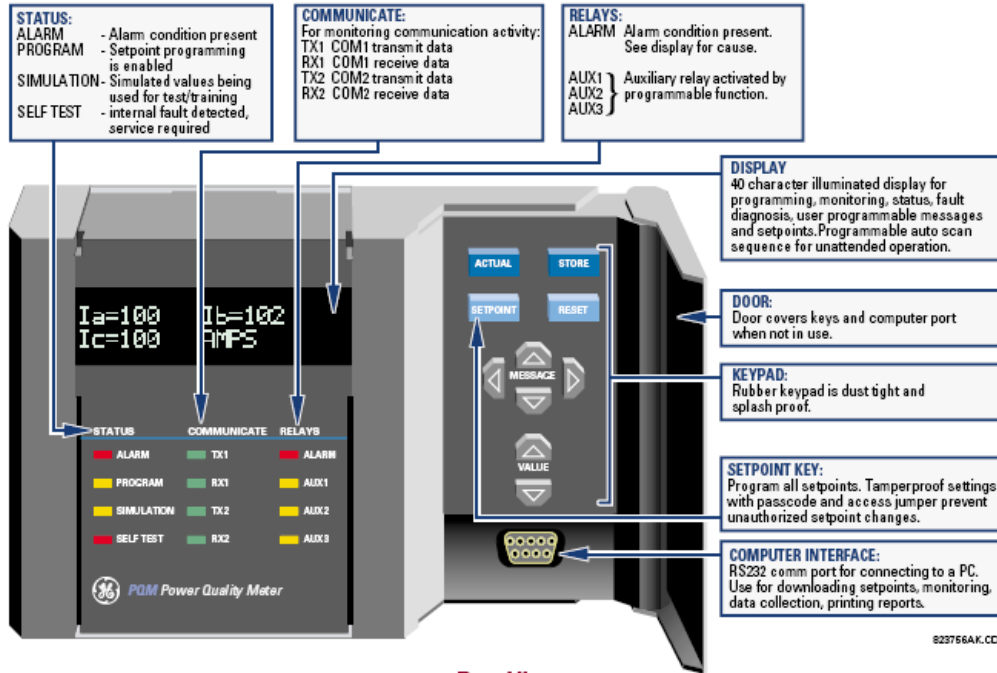
The PQM is now supported by the URPC program, allowing the use of advanced functions including single line diagram creation for substation and system monitoring schemes. Additionally, annunciator panel viewing, metering, and simple changes can also be performed using the program. With the URPC program the user can access multiple PQMs or different devices for metering in real time.

Metered parameters that may be viewed by the URPC program include current, voltage, apparent power (VA), real power (W), reactive power (var), and power factor. URPC software allows easy viewing and editing of device settings.

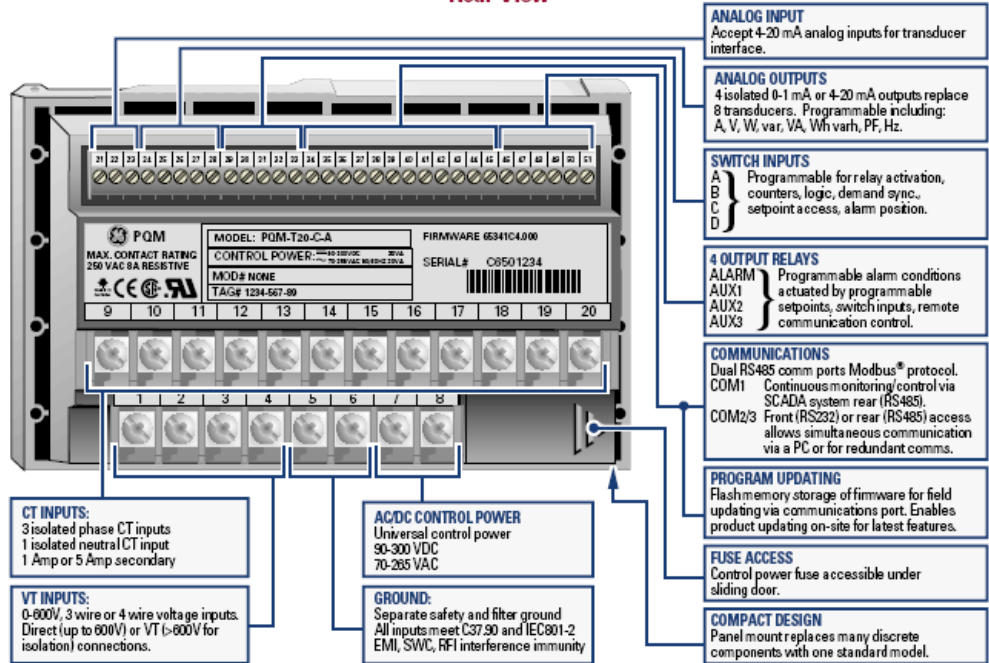
The Windows® based URPC program may be run on a PC with the Windows 95/98/NT operating systems. The program may be used locally through the RS232 serial port or remotely through the other ports on the device.

FEATURES

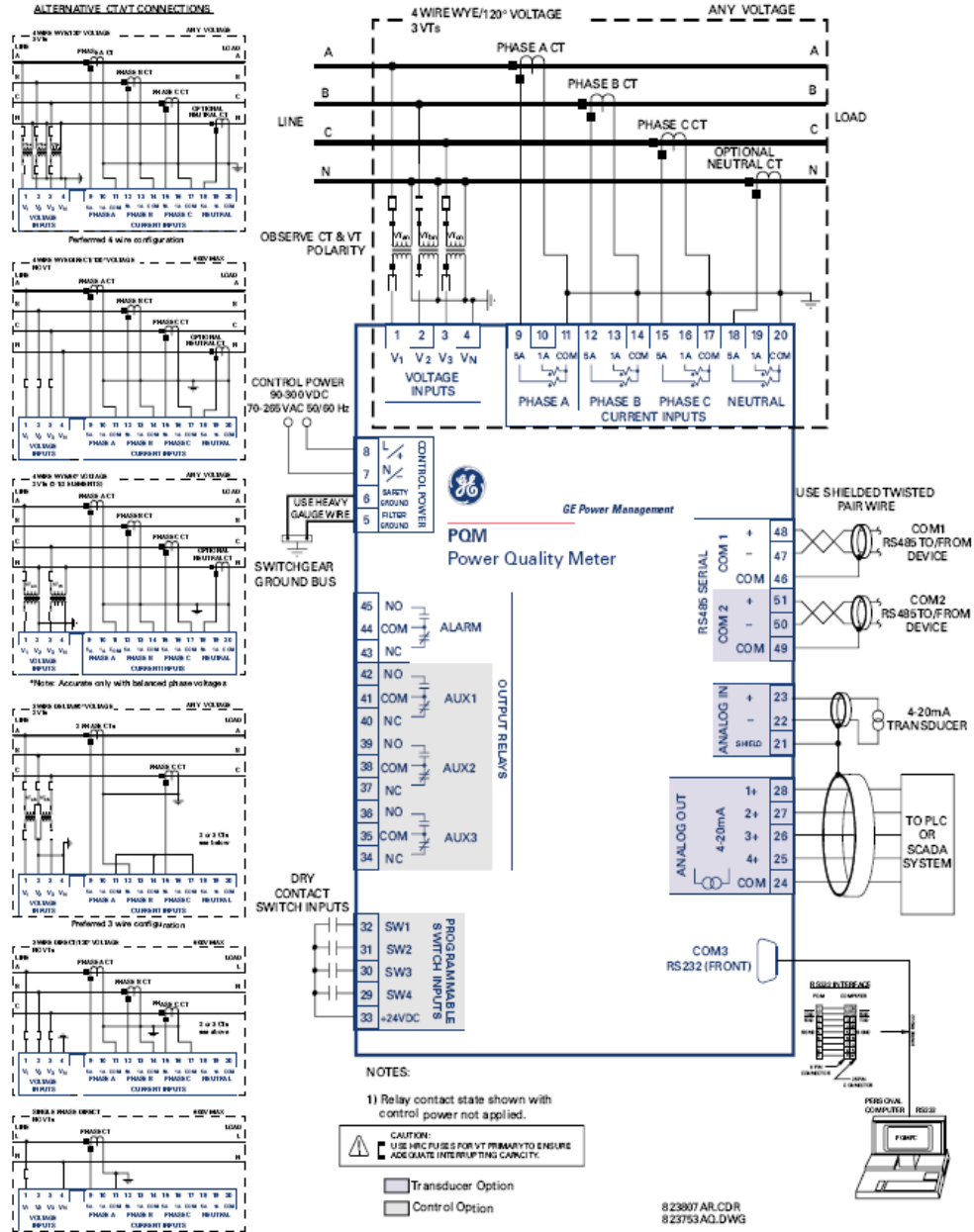
Front View



Rear View



TYPICAL WIRING



PQM TECHNICAL SPECIFICATIONS

MONITORING			
UNDERVOLTAGE MONITORING			
Required Voltage:	20 V applied		
Pickup Level:	0.50 to 0.99 in steps of 0.01 x VT		
Dropout Level:	10% of pickup		
Time Delay:	0.5 to 800.0 in steps of 0.5 sec		
Phases:	Any One/Any Two/All Three (programmable) phases have to go below pickup to operate		
Level Accuracy:	Per voltage input		
Timing Accuracy:	-0/+1 sec		
OVERVOLTAGE MONITORING			
Pickup Level:	1.01 to 1.25 in steps of 0.01 x VT		
Dropout Level:	97% of pickup		
Time Delay:	0.5 to 800.0 in steps of 0.5 sec		
Phases:	Any One/Any Two/All Three (programmable) phases have to exceed pickup to operate		
Level Accuracy:	Per voltage input		
Timing Accuracy:	-0/+1 sec		
UNDERFREQUENCY MONITORING			
Required Voltage:	20 V applied		
Pickup Level:	20 - 70.00 in steps of 0.01 Hz		
Dropout Level:	Pickup - 0.03 Hz		
Time Delay:	0.1 to 10.0 in steps of 0.1 sec		
Level Accuracy:	± 0.02 Hz		
Timing Accuracy:	± 3 cycles		
OVERFREQUENCY MONITORING			
Required Voltage:	20 V applied		
Pickup Level:	20 to 70.00 in steps of 0.01 Hz		
Dropout Level:	Pickup - 0.03 Hz		
Time Delay:	0.1 to 10.0 in steps of 0.1 sec		
Level Accuracy:	± 0.02 Hz		
Timing Accuracy:	± 3 cycles		
POWER FACTOR MONITORING			
Required Voltage:	20 V applied		
Pickup Level:	0.50 Lag to 0.50 Lead in steps of 0.01		
Dropout Level:	0.50 Lag to 0.50 Lead in steps of 0.01		
Time Delay:	0.5 to 800.0 in steps of 0.5 sec		
Timing Accuracy:	-0/+1 sec		
SAMPLING MODES			
	SAMPLES/ CYCLE	INPUTS SAMPLED AT A TIME	DURATION (CYCLES)
Metered values	64	ALL	2
Trace memory	16	ALL	continuous
Harmonic spectrum	256	1	1
DEMAND MONITORING			
Measured Values:	Phase A/B/C/N current (A) 3ø real power (kW) 3ø reactive power (kvar) 3ø apparent power (kVA)		
Measurement Type:	Thermal exponential 90% response time (programmable): 5 - 60 min, steps of 1 min Block interval/rolling demand time in interval (programmable): 5 - 60 min, steps of 1 min A: 10 to 7,500 in steps of 1 kW: 0.1 to 6,500.0 in steps of 0.1 kvar: 0.1 to 6,500.0 in steps of 0.1 kVA: 0.1 to 6,500.0 in steps of 0.1		
Pickup Level:			

*Specifications subject to change without notice.

METERING			
MEASURED VALUES			
PARAMETER	ACCURACY	RESOLUTION	RANGE
Voltage	±0.2%	1 VOLT	20% of V _T to 100% of V _T
Current	±0.2%	1 A	1% of CT to 150% of CT
Voltage Unbalance	±1%	0.1%	0 - 100.0%
Current Unbalance	±1%	0.1%	0 - 100.0%
kW	±0.4%	0.01 kW	0 - 999,999.99 kW
kvar	±0.4%	0.01 kvar	0 - 999,999.99 kvar
kVA	±0.4%	0.01 kVA	0 - 999,999.99 kVA
kWh	±0.4%	1 kWh	2 ³² kWh
kvarh	±0.4%	1 kvarh	2 ³² kvarh
kVAh	±0.4%	1 kVAh	2 ³² kVAh
Power Factor	1%	0.01	-0.0 - 1.0
Frequency	±0.02 Hz	0.01 Hz	20.00 - 70.00 Hz
kw demand	±0.4%	0.1 kw	999,999.99 kw
kvar demand	±0.4%	0.1 kvar	999,999.99 kvar
kva demand	±0.4%	0.1 kva	999,999.99 kva
Arms demand	±0.2%	1 A	0 - 7,500 A
Arms THD	±2.0%	0.1%	0.0 - 100.0%
Volts THD	±2.0%	0.1%	0.0 - 100.0%
Crest factor	±0.4%	—	1 - 9.99

INPUTS	
AC CURRENT	
Conversion:	True RMS, 64 samples/cycle
CT Input:	1 A and 5 A secondary
Burden:	0.2 VA
Overload:	20 x CT for 1 sec 100 x CT for 0.2 sec 150% of CT
Full Scale:	up to 32nd harmonic
Frequency:	± 0.2% of full scale, true RMS
AC VOLTAGE	
Conversion:	True rms, 64 samples/cycle
VT pri/sec:	Direct or 120 - 7,200.0: 69 - 240
Input Range:	20 - 600 VAC
Full Scale:	150/600 VAC autoscaled
Burden:	< 0.1 VA
Frequency:	up to 32nd harmonic
Accuracy:	± 0.2% of full scale, true RMS
SWITCH INPUTS	
Type:	Dry contact
Resistance:	1,000 Ω max ON resistance
Voltage:	24 VDC @ 2mA
Debounce:	100 ms minimum
ANALOG INPUT	
Range:	4 - 20 mA
Accuracy:	± 1% of full scale
Relay Output:	Programmable 4 - 20 mA
Internal Burden:	250 Ω
Resistance:	250 Ω
PULSE INPUT	
Max Inputs:	4
Mis Pulse Width:	150 ms
Mis Off Time:	200 ms

COMMUNICATIONS	
COM1/COM2 Type:	RS485 2 wire, half duplex, isolated
COM2 Type:	RS232, 9PIN
Baud Rate:	1,200 to 19,200 bps
Protocol:	ModBus® RTU
Functions:	Read/write setpoints Read actual values Execute commands

POWER SUPPLY	
CONTROL POWER	
Input:	80 - 300 VDC
Power:	70 - 285 VAC 50/60 Hz
Holdup:	10 VA nominal, 20 VA maximum 100 ms typical @ 120 VAC/50°C

OUTPUTS			
ANALOG OUTPUTS			
Accuracy:	± 1% of full scale reading		
	OUTPUT		
	0-1 mA (TI Option)	0-20 mA 64-30 mV (T20 Option)	
Max Load	2400 Ω	600 Ω	
Max Output	1.1 mA	21 mA	
Isolation:	50 V isolated, active source		
OUTPUT RELAYS			
Voltage	Make/Carry	Make/Carry	Break
	Continuous	0.2 SEC	
Resistive	30 Vdc	5	30
	125 Vdc	5	30
	250 Vdc	5	30
	30 Vdc	5	30
Inductive (V_L=I_L)	125 Vdc	5	30
	250 Vdc	5	30
	120 Vac	5	30
Resistive	250 Vac	5	30
Inductive	120 Vac	5	30
PF = 0.4	250 Vac	5	30
Configuration	FORM C NO/NC		
Contact material	SILVER ALLOY		

PULSE OUTPUT	
Parameters:	+ve kWh, -ve kWh, +ve kvarh, -ve kvarh, kVAh
Interval:	1 to 65,000 in steps of 1
Pulse Width:	100 to 2000 ms in steps of 10 ms
Mis Pulse Interval:	500 ms

ENVIRONMENTAL	
Humidity:	95% non-condensing
Temperature:	-10°C to +60°C ambient
Environment:	IEC 68-2-30 Temperature/Humidity Cycle
PACKAGING	
Shipping Box:	8 1/2" L x 6" H x 6" D (215mm x 152mm x 152mm)
Ship Weight:	5 lbs (2.3 kg)

TYPE TESTS	
Dielectric Strength:	2.0 kV for 1 min to relays, CTs, VTs, power supply
Insulation Resistance:	IEC255 - 5,500 VDC
Transients:	ANSI C37.90.1 oscillatory 2.5 kV/1 MHz ANSI C37.90.1 fast rise 5 kV/10 ns Ortario Hydro A-28M-82 IEC255-4 in pulse / high frequency disturbance Class III Level
Impulse Test:	IEC 255-5 0.5 J 5 kV
RFI:	50 MHz/15w transmitter
EMI:	C37.90.2 electromagnetic interference @ 150 MHz and 450 MHz, 10 V/m
Static:	IEC 801-2 static discharge
Note: Type test report available upon request.	

APPROVALS	
ISO:	Manufactured to an ISO9001 registered program
UL:	Recognized under E52848
CSA:	Recognized under LR41286
CE:	Conforms to EN 55011/CSPR 11, EN 50082-2 Conforms to IEC 947-1, IEC 1010-1

GUIDEFORM SPECIFICATIONS

Three phase metering and power quality analysis shall be provided by a power quality meter. Metering shall include A, V, W, Wh, Wcost, var, varh, VA, VAh, Hz, and PF in True RMS or displacement (fundamental) quantities. Power analysis features shall include an event recorder, waveform capture, trace memory, harmonic spectrum display (through the 62nd harmonic

with total harmonic distortion) and a data logger function. All analysis data shall be non-volatile.

Four switch inputs shall be provided which can be programmed for relay activation, counters, logic, demand sync, reset and alarms. Four output relays shall be provided which can be programmed to activate on alarms,

setpoints, switch inputs, kWh pulse, trace memory triggers or communications control. These output relays shall also be able to use demand metering values of A, VAR, W and VA to control load shedding. PLC interface shall be provided via four isolated 4-20mA outputs programmable from measured and calculated parameters. Transducer monitoring shall be provided via a

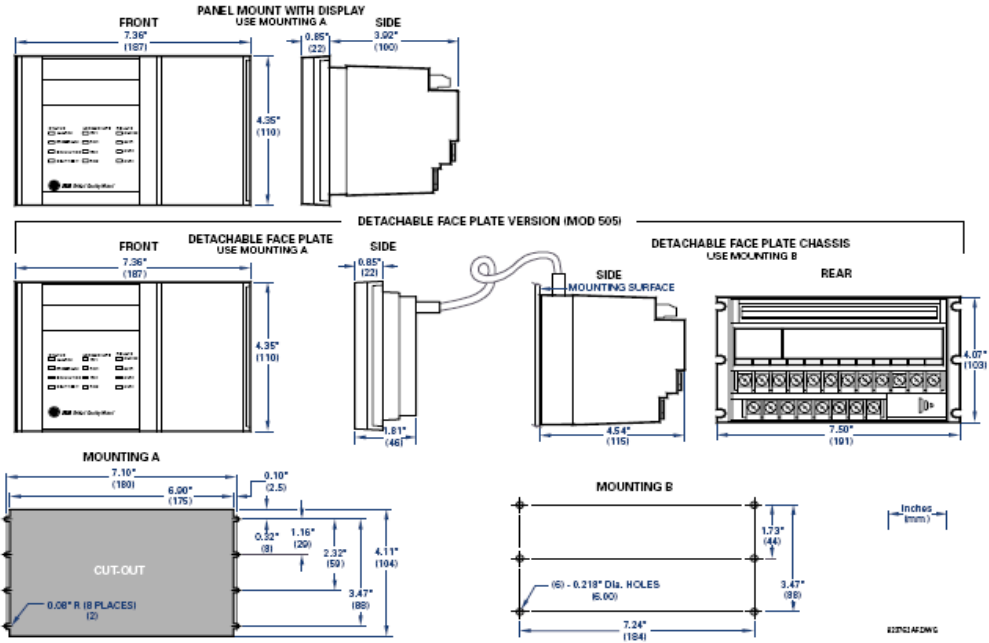
GUIDEFORM SPECIFICATIONS *continued*

4-20mA input. Preprogrammed logic shall allow capacitor bank control for power factor correction. Current inputs shall be via 1 amp or 5 amp CTs and no VTs shall be required for voltages up to 600V. Control power can be AC or DC. Local user interface shall include a

keypad and display for entering all setpoints and reading all measured values, and LED indicators for output relays, communication status and alarm status. An RS232 computer interface port shall be located on the front panel. Two RS485 and one RS232 communica-

tion ports shall be provided for simultaneous access using ModBus® RTU protocol. Any communication port shall be programmable for access using DNP 3.0 Level 2 protocol. Windows® based software shall be provided to enable setpoint programming.

DIMENSIONS



ORDERING

To order select the basic model and the desired features from the Selection Guide below.

PQM	*	*	*	
PQM	|	|	|	Basic unit with display, all current/voltage/power measurements, 1 RS485 comm port, 1 RS232 comm port
T20	|	|	|	Transducer option; 4 isolated analog outputs 0-20 mA and 4-20 mA, assignable to all measured parameters, 4-20 mA analog input, 2nd RS485 comm port
T1	|	|	|	Transducer option; 4 isolated analog outputs 0-1 mA, assignable to all measured parameters, 4-20 mA analog input, 2nd RS485 comm port
C	|	|	|	Control option; 3 additional programmable output relays (total of 4), 4 programmable switch inputs
A	|	|	|	Power analysis option; harmonic analysis, triggered trace memory waveform capture, event record, data logger

Order code for all options: **PQM-T20-C-A**

Simplify the order process – visit our on-line store www.GEindustrial.com/pm

Modifications:

- MOD 500: Portable test/carrying case
- MOD 501: 20-60 VDC / 20-48 VAC Control Power
- MOD 502: Tropicalization
- MOD 504: Removable Terminal Blocks
- MOD 505: Detachable faceplate
- MOD 506: 4 Step Capacitor Bank Switching
- MOD 507: -40 to +60°C temperature operation
- MOD 508: 269 communication protocol
- MOD 513: Class 1, division 2 operation
- MOD 516: PQM remote: base unit only
- MOD 517: PQM remote: detachable faceplate only

Accessories:

- *PQMPC Windows® software
- **RS232 to RS485 convertor
- 2.25" Collar for limited depth mounting
- RS485 terminating network
- PQM Mounting Plate to replace MTM Plus

Control Power:

- 90-300 VDC / 70-265 VAC standard
- 20-60 VDC / 20-48 VAC (MOD 501)

* Free upon request
**Required to connect a computer to the PQM RS485 ports

Click here to get to our homepage:
<http://www.ge.com/indsys/pm/>

Complete protection and monitoring of industrial and utility feeders.



DESCRIPTION

The SR750/760 Feeder Management Relay is a digital relay intended for the management and primary protection of distribution feeders. It can also be used for management and backup protection of busses, transformers, and power lines. The relay tracks the power system frequency and adjusts the sampling rate to maintain accuracy at all times.

The relay is specifically designed to be an economical feeder management system, incorporating the requirements for protection, control, metering, and both local and remote user interfaces in one assembly. This eliminates the need for expensive discrete components.

Complete overcurrent protection is provided. This includes phase, neutral, ground, sensitive ground, and negative sequence protection for time and instantaneous overcurrent, and directional control. Overvoltage, undervoltage, and underfrequency functions each have

two independent stages. For the SR760 control includes a four shot recloser.

With programmable logic inputs and outputs the SR750/760 can be easily configured for the user's specific applications.

The relay has extensive monitoring and metering functions. It has an internal memory which allows it to record the last 128 events, the last 10 faults, and a total of 256 cycles of oscillography data. The relay performs self-tests in the background during operation. A simulation function allows the user to test the relay without the need for external AC voltage and current inputs.

The relay has a 2 line display and keypad as well as three serial ports for computer interface. A PC program is provided which allows a computer to communicate with the relay for a variety of functions including monitoring and control.

750/760

Feeder Management Relay®

Application

- Industrial and utility feeders

Protection and Control

- Complete time overcurrent
- Complete instantaneous overcurrent
- Directional overcurrent control
- Undervoltage and overvoltage
- Negative sequence voltage
- Undervoltage automatic restoration
- Bus underfrequency
- Underfrequency automatic restoration
- Breaker failure
- Manual close control
- Cold load pickup control
- 4 setting groups
- Syncrocheck - V, ϕ , Hz, & dead-source
- 20 Programmable logic inputs
- Bus transfer
- Four shot recloser (SR760 only)

Monitoring and Metering

- Fault locator, record of last 10
- Breaker operation & trip failure
- VT Failure
- Power factor - two independent stages
- Analog input - level and rate
- Total breaker arcing current
- Event recorder - last 128 events
- Oscillography - 128 cycles
- Metering: V I Hz W var VA PF
- Demand: I_a , I_b , I_c , MW, Mvar, MVA
- Data Logger

User Interface

- Numeric keypad & 40 character display
- 24 LED indicators
- RS232, RS485 & RS422 ports



PROTECTION AND CONTROL

Time Overcurrent

The SR750/760 has two phase time overcurrent elements. Each phase time overcurrent element has level detectors for each phase. The SR750/760 also has two neutral time overcurrent elements, and one time overcurrent element each for ground, sensitive ground, and negative sequence. Each time overcurrent element has the following programmable characteristics:

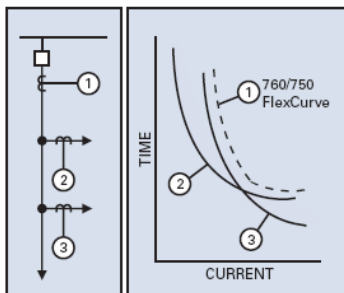
- pickup current level for trip, alarm, or control
- choice of 15 curve shapes (including FlexCurves) and curve multipliers
- instantaneous or linear reset time characteristic
- voltage restraint

Curve Shapes

ANSI	Extremely Inverse Very Inverse Normally Inverse Moderately Inverse Definite Time
IEC	Curve A (BS142) Curve B (BS142) Curve C (BS142) Short Inverse
IAC	Extreme Inverse Very Inverse Inverse Short Inverse
Custom	FlexCurve A FlexCurve B

82675A1.CDR

Typical application of flexcurves



82675A1.CDR

Instantaneous Overcurrent

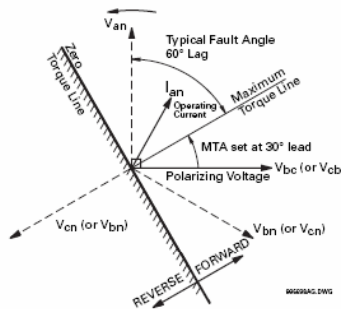
The SR750/760 has two phase instantaneous overcurrent elements. Each phase instantaneous overcurrent element has level detectors for each phase. The SR750/760 also has two neutral instantaneous overcurrent elements, and one instantaneous overcurrent element each for ground,

sensitive ground, and negative sequence. Each instantaneous overcurrent element has a programmable pickup current, a time delay during which current must exceed the pickup for operation, and the minimum number of phases required for operation.

Phase Directional Control

Directional overcurrent relaying is necessary for the protection of multiple source feeders, when it is essential to limit relay tripping to faults in only one direction. Fault directional control is incorporated into the relay for each phase. If directional control is enabled, overcurrent elements are blocked if current is in the non-trip direction.

Phase Directional (for Phase A)



82675A2.DWG

Neutral Directional Control

For neutral directional sensing, the residual current of the phase CTs is used as the operating current. This unit can be voltage, current or dual polarized. The current element uses a CT in the ground return path for polarizing. The voltage element uses the calculated zero sequence voltage as the polarizing voltage. The maximum torque angle is programmable.

Bus Under, Over, Negative Sequence, and Neutral Displacement Voltage

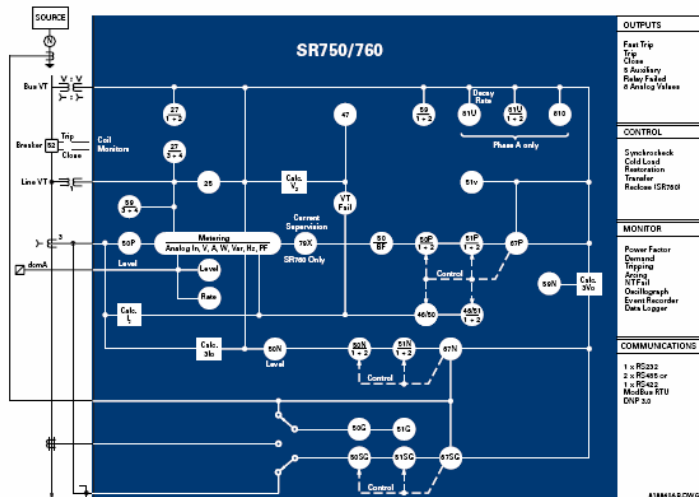
When the voltage drops below a specified voltage setting for a specified time delay, the undervoltage protection features can cause a trip, generate an alarm, or signal an external control system. The undervoltage elements are inhibited from operating unless voltages are above a programmed level.

The overvoltage protection features can either cause a trip or generate an alarm when the voltage exceeds a specified voltage setting for a specified time delay.

The negative sequence voltage element operates as the overvoltage element, on the calculated Bus V_2 .

The neutral displacement voltage element operates as the overvoltage element, on the calculated $3V_0$.

SINGLE LINE DIAGRAM



81884A2.DWG

PROTECTION AND CONTROL

Underfrequency

This element operates when the frequency falls below a programmed threshold for a programmed interval. Underfrequency elements are inhibited from operating unless the voltage in phase A is above a programmed threshold.

Overfrequency

The relay monitors the system for overfrequency conditions. Upon detection, the relay can be used to quickly ramp the turbine speed back to normal.

Multiple Setpoint Groups

Four groups of protection settings are provided. The active group can be selected by setpoint or logic input.

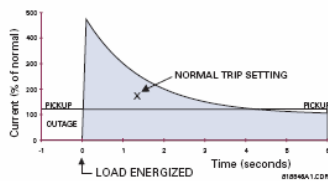
Synchrocheck

Breaker closing can be supervised by ΔV , $\Delta \phi$ and ΔHz setpoints. Dead-source alternatives are provided.

Cold Load Pickup Control

When a feeder is closed after a prolonged outage, the feeder inrush and motor accelerating current may be above some protection feature settings. These protection features are not required to trip the feeder for a time, so they may be automatically or manually blocked or raised for a period after the breaker is closed.

Cold load pickup



Manual Close Control

The inrush current on some feeders may cause an overcurrent element to trip. It may be necessary to block or alter particular overcurrent protection features for an interval. After the breaker is closed manually, the relay can block any instantaneous overcurrent element or raise the pickup value of any time overcurrent element, each for a programmable time delay, after which normal operation is restored.

ANSI	PROTECTION / CONTROL	FEEDER	Capacitor	Radial	Tw-o-ended	BUS	Backup	Transfer	TRANSFORMER	Backup	LINE	Backup
27	Bus / Line Undervoltage	●	●	●			●	●				●
47	Negative Sequence Voltage	●	●	●			●			●		●
50	Phase/Neutral/Gnd/Neg Seq/Sens Gnd Inst O/C	●	●	●						●		●
51	Phase/Neutral/Gnd/Neg Seq/Sens Gnd Time O/C	●	●	●						●		●
59	Bus Overvoltage/Neutral Displacement	●	●	●			●			●		●
67	Phase/Neutral/Neg Seq/Sens Gnd/Gnd Directional Control			●			●			●		●
81	Bus Underfrequency/Rate of Change						●			●		●
	Undervoltage Automatic Restoration	●	●	●			●			●		
	Underfrequency Automatic Restoration	●	●	●			●			●		
	Breaker Failure with Current Superv.	●	●	●								●
	Bus Transfer						●					
	Programmable Logic Inputs	●	●	●			●	●		●		●
	Multiple Setpoint Groups	●	●	●			●			●		●

ANSI	MONITORING / CONTROL	FEEDER	Capacitor	Radial	Tw-o-ended	BUS	Backup	Transfer	TRANSFORMER	Backup	LINE	Backup
25	Synchrocheck				●			●				●
50	Phase/Neutral Current Level	●	●	●			●	●		●		●
55	Power Factor	●	●	●								
79	Autoclose (760 only)				●							●
81	Overfrequency											●
	Breaker Open/Close	●	●	●			●	●		●		●
	Manual Close Feature Blocking	●	●	●				●		●		
	Cold Load Pickup Feature Blocking				●			●		●		
	Breaker Operation Failure	●	●	●			●	●		●		●
	Trip/Close Circuit Failure	●	●	●			●	●		●		●
	Total Breaker Arcing Current	●	●	●			●	●		●		●
	VT Failure	●	●	●			●	●		●		●
	Demand (A, MW, Mvar, MVA)	●	●	●			●	●		●		●
	Analog Input	●	●	●			●	●		●		●
	Event Recording	●	●	●			●	●		●		●
	Analog Output	●	●	●			●	●		●		●
	Fault Locator				●							●
	Trip Counter	●	●	●			●	●		●		●

FEATUR00/50.AI

Automatic Restoration

The relay can be programmed to automatically close the breaker after it has been tripped from undervoltage or underfrequency and after these parameters return to normal.

Bus Transfer

A set of three relays, two on incoming and one on a normally open bus tie breaker can perform transfers on loss-of-source.

Recloser (SR760 only)

Reclosing can be initiated externally or from overcurrent protection. Up to four reclosure operations are possible, each with a programmable dead time. For each reclosure shot, the relay can be programmed to block any instantaneous overcurrent element, and to adjust the curve characteristics of any time overcurrent element. The number of shots can be reduced by high currents.

MONITORING AND METERING

Breaker Conditions

A traditional breaker failure scheme with a timer supervised by current through the breaker is available. An alarm can be generated if the relay detects that the supervisory trickle current is not present. Also a failure to respond to an open or close signal in a programmed time can be used to generate an alarm.

The relay also calculates an estimate of the per-phase wear on the breaker contacts by integrating the arcing current passing through the contacts while they are opening. When the breaker maintenance threshold is exceeded the relay can trigger an alarm.

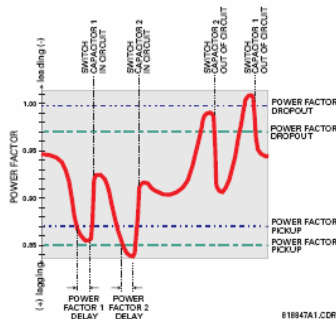
VT Failure

The VT failure feature monitors each phase of input voltage. If a failure is detected, an alarm condition is generated and the programmed output relays signal an output. A condition in which all phase voltages have fallen below 10% of nominal is not considered a VT failure, as it can simply be a de-energized source circuit.

Power Factor

The relay monitors power factor and allows two stages of capacitance switching for power factor compensation. Two independent elements monitor power factor, each with programmable pickup, dropout and time delay.

By monitoring the power factor the 750/760 can help minimize both costs and voltage excursions



Analog Input

Any external quantity may be monitored via an auxiliary current input. Two analog input level monitoring elements and two rate-of-change elements are available. When the measured quantity exceeds the pickup level, the relay can be cause an alarm or signal an output.

Trip Counter

The relay records the number of breaker trip operations. This value can be displayed for statistical purposes, especially for units that are not equipped with operation counters.

Metering

The SR750/760 performs accurate measurement of the following:

- actual V A Hz W Wh var varh VA PF
- watthour cost
- phasor presentation of V & I
- symmetrical components of V & I
- line (synchro) voltage: RMS voltage, frequency, and differentials
- percent of load-to-trip
- analog input
- running and maximum demand: A, MW, Mvar, MVA

Setpoints are provided to allow the user to simulate three common electrical utility demand measuring techniques.

Fault Locator

A calculation determines the type of fault from captured data, the distance to the fault and the impedance to the fault. Records of the last 10 faults are stored.

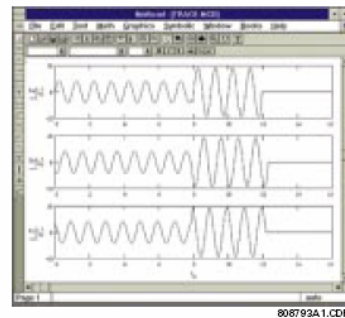
Event Recorder

The relay captures and stores the last 128 events, recording the time, date, cause, and system parameters. Events may be recorded selectively by category, so that only events of interest are recorded. Multiple relays can be coordinated within one millisecond when IRIG-B is available.

Trace Memory

A block of configurable volatile memory is provided for recording samples of the AC input voltages and current, and the status of logic inputs and output relays. This memory can be configured between the ranges of 2 to 16 blocks with 128 to 16 power frequency cycles of data respectively. The amount of data captured before the time of triggering is programmable. Trace memory recording can be triggered by operation of selected features or logic inputs.

The trace memory can be configured to store 2, 4, 8, or 16 records



Data Logger

A configurable memory block provides the ability to record 8 channels of any measured or calculated parameter. In continuous mode, this feature can be programmed to store from 68 seconds of data captured every power frequency cycle to 24 weeks of data captured every hour.

Simulation

The relay provides a powerful simulation feature for testing the functionality of the relay in response to programmed conditions, without the need for external AC voltage and current inputs. System parameters such as currents and voltages are entered as setpoints. Pre-fault, fault, and post-fault conditions can be simulated to exercise relay features.

Self-Testing

The SR750/760 performs self-diagnostics after power-up, and continuously in a background task. Self-test failures are divided into major failures, which can disable protection features, and minor failures, which just trip indicators.

INPUTS AND OUTPUTS USER INTERFACE

Logic Inputs

The relay has 14 contact and 20 serial inputs which can be programmed to perform any of 60 predefined functions, including remote tripping, resetting, feature blocking, etc.

Outputs

The SR750/760 has eight electro-mechanical relay outputs.

- 2 are factory programmed for breaker control
- 5 can be configured to operate as either failsafe or non-failsafe, and either latching, self-resetting, or pulsed; these relays can be programmed to be operated by any feature
- 1 of the relays is factory programmed as a failsafe internal failure alarm relay

The SR750/760 has one high-speed SCR solid state output.

The SR750/760 has 8 analog output channels. Any of 31 measured parameters can be selected to drive these outputs.

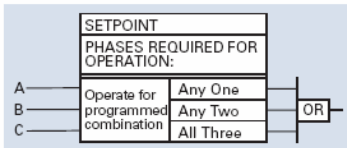
IRIG-B Input

An IRIG-B input is provided for time synchronization using a satellite time signal.

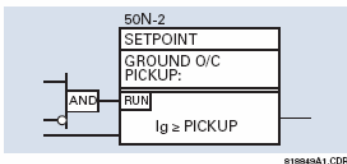
SCHEME LOGIC

The SR750/760 instruction manual provides complete descriptions of the operation of each feature in the relay, both in written descriptions and in block diagrams. The diagrams are sequential logic diagrams illustrating how each setpoint, input parameter, and internal logic is used in a feature to obtain an output. Logic is described using basic AND and OR gates, and cross-references to other block diagrams are clear and precise.

Setpoints block diagram



Level Detectors block diagram



Communications

There are three independent communications ports. A rear RS485/422 port, a rear RS485 port and a front RS232 port. All ports may use the AEG Modicon ModBus® protocol. One of these ports may be selected for DNP 3.0 use. All ports can be used simultaneously to retrieve actual values, change setpoints, or execute commands.

Access Security

The SR750/760 can be protected against unauthorized setpoint changes. A jumper must be installed on the rear terminals to allow setpoint changes from the front panel. An optional passcode restricts setpoint changes from both the front panel and communications ports.

Setup Program

The SR750/760 comes with a disk containing the 750/760PC program. This program can be used to communicate with the relay to detect status, read actual values and view and modify setpoints. It can also be used to monitor data, control the breaker, download and upload setpoint files, update the firmware, and to test the relay.

The 750/760PC program has easy to use pull down menus



Keypad & Display

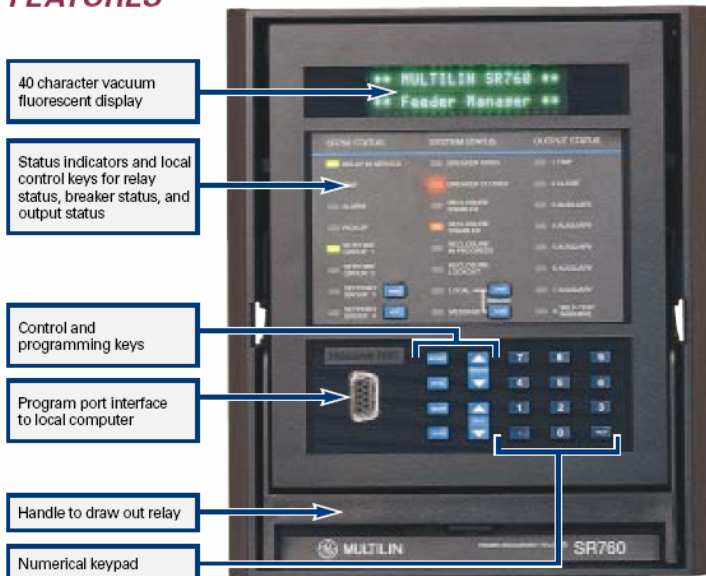
The relay has control keys and a numerical keypad which can be used to control and program the relay without a computer.

The relay has a 40 character vacuum fluorescent display, from which all setpoint and actual value messages can be viewed. It also displays user selected default messages after a period of inactivity. Diagnostic messages are displayed when any feature generates a trip or alarm condition.

LED Indicators

The SR750 has 20 LED indicators. These include indicators for relay status, breaker status, and output status. The SR760 has the same 20 LED indicators plus 4 additional LEDs to indicate the status of the recloser.

FEATURES



750/760 TECHNICAL SPECIFICATIONS

PROTECTION	
APPLICABILITY	3 and 4-wire Systems: 25-60 Hz nominal, tracking from 16-65 Hz Frequency: 5000 A max Current: 600 kV max Voltage:
GROUND CURRENT INPUT CIRCUIT	Source CT: 1 to 5000 A/1 or 5 A Relay Input: 1 A or 5 A (specified when ordering) Burden: less than 0.2 VA at rated load Conversion Range: 0.03 to 20 x CT Accuracy: at $\pm 2 \times CT$: $\pm 0.5\%$ of 2 x CT at $\pm 2 \times CT$: $\pm 1\%$ of 20 x CT Overload Withstand: 1 sec @ 80 times rated current continuous @ 3 times rated current

METERING	
PHASE CURRENT INPUT CIRCUITS	Source CT: 1 to 5000 A/1 or 5 A Relay Input: 1 A or 5 A (specified when ordering) Burden: Less than 0.2 VA at rated load Conversion Range: 0.03 to 20 x CT Accuracy: at $$\pm 2 \times CT$: \pm 0.5\% of 2 x CTat \pm 2 \times CT: \pm 1\% of 20 x CTOverload Withstand: 1 sec @ 80 times rated currentcontinuous @ 3 times rated currentCalculated Residual Current Errors: 3 x phase inputs$

INPUTS	
VOLTAGE INPUT CIRCUITS	Source VT: 0.12 to 600 kV/60 to 240 V Source VT Ratio: 1 to 5000 in steps of 0.1 Relay Input: 50 V to 240 V phase-neutral Max. Continuous: 273 V phase-neutral (Full Scale) Accuracy (0°C to 40°C): $\pm 0.25\%$ of full scale (10 to 130 V) $\pm 0.8\%$ of full scale (130 to 273 V) (for open delta, the calculated phase has errors 2 times those shown above)
LOGIC INPUT CONTACTS	Inputs: 14 contact and/or virtual, 6 virtual only Dry Contacts: 1000 Ω max ON resistance 32 VDC @ 2 mA provided by SR750/760 Wet Contacts: 30 to 300 VDC @ 2 mA (DC voltage only)
ANALOG INPUT	Current Input: 0-1 mA, 0-5 mA, 0-20 mA, or 4-20 mA (programmable) Input Impedance: 375 Ω \pm 0% Conversion Range: 0 to 21 mA Accuracy: $\pm 1\%$ of full scale

POWER SUPPLY	
CONTROL POWER	Options: LO/Hi (specified when ordering) Range: LO: DC: 20 to 60 VDC AC: 20 to 48 VAC @ 48 to 62 Hz Hi: DC: 88 to 300 VDC AC: 70 to 285 VAC @ 48 to 62 Hz Power: 25 VA nominal, 35 VA max Voltage Loss Hold-up Time: 30 ms

COMMUNICATIONS
Rear RS485/422 Port Rear RS485 Port Front RS232 Port (ModBus* or DNP 3.0 Protocol)

OUTPUTS	
ANALOG OUTPUTS	Outputs: programmable 8 channels, selected from 31 parameters Output Range: 0-1 mA, 0-5 mA, 0-10 mA, or 4-20 mA (specified when ordering) Maximum Load: 0-1 mA: 10 k Ω 0-5 mA: 2.4 k Ω 0-10 mA: 1.2 k Ω 4-20 mA: 0.8 k Ω Isolation: fully isolated Accuracy: $\pm 1\%$ of full scale Response: 90% indication in less than 100 ms

OUTPUT RELAYS	
Configuration:	1 TRIP: Form A 2 CLOSE: Form A 3-7 AUXILIARY: Form C 8 SELF-TEST WARNING: Form C
Contact Material:	silver alloy

RELAYS: 1 TRIP/2 CLOSE

VOLTAGE	MAKE/CARRY CONTINUOUS	MAKE/CARRY 0.2 S	BREAK	MAX LOAD
DC 30 VDC	20 A	40 A	10 A	300 W
Resistive 125 VDC	20 A	40 A	0.5 A	300 W
250 VDC	20 A	40 A	0.4 A	300 W
DC 30 VDC	20 A	40 A	5 A	150 W
Inductive 125 VDC	20 A	40 A	0.3 A	150 W
L/R = 40 ms 250 VDC	20 A	40 A	0.2 A	150 W
AC 120 VAC	20 A	30 A	20 A	5000 VA
Resistive 240 VAC	20 A	30 A	20 A	5000 VA
AC 120 VAC	20 A	30 A	6 A	5000 VA
Inductive 240 VAC	20 A	30 A	7 A	5000 VA
PF = 0.4				

RELAYS: 3-7 AUXILIARY/8 SELF-TEST WARNING

VOLTAGE	MAKE/CARRY CONTINUOUS	MAKE/CARRY 0.2 S	BREAK	MAX LOAD
DC 30 VDC	10 A	30 A	10 A	300 W
Resistive 125 VDC	10 A	30 A	0.5 A	62.5 W
250 VDC	10 A	30 A	0.3 A	75 W
DC 30 VDC	10 A	30 A	5 A	150 W
Inductive 125 VDC	10 A	30 A	0.25 A	31.3 W
L/R = 40 ms 250 VDC	10 A	30 A	0.15 A	37.5 W
AC 120 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA
Resistive 240 VAC	10 A	30 A	10 A	2770 VA
AC 120 VAC	10 A	30 A	4 A	480 VA
Inductive 240 VAC	10 A	30 A	3 A	750 VA
PF = 0.4				

SOLID STATE TRIP OUTPUT
Make and Carry 15 A @ 250 VDC for 500 ms

PROTECTION AND CONTROL ELEMENTS
NOTE: For technical specifications of each protection and control element refer to the SR750/760 instruction manual

PRODUCTION TESTS	
Thermal Cycling:	Operational test at ambient, reducing to -40°C and then increasing to 60°C
Dielectric Strength:	Per IEC 255-5 and ANSI/IEEE C37.90 On CT inputs, VT inputs, Control Power inputs, Switch inputs, Coil Supervision outputs, Relay outputs (2 kVac for 1 min)

ENVIRONMENTAL	
Operating Temperature Range:	-40°C to +60°C
Ambient Storage Temperature:	-40°C to +80°C
Humidity:	up to 90% noncondensing

TYPE TESTS	
Fast Transient:	Per ANSI/IEEE C37.90.1 and IEC 801.4 (level 4) (5 kV @ 5x50 ns, Ri = 50 Ω)
Insulation Resistance:	Per IEC 255-5 (500 VDC, 2000 M Ω)
Dielectric Strength:	Per IEC 255-5 and ANSI/IEEE C37.90 (2 kV @ 60 Hz for 1 min.)
Surge Withstand Capability:	Per IEC 255-22-1 and 255-4 Class 3 (fast transient common mode 2.5 kV, differential modes 1 kV) Per IEC 255-4 and ANSI/IEEE C37.90.1 (2.5 kV @ 1 MHz, 400/sec for 2 sec, Ri = 200 Ω)
Electrostatic Discharge:	Per IEC 801.2 Class 4 (15 kV, 150 PF, 150 Ω) Per IEC 255-5
Impulse Voltage:	(5 kV @ 1.2 x 50 ps, 0.5 J, Ri = 500 Ω common and differential modes)
Current Withstand:	Per ANSI/IEEE C37.90 (40 x rated A for 2 sec, 80 x Ir for 1 sec) Per Ontario Hydro (150 & 450 MHz, 5 W transmitter @ 25 cm and 50 MHz, 15 W mobile transmitter @ 25 cm)
RFI:	

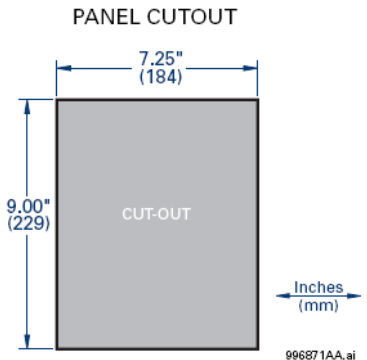
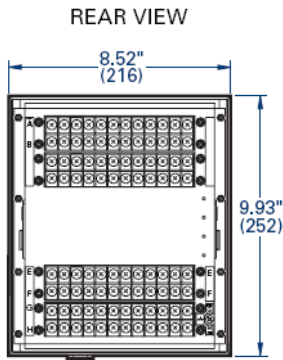
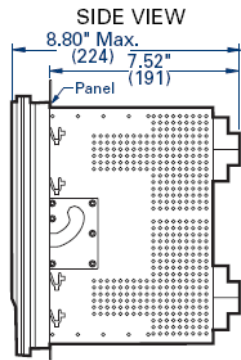
CASE	
Fully drawout unit (automatic CT shorts)	
Seal provision	
Dust tight door	
Panel or 15' rack mount	

PACKAGING	
Shipping Weight:	21 lbs (9.5 kg)
Dimensions:	12" x 11" x 12" (L x W x H) or 30 cm x 28 cm x 30 cm

APPROVALS	
UL:	Recognized under E83849
CSA:	Recognized under LR41826
CE:	Conforms to IEC 947-1
	General Electric Multilin Inc. is ISO9001 Registered

*Specifications subject to change without notice.

DIMENSIONS



DRAWOUT MECHANISM GUIDEFORM SPECIFICATIONS

The SR750/760 consists of a drawout unit (with automatic CT shorts) and a companion case. The case has a front door with a large window, for visual access to the front panel while the door is closed.



The feeder management relay shall provide primary protection and management of distribution feeders. Protection shall include:

- complete time overcurrent
- complete instantaneous overcurrent
- directional overcurrent
- undervoltage and overvoltage
- negative sequence voltage
- undervoltage automatic restoration
- bus underfrequency
- underfrequency automatic restoration

Control shall include manual close control, cold load pickup control, 4 settings groups, 20 programmable logic inputs, 2 breaker control relay outputs, 1 internal failure relay output, 5 programmable relay outputs, 1 solid state trip output, and 8 analog transducer outputs. Control shall also be available with a 4 shot auto recloser.

The relay shall provide complete monitoring and metering functions. These shall include:

- a fault locator with a record of the last 10 faults
- an event recorder with a record of the last 128 events
- waveform capture with storage of 128 cycles of data

A powerful simulation feature shall be included to allow testing without the need for external voltage and current inputs.

User interfaces shall include:

- a 40 character display and a keypad
- indicator LEDs on the front panel which shall provide a quick visual indication of status
- a front panel RS232 serial port which shall provide easy computer access
- two rear RS485 ports, one of which can be configured as a RS422 port
- an easy to use PC program

ORDERING

To order select the basic model and the desired features from the Selection Guide below.

***** * * * * *

SR750						Base unit
SR760						Base unit with autorecloser
	P1					1 A phase current inputs
	P5					5 A phase current inputs
		G1				1 A zero sequence current inputs
		G5				5 A zero sequence current inputs
			S1			1 A sensitive ground current input
			S5			5 A sensitive ground current input
				LO		20-60 VDC, 20-48 VAC @ 48-62 Hz
				HI		88-300 VDC, 70-265 VAC @ 48-62 Hz
					A1	Eight 0-1 mA analog outputs
					A5	Eight 0-5 mA analog outputs
					A10	Eight 0-10 mA analog outputs
					A20	Eight 4-20 mA analog outputs
						R Red breaker closed LED
						G Green breaker closed LED

® Feeder Management Relay is a registered trademark of General Electric Company

Accessories:

- 750/760 PC Software provided free
- SR19-1 Single cutout 19" panel
- SR19-2 Dual cutout 19" panel



Dual mounting available

[Anexo 3]

[Manufactura de un protector personal]

Para entender como es el proceso de manufactura en una línea de producción de protectores personales (“pañales”), primero hay que conocer los materiales que lo componen.

Un protector personal, es una prenda que tiene como principal función absorber líquidos y no dejar escurrir materia de índole fisiológico. Su diseño es de manera anatómica y comfortable para evitar cualquier malestar entre las piernas, así como un ajuste a la cintura para tener mayor protección.

Componentes de un protector

Parte superior (Top sheet): es la parte delantera del protector que tiene contacto con la piel, esta diseñada con los siguientes elementos:

Celulosa o pulpa desfibrada: se utiliza en la formación del núcleo (core) y su función es darle integridad y absorción al protector, esta celulosa es formada de la pulpa de pinos del Sur de estados Unidos y llegan a la planta en forma de bobinas de papel.

Polímero súper absorbente (SAP): es un compuesto químico constituido por una sal acrílica (poli-acrilato de sodio) de color crema y sin olor, viene en granos pequeños y su propiedad principal es la de absorber y bloquear grandes cantidades de líquido que difícilmente son liberados con presión. Llega a la planta en sacos de aproximadamente 830 Kg.

Perfume: el adhesivo utilizado durante la elaboración del protector, posee un olor poco agradable, y con la necesidad de neutralizarlo se añade al núcleo un toque de perfume, el cual es un líquido de color amarillento.

Banda elástica (Fluted): es una banda que rodea toda la cintura del protector, la cual tiene como función mantener el ajuste anatómico en el estomago y la espalda.

Capa (Layer): es el encargado de distribuir internamente el liquido, en todo el núcleo del protector, para así evitar el retorno del mismo.

Tela no tejida hidrofílica (Fabric): este permite el paso de líquidos hacia el interior del protector, es un material de polipropileno colocado en la cubierta interior que tiene contacto con la piel.

Tela no tejida hidrofóbica de barrera de protección (Cuff): es fabricada en un material de polipropileno, se utiliza en la construcción de las barreras anti-derrames, su apariencia es de una tela común.

Teipes y Elásticos: están compuesto de varias capas de polipropileno, observándose dos principales una elástica que permite el ajuste al cuerpo y la otra formada por pequeños ganchos que permiten la adherencia con la cinta frontal, formando el sistema quita y pon del protector.

Papel (Tissue): Material 100% pulpa, de contextura porosa y su función, es romper la tensión superficial de núcleo para lograr una mayor velocidad de absorción.

Adhesivos: se utilizan para la unión de los sustratos componen el protector.

Parte inferior (Back sheet): es la parte posterior del protector, y esta diseñada con los siguientes elementos:

Cinta Frontal (Frontal tape o frontal loop): es una banda plástica que se adhiere a la superficie exterior del polietileno, es colocado en la parte frontal del protector a nivel de la cintura, una de sus funciones principales es permitir la adherencia de los teipes de ajuste del protector.

Cintas laterales: son utilizadas para colocar el protector y ajustarlos al cuerpo, son fabricadas a partir de polipropileno y adhesivos térmicos.

Proceso de manufactura (línea Van-Maq)

La elaboración de un protector personal, se encuentra dividida en tres áreas de la maquina las cuales son descritas continuación:

Área 1

Es el área donde son debobinado los rollos de pulpa, por medio de la tracción generada por los rodillos alimentadores del molino, estos son montados en unos ejes fijos los cuales están ubicados en una estructura metálica al final de la línea, una vez que llega la pulpa al molino una serie de martillos metálicos que lo conforman, desfibran la pulpa que va entrando en este a una velocidad predeterminada.



Rodillos Debobinadores



Molino

Al salir la pulpa del molino ya totalmente desfibrada, es dosificada dentro de una caja rectangular llamada cámara de formación.



Cámara de Formación

En la cámara de dosificación, es mezclada la pulpa con el SAP para la formación del núcleo, el SAP es transportado mediante succión a una tolva dispensadora, luego este material cae por medio de gravedad a un embudo y transportado a través de presión neumática a dicha cámara.



Distribuidor de Súper Absorbente (SAP)

Al obtener una mezcla uniforme entre la pulpa y el SAP en la cámara de formación, se encuentra con un vacío generado por un ventilador centrifugo, que crea la adherencia de ésta a la banda transportadora, en donde se encuentra con un rodillo tipo rastrillo (Scarfig roll) que le dará la forma de la salida final de la cámara. El núcleo es transportado por medio de esta banda, y en el camino se encuentra con un rodillo compresor (Debulk), que lleva el núcleo hasta casi la mitad de su tamaño original, con esto se le da mayor consistencia y se evita la perdida de mezcla durante el proceso.



Rodillo Compresor

Luego, el núcleo es pasado por una prensa con canales (Embossing), la función de los canales es distribuir uniformemente el líquido por todo el protector, el próximo punto es la unidad del Layer, la cual tiene la función de colocar un pedazo de tela (tissue) sobre el núcleo, para una mayor absorción.



Unidad del Layer



Unidad de Embossing

Ya posicionado el layer, el core es transportado hasta la unidad de corte inicial, donde se realiza el tren de núcleos con la ayuda de dos rodillos, uno de ellos posee una cuchilla.

Área 2

También llamada área de combinado, aquí se añade la parte inferior y superior del protector, en la parte superior se le aplica una capa de tela no tejida (hidrofóbica), en conjunto con las licras para formar la barrera protectora. Simultáneamente, se va

debobinando el fabric, al cual se le coloca adhesivo continuo para ser unido a las barreras laterales y así formar la parte superior. También se lleva a cabo el proceso de unión de la parte inferior, donde una capa de polietileno es debobinada y unida con adhesivo de forma continúa sobre toda la superficie.



Unidad del Combinado

El tren que fue conformado en un principio únicamente por core, ahora posee la parte superior e inferior del protector, ahora éste tren pasa por la siguiente unidad, la cual consta de 2 rollos de teipes que serán cortados en tiras a una medida prediseñada, estos darán el soporte al protector a la hora de ser usado. De esta unidad pasa a otra llamada corte anatómico en donde unas cuchillas en forma de “U” giran y dan al pañal la forma adecuada. De allí las orejas del pañal son dobladas hacia adentro por medio de unas varillas.



Unidad de Teipes



Corte Anatómico

Área 3

En esta área es donde el protector es individualizado, por medio del corte final, y llevado a través de bandas de arrastre a la unidad de agrupación llamada Stacker, de allí se acomodan en un carrusel, el cual gira y libera cierta cantidad de productos, acumulando estos en un carril en el cual mediante una leva accionada por medio de un cilindro neumático los comprime y los mantiene en esa posición, hasta que son empujados (Pusher) dentro de una bolsa, la cual es fijada por un operario en una boqueta. Una vez que la bolsa es llenada el operario termina el empaque manual de los bultos, culminando así el proceso con el envío de los mismos al almacén de productos terminados.



Unidad de Doblado



Agrupador (Stacker)



Unidad de Doblado Final



Pusher

[Anexo 4]

[Características eléctricas de los equipos instalados en planta]

Generadores Century 2000 Synchronous alternator

Generadores Century 2000 Synchronous alternator			
Generador 1		Generador 2	
Serial N°	Made in USA C – 94057-900/1	Potencia (kw)	Made in USA C – 94057-900/2
Date	May 99	Date	May 99
Weight	1100Kg	Weight	1100Kg
Model/Frame	MT626	Model/Frame	MT626
Phase	3	Phase	3
Potencia	656 kVA	Potencia	656 kVA
Volts	480 / 277	Volts	480 / 277
RPM	1200	RPM	1200
Exc. Volts	30	Exc. Volts	30
Exc. Amps	7	Exc. Amps	7
Potencia	525 kw	Potencia	525 kw
Frecuencia	60 Hz	Frecuencia	60 Hz
Amps	789	Amps	789
Cosφ	0,8	Cosφ	0,8
Duty	Continuous	Duty	Continuous
Temp rise	105 C	Temp rise	105 C
Amb	40 C	Amb	40 C
Overspeed	125%	Overspeed	125%
Maximun site altitud	1000 m	Maximun site altitud	1000 m
Maximun ambient temp	38 deg C	Maximun ambient temp	38 deg C
Performance class	10 percent overload 2 hours In each 24 hours period	Performance class	10 percent overload 2 hours In each 24 hours period
Generator serial	BT5L2780	Generator serial	BT5L2778
EMI	600703	EMI	600703
Insul	H	Insul	H
Stator conn	WYE	Stator conn	WYE

Transformador Principal

Transformador Principal			
Capacidad nominal:		Transcasa Norma Covenin 2284-85	
1500 kVA		Transformador 3Φ tipo pedestal	
Tensión nominal:		Enfriamiento ONAN	Serial: 6150001
480Y / 277 Voltios		Elevación: 65 °C	
Impedancia:		Liquido aislante aceite mineral	
5,50%		Clase de aislamiento AT/BT 15/1,2 kV	
Regulación:		Nivel de aislamiento (Bil) AT/BT 95/30 kV	
Tensión: Intensidad:		Volumen aislante: 1772 Litros	
12470 V 69 – 45 A		Protecciones: Fusible: Tipo	
480 V 1805,1 A		A Bayoneta 15 kV 100 F.S	
		B Limitador 15 kV 150	

Motores trifásicos y térmicos que componen a: maquina VAN MAQ (protección de adultos)

N°	Nombre del motor	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	CosΦ	RPM (1/min)	IP	SF	Marca del térmico	Rango del térmico (A)	Ajuste actual del térmico
1	Molino desfibrador	Seimec	66,00	480	98,00	60	0,88	3550	55				
2	Arrastrador de pulpa	Seimec	1,60	480	3,75	60	0,77	3440					
3	Dosificador de sap	Wep	1,12	220	4,30	60	0,86	3350	55	1,15			
4	Principal	Toshiba	5,60	460	9,90	60		3460		1,15			
5	Formación principal	Siemens	6,30	440	11,30	60	0,85	3520	54		ZM-25-PKZ2 Telemecanique GV2ME16	16 – 25 9 – 14	16 14
6	Vacío cut tan plae	Rotron inc	1,49	230	14,00	60	0,80	3450		1,15	Telemecanique GV2ME16 Square D	9 – 14	11
7	Debobinador de leyer	Sew Eurodriver	1,50	220	6,39	60	0,78	56	55				
8	Licras	Wep	0,56	220	2,90	60	0,70	1720	55	1,15			
9	Licras	Wep	0,56	220	2,90	60	0,70	1720	55	1,15			
10	Retales	Wep	7,46	220	25,50	60	0,88	3510	55	1,15	WEQ RW67D Telemecanique GV3M40 Square D	25 – 40 25 - 40	25 25
11	Vacío teipes molino	Becker		220	6,20	60		1420			WEQ RW27D	11 – 17	11
12	Vacío teipes staker	Becker		480	3,20	60		1420			Telemecanique GV2ME07 Square D	1,6 – 2,5	2,5
13	Staker	Syncrogear	0,75					1750					
14	Debobinador de tela	Sew Eurodriver	1,50	220	6,39	60	0,78	56	55				
15	Bomba peq. (aire ac)	Pump	0,37	110	5,50	60		3450	44				
16	Scarfig roll cepillo	WEQ	1,10	220	4,30	60	0,80	3350		1,15	WEQ RW27D Telemecanique GV2M07 Square D	4 – 6,3 1,6 – 2,5	4 2,5

Motores trifásicos y térmicos que componen a: maquina JOA (protección infantil)

N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	Cosφ	RPM (1/min)	IP	SF	Marca del térmico	Rango del térmico (A)	Ajuste actual del térmico
1	Molino desfibrador	Toshiba	74,60	460	115,00	60		1765		1,15	Allen Bradley	80 - 120	120
2	Arrastrador de pulpa 1	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
3	Arrastrador de pulpa 2	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
4	Vacio de las bandas	Toshiba	11,19	460	18,50	60	0,83	1775		1,15	Allen Bradley	18 - 30	18
5	Retorno scarfing	Toshiba	5,60	460	10,30	60		1750		1,15	Allen Bradley	10 - 16	16
6	Scarfing roll cepillo	Toshiba	1,12	460	2,20	60		3450			Allen Bradley	2 - 3	3
7	Debobinador de papel der	GE	1,49	180 DC	9,80			1750		1,15			
8	Debobinador de papel izq	GE	1,49	180 DC	9,80			1750		1,15			
9	Principal		44,76	460									
10	Vacio fluted	Spencer	11,19	460	18,50	60	0,91	3500		1,15	Telemecanique GV2ME20 Square D	13 - 18	18
11	Vacio frontal	Spencer	11,19	460	18,50	60	0,91	3500		1,15	Allen Bradley	16 - 30	24
12	Swrap del papel	GE	0,37	90 DC	5,50			1725					
13	Vacio de Leyer		5,60	460	8,78	60					Allen Bradley	10 - 16	10
14	Swrap del frontal	GE	0,37	90 DC	5,50			1725					
15	Swrap de la tela	GE	0,37	90 DC	5,50			1725					
16	Debobinador de tela	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
17	Debobinador de tela	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
18	Swrap del poly	GE	0,37	90 DC	5,50			1725					
19	Debobinador del poly	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
20	Debobinador del poly	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
21	Debobinador del cuff	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
22	Debobinador del Cuff	GE	1,49	180 DC	9,87			1750					
23	Swrap del cuff	GE	0,19	90 DC	3,00			1725					
24	Vacio de teipes		5,60	460	8,78	60					Allen Bradley	10 - 16	10
25	Alimentador de teipes	Toshiba	0,75	460	1,70	60		1730		1,15	Allen Bradley	1.5 - 2.3	1,7
26	Auxiliar del die	Toshiba	1,12	460	2,40	60		1730		1,15	Allen Bradley	2 - 3	2,5
27	Vacio de retales	Toshiba	5,60	460	9,90	60		3460		1,15	Allen Bradley	6 - 10	10
28	Enfasador bidoblado	GE	0,19	90 DC	3,00					1,22			
29		GE	0,19	90 DC	3,00			1725					
30	Licra de la barrera	Baldor	0,67	90 DC	4,80			1750					
31	Debobinador del leyer	GE	0,37	90 DC	5,50			1725		1,26			
32	Debobinador del leyer	GE	0,37	90 DC	5,50			1725		1,26			
33	Licra de corte anatomico	GE	0,19	90 DC	3,00			1725		1,40			
34	Twister	Leroy	0,90	460	2,00	60	0,77	1690					
35	Formación main fan	Toshiba	44,76	460	71,00	60		1765		1,15			
36	Vacumm fan	Toshiba	2,98	460	49,00	60		1760		1,15			
37	Boquetas	Toshiba	11,19	460	19,50	60		1755		1,15	Allen Bradley	18 - 25	20

Compresores de aire comprimido para las maquinas										
N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	Cosφ	RPM (1/min)	IP	SF
1	Compresor rio	Atlas copco	75,00	440	122,00	60		3580	55	1,15
2	Compresor messanina	Atlas copco	75,00	440	122,00	60		3580	55	1,15
3	Compresor pequeño	Atlas copco	30,00	440	48,00	60	0,89	3540	54	1,15
4	Air driver secadora	Atlas copco	6,10	460	7,66	60				

Chiller principal										
N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	Cosφ	RPM (1/min)	IP	SF
1	10 Ventiladores	Magnetek	0,75	460	2,40	60	0,83	850		1,00
2	2 Bombas de recirculación	Marathon electric	14,92	460	25,00	60	0,86	1460		1,15
3	2 Compresores	Helirotor compressor	66,93	460	84,00	60	0,83			

Ventiladores en sala de generación										
N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	Cosφ	RPM (1/min)	IP	SF
1	4 Extratores de aire	ABB	1,79	440	3,67	60	0,79	1680	55	
2	2 Radiadores	Electrim	29,84	460	46,50	60	0,88	1765		

Maquinas Nuevas				
N°	Nombre del equipo	Potencia (kw)	Frecuencia (Hz)	Tensión (V)
1	Ultra delgada	150,00	60	480
2	Pantysield	22,00	60	480
3	Wipes Packing	16,00	60	480

WIPES Toallas húmedas										
Laboratorio										
N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	CosΦ	RPM (1/min)	IP	SF
1	Cortadora rollos bobinados		0,37	230	9,00	60		1725		1,00
2	Embobinadora de rollos canister	Fincor	1,12	180 DC	7,70			1750		
3	Toallas planas "chiguagua"	Siemens	1,49	230	6,00	60		1730		1,15
4	Desmineralizador de agua	Dayton	2,24	230	13,50	60		3450		1,15
5	Bomba de agua osmosis inversa	Emerson	0,56	115	10,40	60		3450		1,00
6	Agitador tanque 1	Siemens	0,75	220	4,20	60	0,69		55	1,15
7	Agitador tanque 2	Siemens	0,75	220	4,20	60	0,69		55	1,15
Llenadora										
8	Banda principal	FH	0,37	220	2,30	60	0,84	1750	55	
9	Principal	FH	0,37	220	2,30	60	0,84	1750	55	
Producto terminado										
10	Banda	Westinghouse	0,75	230	5,90	60		3450		1,00
11	Banda termoempaque	Leroy somer	0,75	220	3,40	60	0,83	1660		
12	Banda celladora		1,50	220	6,84	50		3000		
13	Ventilador 1	MVF	0,55	220	2,90	60	0,70	1680		
14	Ventilador 2	MVF	0,55	220	2,90	60	0,70	1680		
15	Debobinador superior		0,18	220	1,20	60	0,70		55	
16	Debobinador inferior		0,18	220	1,20	60	0,70		55	
17	Banda	Leroy somer	0,26	440	0,70	60		1800		
Taller mecánico										
1	Taladro de banco	Troyan	1,30	220	5,2/5,6	60	0,63	860/1720	54	
2	Fresadora	Davi	2,20	230	8,40	60	0,82	1720	44	
3	Torno	MEZ	75,00	220		60	0,86	1740	55	
4	Sierra	Elprom	2,60	220	10,40	60	0,82	3420		
5	Taladro	Kin MA	0,25	110	6,00	60		1720		
6	Rectificadora cilindrica	Enrico bezzi	6,58	380	10,00	50		1400		
7	Rectificadora cilindrica	Enrico bezzi	0,99	380	1,50	50				

Tanques de adhesivos de Diactec					
N°	Nombre del equipo	Marca	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)
1	Licras del corte anatomico	Nordson Meltex MX series	16,00	230	40
2	Core integrity	Nordson VL 100 series	24,94	240	60
3	Poly, tela y frontal	Nordson Meltex MX series	25,20	230	63
4	Tack down y continuo	Nordson Meltex MX series	10,00	230	25
5	Licras barreras protectoras	Nordson Meltex MX series	10,00	230	25
Tanques de adhesivos de Eniplan					
6	Poly y tela	Nordson series 6000	16,54	230	42
7	Cinta central y lateral	Nordson series 6000	16,54	230	42
8	Cierre de cajas	Nordson series 350	9,145224	240	22
Tanques de adhesivos de Van Maq					
9	Poly y tela	JandM laboratories INC DM-9	12,00	240	29
10	Licras C/A y B/P	Nordson series 6000	21,56	230	54
11	Tack down y continuo	JandM laboratories INC DM-9	12,00	240	29
Tanques de adhesivos de Joa					
12	Core integrity	Nordson VL 100 series	24,94	240	60
13	Poly y tela	Nordson series 6000	16,54	230	42
14	Licras C/A y B/P	Nordson series 6000	21,56	230	54
15	Frontal	Nordson VL 100 series	23,90	230	60
16	Tack down y continuo	Nordson series 6000	21,56	230	54

Motores trifásicos y térmicos que componen a: maquina DIATEC (protección infantil)													
N°	Nombre del motor	Marca Motor	Potencia (kw)	Tensión (V)	Corriente (A)	Frecuencia (Hz)	Cosφ	RPM (1/min)	IP	SF	Marca del térmico	Rango del térmico (A)	Ajuste actual del térmico
1	Retales	Siemens	6,30	460	10,90	60	0,86	3515	55	1,10	Siemens Sirius 3R	11 – 16	11
2	Aspirador del filtro nozzle fan	Siemens	8,60	460	14,20	60	0,87	3515	55	1,10	Siemens Sirius 3R	11 – 16	14
3	Vacío de las bandas	Siemens	12,60	460	21,20	60	0,85	1760	55	1,10	Siemens Sirius 3R	18 – 25	18
4	Formación		86,00	460	132,00	60	0,86	1780		1,10	Siemens 3RB12	50 – 205	160
5	Molino desfibrador		84,00	460	124,00	60	0,90	3570	55		Siemens 3RB12	50 – 205	160
6	Rotación de filtro	GEM	0,75	230	3,90	50	0,69	1400	54		Moeller PKZMO-10	8,3 – 10	8,3
7	Retorno scarfing roll		2,20	440	4,40	60	0,86	3485	55	1,15	Allen Bradley	6 – 10	6
8	Scarfing cepillo	Siemens	2,55	460	4,80	60	0,83	1720	55	1,10	Siemens Sirius 3R	5,5 – 8	5,5
9	Frontal	Rotron inc	3,73	460	7,00	60	0,80	3150		1,15	Moeller PKZMO-16	10 – 16	10
10	Layer	Siemens	6,30	460	13,50	60		3510	54		Moeller PKZMO-16	10 – 16	16
11	Fluted	Siemens	6,30	460	13,50	60					Moeller PKZMO-20	16 – 20	16
12	Teipes	Rotron inc	3,73	460	7,00	60	0,80	3450		1,15	Telemecanique Square D GV2 ME14	6 – 10	9
13	Succión de sap		1,49	480	2,70	60		3450		1,15			
14	Motor principal	Siemens	52,00	450	80,00	60	0,88	1770	55				
Motores Enfasadores													
15	Purga del frontal	Seipee	0,18	260	1,10	60	0,60	1608	55		Siemens Sirius 3R	1,1 – 1,6	1,1
16	Fluted	Coel	0,25	240	1,90	50	0,78	2810	55		Siemens Sirius 3R	1,4 – 2	1,7
17	Core	Coel	0,25	240	1,90	50	0,78	2810	55				
18	Rodillo bum	Coel	0,12	240	1,30	50	0,82	2800	55		Siemens Sirius 3R	0,7 – 1	0,85
19	Leyer	Coel	0,25	240	1,90	50	0,78	2810	55		Siemens Sirius 3R	1,8 – 2,5	1,8
20	Teipes	Coel	0,25	240	1,90	50	0,78	2810	55		Siemens Sirius 3R	1,8 – 2,5	1,8
21	Corte anatomico	Coel	0,25	240	1,90	50	0,78	2810	55		Siemens Sirius 3R	1,4 – 2	1,7
22	Corte final										Siemens Sirius 3R	1,4 – 2	1,7
23	Bidoblado	Coel	0,12	240	1,30	50	0,82	2800	55		Siemens Sirius 3R	1,4 – 2	1,7
Motores Staker													
24	Estación 1	Leroy somer	0,90	460	2,00	60	0,77	1700	55				
25	Estación 2	Leroy somer	0,90	460	2,00	60	0,77	1700	55				
26	Dosificado de sap	Baldor	0,56	90 DC	7,60			1750		1,50			

[Anexo 5]

[Características técnicas del analizador MicroVip 3 El Control]

7 CARACTERISTICAS TECNICAS

7.1 CARACTERISTICAS GENERALES

- **Entradas:**
L1, L2, L3, N, I1, I2, I3
- **Características de las entradas:**
Voltimétricas: (L1-N,L2-N,L3-N) máx 750 Vrms de 20 a 600 Hz.
Impedancia de entrada: 4 M Ω

Amperométricas: 1000A (con pinza) de 20 a 600 Hz; 1Vrms de 20 a 600 Hz; o bien 1VDC.
Impedancia de entrada: 10 K Ω
- **Sobrecarga de las entradas voltimétricas:**
máxima tensión admitida 825 Vrms, tensión de pico 1,17KV.
- **Sobrecarga de las entradas amperométricas:**
5 veces el valor de plena Escala (con intervención de una protección al valor límite).
- **Unidades:**
m,k,M,W,V,A, VA, VAr,HZ,Wh,VArh,Cos Φ .
- **Intervalo de medida:**
1,2 segundos
- **Número de escalas:**
3 escalas de tensión; 3 escalas de corriente con cambio de escala automático.
- **Cambio escala automático:**
Tiempo de respuesta de cambio escala: 1,2 seg.
El paso a la escala superior se produce al 105% de la escala activada.
El paso a la escala inferior se produce al 20% de la escala activada.
- **Reloj:**
Al cuarzo visualizado en el display de cristales líquidos.
La fecha y la hora se proporcionan también en las impresiones de las medidas.

4 EMPLEO DEL INSTRUMENTO

4.1 CONEXION EN UNA RED TRIFASICA

Poner el selector de funcionamiento, colocado en la parte trasera del instrumento, en la flecha que indica THREE-PHASE (ver Fig. 4.1).

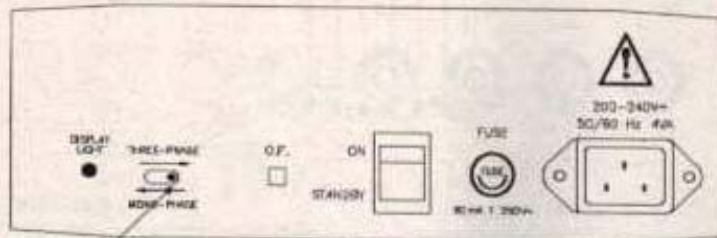


Fig. 4.1

Realizar las conexiones según la Fig. 4.2.

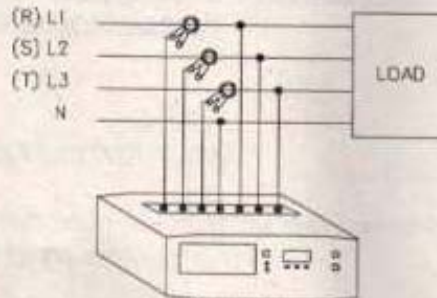


Fig. 4.2

Si el neutro no es accesible es necesario reconstruirlo utilizando el accesorio DSC-MT (Cód. 4AAC4) para tensiones hasta 120VAC o el accesorio DSCD (Cód. 4AAHG) para tensiones hasta 500VAC. Efectuar las conexiones tal como se ilustra en la Fig. 4.3.

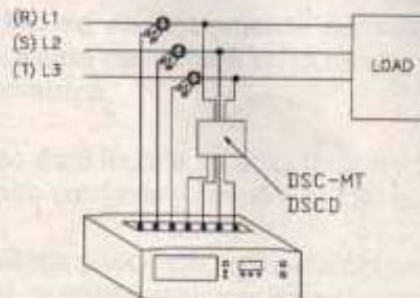


Fig. 4.3

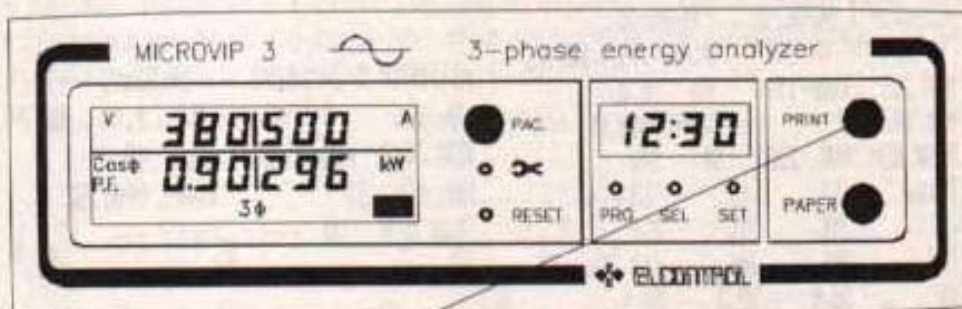
5.3 POSIBILIDADES DE IMPRESION DEL INSTRUMENTO

5.3.1 IMPRESION MANUAL

Esta función permite al operador imprimir los datos correspondientes a las medidas efectuadas por el instrumento en cualquier momento que considere necesario.

La impresión manual se efectúa simplemente apretando el pulsador PRINT situado en la parte frontal del instrumento.

La impresión suministrada, además de dar una lista de los datos correspondientes a todas las medidas efectuadas por el instrumento, también suministra la fecha y la hora de impresión.



Apretar el pulsador PRINT para obtener la impresión de todas las medidas efectuadas por el instrumento

Ejemplo de impresión manual

```

microVIP 3 24/06/92    14:47:53 Manual
U 369  A 347  P.F. .90  KW 199
KVA 222  KVAh 98.0  Hz 49.9
KWh 0004.32    KVAh 0002.34
PEAK MEM  KVA 16.4  KW 10.3
Phase  L1    L2    L3
U      213   213   213
A      347   347   347
KW     65.1  66.3  67.5
    
```

Impresión manual TRIFASICA

```

microVIP 3 24/06/92    14:48:39 Manual
U 215  A 346  P.F.- .69  KW 51.2
KVA 74.4  KVAh-54.0  Hz 49.9
KWh 0000.26    KVAh 0000.02
PEAK MEM  UA  —    U  —
    
```

Impresión manual MONOFASICA

5.3.2 IMPRESION AUTOMATICA

Esta función permite establecer un tiempo automático de impresión, esto significa que el instrumento imprimirá periódicamente la situación actualizada correspondiente a todas las medidas efectuadas.

La programación del tiempo de impresión automática se efectúa mediante el reloj (ver par. 5.4)

Ejemplo de impresión automática

```

microVTP 3 24/06/92 15:08:00
U 374 A 347 P.F.-.79 KW 176
KVA 225 KVAh-139 Hz 50.0
KWh 0037.49 KVAh 0018.04
PEAK MEM KVA 226 KW 140
Phase L1 L2 L3
V 216 216 216
A 346 346 347
KW 58.9 59.2 58.1
    
```

```

microVTP 3 24/06/92 14:52:00
U 216 A 346 P.F. 1.00 KW 74.6
KVA 74.7 KVAh 5.20 Hz 49.9
KWh 0002.93 KVAh 0001.57
PEAK MEM UA — V —
    
```

Impresión automática TRIFASICA

Impresión automática MONOFASICA

7.6 FORMULAS UTILIZADAS

7.6.1 FORMULAS MONOFASICAS

Tensión eficaz

$$V_{IN} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (v_{IN})_i^2}$$

Potencia activa

$$W_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (v_{IN})_i \cdot (a_1)_i$$

Factor de potencia

$$\cos \phi_1 = \frac{W_1}{VA_1}$$

Corriente eficaz

$$A_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (a_1)_i^2}$$

Potencia aparente

$$VA_1 = V_{IN} \cdot A_1$$

Potencia reactiva

$$VAR_1 = \sqrt{(VA_1)^2 - (W_1)^2}$$

$(v_{IN})_i$ $(a_1)_i$: son los muestreos de la tensión y de la corriente.

7.6.2 FORMULAS TRIFASICAS

Tensión trifásica
equivalente

$$V_{\Sigma} = \frac{V_{12} + V_{23} + V_{31}}{3}$$

Potencia reactiva
trifásica

$$VAR_{\Sigma} = (VAR_1 + VAR_2 + VAR_3)$$

Corriente trifásica
equivalente

$$A_{\Sigma} = \frac{VA_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot V_{\Sigma}}$$

Potencia activa
trifásica

$$W_{\Sigma} = W_1 + W_2 + W_3$$

Potencia aparente
trifásica

$$VA_{\Sigma} = \sqrt{W_{\Sigma}^2 + VAR_{\Sigma}^2}$$

Factor de potencia
trifásica equivalente

$$\cos \phi_{\Sigma} = \frac{W_{\Sigma}}{VA_{\Sigma}}$$

KIT PER MICROVIP3



MICROVIP3-KIT

- Complete with:
- 1 Carrying case for MICROVIP kit
 - 1 MICROVIP 3
 - 1 Power supply cable
 - 1 Set of voltage measurement cables
 - 3 Clip-on CT's 1000A/1Vrms AC with cables
 - 2 Fuses 5x20 160 mA (spare)
 - 1 Ink ribbon (spare)
 - 1 Roll of printer paper (spare)
 - 1 Carrying strap
 - 1 User manual
 - 1 Guarantee certificate
 - 1 Calibration certificate

SPARE PARTS

- PINZA-1000A/1V-AC** Clamp meter 1000A/1 VAC
- CONF.10-CARTA-X-VIP3** Package of 10 paper rolls for MICROVIP3
- NASTRO-EPR-ERC-09C** Ink ribbon for printer
- CONF.10-FUS-VIP3-220V** Package of 10 - 5x20 - 80 mA - 250V - delayed fuses
- VIP3-CAVO-VOLT** Set voltage cables for MICROVIP3
- VIP3-CAVO-RETE** Mains supply cables for VIP3
- MICROVIP-BRETELLA** 1 carrying case for MICROVIP3
- MICROVIP3-VALIGIA** 1 carrying case for MICROVIP3

GENERAL SPECIFICATIONS

- **Inputs:**
 - Voltmeter: (L1-N, L2-N, L3-N) max 750 Vrms fr. 20 to 600 Hz.
 - Ammeter: 1 Volt from 20 to 600 Hz.
- **Number of scales:** 3 voltage scales; 3 current scales.
- Automatic scale change
- **Scale change response time:** 500msec.
- **Ambient temperature Range:** from -10°C to +50°C
- **Safety reference standards:** IEC 348, VDE 411 class 1, for operating voltages -650 VAC rms, IEC 1010-1, EN 61010-1, 600V.

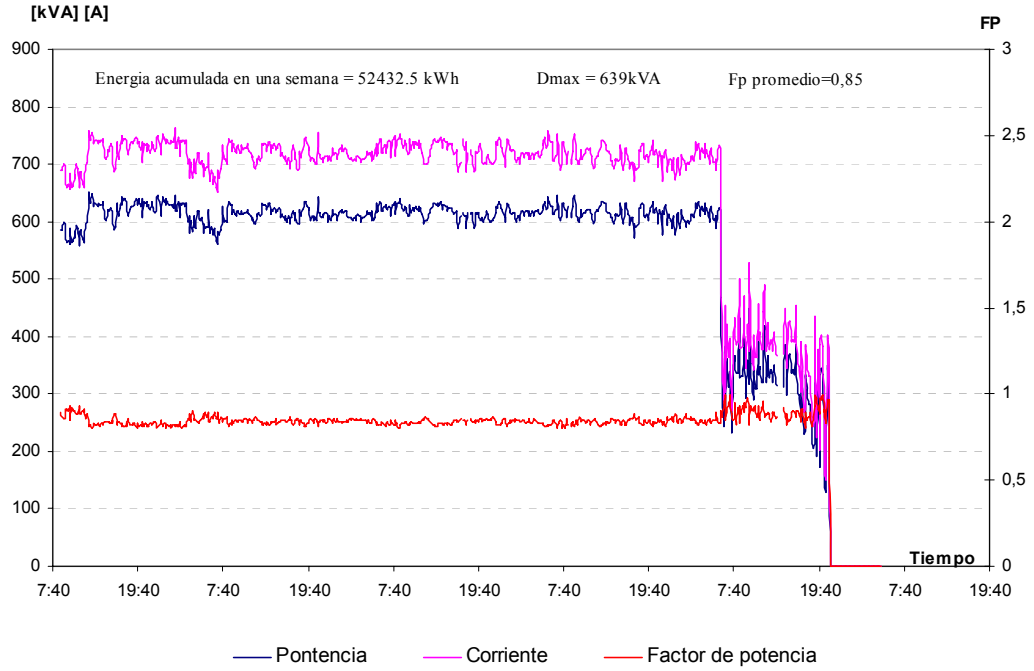
- **EMC reference standards:** EN 50081-1, EN 50082-1, EN 55022.
- **Instrument dimensions:** 251 x 239 x 104 mm.
- **Instrument weight:** 2,9 Kg.
- **Kit weight:** 6,3 kg.

POWER SUPPLY

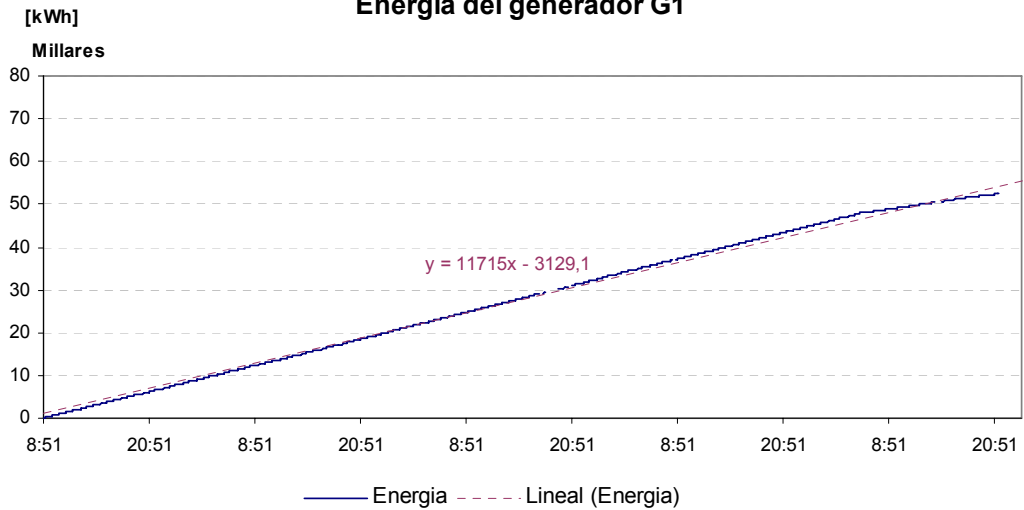
- Mains: 100 + 120V~ / 200 + 240V~ ± 10%
- Internal battery
- Instrument consumption: 4VA

[Anexo 6] [Curvas de cargas]

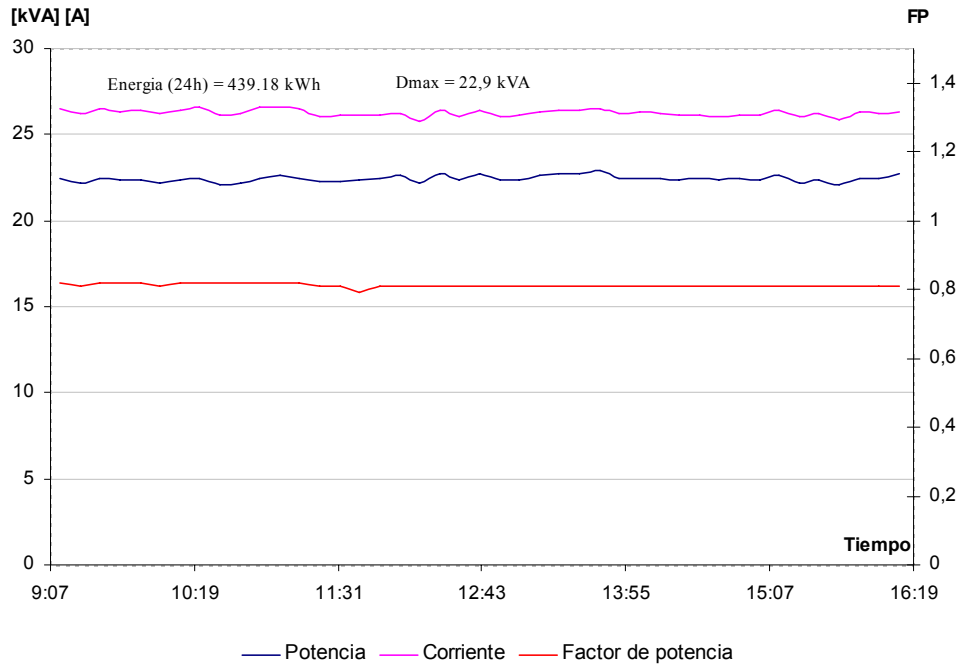
Generador 656 kVA



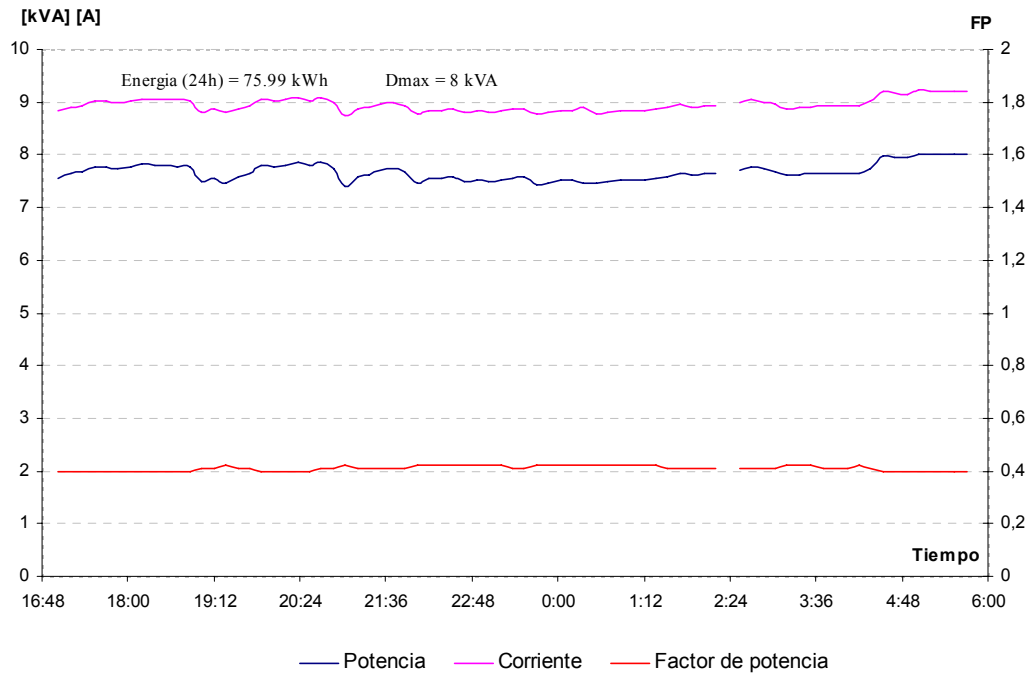
Energia del generador G1



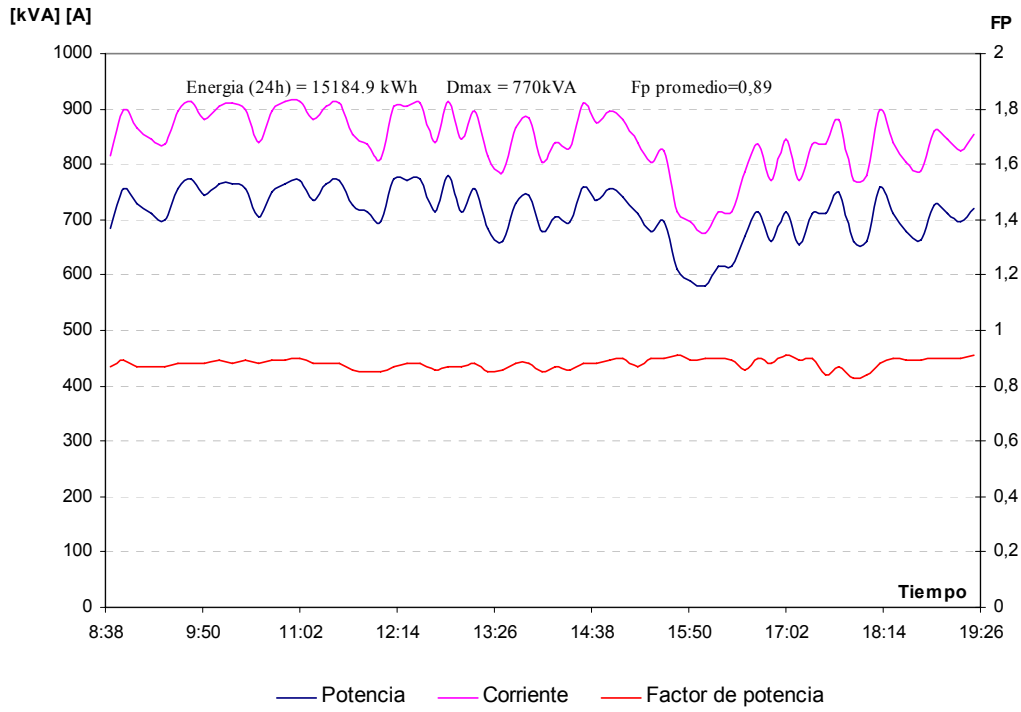
Radiador del Generador



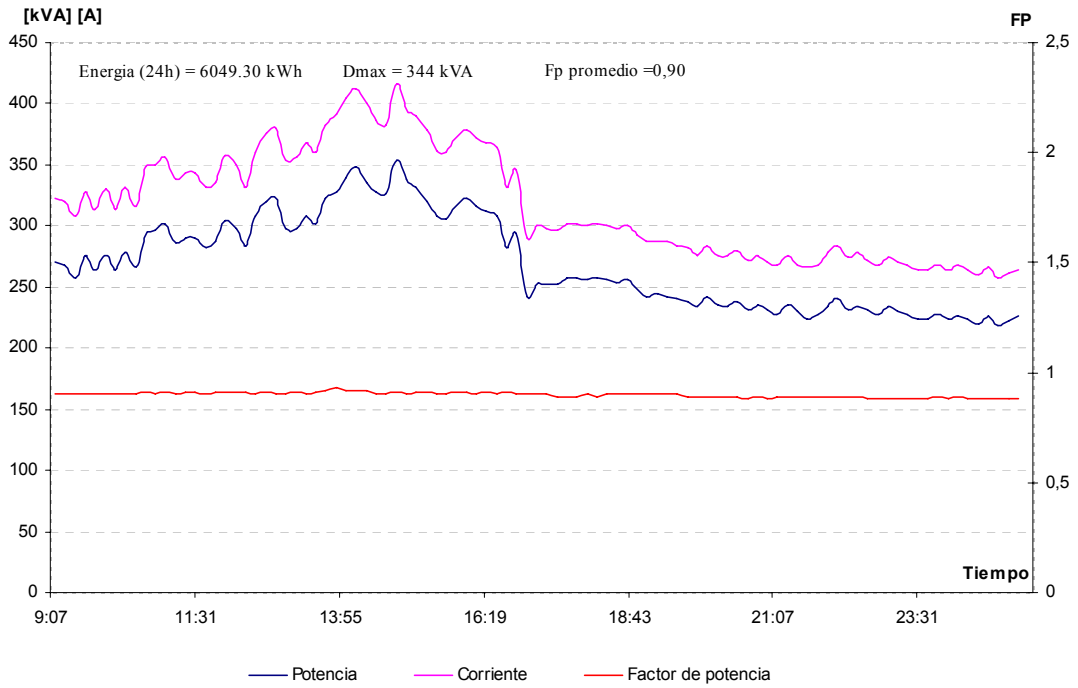
Extractores del Generador



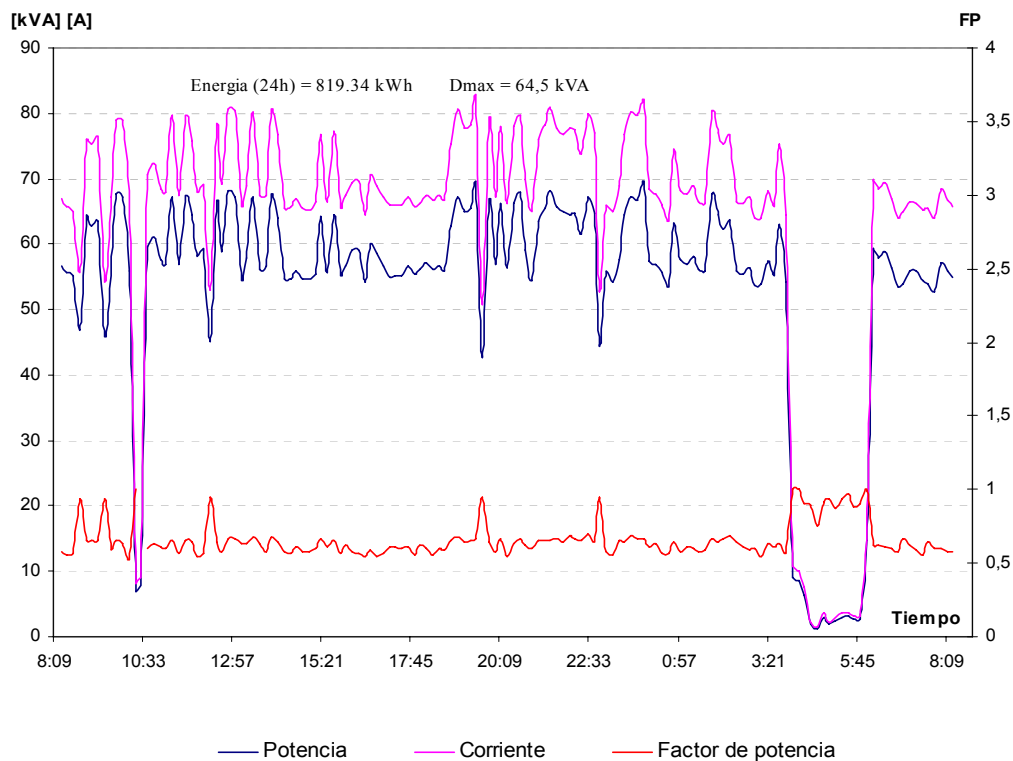
Tablero T_WB



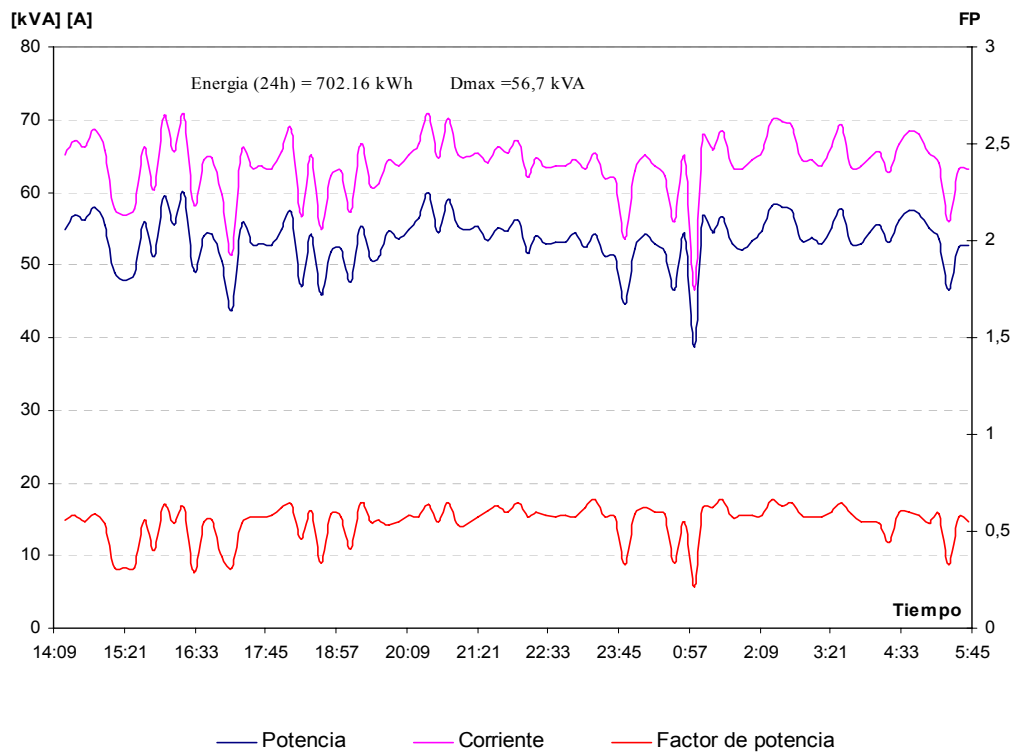
Tablero T_WA



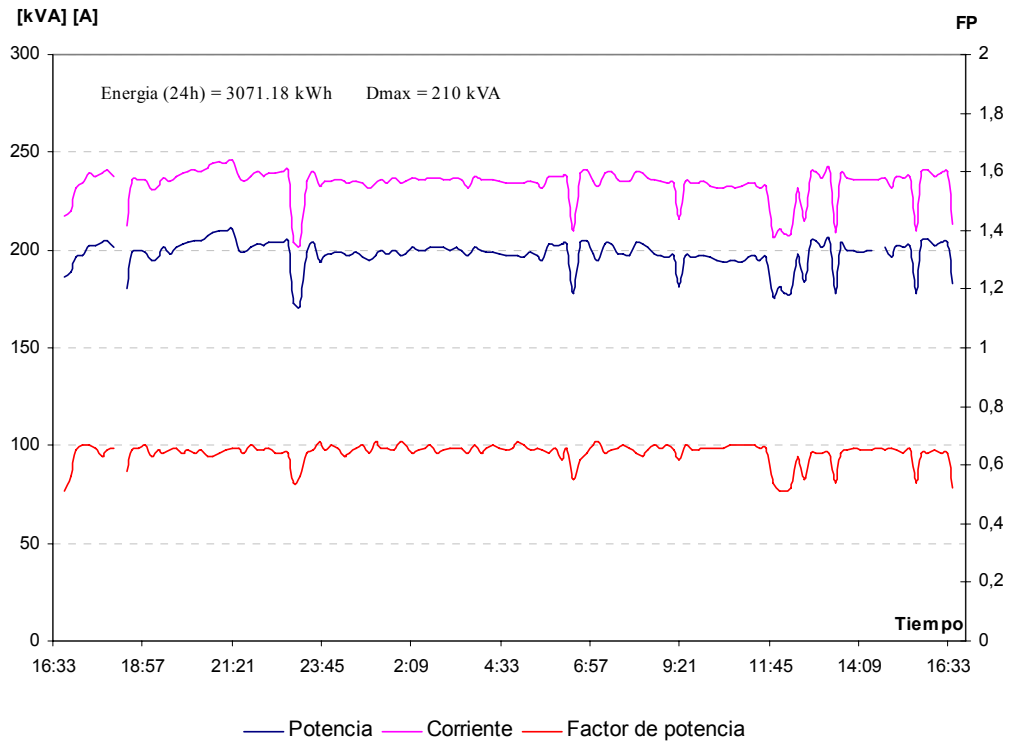
Eniplan



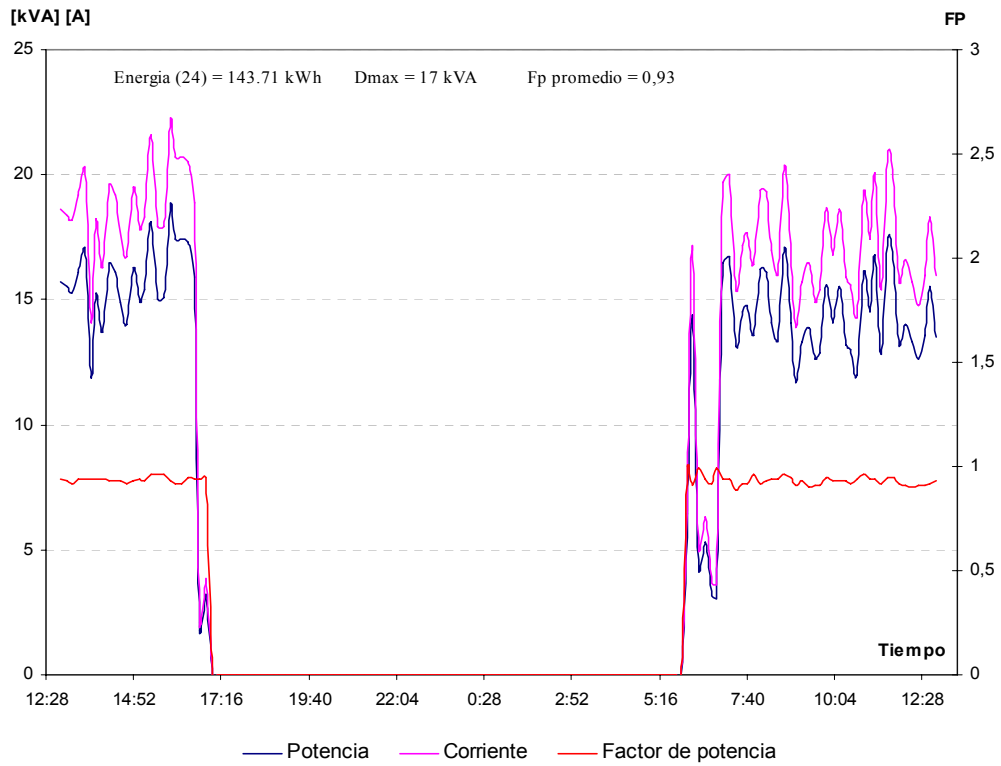
VAN_MAC



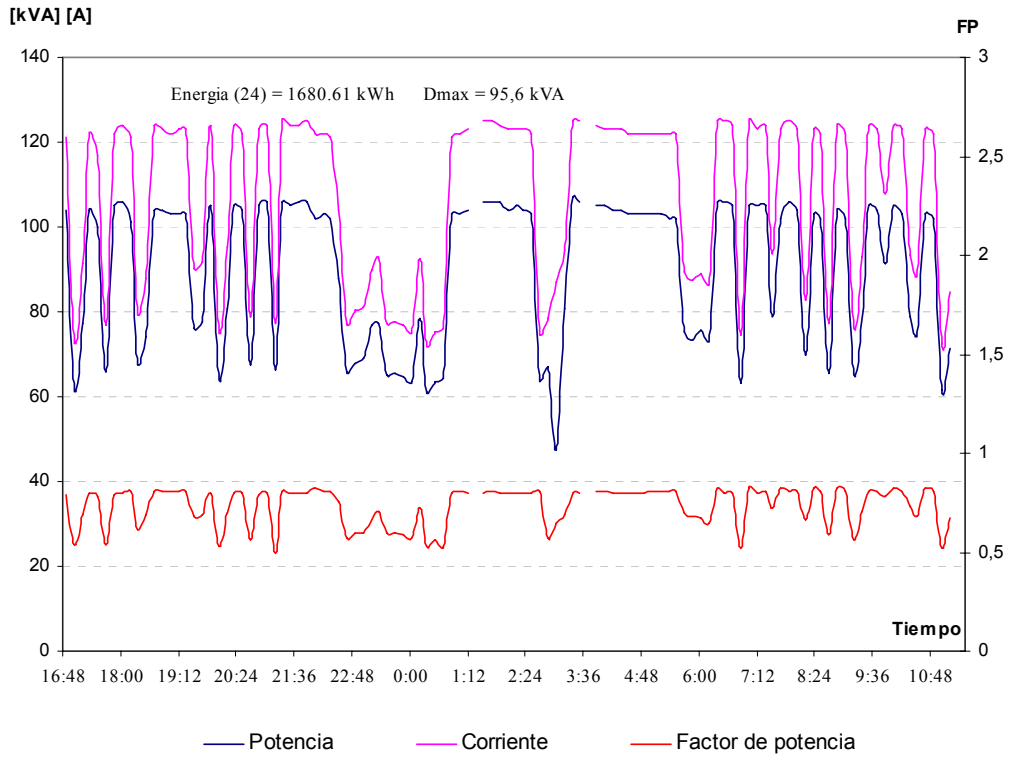
Diatec



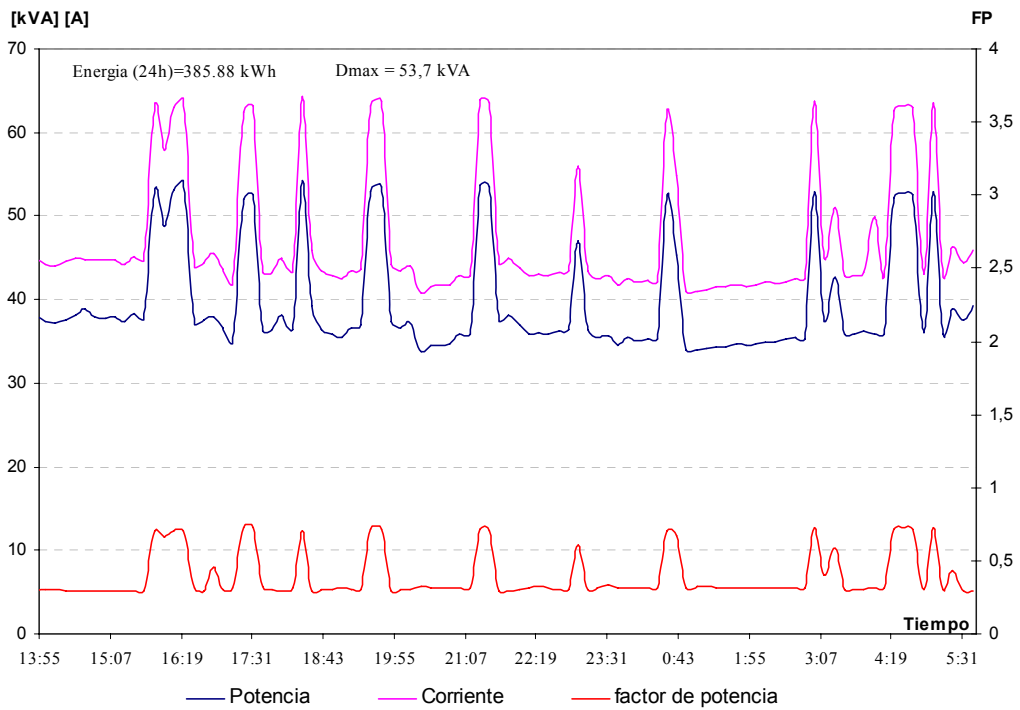
Panty shield "Chinita"



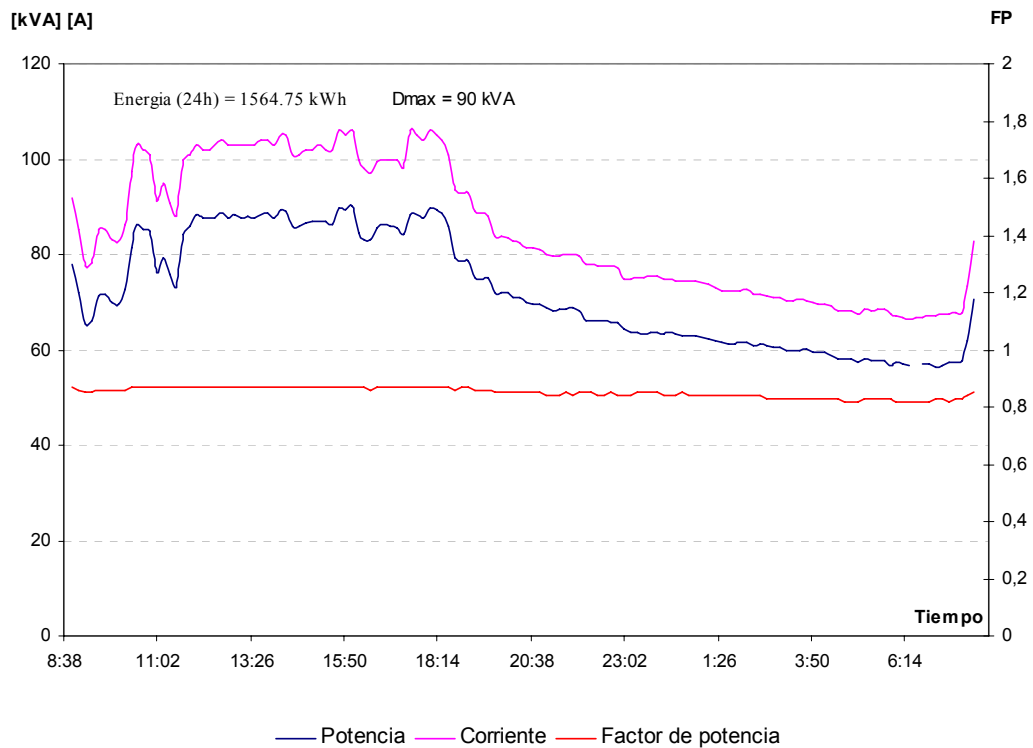
Compresor de aire grande G75



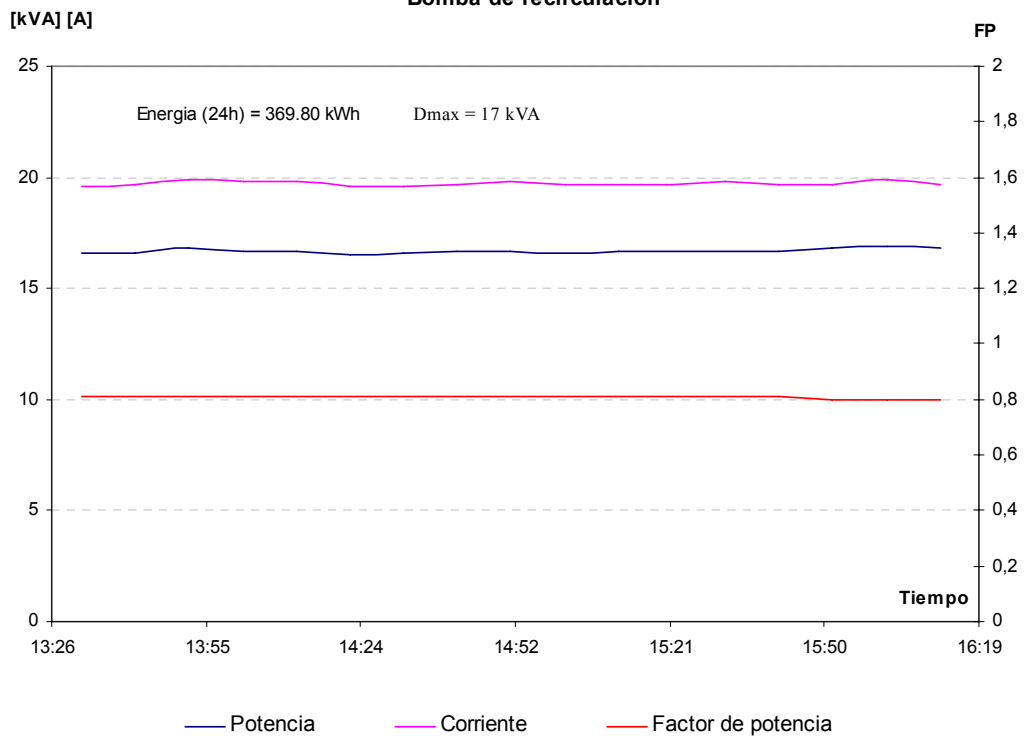
Compresor de aire pequeño G30



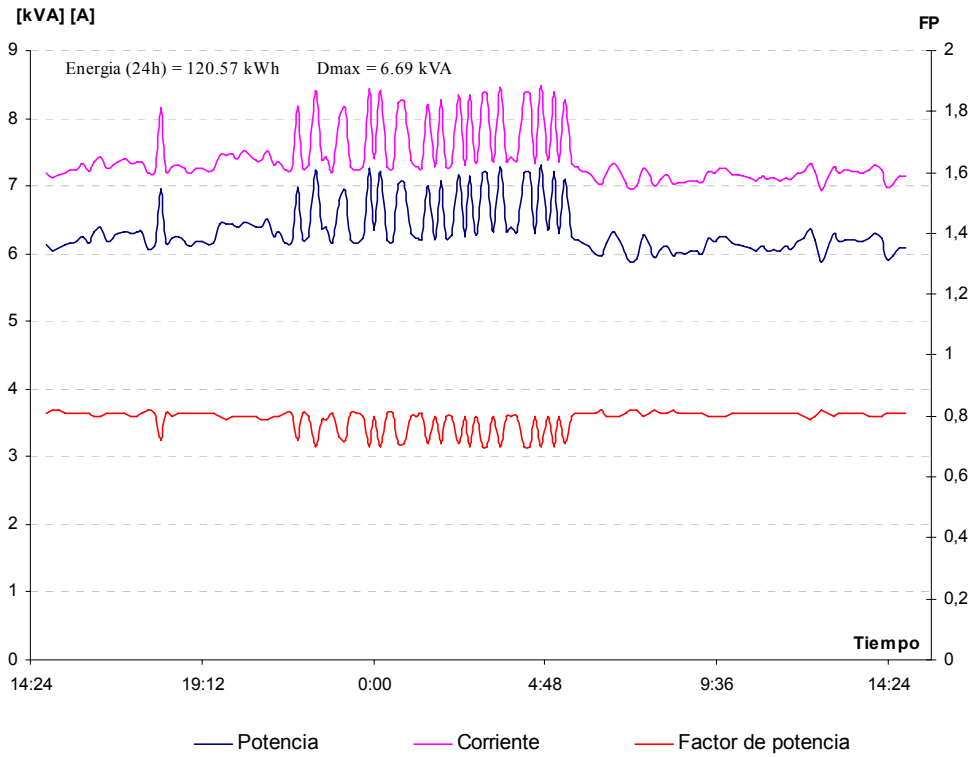
Chiller



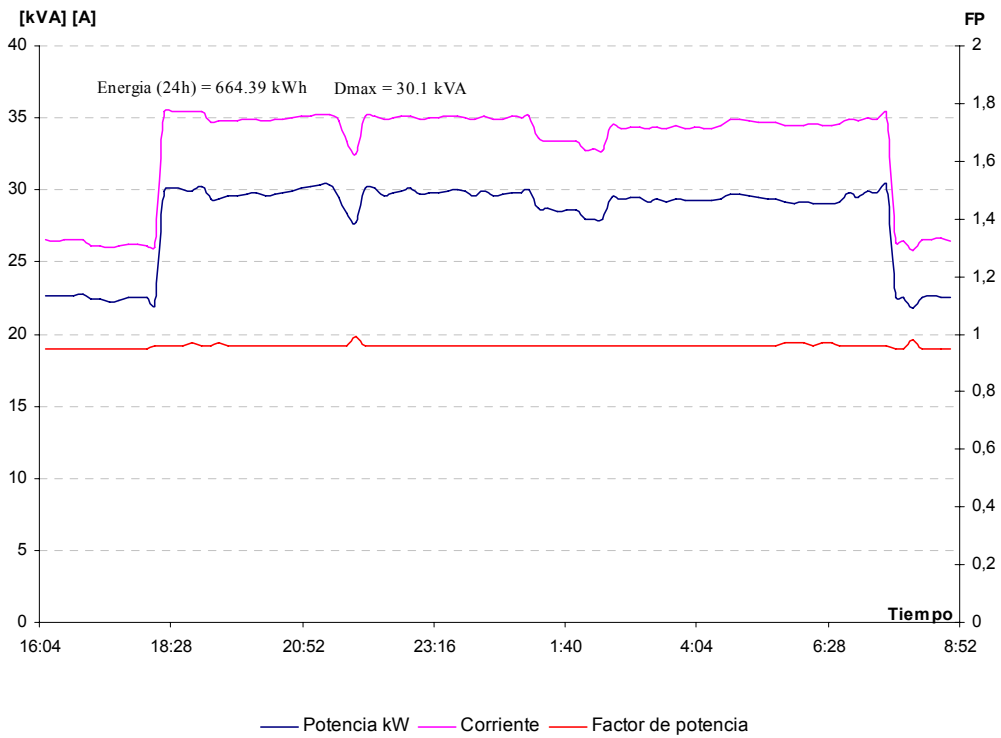
Bomba de recirculación



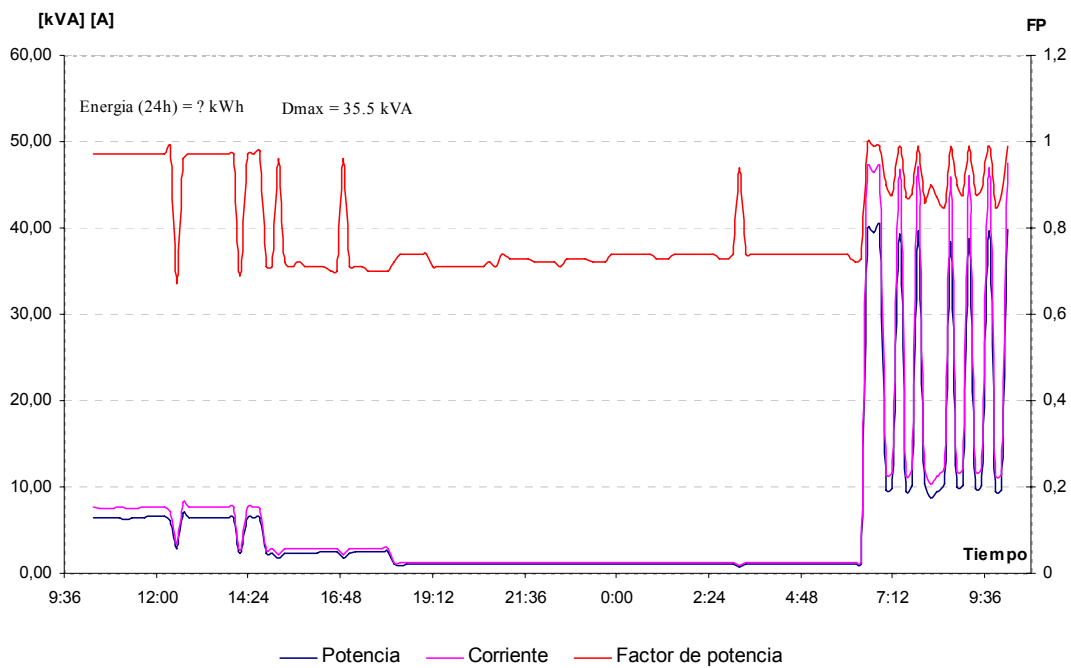
T1 Servicios auxiliares generador



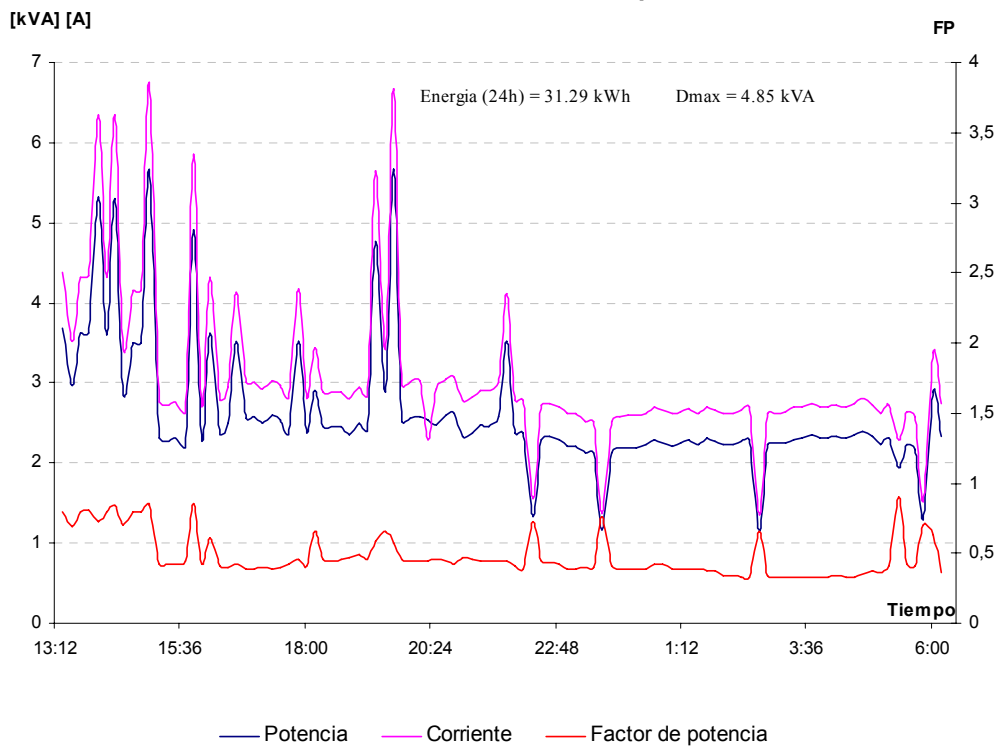
T2 Iluminacion externa,produccion,almacen



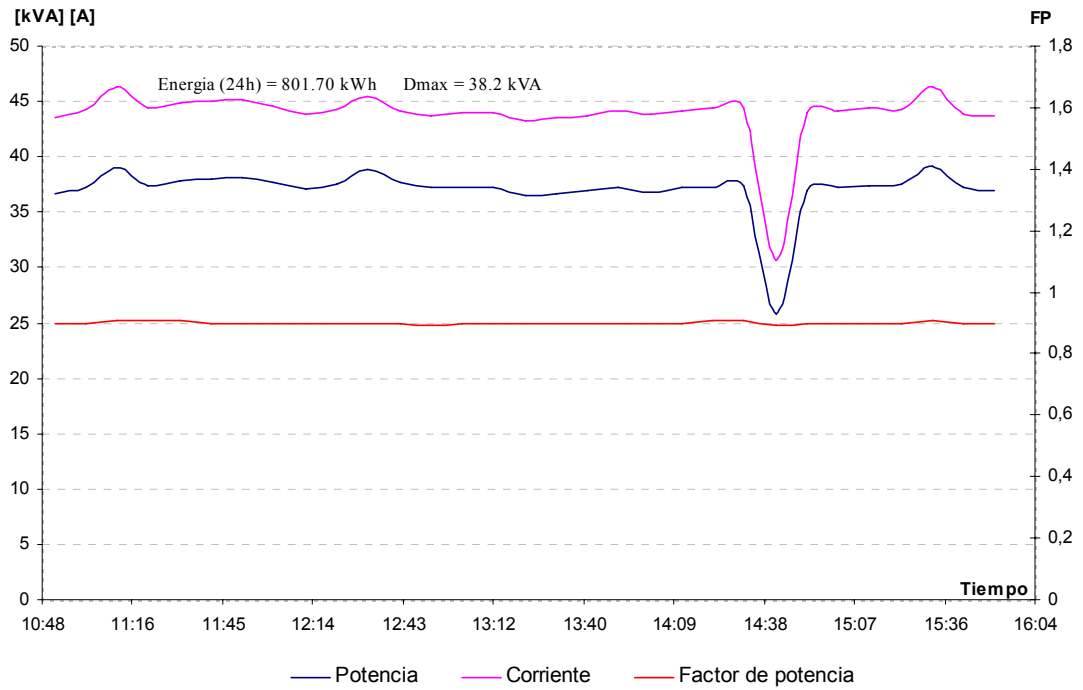
T3 Producción Wipes



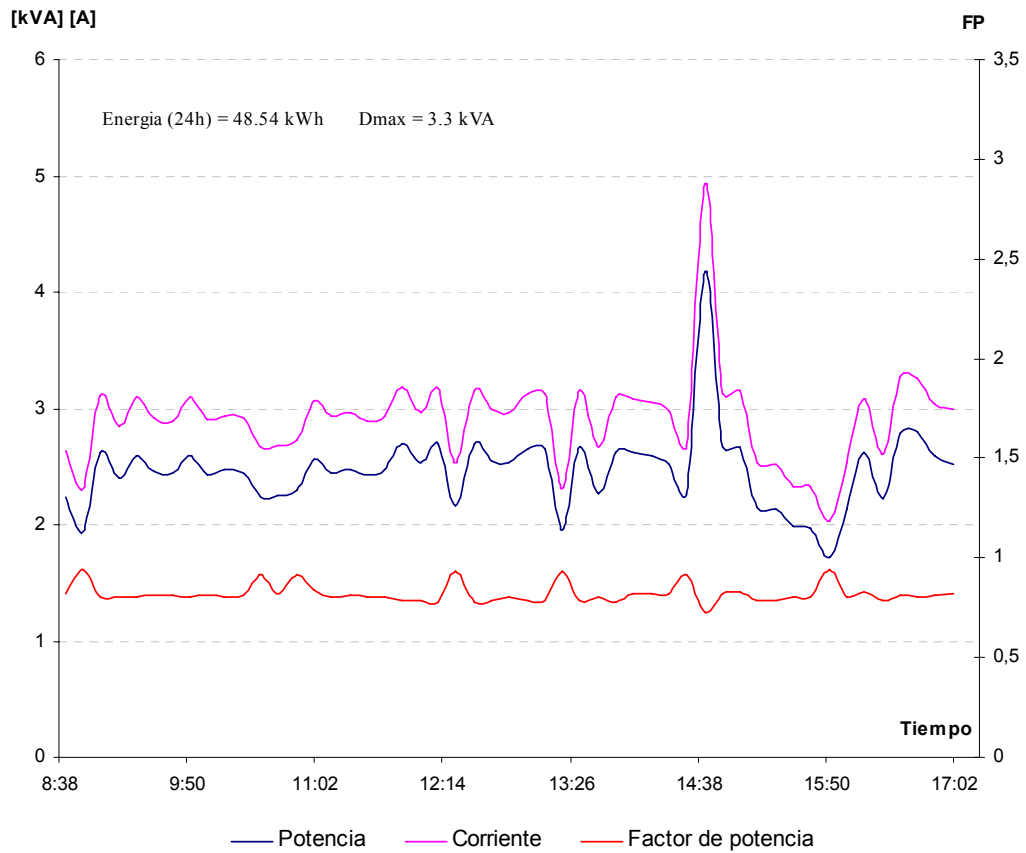
T4 Servicios externos de planta



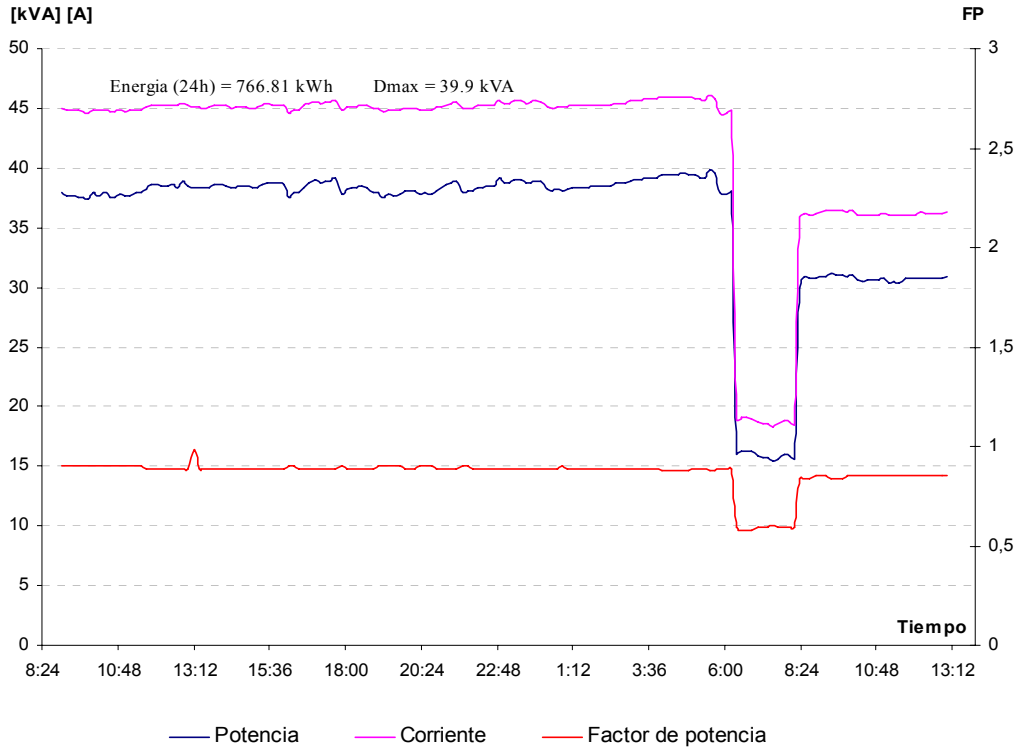
T5 Oficina piso 2



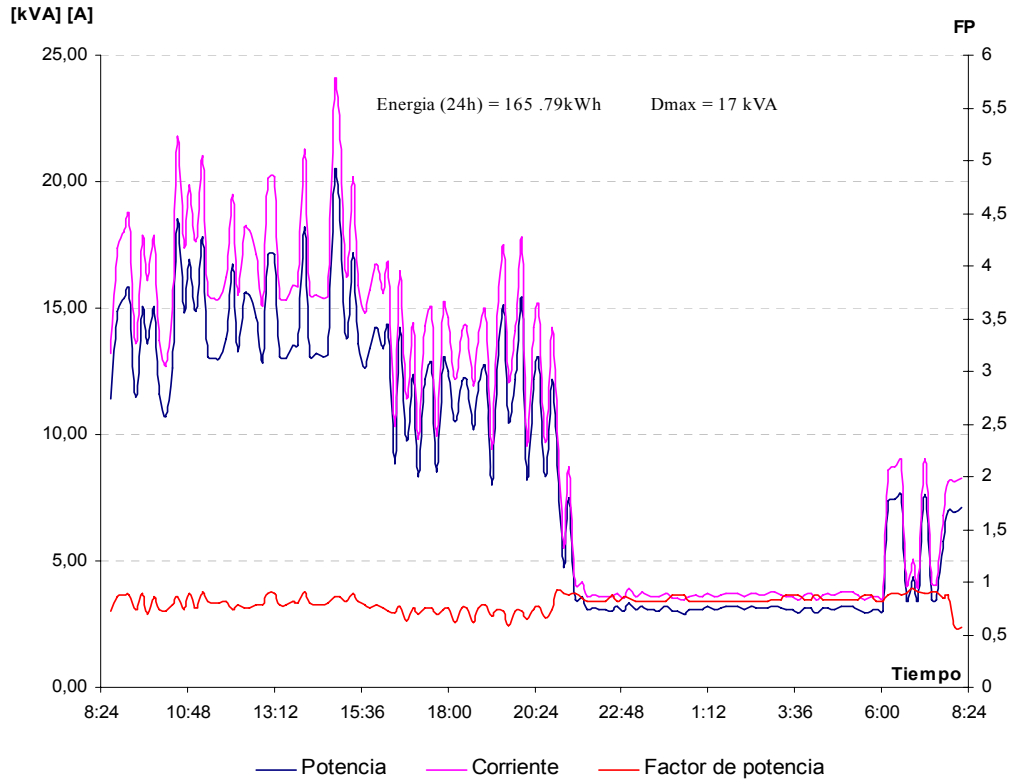
T6 Servicios de producción



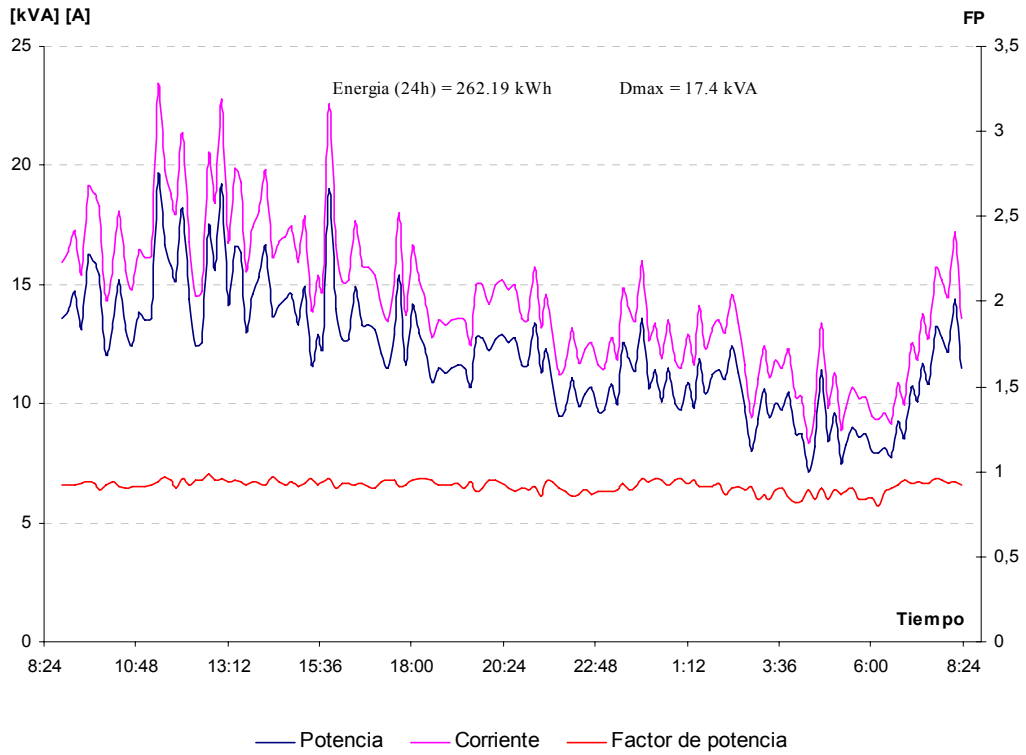
T7 Iluminación producción



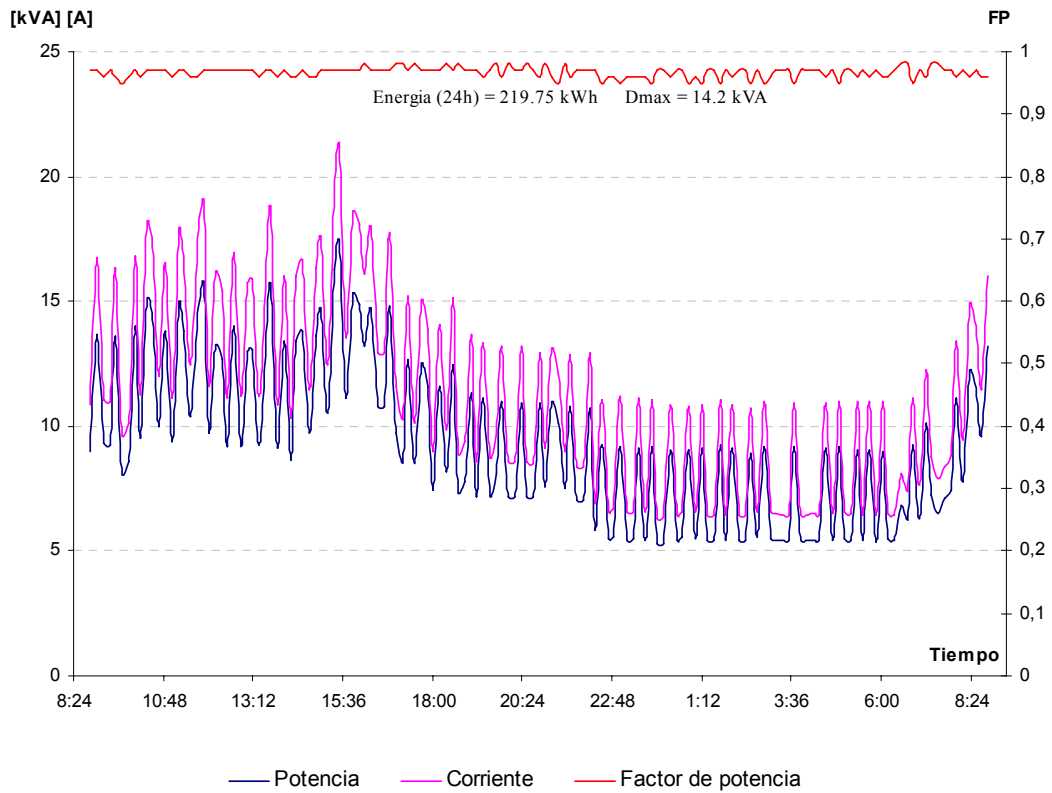
T8 Taller mecanico



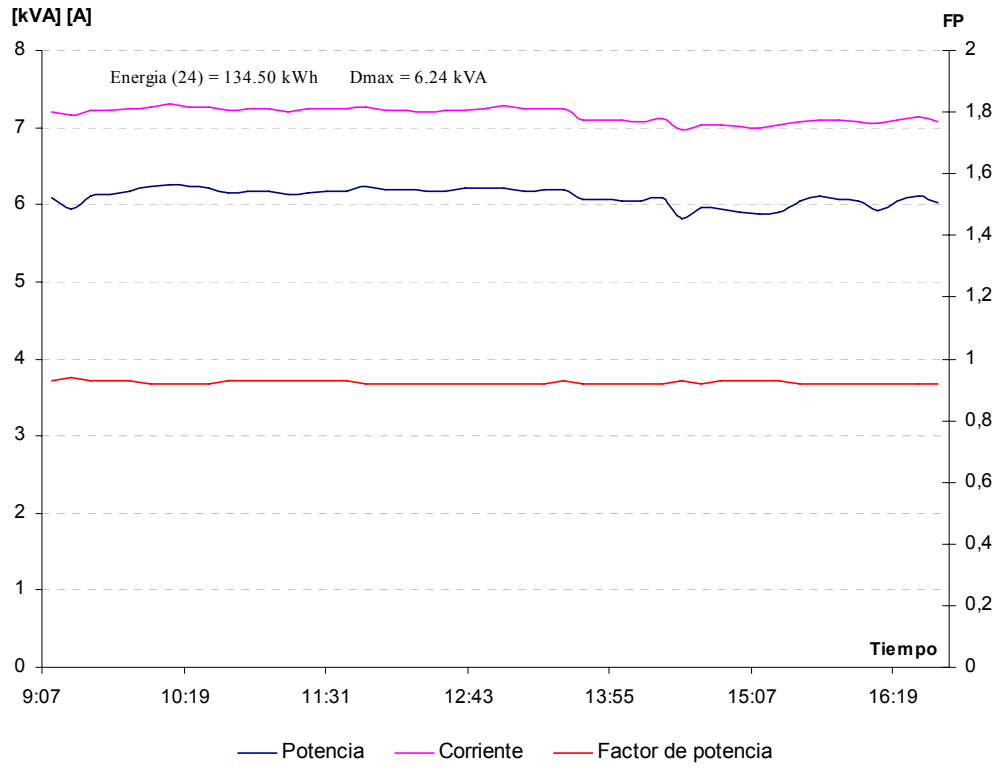
T9 Tomas corrientes planta



T10 Tomas corrientes piso 1



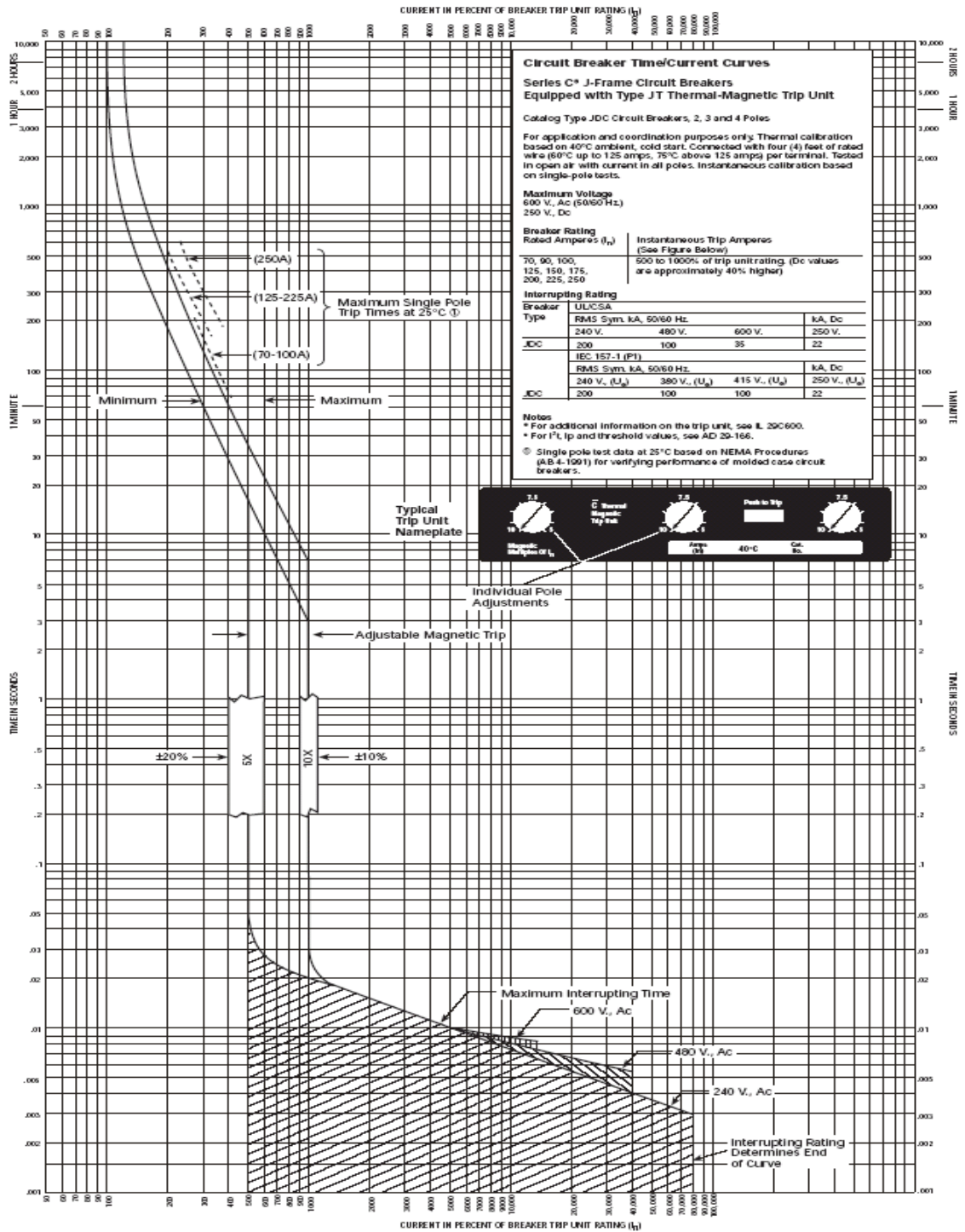
T11 Iluminación piso 1



[Anexo 7]

[Curvas características tiempo vs corriente de los interruptores]

Series C Type JDC Equipped With Type JT Thermal-Magnetic Trip Unit

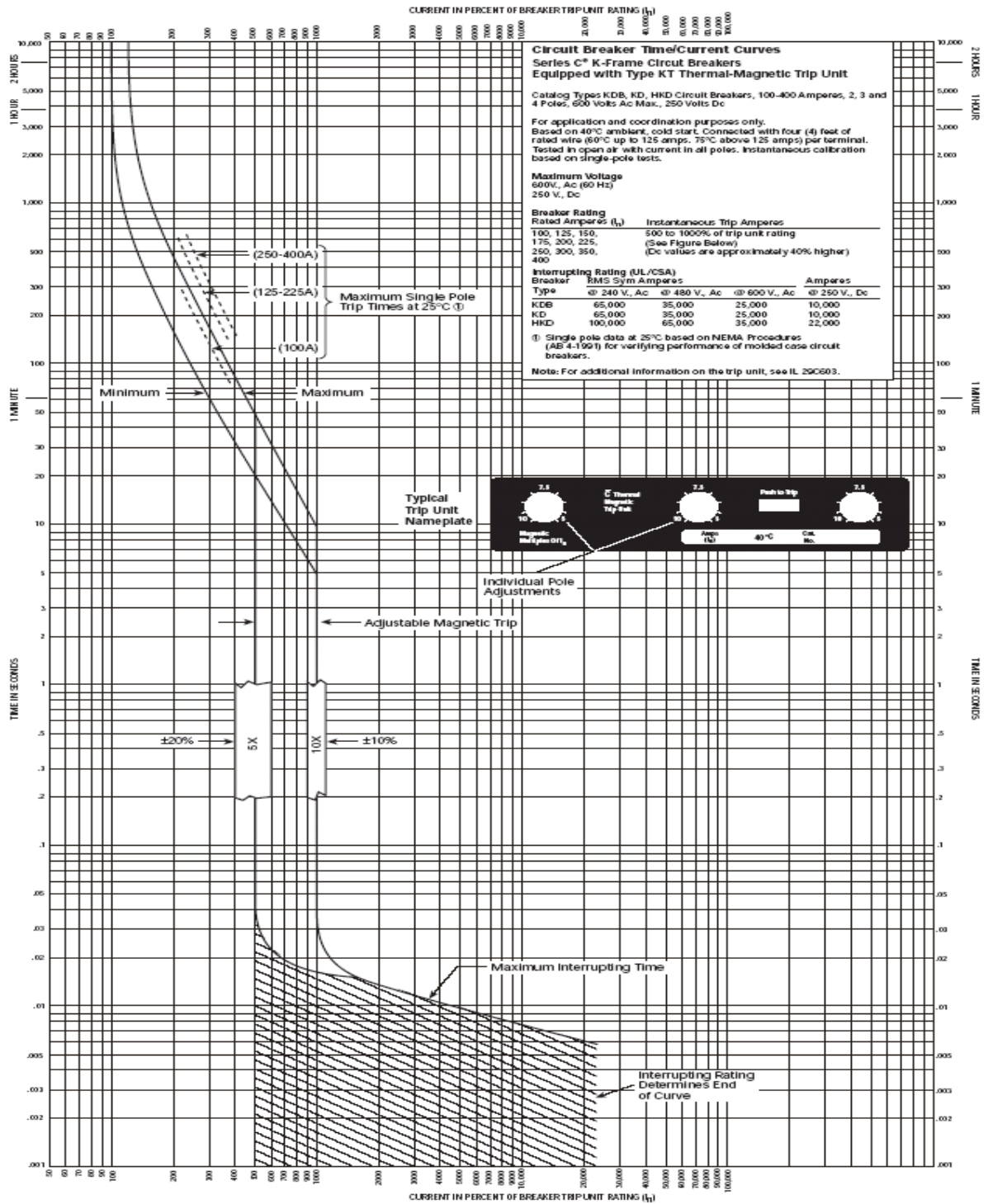


December 1998



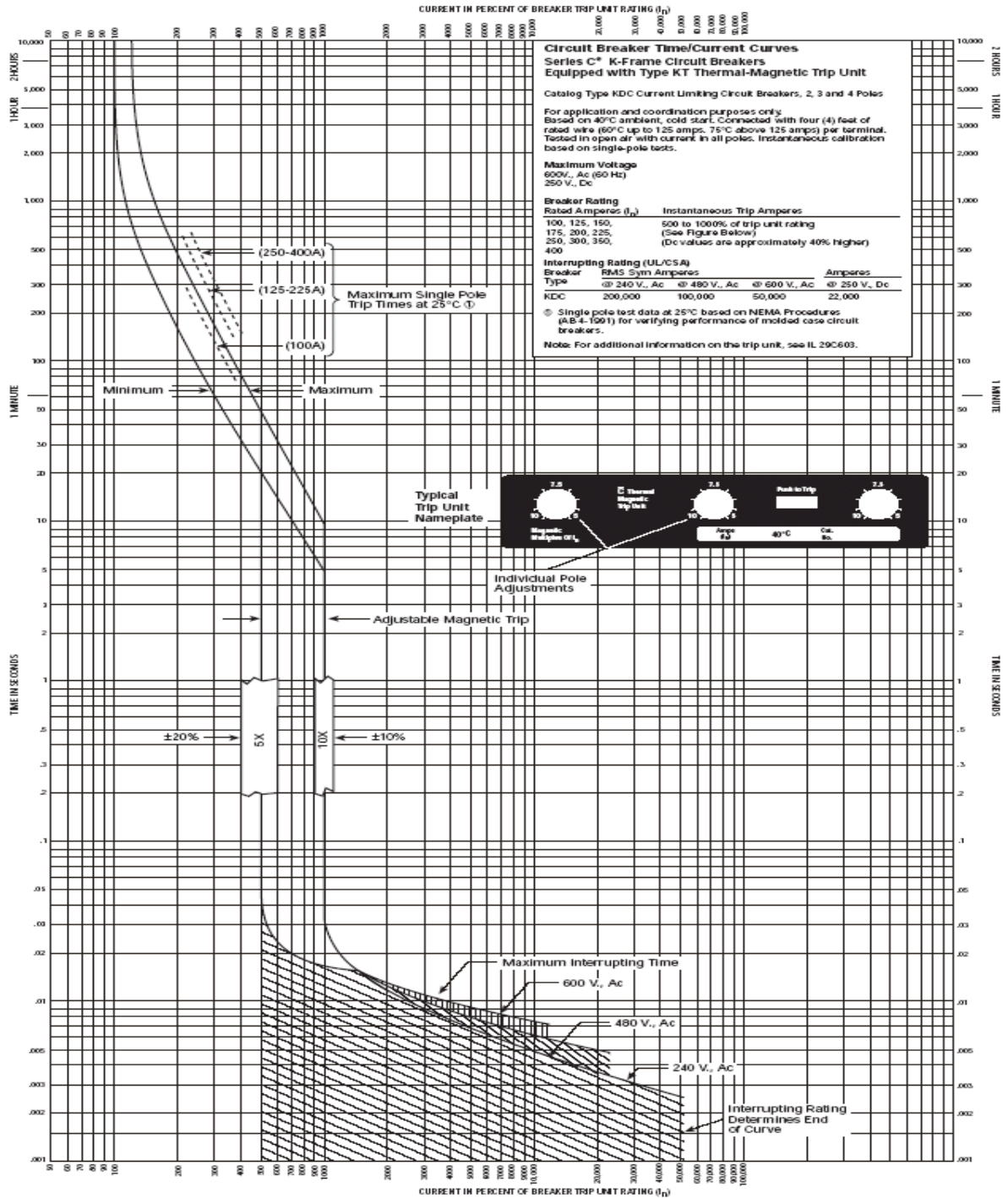
CURRENT IN PERCENT OF BREAKER TRIP UNIT RATING (I_b)

Types KDB, KD, HKD Equipped with Type KT Thermal-Magnetic Trip Unit



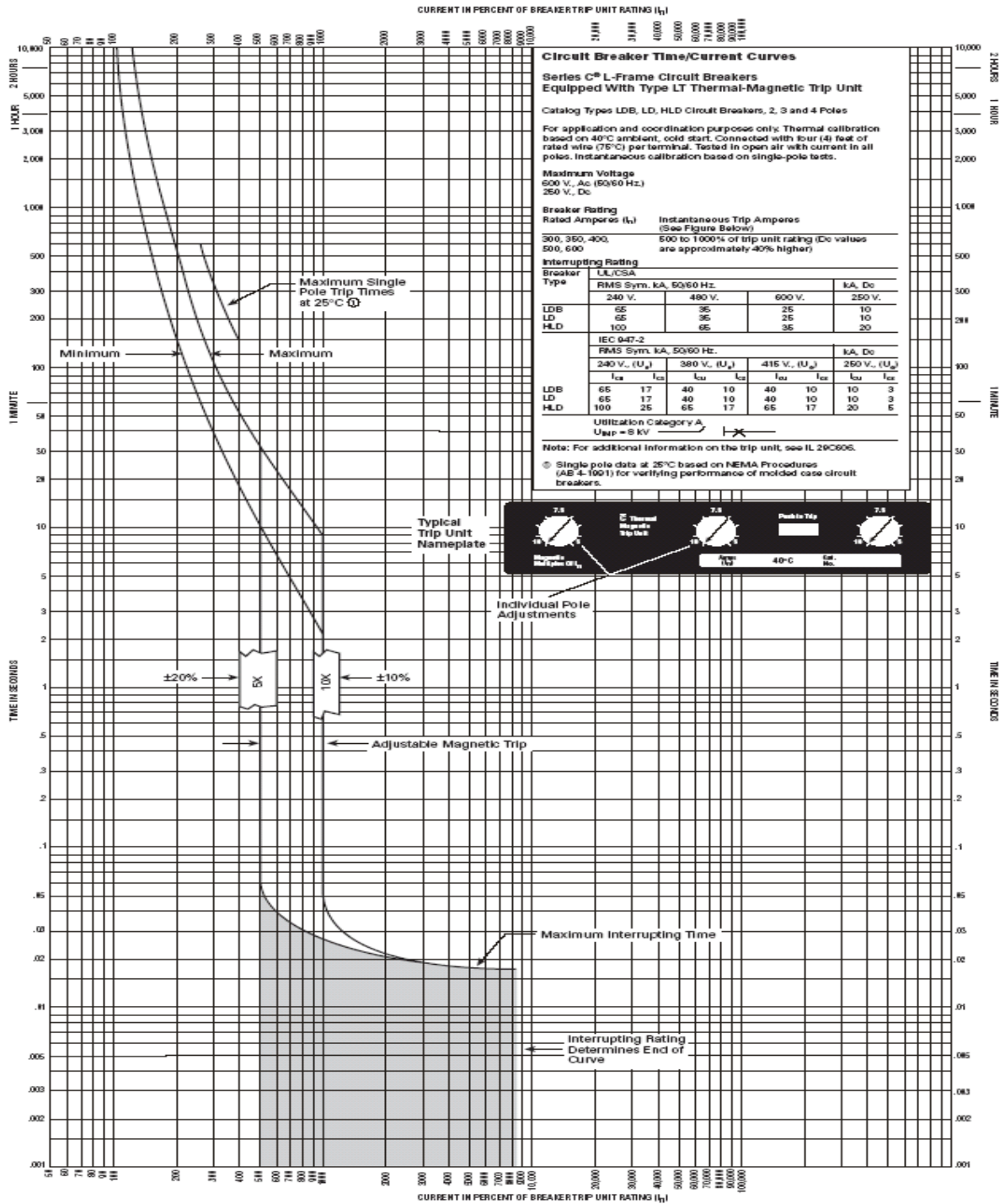
AB DE-ION Circuit Breakers

Type KDC Equipped with Type KT Thermal-Magnetic Trip Unit

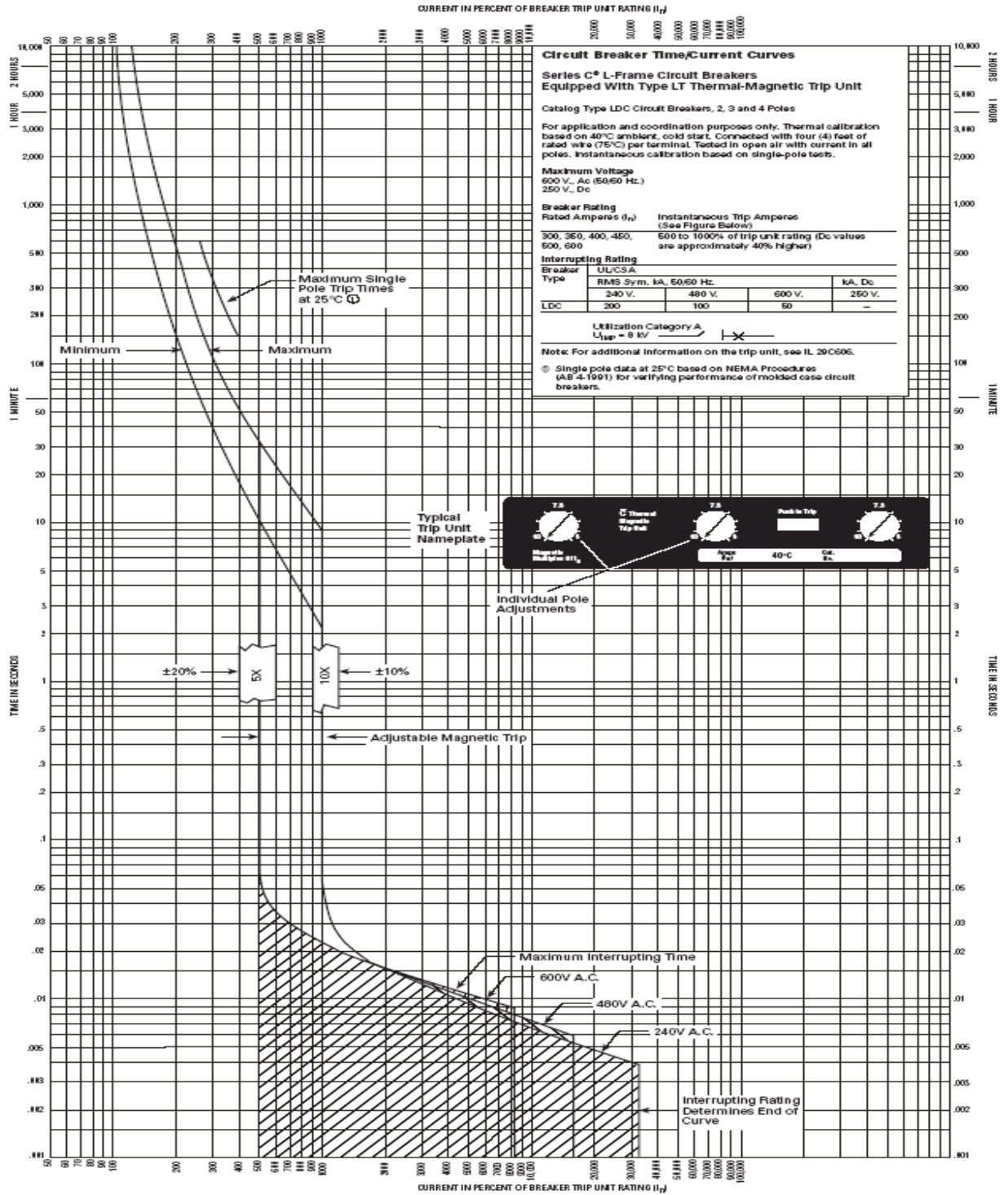


AB DE-ION Circuit Breakers

Types LDB, LD, HLD Equipped With Type LT Thermal-Magnetic Trip Unit

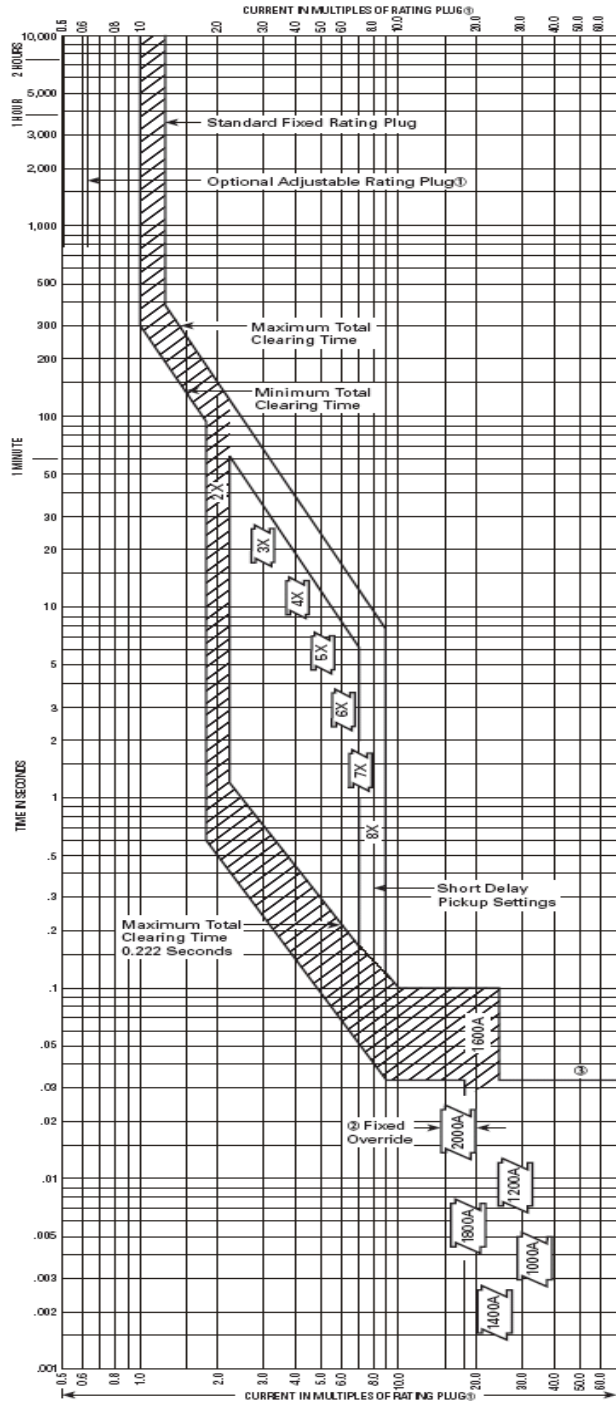


Type LDC Equipped With Type LT Thermal-Magnetic Trip Unit



AB DE-ION Circuit Breakers

Types PC, PCC, PCG, PCCG, PCF, PCCF, PCFG, PCCFG; 1000-2000 Amperes, 2-3 Poles



Circuit Breaker Time/Current Curves
 Types PC, PCC, PCG, PCCG, PCF, PCCF, PCFG, PCCFG Breakers,
 Two and Three Poles
 Westinghouse Electric Corporation

Curve accuracy applies from -20°C to +55°C ambient. For possible continuous ampere derating for ambients above +40°C refer to Westinghouse.

Breaker Ratings
 Maximum Ac Volts 600, 50/60 Hz

Continuous Amperes	Short Delay Pickup Settings
1000-2000	2x to 8x rating plug value with calibration settings as shown on curve (Tolerance ±10%)

Interrupting Rating (UL/CSA Listed)

Breaker	Symmetrical RMS Amperes
Frame 240 Volts	1480 Volts
All above	100,000

Rating Plugs Available

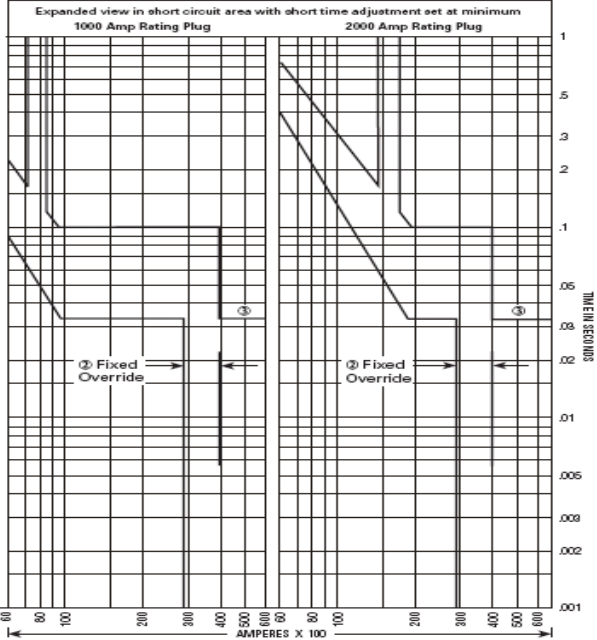
Continuous Amperes	Range of Adjustment
2000 Amps	Fixed 100%
1800 Amps	50 - 100% ①
1600 Amps	Fixed 100%
1400 Amps	70 - 100% ①
1200 Amps	Fixed 100%
1000 Amps	70 - 100% ①
	Fixed 100%
	Fixed 100%

① When adjustable rating plugs are used, short delay pickup settings track the selected position of the adjustable rating plug. For example, with an adjustable 2000 Amp rating plug set at 50%, and the short delay pickup set at 4x, the short delay pickup is 2000 x 50% x 4 = 4000 Amps.

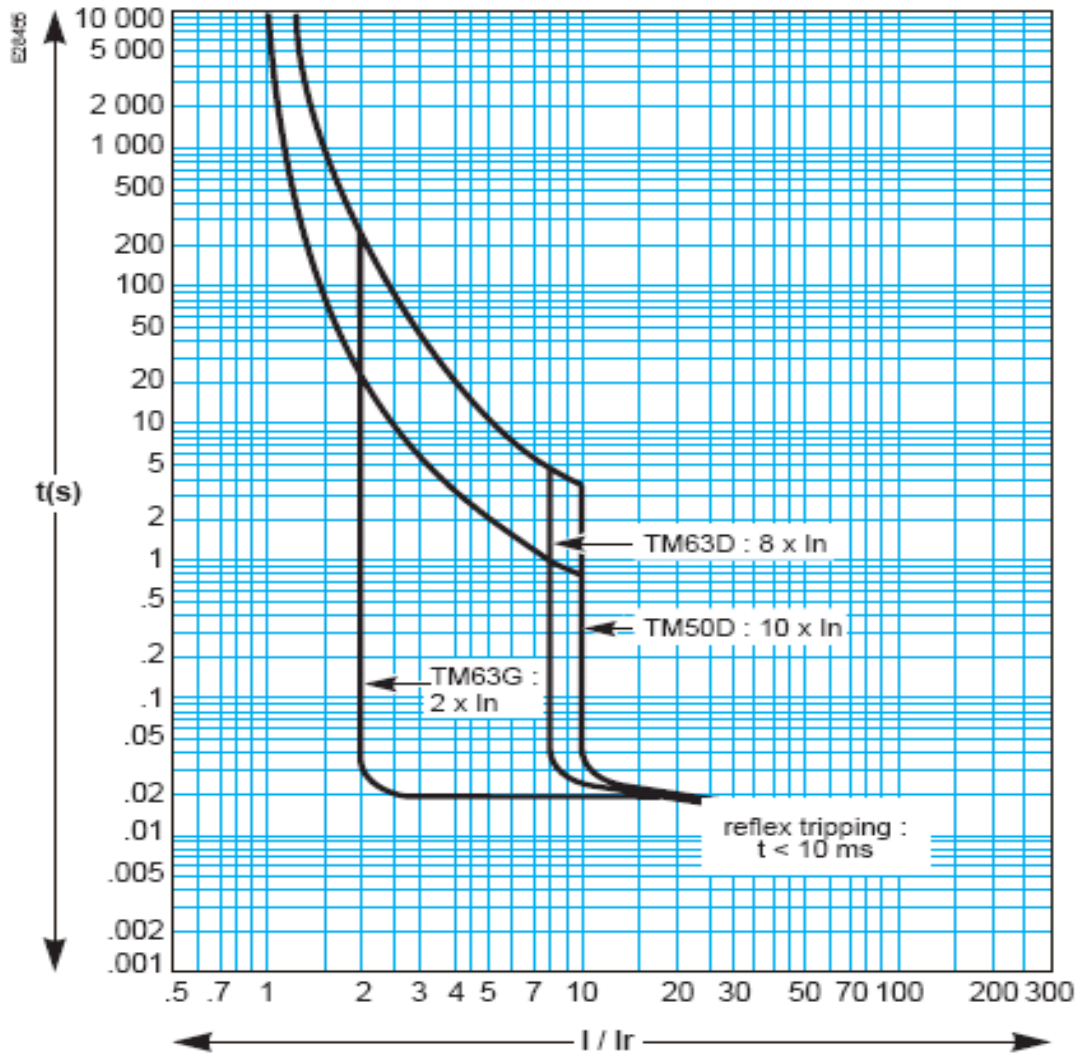
② For high fault current levels, a fixed instantaneous override is provided. The trip level for each rating plug is shown. (Tolerance ±15%)

③ The end of the curve is determined by the interrupting rating and/or the specific application.

④ For ground fault time-current characteristics of PCG, PCCG, PCFG, and PCCFG, see curve No. SC-3610-81.

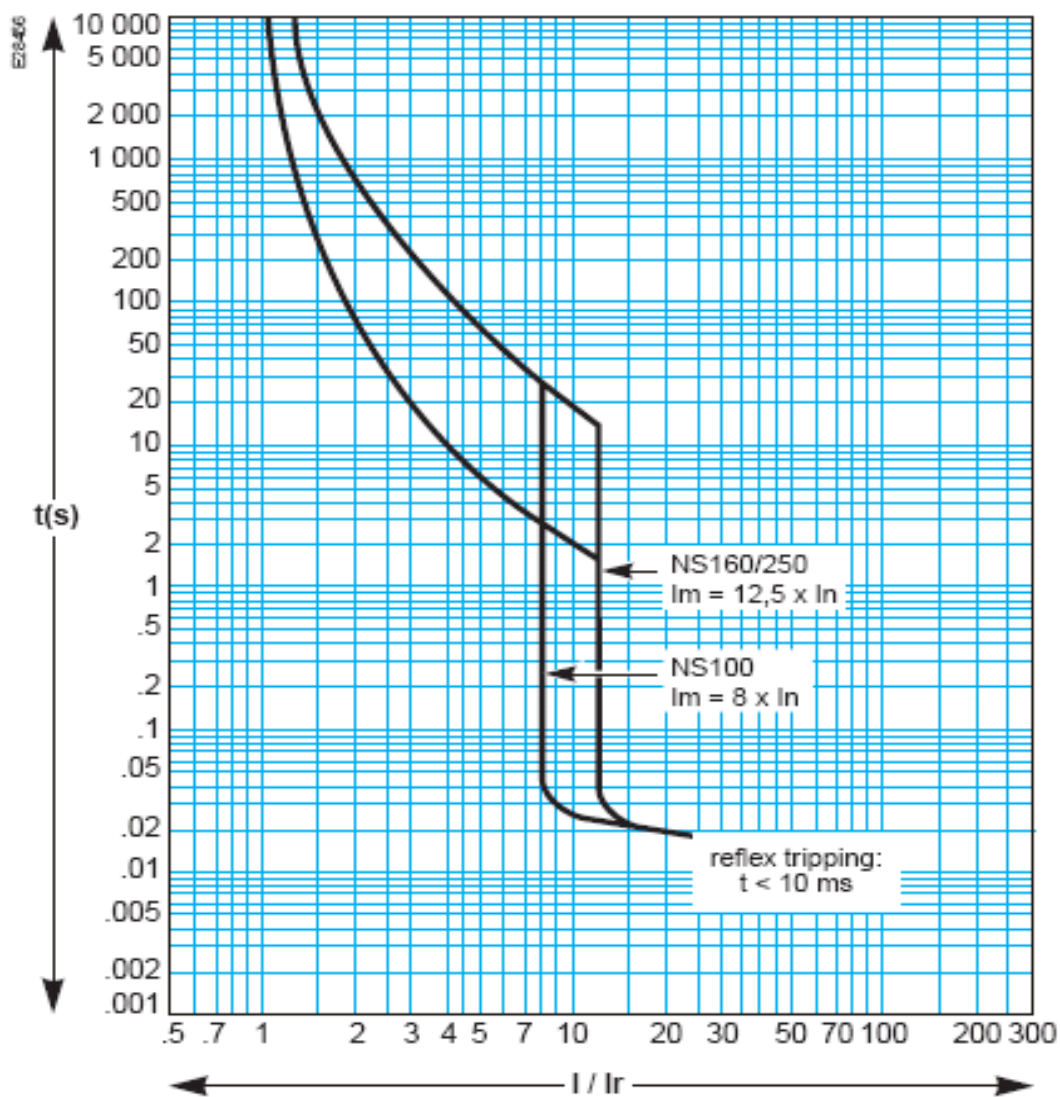


TM50D / TM63D / TM63G

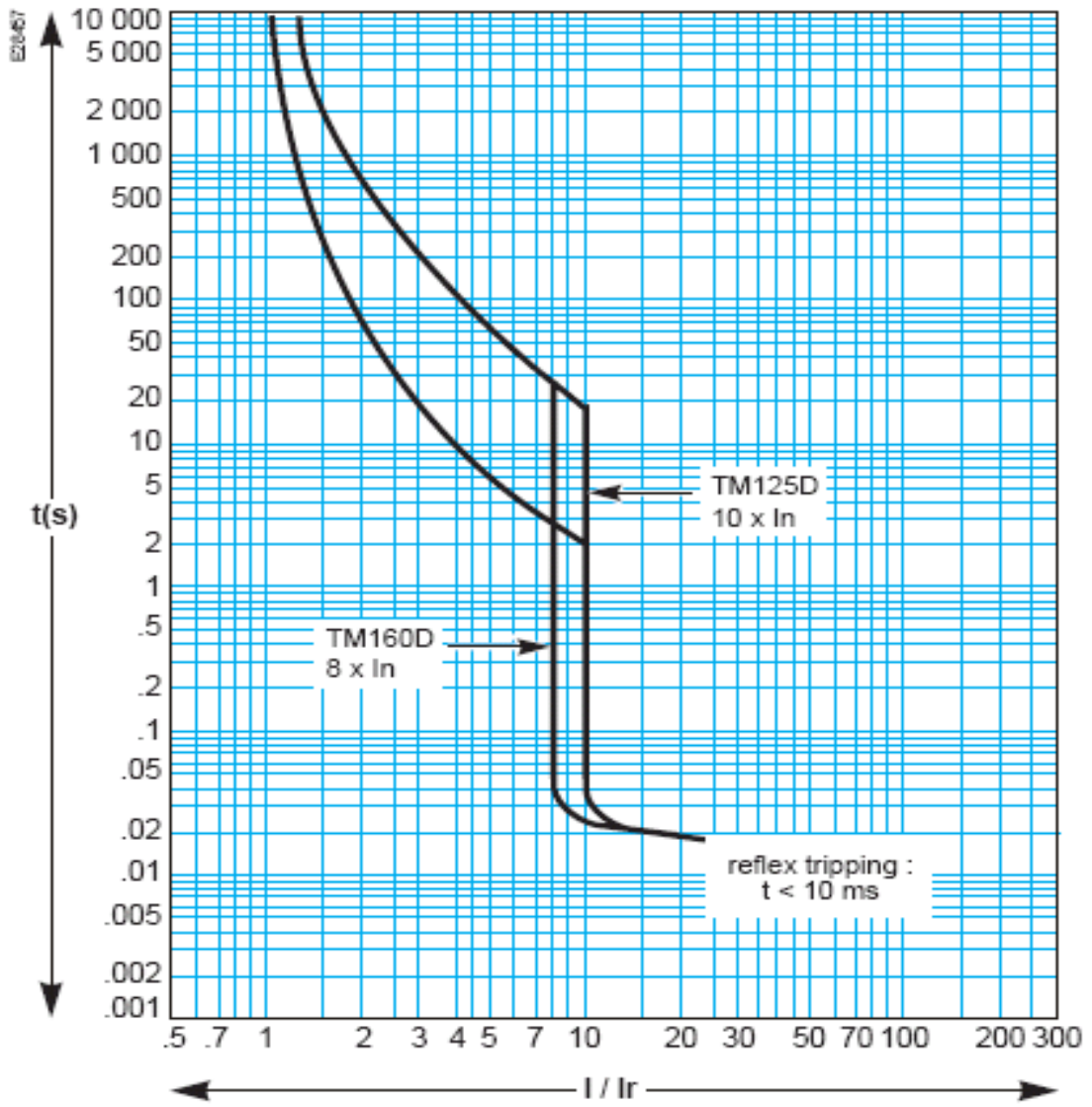


TM magnetic trip units (cont.)

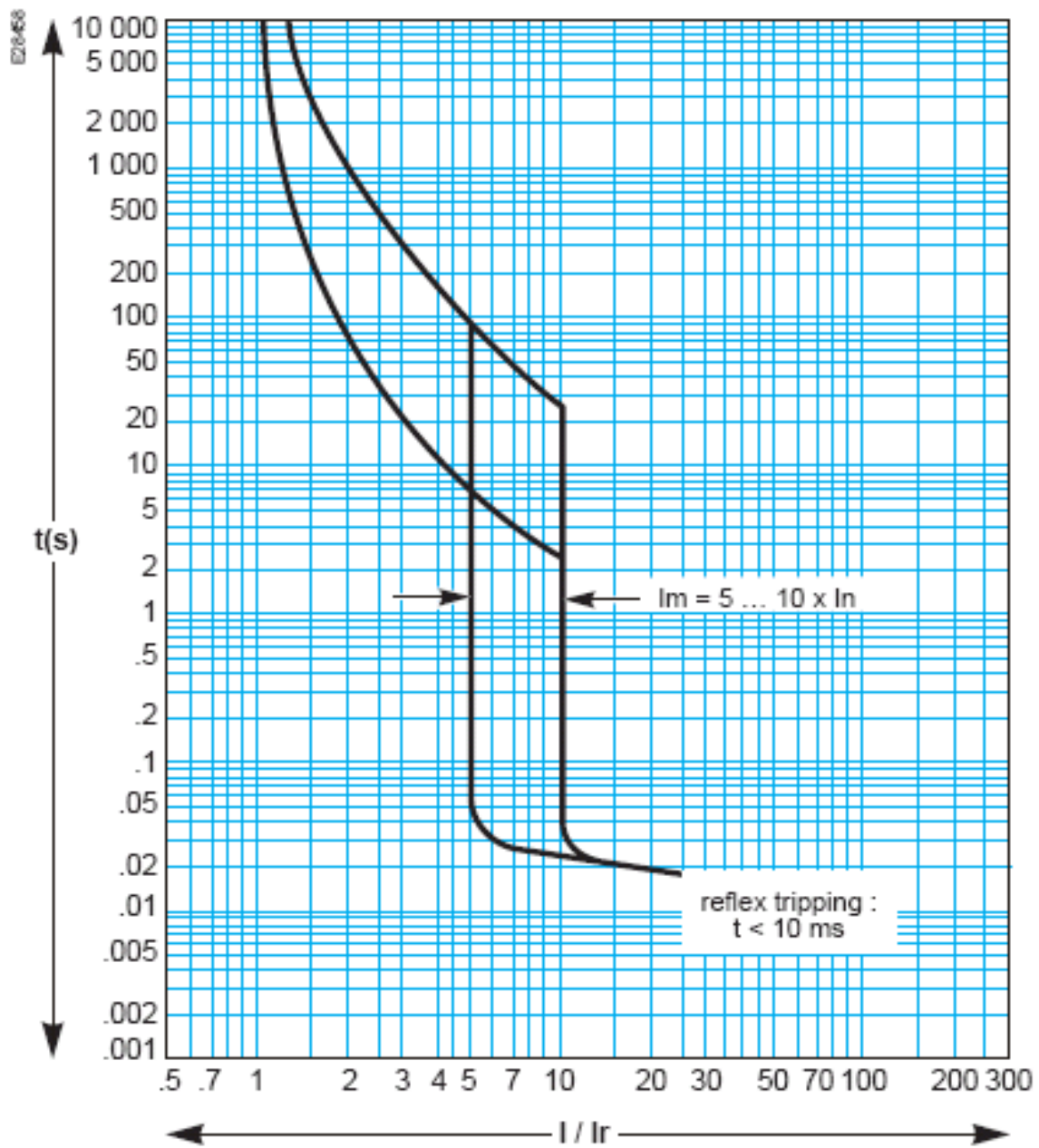
TM80D / TM100D



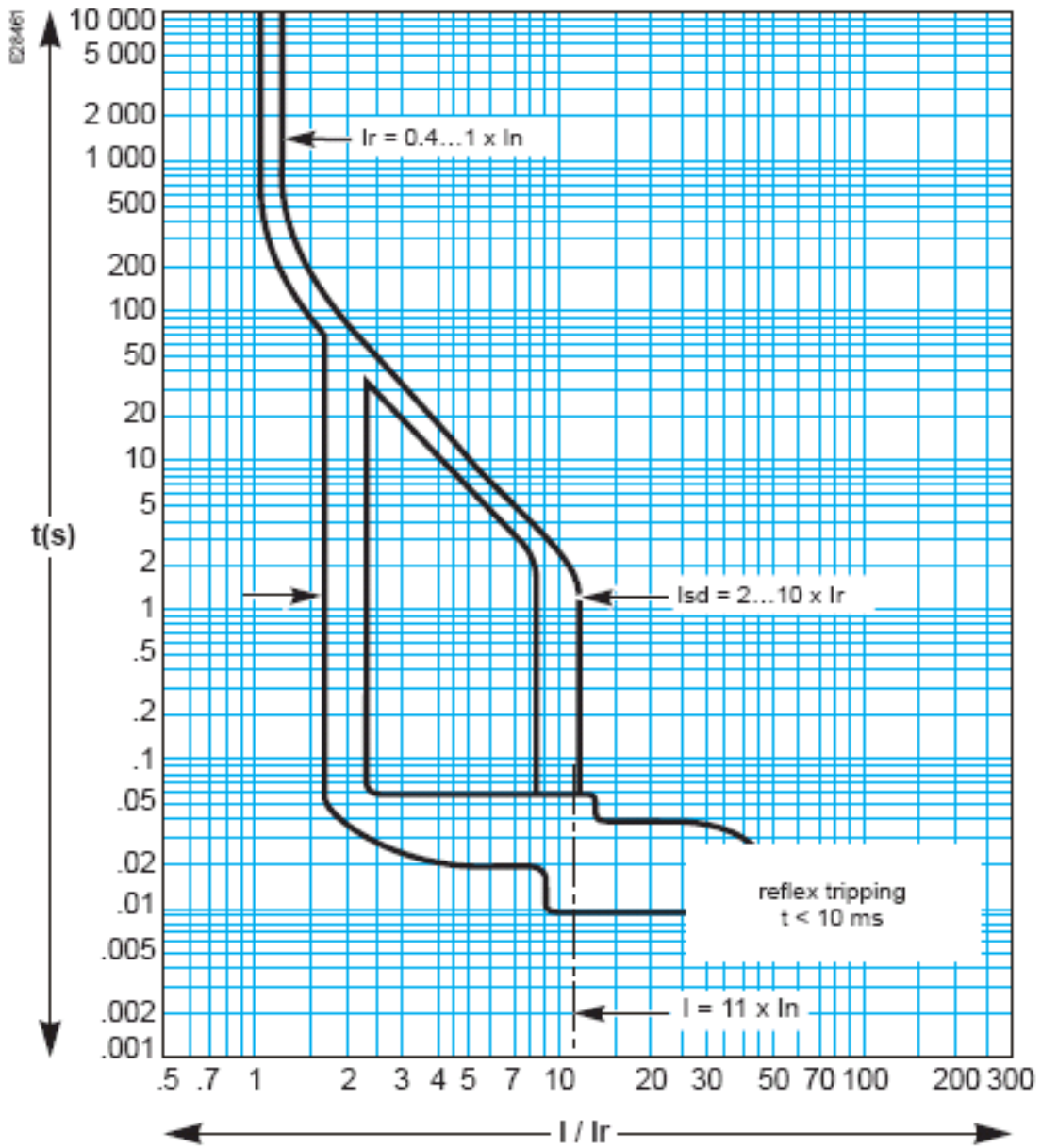
TM125D / TM160D



TM200D / TM250D



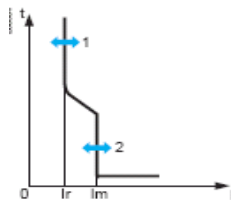
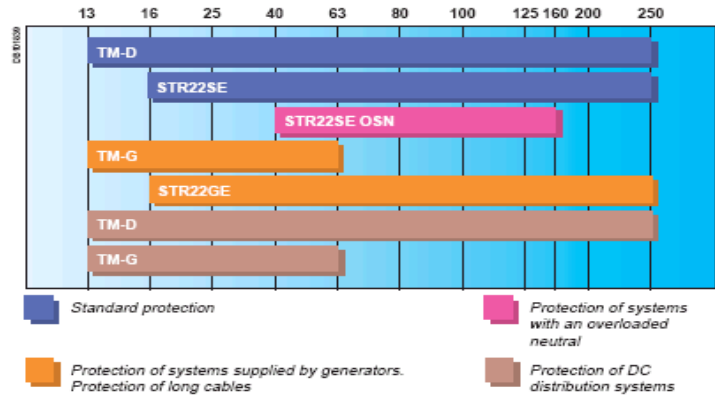
STR23SE / STR23SV



Functions and characteristics

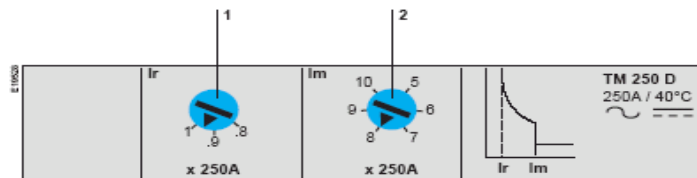
Protection of distribution systems TM and STR trip units for Compact NS100 to 250

Compact NS100 to 250 circuit breakers, types N, SX, H and L, may be equipped with either a TM thermal-magnetic trip unit or an STR22 electronic trip unit. A mechanical mismatch-protection system avoids breaker and trip unit mismatches.



1 overload protection threshold
2 short-circuit protection pick-up

TM thermal-magnetic trip units



Protection

The protection functions may be set using the adjustment dials.

Overload protection

Thermal protection with an adjustable threshold.

Short-circuit protection

Magnetic protection with a fixed or adjustable pick-up, depending on the rating.

Protection of the fourth pole

On four-pole circuit breakers, the trip units can be of the:

4P 3d type (neutral unprotected),

4P 3d + N/2 type (neutral protection at 0.5 I_n) or 4P 4d type (neutral protection at I_n).

TM thermal-magnetic trip units		TM16D to 250D										TM16G to 63G					
Ratings (A)	I_n at 40 °C	16	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	16	25	40	63
Circuit breaker	Compact NS125 E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Compact NS100	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Compact NS160	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Compact NS250	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Overload protection (thermal)																	
Current setting (A)	I_r	adjustable from 0.8 to 1 x I_n															
Short-circuit protection (magnetic)																	
Current setting (A)	I_m	fixed						adjustable				fixed					
	Compact NS100	190	300	400	500	500	500	640	800					63	80	80	125
	Compact NS160/250	190	300	400	500	500	500	1000	1250	1250	1250	5 to 10 x I_n	63	80	80	125	
Protection of the fourth pole																	
Neutral unprotected	4P 3d	no protection															
Neutral protection at 0.5 I_n	4P 3d + N/2							56	56	63	0.5 x I_r			no protection			
Neutral protection at I_n	4P 4d	1 x I_r															

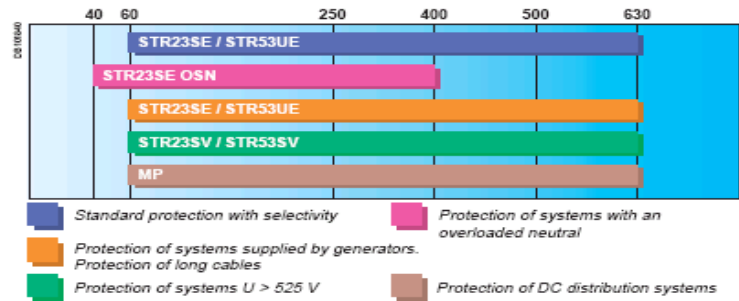
Functions and characteristics

Protection of distribution systems MP and STR trip units for Compact NS400 to 630

Compact NS400 to 630 circuit breakers, types N, H and L, 3-pole and 4-pole, may be equipped with any of the STR23SE, STR23SV, STR53UE and STR53SV electronic trip units.

The STR53UE and STR53SV trip units offer a wider range of settings and the STR53UE offers a number of optional protection, measurement and communications functions.

For DC applications, the Compact NS400H and 630H circuit breakers are equipped with a built-in MP magnetic trip unit.



Selection of the trip unit depends on the type of distribution system protected and the operational voltage of the circuit breaker.

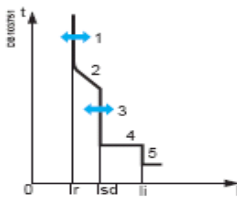
Protection for all types of circuits, from 60 to 630 A, is possible with only five trip-unit catalogue numbers, whatever the circuit-breaker operational voltage:

- $U \leq 525$ V: STR23SE, STR23SE OSN or STR53UE
- $U > 525$ V: STR23SV or STR53SV.

Trip units do not have a predefined rating. The tripping threshold depends on the circuit breaker rating and the LT (long time) current setting.

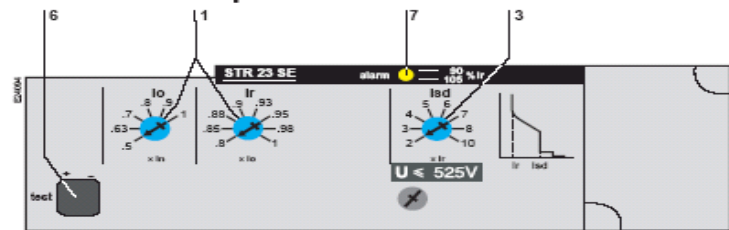
For example, for an STR23SE trip unit set to the maximum value, the tripping threshold is:

- 250 A, when installed on a Compact NS400 250 A
- 630 A, when installed on a Compact NS630.



- 1 long-time threshold (overload protection) I_r
- 2 long-time tripping delay
- 3 short-time pick-up (short-circuit protection) I_{sd}
- 4 short-time tripping delay
- 5 instantaneous pick-up (short-circuit protection) I_i
- 6 test connector
- 7 percent load indication

STR23SE ($U \leq 525$ V) and STR23SV ($U > 525$ V) electronic trip units



Protection

The protection functions may be set using the adjustment dials.

Overload protection

Long-time protection with an adjustable threshold and fixed tripping delay:

- I_o base setting (6-position dial from 0.5 to 1)
- I_r fine adjustment (8-position dial from 0.8 to 1).

Short-circuit protection

Short-time and instantaneous protection:

- short-time protection with an adjustable pick-up and fixed tripping delay
- instantaneous protection with fixed pick-up.

Protection of the fourth pole

On four-pole circuit breakers, neutral protection is set using a three-position switch to 4P 3d (neutral unprotected), 4P 3d + N/2 (neutral protection at 0.5 I_n) or 4P 4d (neutral protection at I_n).

Protection of an overloaded neutral (OSN):

For 4-pole circuit breakers, special protection of systems with high 3rd order harmonic contents. In position 4P 4d, the switch sets the neutral protection threshold to 1.6 $\times I_r$.

Indications

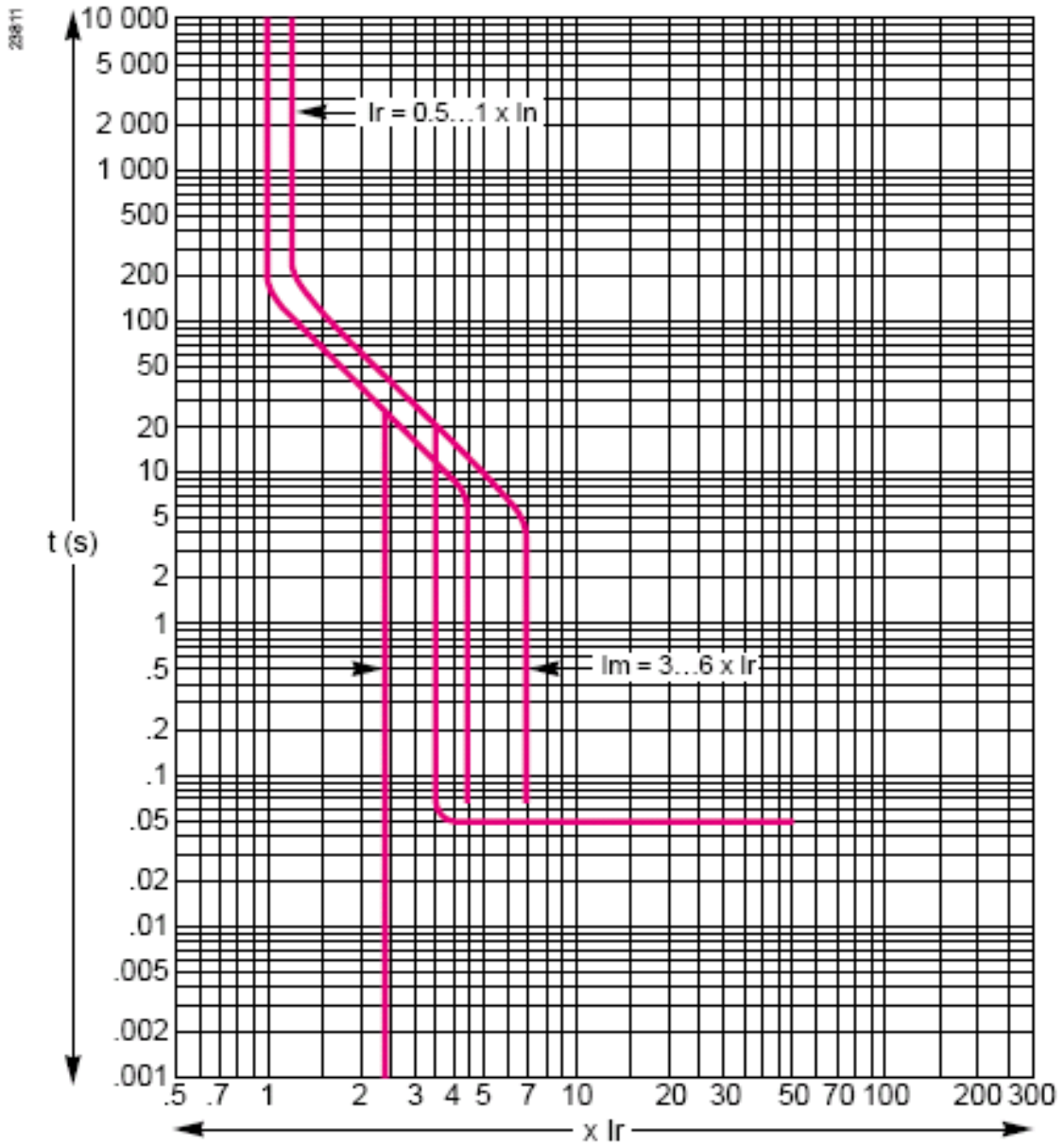
A LED on the front indicates the percent load:

- ON - load is > 90 % of I_r setting
- flashing - load is > 105 % of I_r setting.

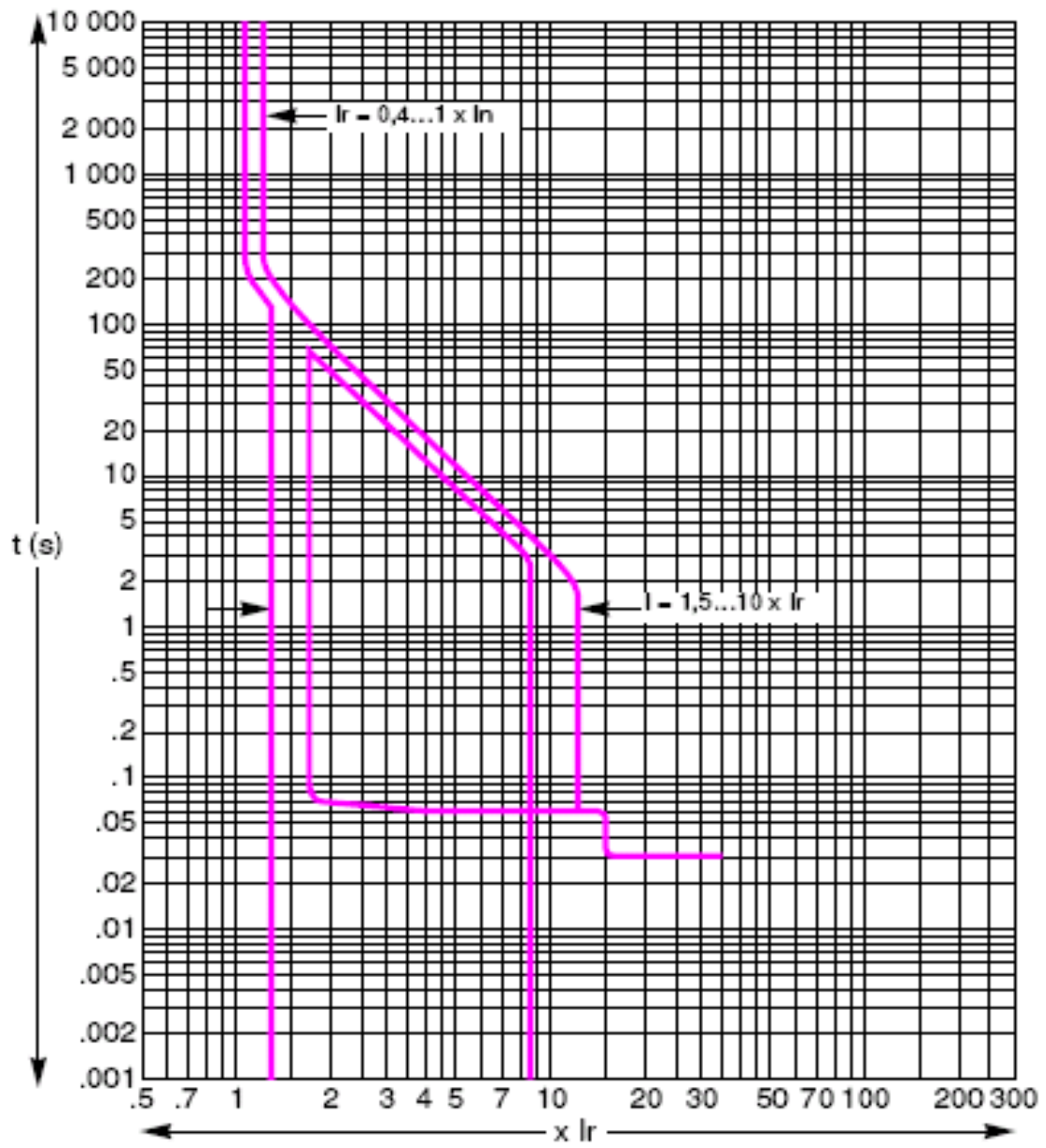
Test

A mini test kit or a portable test kit may be connected to the test connector on the front to check circuit-breaker operation after installing the trip unit or accessories.

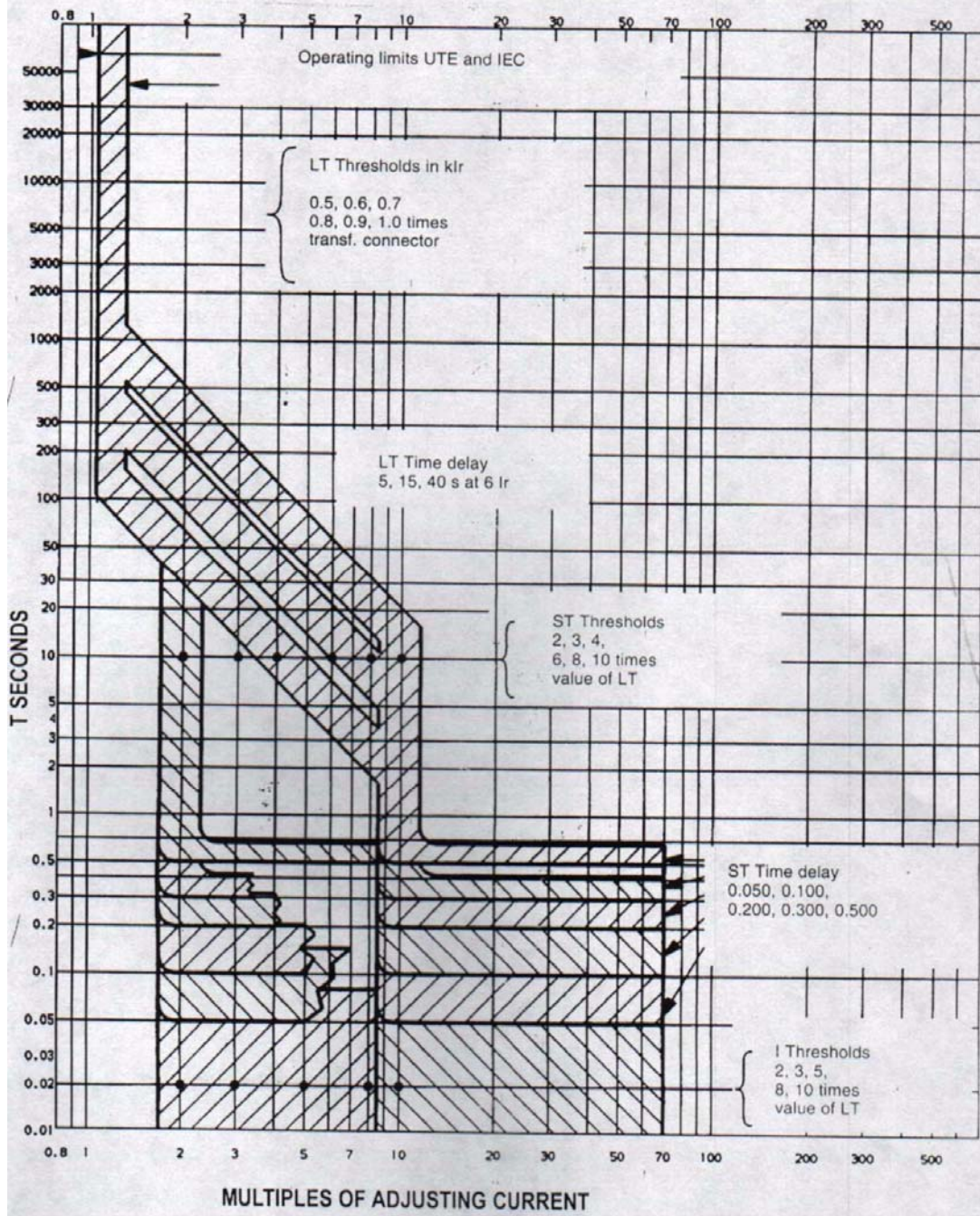
ST-CM1



STR25DE



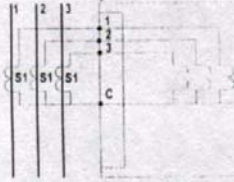
RV OPERATING RANGE



connection diagrams

RV 03 - RV13

3-wire, 3-phase
distribution



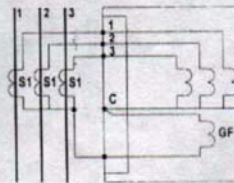
distribution of variants

RV 03 : 3 protected poles
LT: 6 thresholds, 1 fixed time-delay band (15 s at 6 Ir)
ST: 6 thresholds and 5 time-delays
I: 5 thresholds + 1 OFF position

RV 13 : 3 protected poles
2 time-delay bands are added to RV 03 on
function LT
(5, 15 and 40 s at 6 Ir)

RV 23

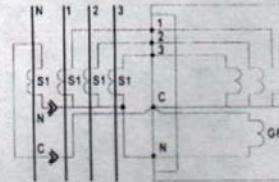
3-wire, 3-phase
distribution
with earth protection



RV 23 : identical to RV 13 with the addition
of earth
fault
protection adjustable to 6 thresholds
and with 3 time-delays

RV 23

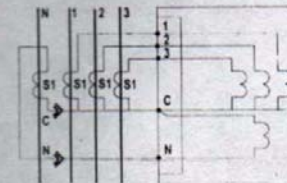
4-wire, 3-phase
distribution
with earth protection



RV 23 : identical to RV 13 with the addition of earth
fault protection adjustable to 6 thresholds
and with 3 time-delays

RV 04 - RV 14

4-wire, 3-phase
distribution with neutral
protection



RV 04 : 4 protected poles
the neutral protection is defined by
adjusting the phases concerned by the
CT-Neutral transformation ratio

identical to RV 03 regarding possibilities of
adjustment

RV 14 : 4 protected poles
2 time-delay bands are added to RV04
on function LT
(5, 15 and 40 s at 6 Ir)

[Anexo 8]

[Estimación de los niveles de cortocircuito]

Calculo de los niveles de cortocircuito

Bases para el sistema en por unidad

Potencia base aparente:

$$S_{base} := \frac{100000}{3} \quad S_{base} = 3.333 \times 10^4 \text{ kVA}$$

Tensión base:

$$V_{base} := \frac{480}{\sqrt{3}} \quad V_{base} = 277.128 \text{ V}$$

Corriente base:

$$I_{base} := \frac{S_{base}}{V_{base}} \quad I_{base} = 120.281 \text{ A}$$

Impedancia base:

$$Z_{base} := \frac{V_{base}^2}{S_{base}} \quad Z_{base} = 2.304 \text{ } \Omega$$

IMPEDANCIA EN POR UNIDAD DEL SISTEMA

- Nivel de cortocircuito aportado por Elegua tension 12.47kV: $I_{cc3\Phi\text{fuente}} := 5770 \text{ A}$

$$N_{cc} = 1.246 \times 10^8 \text{ kVA}$$

$$X_{cc} := \left(\frac{S_{base}}{V_{elegua}^2} \cdot \frac{V_{elegua}}{I_{cc3\Phi\text{fuente}}} \right) \quad \text{despreciando la } R_{cc} \quad Z_{cc} = 8.024i \times 10^{-4} \text{ pu}$$

- Transformador principal de potencia 1500kVA:

$$X/R=6.25$$

$$X_{tp} := \left(\frac{S_{base}}{V_{base}^2} \cdot \frac{V_{base}^2}{VA_{tp}} \cdot \frac{5.5}{100} \right) \quad R_{tp} := \frac{X_{tp}}{6.25}$$

$$Z_{tp} = 5.867 \times 10^{-4} + 3.667i \times 10^{-4} \text{ pu}$$

- Generadores de potencia 656kVA:

Reactancias características $X0 = 0.0123\text{pu}$; $X1 = 0.2210\text{pu}$ y $X2 = 0.2183\text{pu}$ en la base del generador

Corriente de cortocircuito trifasico, en los bornes del generador sin carga conectada en ellos

$$X1g := \left(\frac{S_{\text{base}}}{V_{\text{base}}^2} \cdot 0.2210 \cdot \frac{V_{\text{base}}^2}{V_{\text{Ag}}} \right) \quad Zg = 0.034i \text{ pu}$$

$$|I_{\text{cc}3\Phi g}| = 3.785 \times 10^3 \text{ A}$$

Corriente de cortocircuito monofasico, en los bornes del generador sin carga conectada en ellos

$$X0g = 1.875i \times 10^{-3} \text{ pu} \quad X2g = 0.033i \text{ pu} \quad I_{\text{fallasec}} := \frac{1.06}{X0g + Zg + X2g}$$

$$|I_{\text{cc}1\Phi g}| = 5.556 \times 10^3 \text{ A}$$

- Cable # 500 MCM:

$$r_{500} := \frac{0.0276 \Omega}{1000 \text{ ft}} \quad x_{500} := \frac{0.0373 \Omega}{1000 \text{ ft}}$$

Del tablero principal salen al tablero T-WB, 5 conductores por fase con una longitud de 164ft

$$R_{\text{twb}500} := \frac{r_{500} \cdot \text{long}}{5 \cdot Z_{\text{base}}} \quad X_{\text{twb}500} := \frac{x_{500} \cdot \text{long}}{5 \cdot Z_{\text{base}}}$$

$$Z_{\text{twb}500} = 3.929 \times 10^{-4} + 5.31i \times 10^{-4} \text{ u}$$

Del tablero principal salen al tablero T-WA, 2 conductores por fase con una longitud de 164ft

$$R_{\text{twa}500} := \frac{r_{500} \cdot \text{long}}{2 \cdot Z_{\text{base}}} \quad X_{\text{twa}500} := \frac{x_{500} \cdot \text{long}}{2 \cdot Z_{\text{base}}}$$

$$Z_{\text{twa}500} = 9.823 \times 10^{-4} + 1.328i \times 10^{-3}$$

- Cable # 250 MCM:

$$r_{250} := \frac{0.0552 \Omega}{1000 \text{ ft}} \quad x_{250} := \frac{0.049 \Omega}{1000 \text{ ft}}$$

Del tablero T-WA salen al tablero T-CH, 1 conductor fase con una longitud de 131.234ft

$$R_{tch_{250}} := \frac{r_{250} \cdot \text{long}}{Z_{base}} \quad X_{tch_{250}} := \frac{x_{250} \cdot \text{long}}{Z_{base}}$$

$$Z_{tch_{250}} = 3.144 \times 10^{-3} + 2.819i \times 10^{-3} \text{ pu}$$

- Ducto barras de corriente nominal 2000 A:

$$r_b := \left(\frac{0.58 \cdot 10^{-3}}{100} \right) \frac{\Omega}{\text{ft}} @ 25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad x_b := \left(\frac{0.46 \cdot 10^{-3}}{100} \right) \frac{\Omega}{\text{ft}}$$

Del tablero T - WB al tablero T- M, hay 328.084ft de ducto barras

$$R_b := \frac{(r_b \cdot 1.19 \cdot \text{long})}{Z_{base}} \quad X_b := \frac{(x_b \cdot \text{long})}{Z_{base}}$$

$$Z_b = 9.828 \times 10^{-4} + 6.55i \times 10^{-4} \text{ pu}$$

- Grupo de motores:

$$X/R = 6.3$$

Maquina Diatec:

$$M_1 := 65.71 \cdot 10^3 \text{ kVA} < 50\text{Hp}$$

$$M_2 := 252.42 \cdot 10^3 \text{ kVA} > 50\text{Hp}$$

$$\text{kVA}(M_1) = 2.19 \times 10^4$$

$$\text{kVA}(M_2) = 8.414 \times 10^4$$

$$XM1 := 0.28 \cdot \frac{S_{base}}{\text{kVA}(M_1)}$$

$$RM1 := \frac{XM1}{6.3}$$

$$ZM1 = 0.068 + 0.426 \text{ pu}$$

$$XM2 := 0.2 \cdot \frac{S_{base}}{\text{kVA}(M_2)}$$

$$RM2 := \frac{XM2}{6.3}$$

$$ZM2 = 0.013 + 0.079 \text{ pu}$$

Maquina Eniplan:

$$M3 := 65.73 \cdot 10^{\wedge} \text{kVA} < 50\text{Hp}$$

$$ZM3 = 0.068 + 0.426 \text{ pu}$$

$$M4 := 51.63 \cdot 10^{\wedge} \text{kVA} > 50\text{Hp}$$

$$ZM4 = 0.061 + 0.387 \text{ pu}$$

Maquina VAN MAQ:

$$M5 := 18.66 \cdot 10^{\wedge} \text{kVA} < 50\text{Hp}$$

$$ZM5 = 0.238 + 1.501 \text{ pu}$$

$$M6 := 75 \cdot 10^3 \text{ kVA} > 50\text{Hp}$$

$$ZM6 = 0.042 + 0.267 \text{ pu}$$

Maquina JOA:

$$M7 := 85.22 \cdot 10^{\wedge} \text{kVA} < 50\text{Hp}$$

$$ZM7 = 0.037 + 0.235 \text{ pu}$$

$$M8 := 190.84 \cdot 10^2 \text{ kVA} > 50\text{Hp}$$

$$ZM8 = 0.017 + 0.105 \text{ pu}$$

Compresores:

$$M9 := 33.71 \cdot 10^{\wedge} \text{kVA} < 50\text{Hp}$$

$$ZM9 = 0.132 + 0.831 \text{ pu}$$

$$M10 := 174.42 \cdot 10^3 \text{ kVA} > 50\text{Hp}$$

$$ZM10 = 0.018 + 0.11 \text{ pu}$$

Ventiladores en sala de generación:

$$M11 := 76.88 \cdot 10^3 \text{ kVA} < 50\text{Hp}$$

$$ZM11 = 0.058 + 0.364 \text{ pu}$$

Chiller:

$$M12 := 21.84 \cdot 10^{\wedge} \text{W} < 50\text{Hp}$$

$$ZM12 = 0.204 + 1.282 \text{ pu}$$

$$M13 := 80.63 \cdot 10^3 \text{ W} > 50\text{Hp}$$

$$ZM13 = 0.039 + 0.24 \text{ pu}$$

$$P_{123} := \text{Paralelo}(\text{Paralelo}(\text{Paralelo}(\text{ZM1}, \text{ZM2}), \text{Paralelo}(\text{ZM3}, \text{ZM4})), \text{Paralelo}(\text{ZM5}, \text{ZM6}))$$

$$\text{Pmaquinas} := \text{Paralelo}(P_{123}, \text{Paralelo}(\text{Paralelo}(\text{ZM7}, \text{ZM8}), \text{Paralelo}(\text{ZM9}, \text{ZM10})))$$

$$P_5 := \text{Paralelo}(\text{ZM12}, \text{ZM13})$$

$$P_6 := Z_{cc} + Z_{tp}$$

Corriente de cortocircuito trifasico en los bornes del transformador principal (1500kVA), sin carga:

$$|I_{cc3\Phi tp}| = 2.829 \times 10^4 \text{ A}$$

Corriente de cortocircuito monofasico en los bornes del transformador principal (1500kVA), sin carga:

$$I_{fallasectp} := \frac{1.06}{3 \cdot Z_{tp} + 2 \cdot Z_{cc}}$$

$$|I_{cc1\Phi tp}| = 3.005 \times 10^4 \text{ A}$$

$$P_7 := \text{Paralelo}(Z_g, Z_g)$$

$$P_8 := \text{Pmaquinas} + Z_b + Z_{twb}_{500}$$

$$P_9 := P_5 + Z_{tch}_{250} + Z_{twa}_{500}$$

$$Z_{falla_1} := \text{Paralelo}(\text{Paralelo}(\text{Paralelo}(\text{Paralelo}(P_8, \text{ZM11}), P_9), P_6), P_7)$$

$$I_{falla_1} := \frac{1.06 I_{base}}{Z_{falla_1}}$$

$$Z_{falla_1} = 3.561 \times 10^{-4} + 2.987i \times 10^{-3}$$

$$|I_{falla_1}| = 4.238 \times 10^4 \text{ A} \quad \text{T - G}$$

$$Z_{falla_2} = 6.425 \times 10^{-4} + 3.359i \times 10^{-3}$$

$$|I_{falla_2}| = 3.728 \times 10^4 \text{ A} \quad \text{T - WB}$$

$$Z_{falla_3} = 1.267 \times 10^{-3} + 3.818i \times 10^{-3}$$

$$|I_{falla_3}| = 3.17 \times 10^4 \text{ A} \quad \text{T - M}$$

$$Z_{falla_4} = 1.302 \times 10^{-3} + 4.27i \times 10^{-3}$$

$$|I_{falla_4}| = 2.856 \times 10^4 \text{ A} \quad T - WA$$

$$Z_{falla_5} = 4.219 \times 10^{-3} + 6.984i \times 10^{-3}$$

$$|I_{falla_5}| = 1.562 \times 10^4 \text{ A} \quad T - CH$$

$$Z_{falla_1} = 3.561 \times 10^{-4} + 2.987i \times 10^{-3}$$

$$\text{razonZfalla1} := \frac{(2.987 \times 10^{-3})}{(3.561 \times 10^{-4})}$$

$$\text{razonZfalla1} = 8.388$$

$$C_{tdeasimetriaZfalla1} := \frac{\left(\sqrt{1 + 2 \cdot e^{-2 \cdot \frac{\pi}{x}}} + 2 \cdot \sqrt{1 + \frac{e^{-2 \cdot \frac{\pi}{x}}}{2}} \right)}{3}$$

$$C_{tdeasimetriaZfalla1} = 1.206$$

- Cable # 4/0 THW:

$$r_{4.0} := \frac{0.0640 \text{ } \Omega}{1000 \text{ ft}}$$

$$x_{4.0} := \frac{0.0497 \text{ } \Omega}{1000 \text{ ft}}$$

Del tablero T-CH salen a T19, 1 conductor fase con una longitud de 229.6587ft

$$R_{tch_{4.0}} := \frac{r_{4.0} \cdot \text{long}}{Z_{base}}$$

$$X_{tch_{4.0}} := \frac{x_{4.0} \cdot \text{long}}{Z_{base}}$$

$$Z_{tch_{4.0}} = 6.379 \times 10^{-3} + 4.954i \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$Z_{ccTCH} := \frac{\left(\frac{V_{base}}{I_{cc3\Phi fuentaTCH}} \right)}{Z_{base}} \quad |I_{cc3\Phi fuentaTCH}| = 1.562 \times 10^4 \text{ A}$$

$$I_{falla_6} := \frac{1.06 \cdot I_{base}}{Z_{ccTCH} + Z_{tch_{4.0}}} \quad |I_{falla_6}| = 8.22 \times 10^3 \text{ A} \quad I_{cc3\Phi} \text{ en T19}$$

Del tablero T-WA salen a T3, 1 conductor fase con una longitud de 114.8293ft

$$R_{tch_{4.0}} := \frac{r_{4.0} \cdot long}{Z_{base}} \quad X_{tch_{4.0}} := \frac{x_{4.0} \cdot long}{Z_{base}}$$

$$Z_{tch_{4.0}} = 3.19 \times 10^{-3} + 2.477i \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$Z_{ccTWA} := \frac{\left(\frac{V_{base}}{I_{cc3\Phi fuentaTWA}} \right)}{Z_{base}} \quad |I_{cc3\Phi fuentaTWA}| = 2.856 \times 10^4 \text{ A}$$

- Transformador T3 de potencia 125kVA:

X/R=5

$$X_{t3} := \left(\frac{S_{base} \cdot V_{base}^2 \cdot 4.5}{V_{base}^2 \cdot V_{Atp} \cdot 100} \right) \quad R_{t3} := \frac{X_{t3}}{5}$$

$$Z_{t3} = 6 \times 10^{-4} + 3i \times 10^{-3} \text{ u}$$

$$I_{falla_7} := \frac{1.06 \cdot I_{base}}{Z_{ccTWA} + Z_{tch_{4.0}}} \quad |I_{falla_7}| = 1.621 \times 10^4 \text{ A} \quad I_{cc3\Phi} \text{ en T3, lado de 480V}$$

$$|I_{falla_8}| = 1.186 \times 10^4 \text{ A} \quad I_{cc3\Phi} \text{ en T3, lado de 220V}$$

[Anexo 9]

[Tabla 4A-7 de la IEEE std 141-1993]

Table 4A-7—60 Hz impedance data for three-phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 ft at 75 °C*
(a) Three single conductors

AWG or kcmil	In magnetic duct								In nonmagnetic duct					
	600 V and 5 kV nonshielded				5 kV shielded and 15 kV				600 V and 5 kV nonshielded			5 kV shielded and 15 kV		
	R	X	Z		R	X	Z		R	X	Z	R	X	Z
8	0.811	0.0754	0.814	0.811	0.0860	0.816		0.811	0.0603	0.813	0.811	0.0688	0.814	
8 (solid)	0.786	0.0754	0.790	0.786	0.0860	0.791		0.786	0.0603	0.788	0.786	0.0688	0.789	
6	0.510	0.0685	0.515	0.510	0.0796	0.516		0.510	0.0548	0.513	0.510	0.0636	0.514	
6 (solid)	0.496	0.0685	0.501	0.496	0.0796	0.502		0.496	0.0548	0.499	0.496	0.0636	0.500	
4	0.321	0.0632	0.327	0.321	0.0742	0.329		0.321	0.0506	0.325	0.321	0.0594	0.326	
4 (solid)	0.312	0.0632	0.318	0.312	0.0742	0.321		0.312	0.0506	0.316	0.312	0.0594	0.318	
2	0.202	0.0585	0.210	0.202	0.0685	0.214		0.202	0.0467	0.207	0.202	0.0547	0.209	
1	0.160	0.0570	0.170	0.160	0.0675	0.174		0.160	0.0456	0.166	0.160	0.0540	0.169	
1/0	0.128	0.0540	0.139	0.128	0.0635	0.143		0.127	0.0432	0.134	0.128	0.0507	0.138	
2/0	0.102	0.0533	0.115	0.103	0.0630	0.121		0.101	0.0426	0.110	0.102	0.0504	0.114	
3/0	0.0805	0.0519	0.0958	0.0814	0.0605	0.101		0.0766	0.0415	0.0871	0.0805	0.0484	0.0939	
4/0	0.0640	0.0497	0.0810	0.0650	0.0583	0.0929		0.0633	0.0398	0.0748	0.0640	0.0466	0.0792	
250	0.0552	0.0495	0.0742	0.0557	0.570	0.0797		0.0541	0.0396	0.0670	0.0547	0.0456	0.0712	
300	0.0464	0.0493	0.0677	0.0473	0.0564	0.0736		0.0451	0.0394	0.0599	0.0460	0.0451	0.0644	
350	0.0378	0.0491	0.0617	0.0386	0.0562	0.0681		0.0368	0.0393	0.0536	0.0375	0.0450	0.0586	
400	0.0356	0.0490	0.0606	0.0362	0.0548	0.0657		0.0342	0.0392	0.0520	0.0348	0.0438	0.0559	
450	0.0322	0.0480	0.0578	0.0328	0.0538	0.0630		0.0304	0.0384	0.0490	0.0312	0.0430	0.0531	
500	0.0294	0.0466	0.0551	0.0300	0.0526	0.0505		0.0276	0.0373	0.0464	0.0284	0.0421	0.0508	
600	0.0257	0.0463	0.0530	0.0264	0.0516	0.0480		0.0237	0.0371	0.0440	0.0246	0.0412	0.0479	
750	0.0216	0.0445	0.0495	0.0223	0.0497	0.0545		0.0194	0.0356	0.0405	0.0203	0.0396	0.0445	

NOTE.—Resistance based on tinned copper at 60 Hz; 600 V and 5 kV nonshielded cable based on varnished cambric insulation; 5 kV shielded and 15 kV cable based on neoprene insulation.

*Resistance values (R_L) at lower copper temperatures (T_L) are obtained by using the formula $R_L = \frac{R_{75}(234.5 + T_L)}{309.5}$.

[Anexo 10]

[Tabla 13-4 de la IEEE std 141-1993]

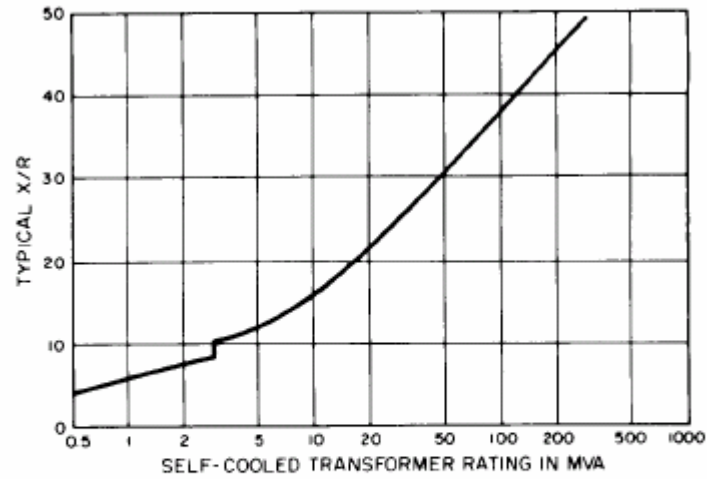
Table 13-4—Typical busway parameters,
line-to-neutral, in mΩ/100 ft, 25 °C

Current rating (amperes)	Aluminum		Copper	
	<i>R</i>	<i>X</i>	<i>R</i>	<i>X</i>
600	2.982	1.28	2.33	1.57
800	2.00	0.80	1.63	1.25
1000	1.60	0.64	1.27	0.92
1200	1.29	0.55	0.97	0.69
1350	1.03	0.44	0.86	0.63
1600	0.89	0.38	0.72	0.55
2000	0.70	0.32	0.58	0.46
2500	0.57	0.26	0.41	0.32
3000	0.46	0.21	0.37	0.29
4000	0.34	0.16	0.28	0.21
5000	—	—	0.20	0.16

NOTE—Resistance values increase as temperature increases. Reactance values are not affected by temperature. The above values are based on conductor temperature of 25 °C (normal room temperature) since short circuits may occur when busway is initially energized or lightly loaded. To convert values to fully loaded (75 °C), multiply resistance of copper or aluminum by 1.19.

[Anexo 11]

[Figura 4A-1 de la IEEE std 141-1993]

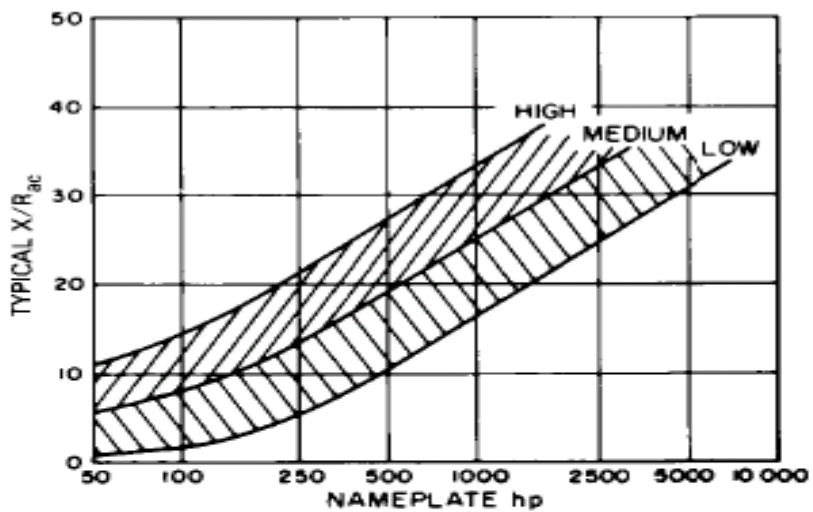


Source: Based on IEEE Std C37.010-1979.

Figure 4A-1—X/R ratio of transformers

[Anexo 12]

[Figura 4A-3 de la IEEE std 141-1993]



Source: Reprinted from IEEE Std C37.010-1979.

Figure 4A-3—X/R range for three-phase induction motors

[Anexo 13]

[Tabla 430-152 del Código Eléctrico Nacional 1999 y clasificación NEMA]

Corriente máxima o ajuste de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos ramales de motores

Tipo de motor	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos (con retardo de tiempo)*	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Monofásico	300	175	800	250
Polifásico de c.a. sin rotor bobinado				
De jaula de ardilla:	300	175	800	250
Todos menos los de Tipo E	300	175	1100	250
Los de Tipo E	300	175	800	250
Síncronos#	150	150	800	150
Con rotor bobinado	150	150	250	150
De c.a. (tensión constante)				

Para las excepciones a los valores especificados, véanse los Artículos 430-52 a 430-54.

* Los valores de la última columna también cubren las corrientes de los interruptores automáticos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse según el Artículo 430-52.

** Los valores de esta columna son para fusibles de Clase CC con retardo.

Los motores síncronos de bajo par y baja velocidad (normalmente 450 rpm o menos), tales como los utilizados con compresores recíprocos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que la corriente de los fusibles o interruptores automáticos sea mayor del 200% de la corriente a plena carga.

Características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla de acuerdo con la clasificación en letras NEMA

Clase NEMA	Par de arranque (# de veces el nominal)	Corriente de Arranque	Regulación de Velocidad (%)	Nombre de clase Del motor
A	1.5-1.75	5-7	2-4	Normal
B	1.4-1.6	4.5-5	3.5	De propósito general
C	2-2.5	3.5-5	4-5	De doble jaula alto par
D	2.5-3.0	3-8	5-8 , 8-13	De alto par alta resistencia
F	1.25	2-4	mayor de 5	De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque.

*Los voltajes citados son para el voltaje nominal en el arranque

[Anexo 14]

[Comportamiento del aislamiento de los conductores ante corrientes de cortocircuito]

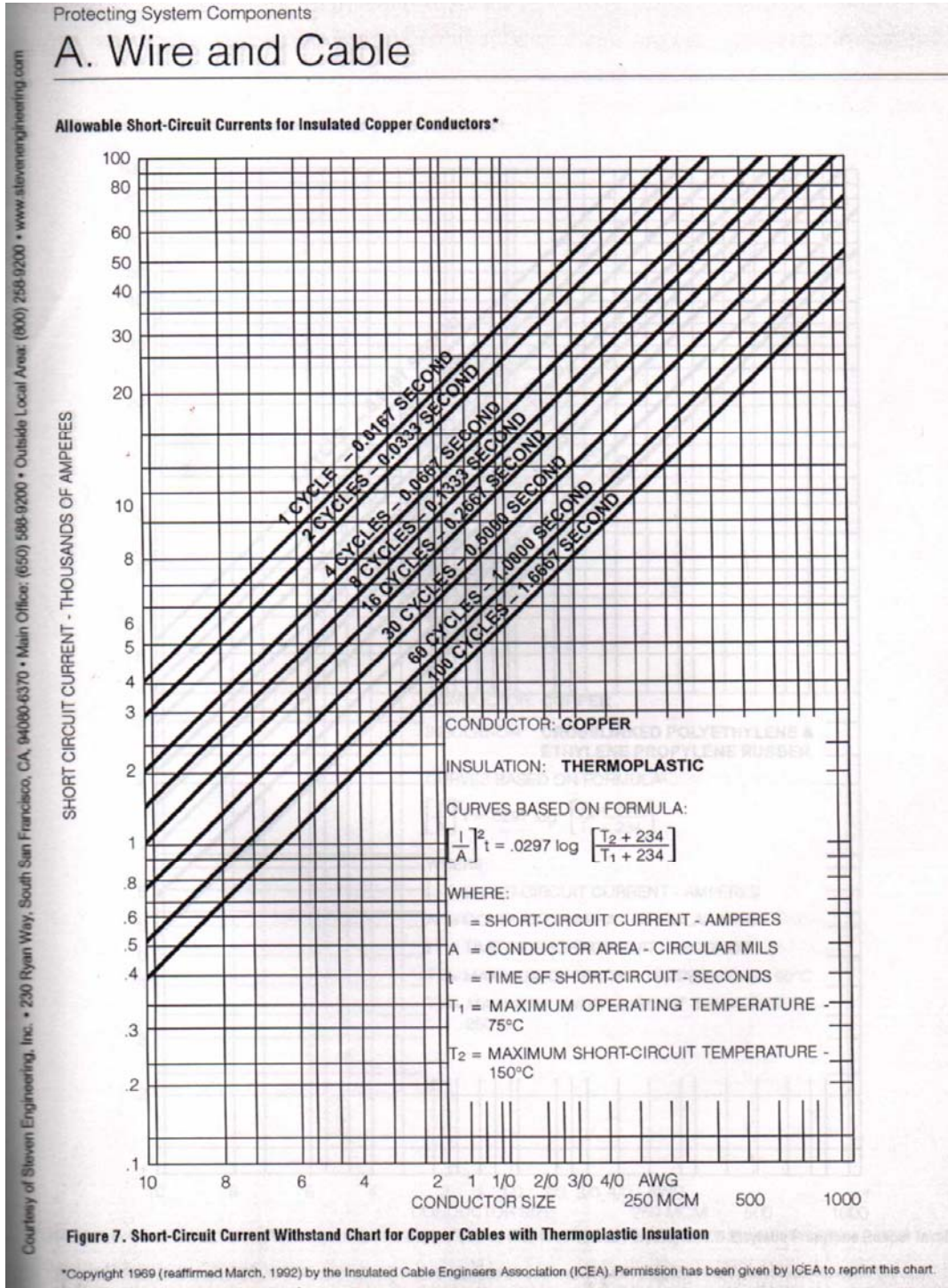


Tabla 8 del código eléctrico nacional, propiedades de los conductores

Calibre AWG/ Kcmil	Sección Cmils mm ²	Conductores				Diám. Total (mm).	Sección Total (mm ²)
		Trenzados		Todos			
		Número	hilos	Diám. de cada hilo (mm).			
18	1620 - 0,8229	1		----		1,02	0,82
18	1620	7		0,38		1,17	1,07
16	2580 - 1,308	1		----		1,29	1,31
16	2580	7		0,48		1,47	1,70
14	4110 - 2,082	1		----		1,63	2,08
14	4110	7		0,61		1,85	2,70
12	6530 - 3,308	1		----		2,05	3,31
12	6530	7		0,76		2,34	4,29
10	10380 - 5,261	1		----		2,59	5,26
10	10380	7		0,97		2,95	6,82
8	16510 - 8,37	1		----		3,25	8,30
8	16510	7		1,24		3,71	10,80
6	26240 - 13,30	7		1,55		4,67	17,15
4	41740 - 21,15	7		1,96		5,89	27,27
3	52620 - 26,67	7		2,21		6,60	34,25
2	66360 - 33,62	7		2,46		7,42	43,20
1	83690 - 42,41	19		1,68		8,43	55,85
1/0	105600 - 53,50	19		1,88		9,45	70,11
2/0	133100 - 67,43	19		2,13		10,62	88,53
3/0	167800 - 85,01	19		2,39		11,94	111,93
4/0	211600 - 107,2	19		2,69		13,41	141,26
250	---- - 126,7	37		2,08		14,60	167,53
300	---- - 152,0	37		2,29		16,00	201,11
350	---- - 177,3	37		2,46		17,30	234,99
400	---- - 202,7	37		2,64		18,49	268,54
500	---- - 253,3	37		2,94		20,65	334,91
600	---- - 304,0	61		2,51		22,68	404,07
700	---- - 354,7	61		2,72		24,49	470,88
750	---- - 380,0	61		2,82		25,35	504,68
800	---- - 405,4	61		2,90		26,16	537,56
900	---- - 456,0	61		3,10		27,79	606,44
1000	---- - 506,7	61		3,25		29,26	672,45
1250	---- - 633,4	91		2,97		32,74	841,90
1500	---- - 760,0	91		3,25		35,86	1010,24
1750	---- - 886,7	127		2,97		38,76	1179,96
2000	---- - 1013	127		3,20		41,45	2217,58

Fuente: Código eléctrico nacional 1999

[Anexo 15]

[Cálculos de los ajustes propuestos de los interruptores]

A continuación se muestran una serie de ejemplos de los cálculos realizados para la estimación de los ajustes propuestos para el disparo de las protecciones:

a) Circuito P_1.0

Interruptor CM31 de capacidad nominal 400 A (dato de la Tabla 2.4); posee una carga asociada de 126,35 A en motores conectados a 480 V (dato de la Tabla 2.9) y 150,35A^{xxii} referidos al lado de alta del transformador T14 de 125 kVA (dato de la Tabla 2.6). Con estos datos se estima la corriente del dispositivo de sobrecarga, utilizando los criterios expuestos en la sección 4.4:

$$I_{sca} = 126,35 + 150,35 + 0,25 * 150,35 = 314,29 \text{ A}$$

Se asume el transformador con una sobrecarga del 25% tal como lo indica el CEN en la sección 450, para equipos de 600 V o menos.

El CM31 y la gran mayoría de los interruptores poseen un dial con posibles fracciones de la corriente nominal de éstos, para poder ajustar a intensidades de disparos deseadas, igual ocurre con las funciones de disparo magnético y es opcional para las de disparo instantáneo.

Fracción de ajuste propuesta para el dispositivo de sobrecarga:

$$314,29 / 400 = 0,79$$

de los datos obtenidos de las características de los equipos, el CM31 puede ajustarse a 0,79 de la corriente nominal, en este caso coincide el ajuste del equipo con el valor planteado, de no ser así se permite ajustar a un valor cercano por encima del propuesto.

^{xxii} Estimados mediante la ecuación $I = Potencia_{nominal}[VA] / \sqrt{3} * Tension[V]$

Para el ajuste del disparo magnético (o sobre corriente), se debe tomar en cuenta la corriente de magnetización del transformador (Inrush), para este estudio se asumirá igual a 8 veces la nominal del equipo, por consiguiente, el ajuste debe ser igual o mayor a ésta, asimismo; por característica de los dispositivos de protección, éste ajuste se basa en el ajuste dispuesto hecho al de sobrecarga, es decir, la corriente de disparo magnético depende directamente del ajuste realizado al de disparo por sobrecarga.

Para el ajuste por sobre corriente “Isc” se deben sumar las corrientes nominales de todas las cargas, más un porcentaje de la corriente nominal del mayor de los motores según ajuste propuesto en la Tabla 430-152 (ver Anexo 13), o de poseer unidades de transformación con corriente nominal superior al mayor de los motores, adicionar la corriente inrush del transformador. En éste caso la corriente nominal del transformador es superior a la corriente nominal del mayor de los motores, por ende, la corriente propuesta para el ajuste, será la suma de todos las corrientes nominales de los motores más la corriente inrush del transformador para este caso igual a 1202,8 A.

$$I_{sc} = 126,35 + 1.202,8 = 1329,15 \text{ A}$$

Utilizando los posibles ajuste para el disparo por sobre corriente del interruptor bajo estudio (ver Anexo 7), se obtiene uno igual a 5 veces la corriente de sobrecarga ($5 * 0,79 * 400 = 1.580 \text{ A}$), ya que, es el ajuste más factible para cumplir con una corriente mayor o igual al valor de Isc anterior.

El disparo instantáneo de este equipo, según fabricante es fijo a 11 veces la corriente nominal, siendo igual a 4.400 A.

Interruptor CM32 de capacidad 63 A; para este caso la carga del dispositivo es solo el transformador T13 de 40 kVA, como se puede apreciar en el unifilar, con una corriente nominal estimada de 48,11 A referidos al lado de alta.

Corriente del dispositivo de sobrecarga

$$I_p = 48,11 * 1,25 = 60,14 \text{ A}$$

Fracción de ajuste propuesta para el dispositivo de sobrecarga

$$60,14/63 = 0,95 \text{ A}$$

el equipo de interrupción puede ser ajustado según fabricante a 1 veces la corriente nominal de éste.

El ajuste del disparo magnético de éste dispositivo no es gradúale, es fijo según fabricante a 8 veces la corriente nominal, siendo igual a 500 A, la corriente inrush estimada para el transformador T13 es de 384,9 A ($8 * 48,11 \text{ A}$), la cual es inferior al disparo del equipo y con esto evitar posibles disparos ocasionales y molestos por la corriente de magnetización del transformador.

Con los ajustes de los interruptores anteriores, se procede a realizar la coordinación de estos con el interruptor aguas arriba, el cual lleva la etiqueta CM3 de capacidad 1.000 A; en este tipo de equipo que poseen la función de alimentar otros aguas abajo, se debe observar con detenimiento cada carga asociada, para así determinar cual es la mayor de estas y lograr calcular un valor para el ajuste de sobrecarga. Si se observa el esquema unifilar, las cargas para éste equipo son las conectadas a los dispositivos CM31 y CM32, y con los datos nominales de cada carga asociada indicados en el Capítulo II (datos en las Tablas 2.6 y 2.9), se tiene para este caso que la mayor de las cargas es el transformador de 125 kVA.

Por ende con los datos de las cargas asociadas, se puede estimar la corriente de sobrecarga como sigue:

$$I_{sca} = 48,11 + 126,15 + 150,35 * 1,25 = 362,20 \text{ A}$$

Con una fracción de ajuste propuesta de:

$$362,20/1.000 = 0,36$$

con la evaluación de los ajuste del fabricante descritos para el equipo, el cercano a la fracción propuesta es 0,4.

Para el ajuste del disparo magnético, hay que tomar en cuenta el trazado^{xxiii} de las curvas de los interruptores aguas abajo, ya que para este dispositivo se busca una coordinación selectiva con ellos, al dibujar las curvas se nota que la del CM3 solapa a la del CM31, por consiguiente, fue necesario llevar el ajuste del disparo a un valor mayor al estimado, sin embargo, se dificulto aislar la curva del CM3 de la del CM31, obteniendo el siguiente ajuste para éste disparo:

$$10*0,4*1.000 = 4.000 \text{ A}$$

El disparo instantáneo de este dispositivo es fijo a 15 veces la corriente nominal, siendo igual a 15.000 A.

Como se puede apreciar, el cálculo de los ajuste de CM3 depende del mayor ajuste realizado al equipo conectado aguas abajo de éste y el resto de las corrientes nominales de los otros ramales asociados.

Con los ajustes propuestos anteriormente, se obtiene la curva de coordinación de las protecciones del circuito P_1.0 (ver Anexo 16). La curva de daño del conductor 500 MCM, presentada en esta figura se obtiene del Anexo 14, considerando esta curva de daño por ser el conductor de alimentación principal, el cual, se debe resguardar al momento de una condición anormal en la instalación eléctrica, no se muestran otras curvas de daño de otros conductores, porque fue difícil visualizar el calibre respectivo, por consiguiente se obviaron.

b) Circuito P_2.0

Interruptor CM1 de capacidad 1.600 A (dato de la Tabla 2.4); al igual que con el interruptor CM3, el ajuste de este dispositivo estará asociado a las cargas de los

^{xxiii} Trazado que ha de realizarse con las curvas características de los equipos dadas por cada fabricante y con los posibles ajustes de los equipos

interruptores aguas abajo de este, y para evitar cálculos en exceso se obviarán los cálculos de los ajustes propuestos para estos interruptores, ya que, son iguales a los descritos en el ejemplo del circuito anterior. El interruptor aguas abajo con el mayor ajuste de disparo por sobrecarga al igual que el magnético, lo posee el dispositivo CM2 con 700 A y 7.000 A respectivamente (dato de la Tabla 4.23).

Estimación del ajuste por disparo por sobrecarga del interruptor CM1

$$I_{sca} = 700 + 166,99 + 96,23 + 150,35 + 126,35 + 48,11 = 1.288 \text{ A}$$

Siendo estas contribuciones en corriente de:

166,99 A (dato de la Tabla 2.8) en carga de motores conectados al interruptor CM41 (ver unifilar), transformador T12 (dato de la Tabla 2.6) en el interruptor CM42 de corriente estimada 96,23 A, los transformadores T14 y T13 en los interruptores CM32 y CM31 de 150,35 A y 48,11 A respectivamente, y por último 126,35 A (dato de la Tabla 2.9) en carga de motores conectados al interruptor CM31.

Con I_{sca} se calcula la fracción del ajuste por sobrecarga siendo igual a:

$$1.288 / 1.600 = 0,8$$

siendo un ajuste permitido en el equipo.

Para la estimación del ajuste por disparo magnético del interruptor CM1, se tomara el ajuste propuesto para el interruptor CM2 de 7.000 A, y bajo la consideración que debe ser mayor el disparo del interruptor CM1 se estima la I_{sc} de la siguiente manera:

$$I_{sc} = 6 * 0,8 * 1.600 = 7.680 \text{ A}$$

éste dispositivo no posee un ajuste superior a 6 veces la corriente de sobrecarga.

El interruptor CM1, no posee la función de disparo instantáneo.

Con estos ajustes, se obtiene la curva de coordinación de las protecciones pertenecientes al Circuito P_2.0 (ver Anexo 16).

c) Circuito P_2.1

Para este ejemplo se mostraran los cálculos que difieren en consideraciones a los anteriores, pues para el resto de los dispositivos de este circuito el procedimiento de calculo es similar a los mencionados anteriormente.

Interruptor CM57 de capacidad 100 A, tiene una carga de 135,32 A debido al transformador T16 de 112,5 kVA.

$$I_{sca} = 169,15 \text{ A}$$

como se puede notar la corriente nominal de la carga es mayor a la corriente nominal del dispositivo de protección.

El interruptor CM57, posee un valor por disparo magnético de 800 A, el cual es menor al de la corriente inrush del equipo.

Interruptor CM56 de capacidad 250 A, tiene una carga de 187 A debido a un banco de condensadores, que no posee placa, ni datos que puedan guiar para un calculo de las protecciones asociadas, por consiguiente, con la ayuda del analizador de magnitudes eléctricas, se mide durante un periodo de 24 horas continuas el comportamiento de la corriente de estos condensadores, obteniendo una corriente máxima de 187 A, y la cual se asume como corriente nominal para éste banco.

La sección 460 del CEN, sugiere una protección por sobrecarga de 135% de la corriente a plena carga y para el disparo magnético el menor posible.

Siendo estos ajustes como sigue a continuación:

$$I_{sca} = 1,35 * 187 = 252 \text{ A, el equipo es de 250 A.}$$

$$I_{sc} = 5 * 250 = 1250 \text{ A, es el menor ajuste posible del equipo.}$$

Interruptor CM54 de capacidad 250 A, con una corriente de 122 A debida al compresor de mezanine (dato de la Tabla 2.14)

$$I_{sca} = 1,25 * 122 = 152,5 \text{ A}$$

el dispositivo carece de ajuste por disparo de sobrecarga.

Por ser un solo motor el CEN recomienda emplear un ajuste del dispositivo en la región magnética de 800% de la corriente nominal del motor (ver Anexo 13), porcentaje que evitara el disparo innecesario del dispositivo de interrupción al momento del arranque del equipo, asumiendo en este trabajo que son motores del tipo A, B, C o D. también se puede considerar para el ajuste del disparo la corriente de arranque (múltiplo de la corriente nominal) según clasificación NEMA, pero debido a la falta de información en placas de la letra código, el poco mantenimiento realizado a los mismos y además que mucho de los motores han perdido sus características de fabrica debido ha reparaciones eléctricas, se toma el porcentaje recomendado por el CEN siendo la sobre corriente estimada de:

$$I_{sc} = 8 * 122 = 976 \text{ A}$$

el ajuste mínimo que se le puede dar al interruptor es de 5, para una corriente de disparo de 1.250 A.

Los compresores poseen protecciones individuales en el sitio donde se encuentran ubicados, estando estas acorde con la carga ya que son las que trae de fábrica.

Interruptor CM52 de capacidad 600 A, con una carga de 427,06 A en motores (dato de la Tabla 2.7) y 48,11 A debido al transformador T17 de 40 kVA (dato de la Tabla 2.6).

Corriente de ajuste propuesto para sobrecarga

$$I_{sca} = 48,11 + 427,06 + 0,25 * 115 = 503,92 \text{ A}$$

los 115 A pertenecen al mayor motor conectado a este dispositivo (dato de la Tabla 2.7).

El interruptor no posee ajuste por disparo de sobrecarga.

Por ser un grupo de motores, el ajuste por disparo magnético dependerá del mayor de los motores, ya que la corriente Inrush del transformador es menor al 800% de la corriente nominal de éste.

$$I_{sc} = 115 \cdot 8 + 48,11 + 312,06 = 1280,17 \text{ A}$$

El ajuste mínimo que acepta el interruptor es 5 veces la nominal según fabricante, resultando una corriente probable para el disparo de 3.000 A.

d) Circuito P_4.0

Por los interruptores CW1 y CB1 circula en sus contactos la misma cantidad de corriente, ya que estos se encuentran en una conexión serie, no obstante, la disposición física es alejada uno con otro y es recomendable aplicar ajustes que permitan actuar al dispositivo más cercano a la carga. El mayor ajuste por sobrecarga del dispositivo aguas abajo del CW1 de capacidad 2.000 A (dato de la Tabla 2.3) lo tiene el CM1 con 0,8 veces la corriente nominal de éste, siendo igual a 1.280 A (ver ejemplo “b” anterior), corriente a la cual se le suman las intensidades nominales del resto de los ramales asociados, en este caso el circuito P_2.1, las cuales son obtenidas con la ayuda del diagrama unifilar y las Tablas 2.6; 2.7 y 2.13, siendo los motores identificados con el número 14,15 y 16 de la Tabla 2.7 los que conforman el filtro llamado Osprey, y la corriente nominal estimada para los condensadores de 187 A, con esto resulta una corriente de:

$$I_{sca} = 1.131 + 1.280 = 2.411 \text{ A.}$$

Como se puede ver, el dispositivo tiene conectada mayor carga que capacidad de corriente nominal, sin embargo, hay que destacar que no todos los equipos demandan energía a la vez, y mucho menos sus corrientes nominales, esto se nota aun

más al ver el factor de utilización asociado a éste dispositivo del 46% (dato del Gráfico 3.5), con una corriente pico máxima de 990 A valor obtenido de las mediciones (ver Anexo 6), permitiendo esto un ajuste menor a 2.000 A. Este ajuste será del 90%, previendo un 10% para coordinar con el interruptor aguas arriba CB1 (de misma capacidad nominal que CW1), para que con esto exista selectividad entre ellos en el disparo por sobrecarga.

Para el disparo magnético del interruptor CW1, se toma en cuenta el ajuste del disparo magnético de CM1 igual a 7.680 A, más las corrientes nominales del resto del sistema (circuito P2.1) obteniendo una corriente de:

$$I_{sc} = 1.131 + 7.680 = 8.811 \text{ A}$$

el dispositivo permite un disparo de 5 veces, resultando una corriente de $5 * 0,9 * 2.000 = 9.000 \text{ A}$.

De las curvas tiempo vs corriente obtenida por los fabricantes de los interruptores, se puede observar que el CB1 posee un disparo más rápido en la región magnética que el CW1, haciendo esto perder la selectividad entre los dispositivos en esta región, ya que primero se activara la protección CB1 antes que el interruptor CW1, para tratar de minimizar este efecto se ajusta el disparo del CB1 lo más elevado posible llevando este a 10 veces la corriente nominal del dispositivo, pero no se pudo aislar las curvas entre si, perdiendo selectividad para corrientes mayores a 20.000 A.

Para el ajuste de los interruptores del tipo electromagnéticos 52-1 al 52-3 se considero más que la coordinación con el resto del sistema, la protección de los equipos que suministran energía a la planta.

Para los generadores se toma en cuenta el dato expuesto en placa, que soporta una sobrecargar del 10% de la corriente nominal por dos horas, no obstante, se desea que el equipo no se exponga a esta magnitud de corriente, y se tomara ese porcentaje

como el máximo para el ajuste, obteniendo de esta manera una corriente de sobrecarga igual a:

$$I_{sca} = 1,1 * 789 = 867 \text{ A}$$

$$\text{Factor de ajuste por sobrecarga } 867/1.250 = 0,69$$

Los dispositivo (52-1 o 52-2) permiten un ajuste igual a 0,7, para una corriente de 875 A.

Para el disparo magnético, se utilizara un ajuste del 250% de la corriente nominal del motor (ver Anexo 13).

$$I_{sc} = 2,5*789 = 1.972,5 \text{ A}$$

Obteniendo un factor de ajuste de $1.972,5/(0,7*1.250) = 2,25$, el ajuste será de 2, ya que el próximo ajuste“3” sería muy alto para considerar la protección del equipo.

Para protección de los generadores con el disparo instantáneo, será ajustado el dispositivo de interrupción a un valor de magnitud menor a la capacidad de cortocircuito trifásico, la cual es de 3,57 kA (ver Anexo 8), ya que en la actualidad por el tipo de conexión (estrella neutro flotante) no existirán en teoría corrientes monofásicas, de esta manera se obtiene un ajuste de 3 veces la corriente de sobrecarga propuesta.

Para el ajuste del equipo 52-3 de capacidad nominal 2.500 A (dato de la Tabla 2.2), se toma según el CEN sección 460 una corriente de sobrecarga del 125% la corriente nominal del transformador principal de 1.500 kVA (ver Anexo 4), obteniendo una corriente de:

$$I_{sca} = 1,25*1.805,1 = 2,256.38 \text{ A, dando un factor de ajuste de 0,9.}$$

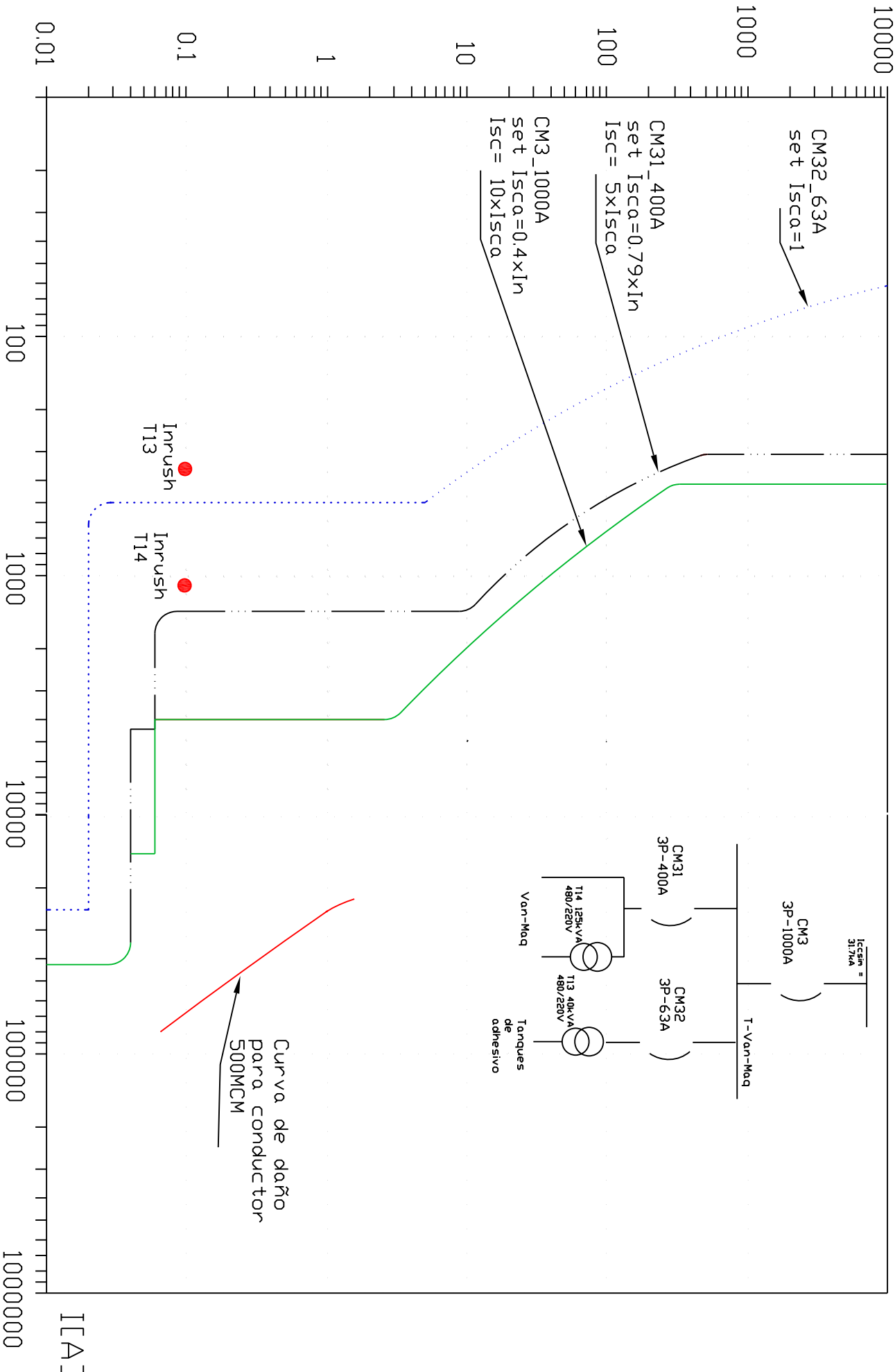
Para el disparo magnético se considerara el ajuste propuesto para instalaciones supervisadas de 250% sugeridas por el CEN en la Tabla 450-3(a)(2), obteniendo un factor de ajuste de 1,81, sin embargo, el menor ajuste que permite el dispositivo es 2. Para el disparo instantáneo se asume al igual que para los generadores, la corriente de cortocircuito trifásica del transformador sin conexión de cargas, de valor igual a 26,69 kA, obteniendo así un ajuste del dispositivo de disparo instantáneo de 10 veces la corriente el ajuste de sobrecarga (ajuste máximo).

[Anexo 16]

[Curvas de coordinación de protecciones]

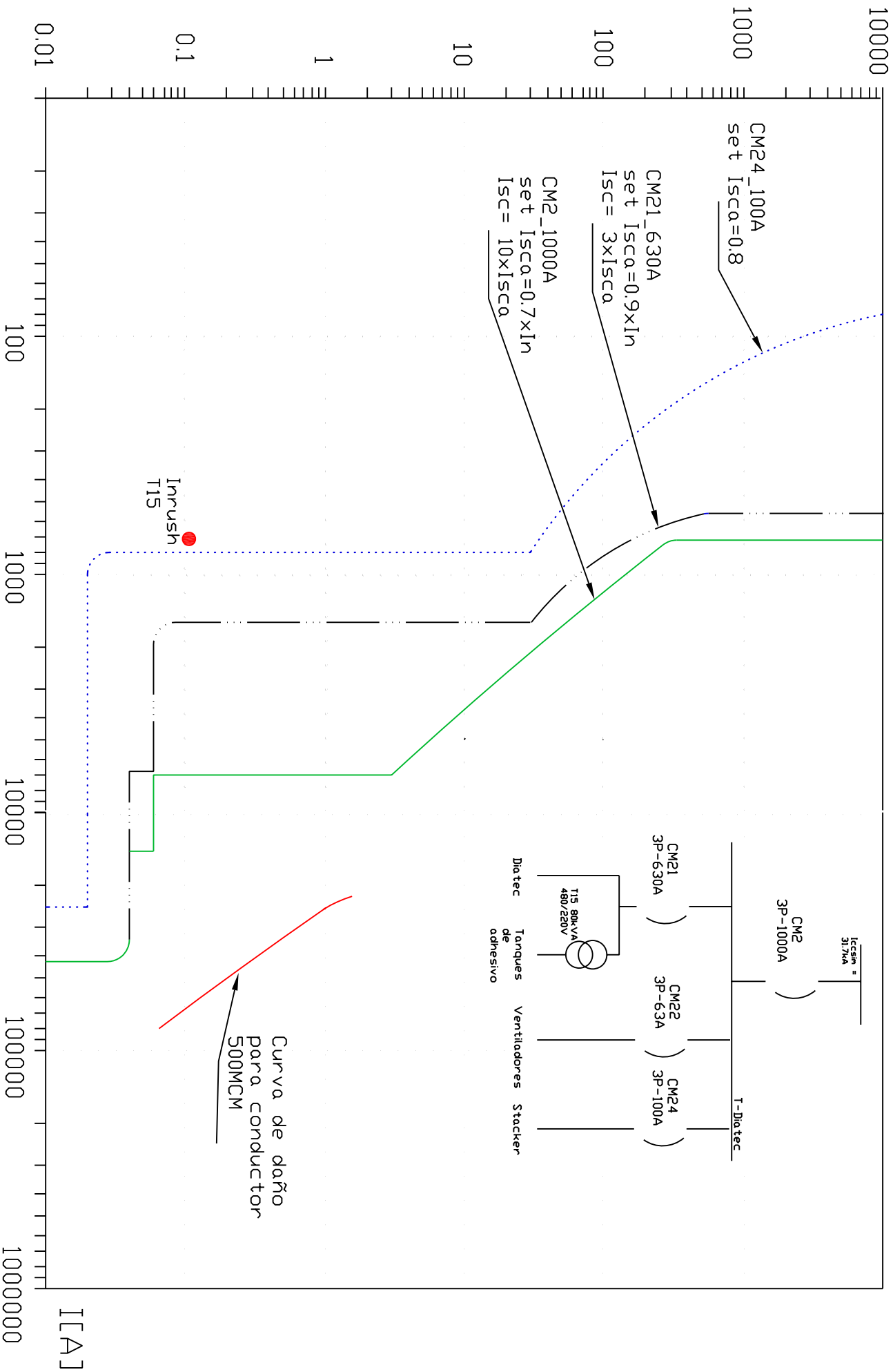
T[S]

Circuito P_1.0



T[S]

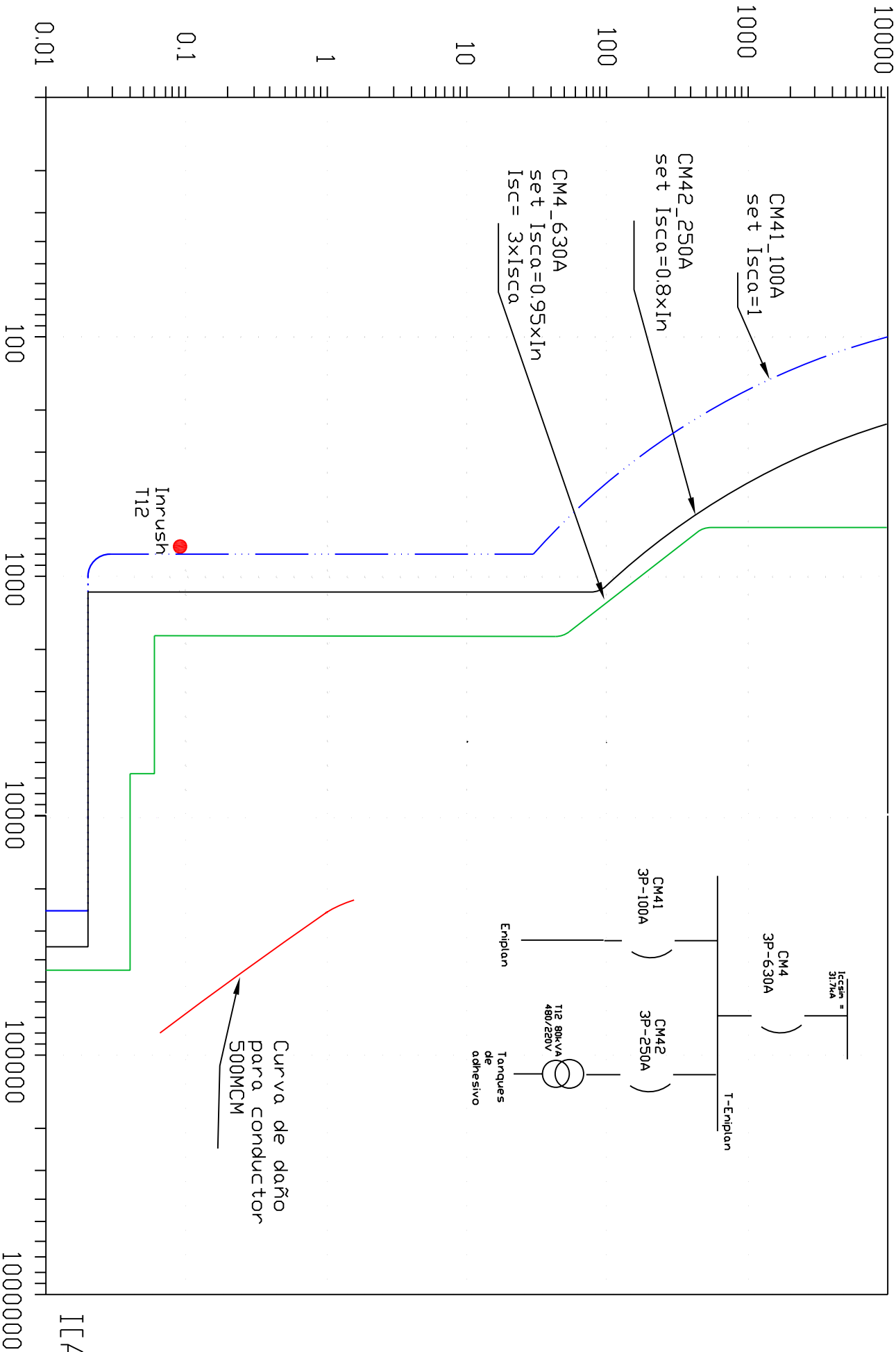
Circuito P_1.1



I[A]

T[S]

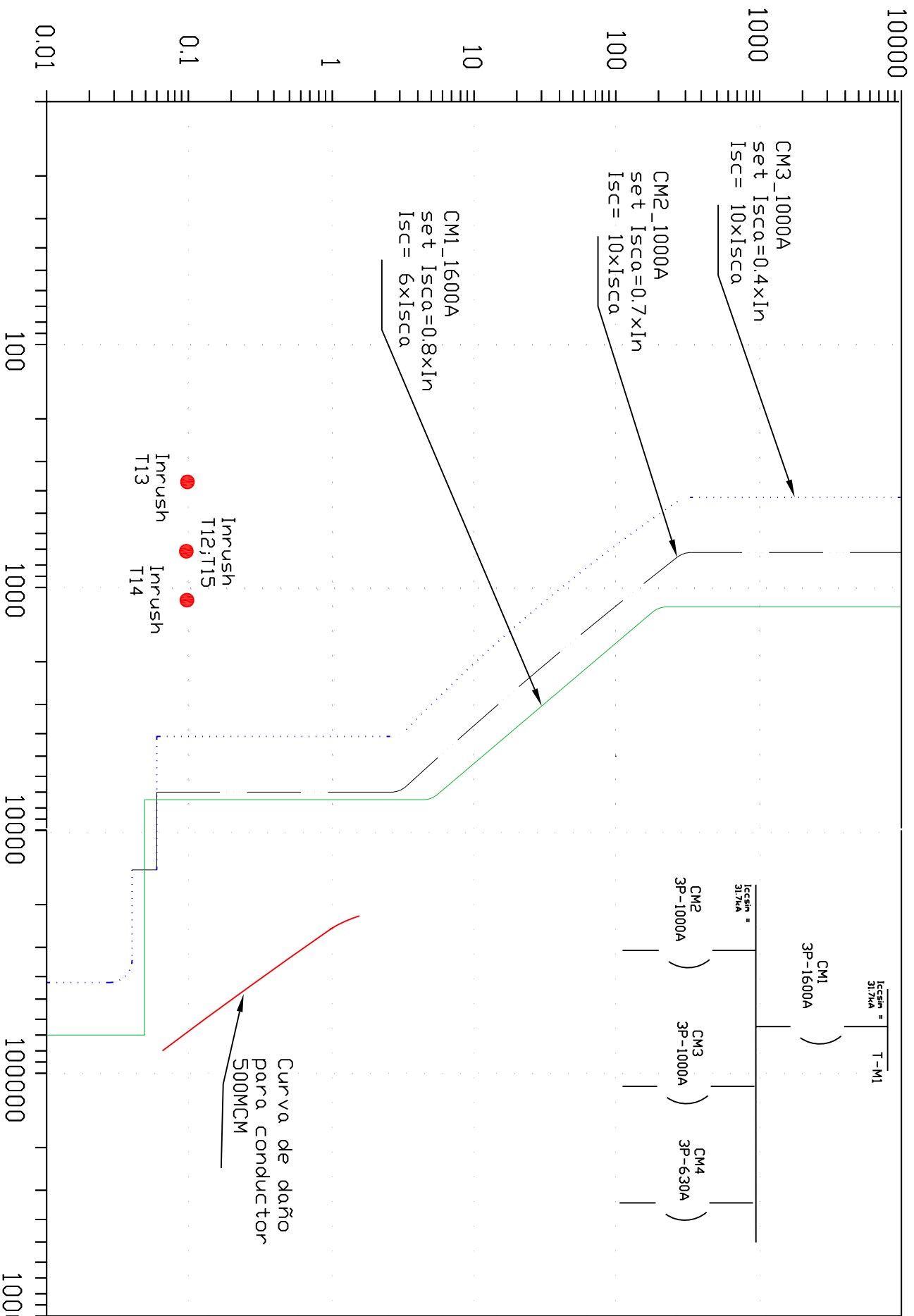
Circuito P_1.2



I[A]

T[s]

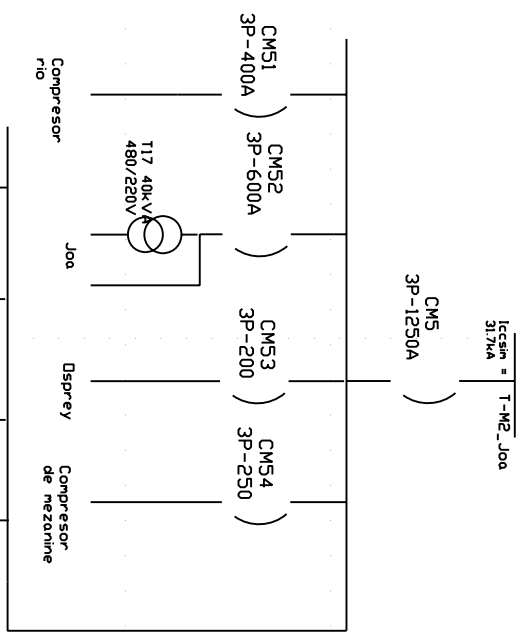
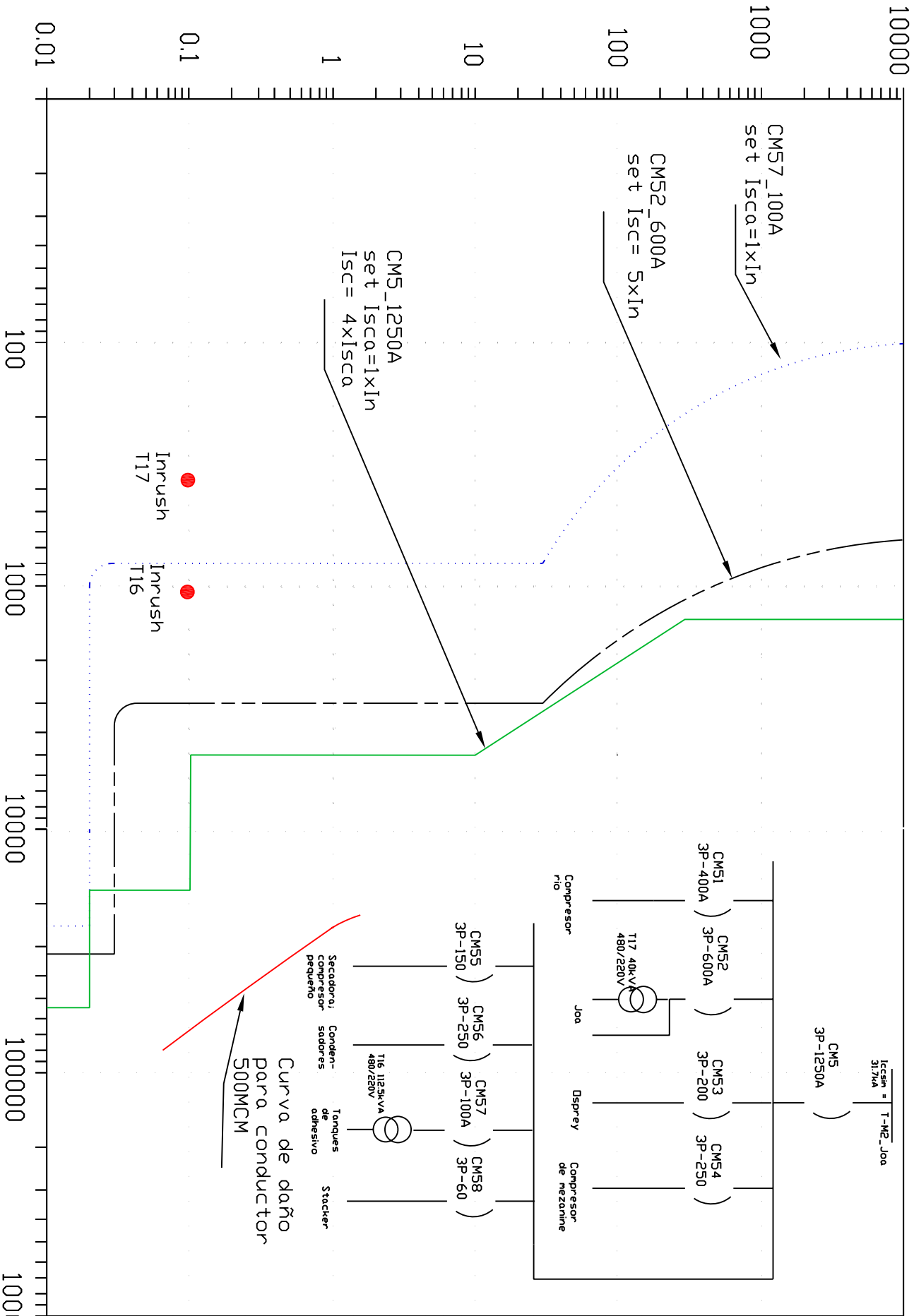
Circuito P_2.0



I[A]

T[S]

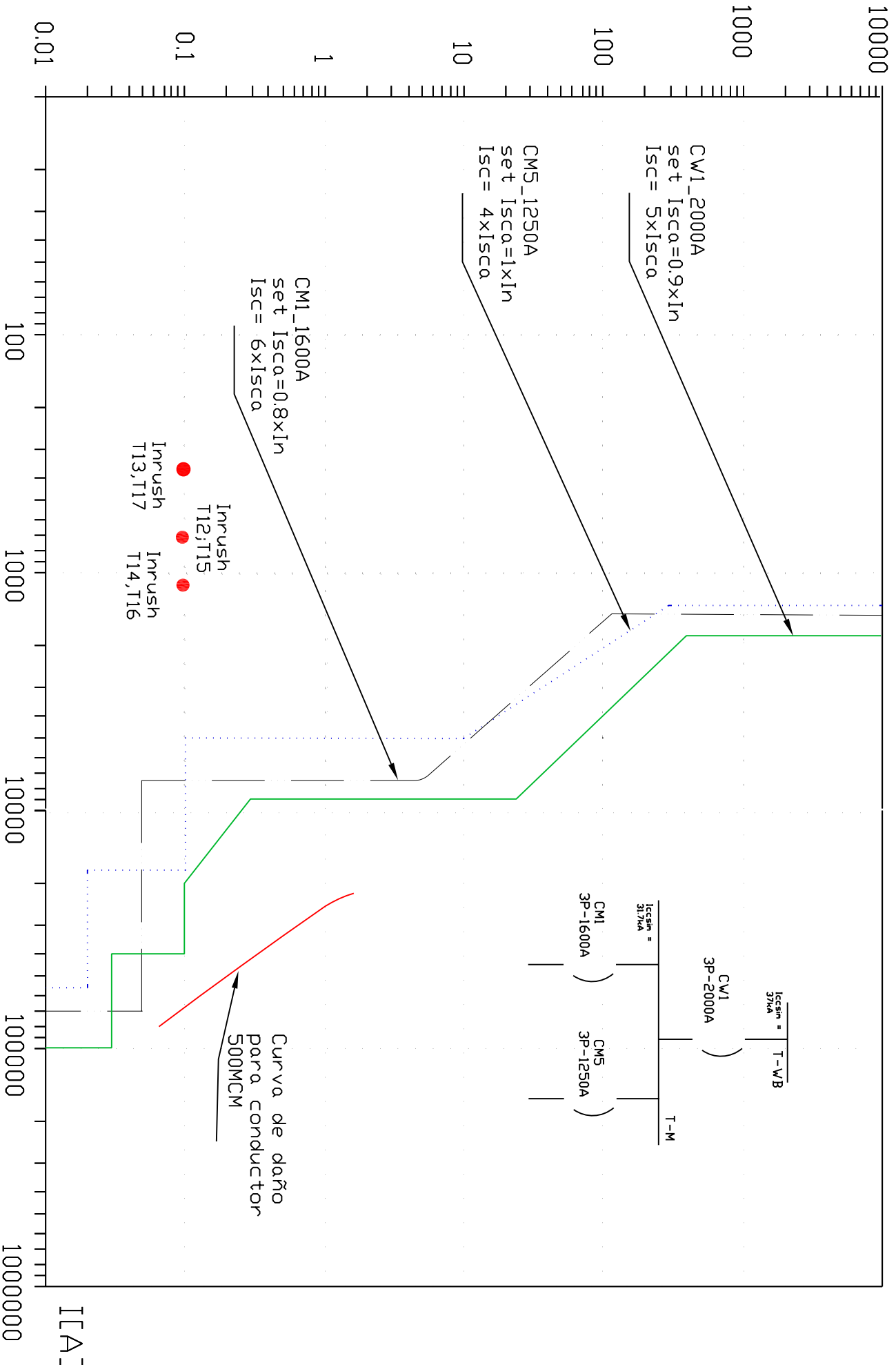
Circuito P_2.1



I[A]

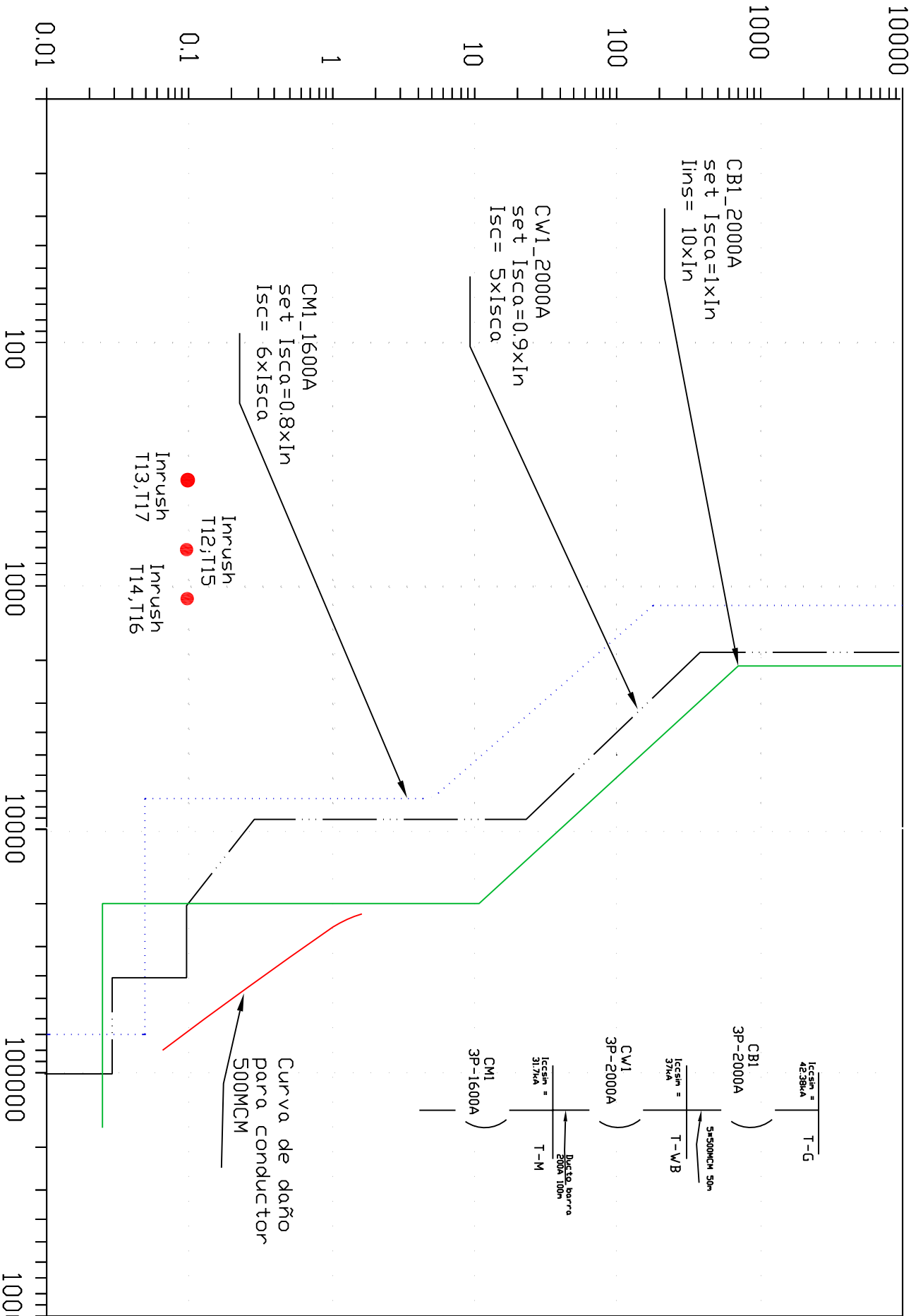
T [s]

Circuito P_3.0



T[S]

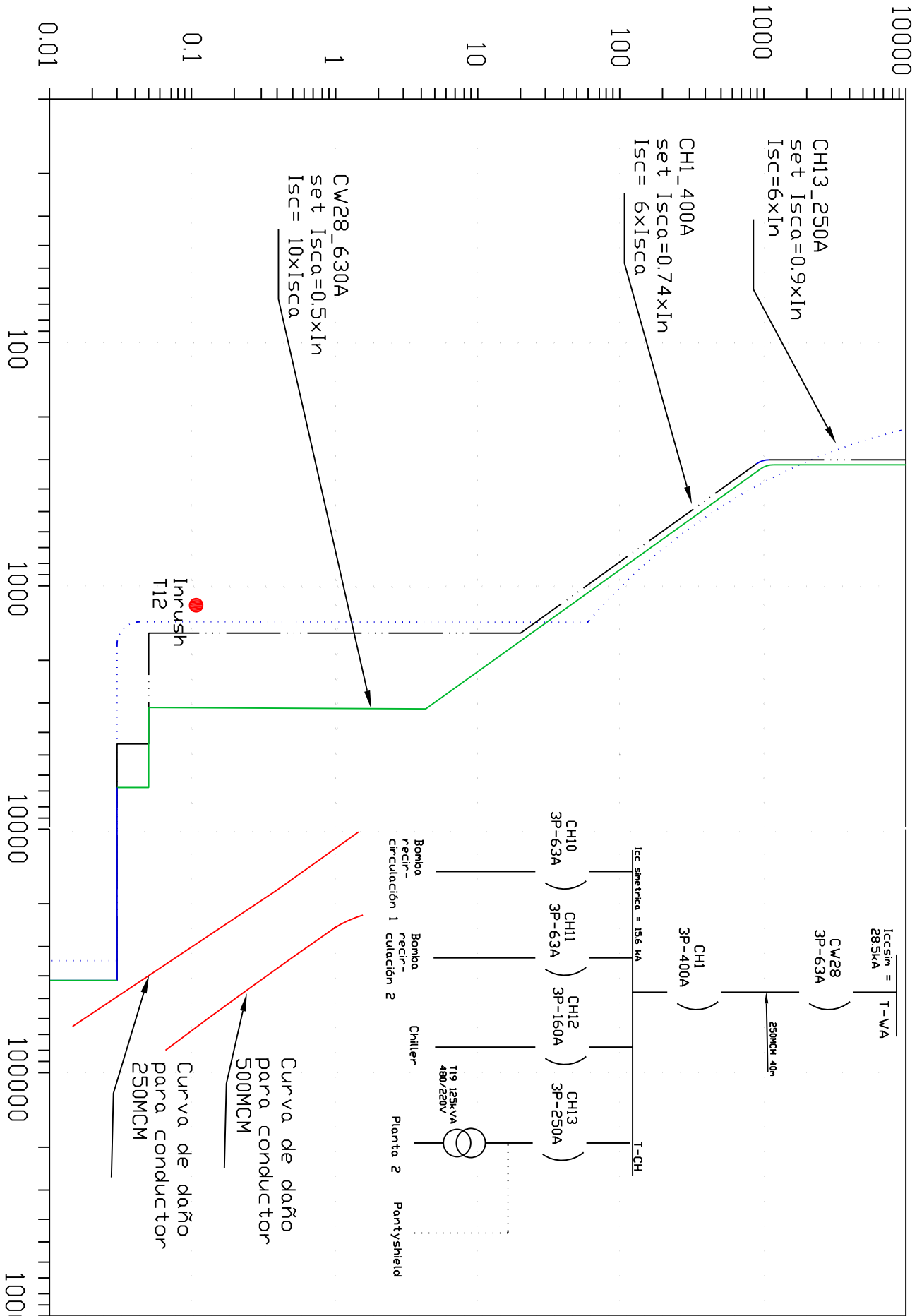
Circuito P_4.0



I[A]

T [s]

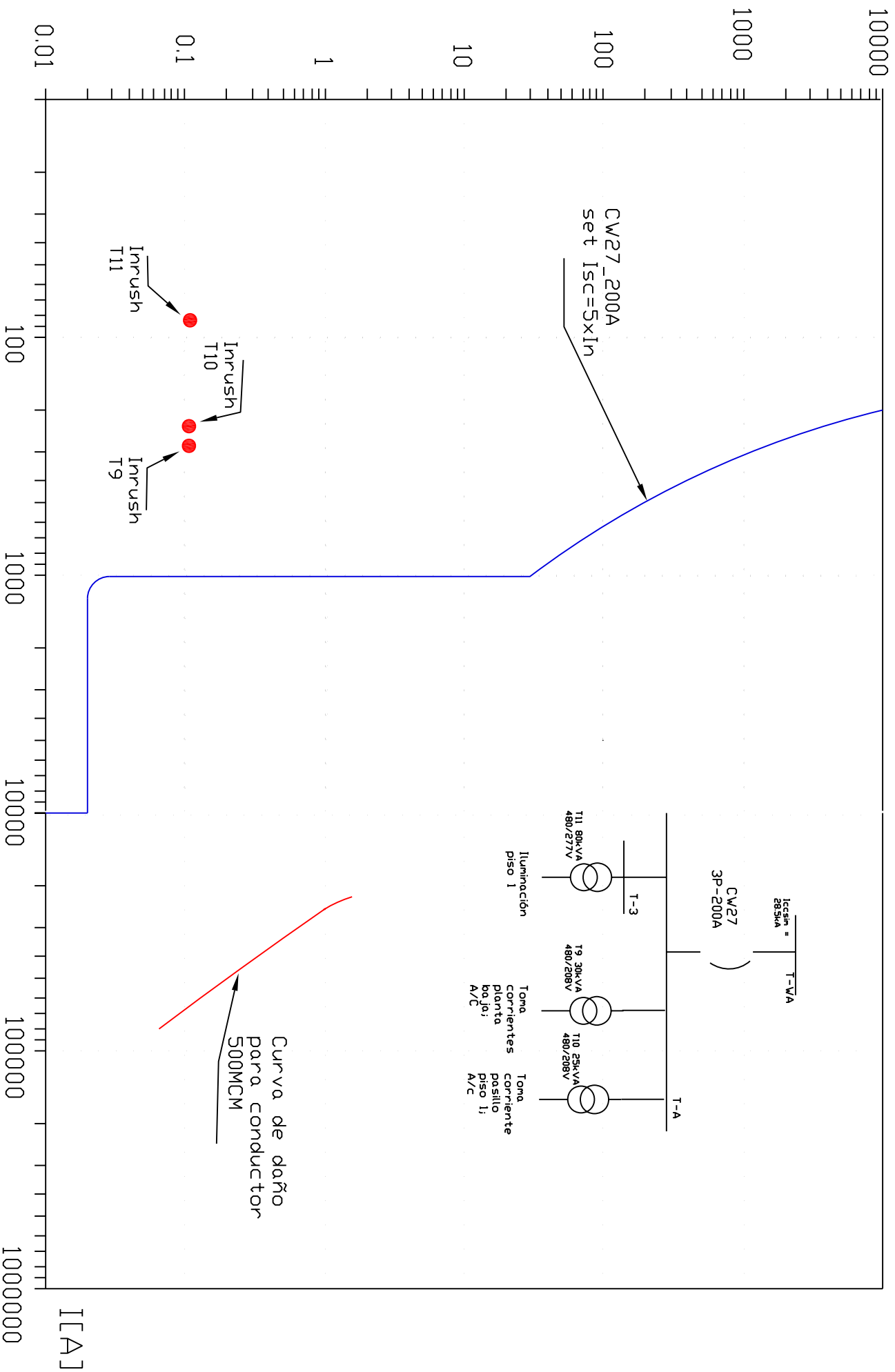
Circuito SG_1.0



I [A]

T [s]

Circuito SG_2.1



100000
10000
1000
100
10
1
0.1
0.01

10000000
1000000
100000
10000

Curva de daño para conductor 500MCM

CW27_200A set $I_{sc} = 5 \times I_n$

Inrush T11
Inrush T10
Inrush T9

111 80kVA/480/277V
T-3
Iluminación piso 1

109 30kVA/480/208V
Toma corrientes planta bajo A/C

110 25kVA/480/208V
Toma corriente pasillo piso 1; A/C

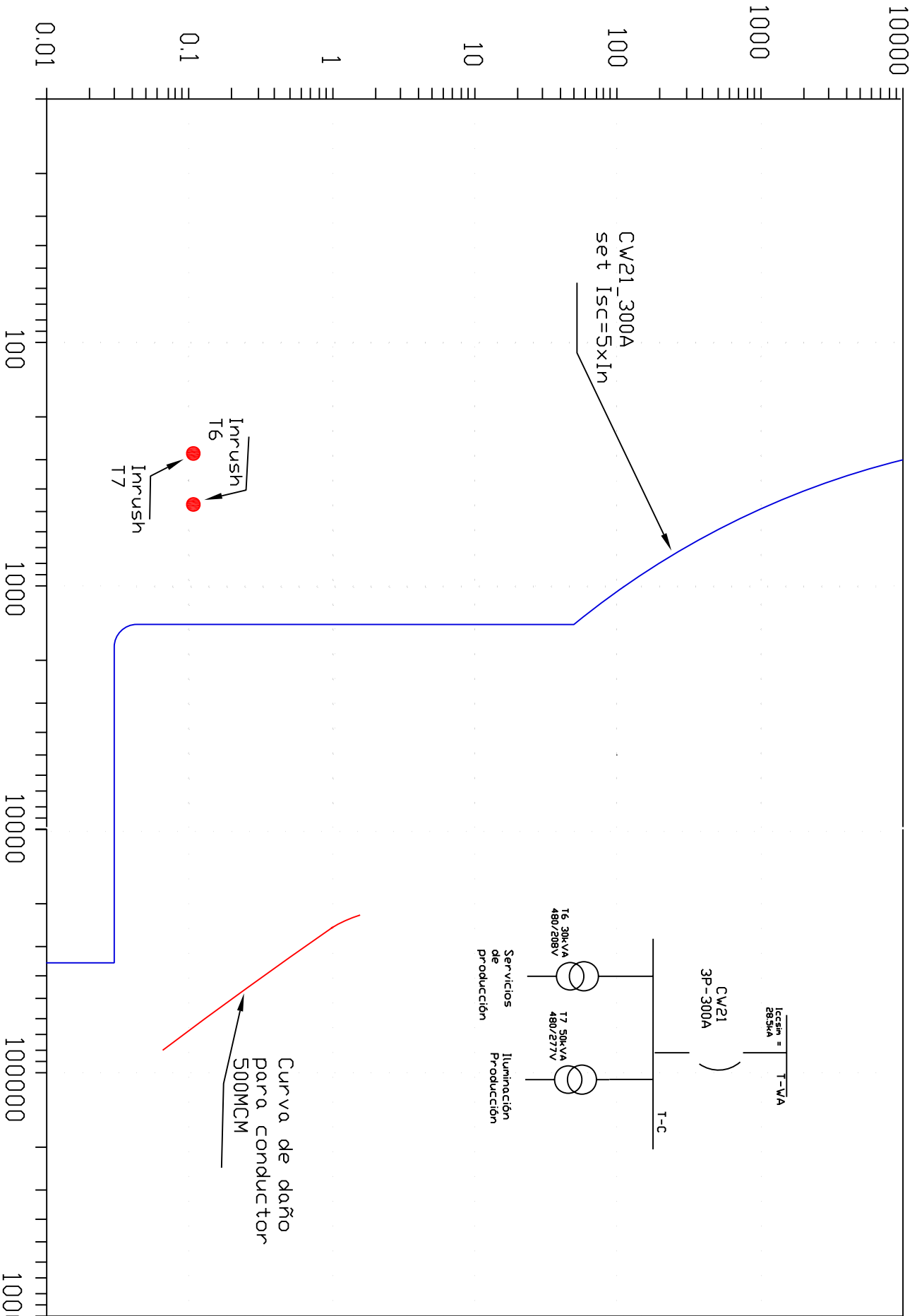
T-W/A
 $I_{ccalm} = 28.5kVA$

T-A

I [A]

T [s]

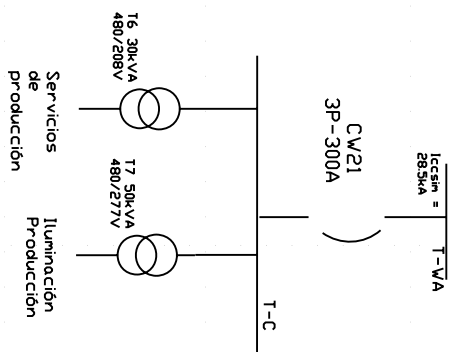
Circuito SG_2.2



CW21_300A
set $I_{sc} = 5 \times I_n$

Inrush
T6
Inrush
T7

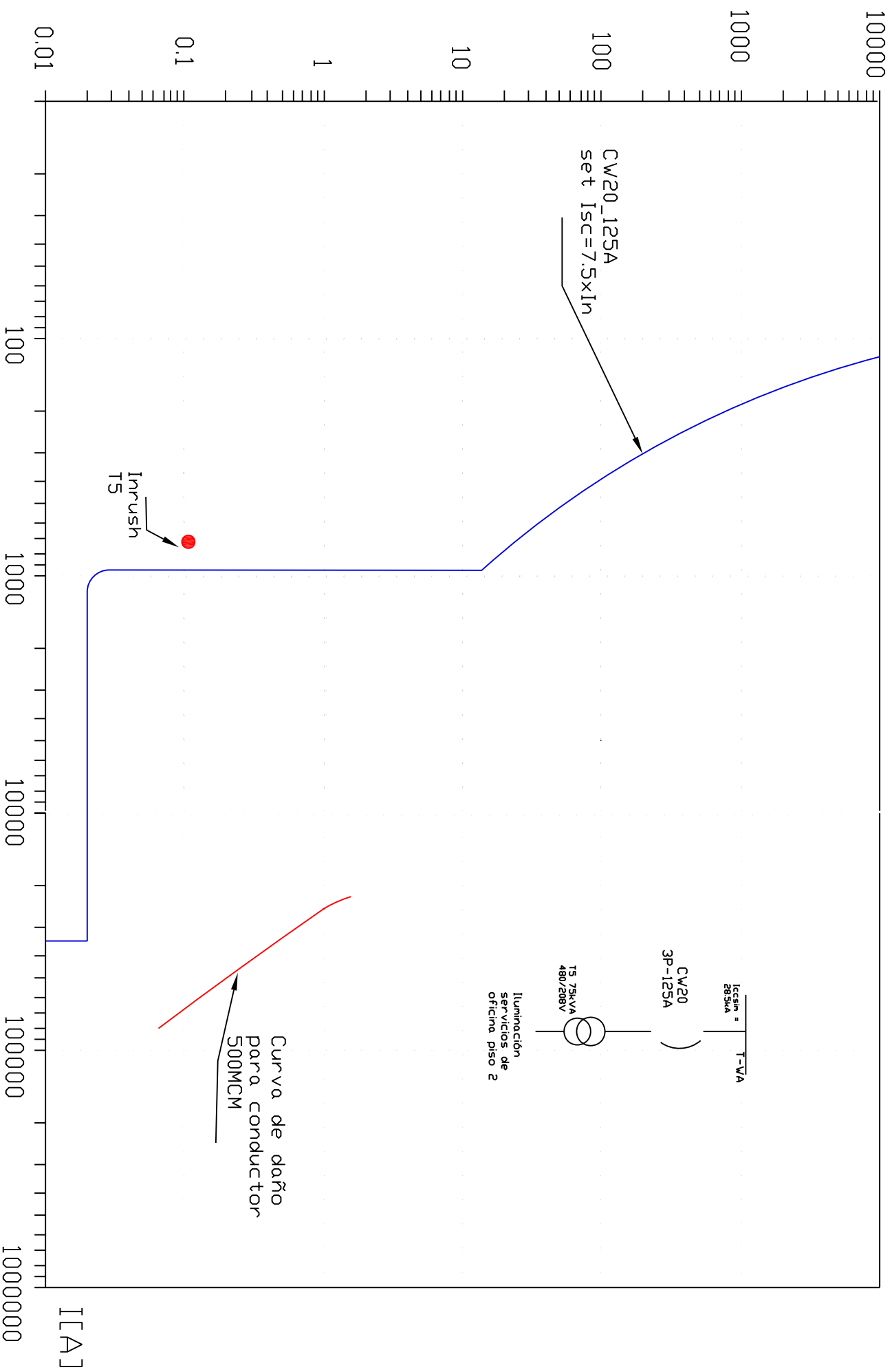
Curva de daño
para conductor
500MCM



I [A]

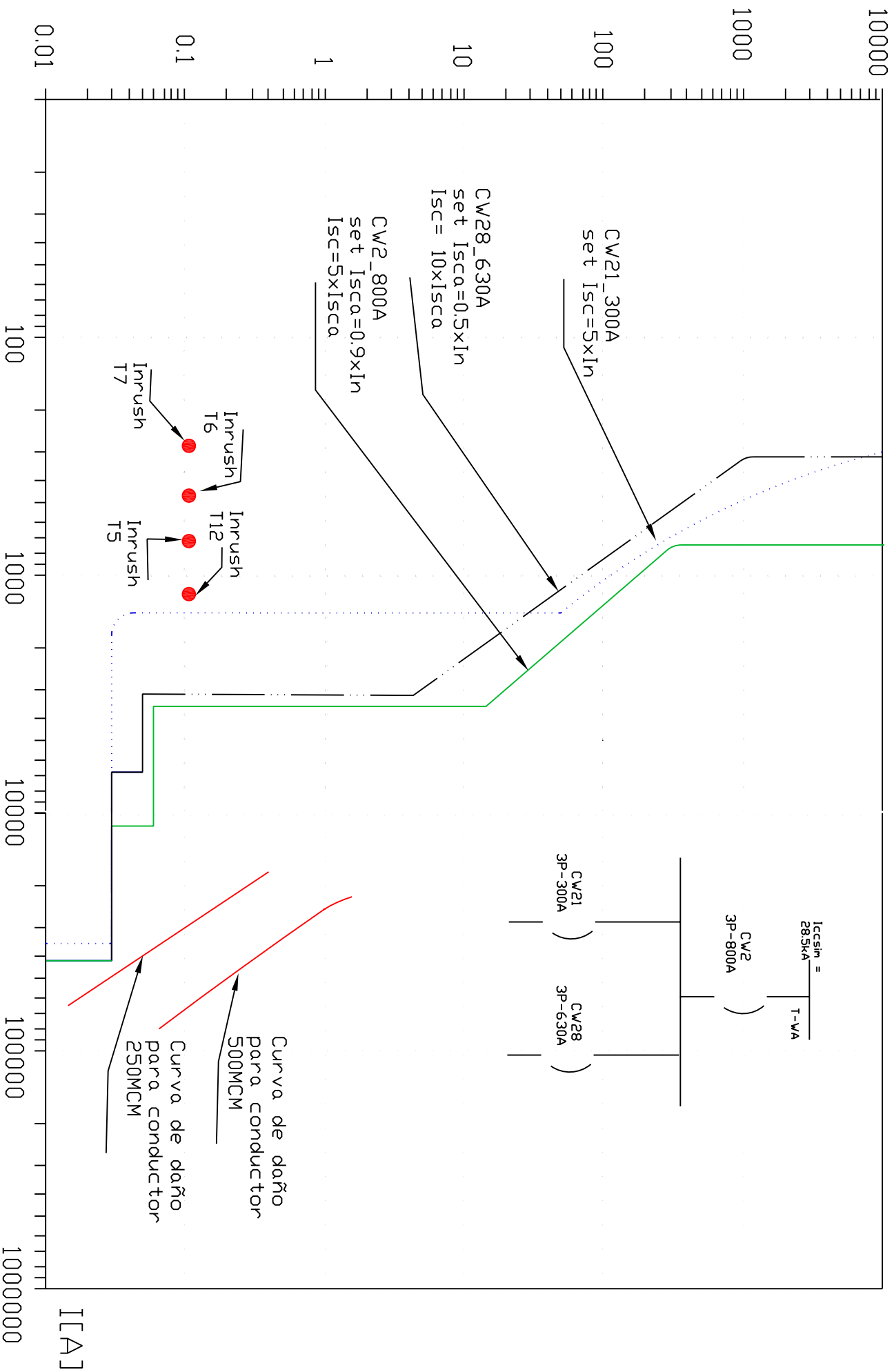
T[s]

Circuito SG_2.3



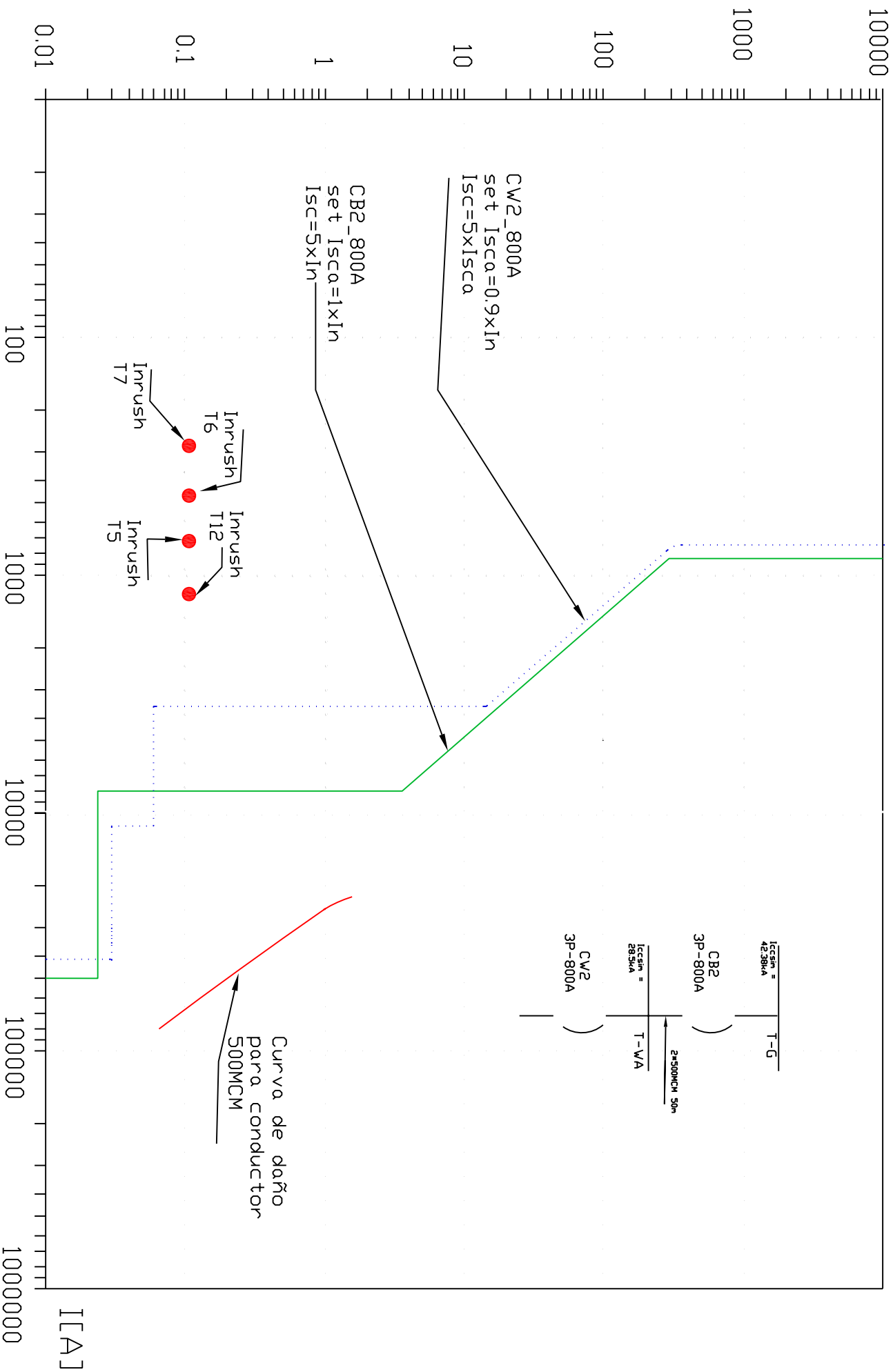
T[S]

Circuito SG_3.0



T[μ s]

Circuito SG_4.1



I[A]

[Anexo 17]

[Tabla 310-5 del Código Eléctrico Nacional 1999]

Tension nominal del conductor (Volt)	Calibre mínimo del conductor (AWG)
De 0 a 2000	14 De Cobre 12 De aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 2001 a 8000	8
De 8001 a 15000	2
De 15001 a 28000	1
De 28001 a 35000	1/0

Excepción N°. 1: Los cables flexibles, como lo permite el Artículo 400-12.

Excepción N°. 2: Los cables de artefactos, como lo permite el Artículo 410-24.

Excepción N°. 3: Los cables de motores de 1 HP o menos, como permite el Artículo 430-22(b).

Excepción N°. 4: Los de grúas y elevadores, como lo permite el Artículo 610-14.

Excepción N°. 5: Los de los circuitos de control y señalización de los ascensores, como lo permite el Artículo 620-12.

Excepción N°. 6: Los de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 como permiten los Artículos 725-27 y 725-51.

Excepción N°. 7: Los de los circuitos de alarma contra incendios, como permiten los Artículos 760-27, 760-51 y 760-71.

Excepción N°. 8: Los de los circuitos de control de motores, como permite el Artículo 430-72.

[Anexo 18]

[Caída de tensión y Capacidad de corriente de un conductor]

Caída de tensión en un conductor

Como es conocido los conductores no son ideales, estos presentan parámetros eléctricos que se oponen al paso de la corriente a lo largo de estos, para explicar este fenómeno nos basaremos en la figura A17.1, siendo R y X la resistencia y la reactancia propia de un conductor, la carga se expresa en vatios W, y por ser conductores de cortas longitudes, la capacitancia que puede existir se desprecia

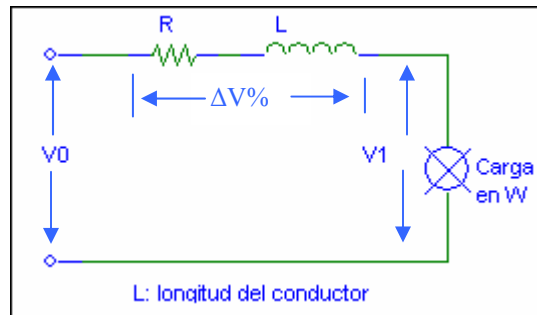


Figura A17.1

Si observamos la figura podemos notar que la tensión en los bornes de la fuente no es la misma que en los bornes de la carga, por consiguiente, la diferencia entre las dos tensiones representa la caída de tensión en el conductor alimentador de la carga.

$$\Delta V = V_0 - V_1 \quad [4]$$

V_0 : tensión en los bornes de la fuente

V_1 : tensión en los bornes de la carga

Realizando un diagrama vectorial del sistema anteriormente mostrado, se obtiene la figura A17.2

$$V_0 = \sqrt{(V_1 + IR \cos \alpha + IX \operatorname{sen} \alpha)^2 + (IX \cos \alpha - IR \operatorname{sen} \alpha)^2}$$

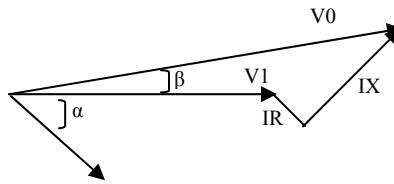


Figura A17.2 Diagrama vectorial

De la anterior ecuación, el segundo término de V_0 se puede despreciar cuando IR e IX no exceden de un 10%, cometiendo con esto un error menor al 1% el cual es despreciable, resultando la ecuación siguiente

$$\Delta V = V_0 - V_1 = IR \cos \alpha + IX \operatorname{sen} \alpha$$

Las magnitudes de R y X en un conductor dependerán de la longitud de éste
 $R = r * L$ y $X = x * L$

Por lo tanto r y x son la resistencia y reactancia propia del conductor respectivamente, expresadas en ohm por unidad de longitud. Si la diferencia de tensión ΔV se basa en por ciento de V_0 , resulta la siguiente ecuación

$$\Delta V \% = \frac{I * L}{V_0} (r \cos \alpha + x \operatorname{sen} \alpha) * 100$$

Si además se introduce el concepto de kVA y kV, y se opera la ecuación anterior, resulta

$$\Delta V \% = kVA * L * K \quad \text{donde } K = \frac{(r \cos \alpha + x \operatorname{sen} \alpha)}{10 * (kV_0)^2}$$

La expresión anterior puede ser expresada en términos de la corriente, resultando, la siguiente ecuación para caída de tensión

$$\Delta V \% = I * L * K$$

Con la ecuación anterior, se puede despejar el valor de corriente por unidad de longitud, en función de la caída de tensión deseada, definiendo de esta manera la capacidad de distribución

$$CD = I * L = \frac{\Delta V\%}{K} \qquad CD = kVA * L = \frac{\Delta V\%}{K}$$

Con los valores obtenidos de CD, se logra seleccionar el calibre del conductor adecuado con las correspondientes tablas, para las cuales es necesario definir el factor de potencia, el tipo de material del conductor (aluminio o cobre), el aislante, y el tipo de tubería (magnética o no).

Capacidad de corriente de un conductor

Los conductores poseen la capacidad de transportar la corriente eléctrica, limitándose ésta a causa de la conductividad del material y el tipo de aislamiento con el que son construidos, debido a esto se generan pérdidas de energía en el conductor por efecto Joule, las cuales se pueden expresar de la siguiente manera

$$W = I^2 R \text{ (vatios)}$$

Estas pérdidas hacen que la temperatura del conductor aumente con respecto a la del ambiente, este calentamiento de llegar a ser excesivo, puede traer como consecuencia el deterioro del aislante y generar futuras anomalías en el sistemas.

La resistencia de un conductor responde a la siguiente ecuación

$$R = \rho L / A$$

Donde ρ es la resistividad del conductor, L la longitud y A el área de la sección recta del mismo. Al variar el valor del área A, la resistencia se puede disminuir, y por consiguiente reducir el efecto Joule (temperatura), el cual en conductores aislados debe ser de valor tal que no supere la temperatura de fusión del aislamiento, a fin de no dañarlo ni de acortar su vida útil.

A medida que aumenta el número de conductores en una canalización la temperatura que se origina es mayor, y si esta confinada la disipación del calor es

complicada, para los conductores al aire libre este problema no se presenta ya que la disipación del calor es espontánea y rápida, por consiguiente, es recomendable bajar la corriente que circula por los conductores instalados en ductos cerrados, para con esto disminuir la temperatura de operación.

[Anexo 19]

[Tabla 310-16 del Código Eléctrico Nacional 1999]

Capacidades de corriente (A) permisibles de conductores aislados de 0 a 2000 Volt y 60 °C a 90 °C no más de tres conductores activos en una canalización, cables o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30° C.

CALIBRE	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR (VER TABLA 310-13)						AWG/ Kcmil
	60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C	
AWG/ Kcmil	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW- 2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	AWG/ Kcmil
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14	20*	20*	25*	....	....	....	....
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 30 °C, MULTIPLICAR LAS ANTERIORES CAPACIDADES DE CORRIENTE POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR ABAJO INDICADO						

21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este *Código*, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no deben superar los 15 Ampere para el número 14 AWG; 20 Ampere para el número 12 AWG y 30 Ampere para el número 10 AWG, todos de cobre; o 15 Ampere para el número 12 AWG y 25 Ampere para el número 10 AWG de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

[Anexo 20]

[Tabla 250-95 del Código Eléctrico Nacional 1999]

Calibre mínimo de los conductores de puesta tierra de equipos para canalizaciones y equipos

Capacidad nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado del lado de la alimentación (A)	Cable de Cobre N°	Cable de Aluminio o de Aluminio recubierto de Cobre * N°
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 Kcmil
1600	4/0	350 Kcmil
2000	250 Kcmil	400 Kcmil
2500	350 Kcmil	600 Kcmil
3000	400 Kcmil	600 Kcmil
4000	500 Kcmil	800 Kcmil
5000	700 Kcmil	1200 Kcmil
6000	800 Kcmil	1200 Kcmil

* Véanse las restricciones de instalaciones señaladas en el Artículo 250-92(a).

NOTA: Para cumplir lo establecido en el Artículo 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor calibre que lo especificado en esta Tabla.

[Anexo 21]

[Tabla 4 del texto canalizaciones eléctricas residenciales]

Capacidad de distribución en **A.M.**, para conductores monopolares de **cobre** con aislante **TTU** sistema trifásico 208/120V., 60 Hz, y temperatura del conductor 75° C. $\Delta V = 2\%$.

PARA DUCTOS MAGNETICOS

AWG o MCM	$\Delta V = 2\%$				
	COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	226	236	249	278	317
12	359	375	394	439	498
10	571	593	622	687	780
8	908	934	975	1076	1207
6	1392	1417	1473	1616	1800
4	2210	2216	2288	2481	2735
2	3521	3448	3526	3762	4086
1/0	5592	5246	5269	5470	5796
2/0	6812	6267	6247	6411	6726
3/0	8808	7702	7590	7665	7933
4/0	10881	9408	9164	9095	9284
250	12790	10759	10378	10163	10267
300	13741	11450	11015	10740	10812
350	15925	12873	12250	11781	11735
400	18217	14279	13456	12770	12596
500	22473	16538	15306	14186	13756
600	24289	17539	16138	14852	14330
700	27639	19206	17488	15893	15209
750	28289	19566	17786	16149	15434


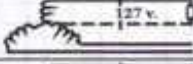
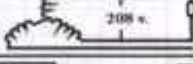







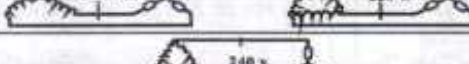
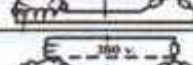

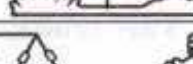

PARA DUCTOS NO MAGNETICOS

AWG o MCM	$\Delta V = 2\%$				
	COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	226	236	249	278	317
12	359	375	394	440	500
10	571	594	623	694	786
8	908	937	981	1086	1223
6	1444	1479	1541	1697	1898
4	2294	2319	2403	2620	2904
2	3653	3621	3720	4001	4377
1/0	5797	5540	5606	5585	6300
2/0	7317	6854	6879	7134	7557
3/0	9231	8430	8377	8559	8949
4/0	11650	10336	10161	10217	10545
250	13714	11875	11572	11489	11742
300	16438	13820	13326	13050	13179
350	19048	15551	14842	14345	14337
400	21818	17277	16338	15574	15414
500	26966	20085	18633	17353	16878
600	32432	22920	20961	19154	18391
700	36923	25062	22663	20460	19480
750	39344	26186	23576	21145	20050

[Anexo 22]

[Tabla 2 del texto canalizaciones eléctricas residenciales]

Factores de corrección para tensiones y sistemas distintos a 3 x 208/120V., aplicables a las tablas de AM. y KVAm. para conductores colocados en tuberías.

DISPOSICION DE CARGAS EN DISTINTOS SISTEMAS	FACTORES CORRECC.	
	A. m.	KVA. m.
	0,500	0,166
	0,529	0,186
	0,866	0,500
	0,916	0,559
	1,000	0,665
	1,154	0,886
	1,581	1,668
	1,733	2,000
	2,000	2,662
	1,000	1,000
	1,057	1,118
	1,153	1,331
	1,827	3,337
	2,000	4,000
	2,307	5,325

[Anexo 23]

[Tabla 12 del texto canalizaciones eléctricas residenciales]

MÁXIMO NÚMERO DE CONDUCTORES DE IGUAL CALIBRE EN TUBERÍAS, TRABAJOS NUEVOS: TIPOS FEP, FEPB, RUH, RUW, T, TF, THHN, THW, THWN, TW Y TTU.

Trabajos nuevos o realambrados tipos RF-2, RH-2, R, RH, RW, RHH, RHW, RH-RW.

AWG O MCM	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	5"	6"
14	4	6	10	25	41	90	155	-	-
12	3	5	8	21	34	76	132	208	-
10	1	4	7	17	29	64	110	173	-
8	1	3	4	10	17	38	67	105	152
6	1	1	3	6	10	23	41	64	93
4	1	1	3	5	8	18	31	49	72
2	-	1	1	3	6	14	24	38	55
1/0	-	-	1	2	4	9	16	25	37
2/0	-	-	1	1	3	8	14	22	32
3/0	-	-	1	1	3	7	12	19	27
4/0	-	-	-	1	2	6	10	16	23
250	-	-	-	1	1	5	8	13	19
300	-	-	-	1	1	4	7	11	16
350	-	-	-	1	1	3	6	10	15
400	-	-	-	1	1	3	6	9	13
500	-	-	-	1	1	3	5	8	11
600	-	-	-	-	1	1	4	6	9
700	-	-	-	-	1	1	3	6	8
750	-	-	-	-	1	1	3	5	8

[Anexo 24]

[Sección 240-6 del Código Eléctrico Nacional 1999]

Capacidades de corriente normalizadas.

(a) Fusibles e interruptores automáticos (breakers). Las capacidades normalizadas de corriente de los fusibles y interruptores automáticos (breakers) de tiempo inverso, serán las de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1.000, 1.200, 1.600, 2.000, 2.500, 3.000, 4.000, 5.000 y 6.000 Ampere.

Excepción: Adicionalmente como capacidades normalizadas de los fusibles se deben considerar las de 1, 3, 6, 10 y 601.

(b) Interruptores automáticos (breakers) de disparo ajustable. La capacidad máxima de corriente de los interruptores automáticos ajustable con medios externos de ajuste del sensor de disparo de larga duración (en Ampere o por sobrecarga), debe ser el ajuste máximo posible.

Excepción: Los interruptores automáticos que tengan tapas desmontables y precintables para los medios de ajuste o estén situados detrás de las puertas cerradas de los tableros o detrás de las puertas cerradas accesibles sólo al personal cualificado, podrán tener capacidad nominal iguales a las del sensor de disparo, una vez ajustado.

NOTA: No se intenta prohibir el uso de fusibles e interruptores automáticos con capacidades de corriente no normalizadas.

[Anexo 25]

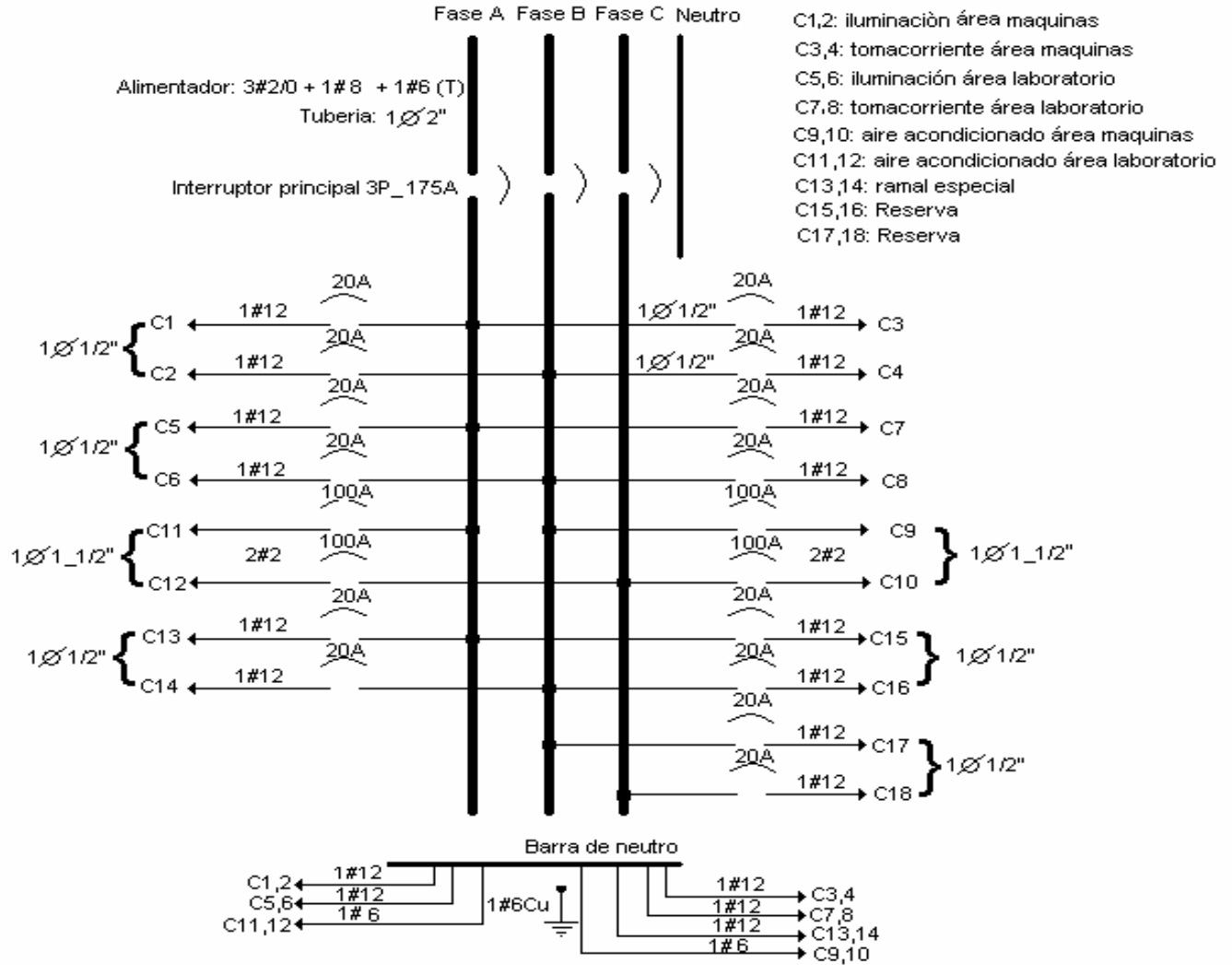
[Tabla 220-3 del Código Eléctrico Nacional 1999]

Cargas de iluminación general por tipo de local

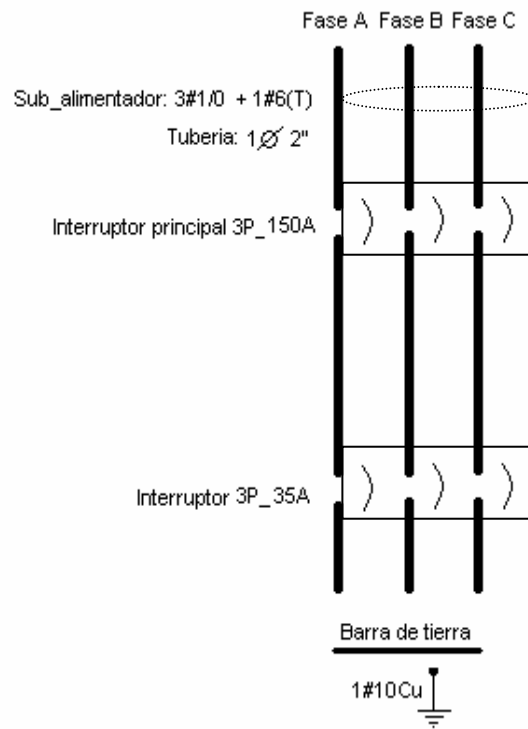
Tipo de local	Carga unitaria por metro cuadrado (en Voltampere)
Salas de armas y auditorios	10
Bancos	35
Barberías y salones de belleza	30
Iglesias	10
Clubs	20
Juzgados	20
Unidades de vivienda*	30
Estacionamientos comerciales	5
Hospitales	20
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina*	20
Inmuebles industriales y comerciales	20
Casas de huéspedes	15
Inmuebles de oficinas	35**
Restaurantes	20
Colegios	30
Tiendas	30
Almacenes, Depósitos	2,5

[Anexo 26]

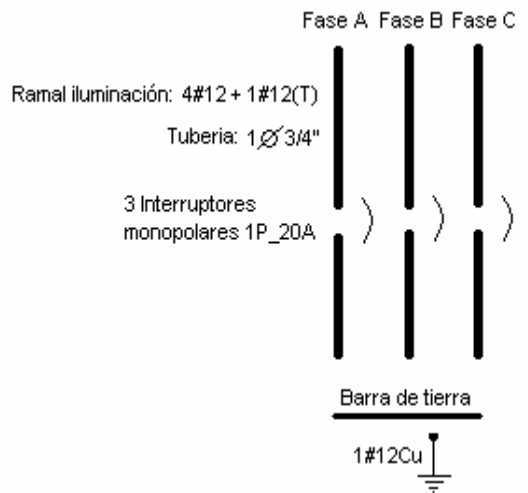
[Distribución de los tableros de Wipes_Packing]



Tablero de servicios generales del local de Wipes @ 208V



Tablero para la maquina Wipes @ 480V



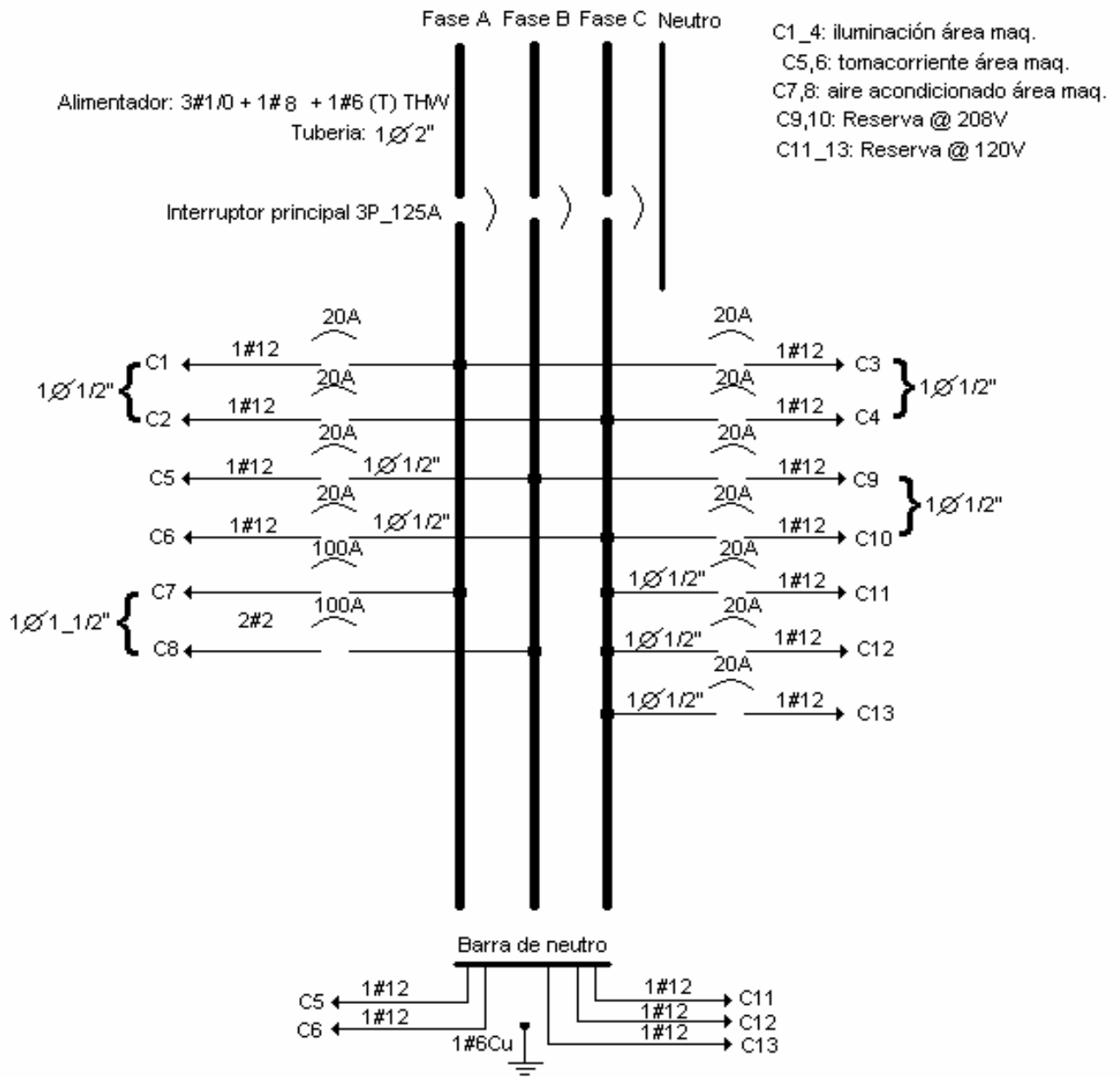
Tablero para iluminación del local de Wipes @ 277V

		Carga en Vatios [kVA]	
		Fases	Neutro
Iluminación área de maquinas @ 208V		7800	
Reserva @ 208 (no considerada en el diseño anterior)		3900	
Reserva @ 120 (no considerada en el diseño anterior)		5850	5850
Tomas corrientes área de maquinas @ 120V		3900	3900
Total carga de tomas generales		21450	9750
Primeros 10kVA o menos al 100% y el resto al 50%		15725	9750
Aire acondicionado del área de maquinas		19500	
25% del mayor de los motores		4875	
Total del tablero de servicios generales		40100	9750

Estudio de cargas para la evaluación del tablero disponible

		Carga		
N° circuito	Descripción del circuito	Fase A	Fase B	Fase C
1	Iluminación Maquinas	1950		
2	Iluminación Maquinas			1950
3	Iluminación Maquinas	1950		
4	Iluminación Maquinas			1950
5	Tomas corrientes Maq.		1950	
6	Tomas corrientes Maq.			1950
7	Aire acondicionado Maq.	9750		
8	Aire acondicionado Maq		9750	
9	Reserva		1950	
10	Reserva			1950
11	Reserva			1950
12	Reserva			1950
13	Reserva			1950
		13650	13650	13650
Porcentaje de desviación		0	0	0

Balance de cargas para el tablero disponible



Distribución del tablero disponible

[Anexo 27]

[Método de los Lúmenes]

Propiedades de la luz

Cuando un rayo de luz choca contra un objeto, parte de este se refleja y si el cuerpo es oscuro el resto es absorbido, al contrario si es transparente, una parte se absorbe y el resto atraviesa el cuerpo, obteniendo de esta manera 4 fenómenos:

- Reflexión: cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes, ya sean gases, líquidos o sólidos.
- Refracción: cuando la luz es desviada de su trayectoria al atravesar la superficie de separación entre dos medios diferentes.
- Transmisión: cuando la luz cambia de dirección al atravesar un medio sólido, líquido o gaseoso y luego vuelve a cambiar al salir de éste.
- Absorción: sucede cuando la luz blanca choca con un objeto, la luz reflejada por dicho objeto es la que el ojo percibe como color , mientras que el resto de los componentes de la luz son absorbidos, si el objeto refleja todo los componentes este es de color blanco, de lo contrario es de color negro.

Temperatura de color

Esta basada en el principio según el cual, todos los objetos cuando aumenta su temperatura emiten luz. El color de esa luz cambia con el incremento de la temperatura, la cual es expresada en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$), existen tres tipos de categorías según la temperatura:

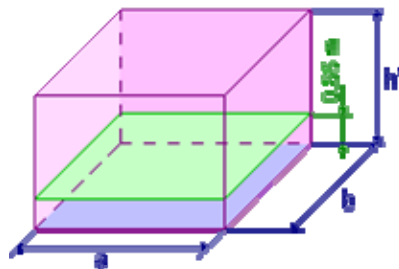
1. Calido: menor o igual a $3300\text{ }^{\circ}\text{K}$
2. Intermedio: entre 3300 y $5000\text{ }^{\circ}\text{K}$
3. Luz de día: mayor o igual a $5000\text{ }^{\circ}\text{K}$

Manantiales luminosos naturales y artificiales	Temperatura de color (°K)
Sol a mediodía	5300
Sol a las 4:30pm	4400
Lámpara Halógena	3100
Lámpara Incandescente	2700
Lámpara Sodio Baja Presión	1800
Lámpara Sodio Alta Presión	2100
Lámpara lux Mixta	3600
Lámpara Vapor de Mercurio	400
Lámpara Metal Halide	4000 a 6500

Temperatura de color de acuerdo al tipo de iluminación

Método de los lúmenes

Datos de entrada: Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo)



Dimensiones del local

Evaluar el nivel de Iluminancia E : siendo éste el flujo luminoso por una superficie, el cual depende del tipo de tarea a realizar en el local, la norma Covenin 2249 sugiere algunos valores, y la unidad es el lux (lx) o lm/m^2 .

Tares y Clases de local	Iluminancia Media en Servicio (lx)		
	Minimo	Recomendado	Óptimo
Zonas de Circulación, Pasillos	50	100	150
Bibliotecas, Salas de estudio	300	500	750
Oficinas normales, Mecanografiado	450	500	750
Comercio tradicional	300	400	500
Industrias (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales Normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales Especiales	1000	1500	2000

Tabla niveles de iluminación

Luego se evalúa el índice del local (K): el cual depende de la geometría del local $k = \frac{a*b}{h(a+b)}$ donde (k) es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla, si no se dispone de ningún dato se puede tomar 0.5 para el techo, 0.3 para paredes, 0.1 para suelo.

	Color	factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Tabla Factores de reflexión

Determinar el factor de utilización (η, CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran

los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

		% de reflexión para techos, paredes y planos de trabajo									
Índice del local K	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,50	0,30	0,30	0,00
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,10	0,30	0,10	0,00
	0,30	0,10	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
0,60	0,33	0,32	0,33	0,32	0,31	0,26	0,26	0,22	0,25	0,22	0,21
0,80	0,41	0,38	0,40	0,39	0,38	0,32	0,32	0,28	0,32	0,28	0,27
1,00	0,47	0,44	0,46	0,45	0,43	0,38	0,37	0,34	0,37	0,33	0,32
1,25	0,53	0,49	0,52	0,50	0,48	0,43	0,43	0,39	0,42	0,39	0,37
1,50	0,58	0,53	0,57	0,54	0,52	0,47	0,47	0,43	0,46	0,43	0,41
2,00	0,65	0,58	0,64	0,60	0,58	0,54	0,53	0,50	0,52	0,49	0,47
2,50	0,70	0,62	0,68	0,64	0,61	0,58	0,57	0,54	0,56	0,53	0,51
3,00	0,74	0,64	0,71	0,67	0,64	0,61	0,59	0,57	0,58	0,56	0,55
4,00	0,78	0,67	0,76	0,71	0,67	0,64	0,63	0,61	0,62	0,60	0,58
5,00	0,81	0,69	0,78	0,73	0,68	0,66	0,65	0,63	0,64	0,62	0,61

Tabla factor de utilización de área para luminaria F40T12 y F32T8

Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual se puede tomar los siguientes valores; limpio 0.8; sucio 0.6.

Cálculos

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

Donde:

- Φ_T es el flujo luminoso total
- E es la iluminancia media deseada
- S es la superficie del plano de trabajo
- η es el factor de utilización
- f_m es el factor de mantenimiento

Siendo el flujo luminoso Φ , la potencia lumínica en forma de radiación luminosa, a la que el ojo humano es sensible, la unidad es el lumen (lm)

Tipo de lampara	Flujo luminoso (lm)
Lampara Estándar 100W	1380
Fluorescentes	
T12 (40w)	2250
T8 (32w)	3000
T5 alto flujo luminoso HO (39w)	3500
T5 alta eficiencia HE (21w)	2100

Flujos luminosos de acuerdo al tipo de lámpara

Cálculo del número de luminarias, generalmente redondeado por exceso

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Donde:

- N es el número de luminarias
- Φ_T es el flujo luminoso total
- Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

Emplazamiento de las luminarias, después del número mínimo de lámparas y luminarias se procede a distribuir las sobre el área del local. En los locales de área rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las formulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{b} * a} \qquad N_{Largo} = N_{ancho} * \frac{b}{a}$$

Donde:

- N_{Total} es el número de luminarias totales a instalar
- N_{ancho} es el número de luminarias a colocar en lo ancho
- N_{Largo} es el número de luminarias a colocar a lo largo

[Anexo 28]

[Procedimiento propuesto para el arranque de las maquinas después de una parada inesperada]

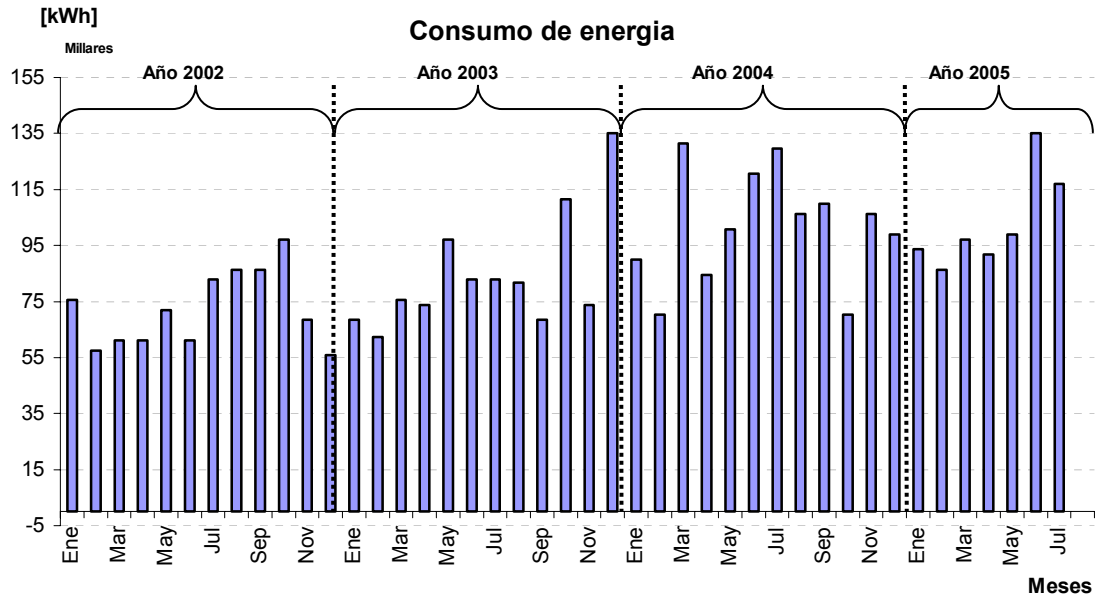
Al instante del restablecimiento de la energía eléctrica, debe seguirse el siguiente procedimiento:

- Mantener todas las líneas de producción en espera, mientras el supervisor de servicios de auto_generación revisa y restablece el servicio, por ende, cuando ocurra este tipo de evento, el supervisor de producción debe tener contacto con éste, y al confirmarse la conexión del servicio del generador, continuar con el procedimiento.
- Encender la secadora de aire y luego el compresor G75 mezanine.
- Realizar el procedimiento establecido para el arranque de la línea Joa a partir del punto 9.9²⁴, si esta se encuentra en mantenimiento realizar el arranque de la línea Diatec.
- En este punto el supervisor de producción debe preguntar al supervisor de servicios de auto_generación, si puede continuar con el procedimiento de arranque de maquinas.
- Encendido de un segundo compresor, G75 río o compresor pequeño G30.
- Realizar el procedimiento de arranque de la línea Diatec.
- Luego de encendidas Joa y Diatec, proceder con las líneas Eniplan y chinita, la ultima en encender será Van-Maq.
- Después de tener las líneas funcionando, encender el chiller del aire acondicionado de la planta, el cual, se debe encontrar fuera de servicio.

²⁴ Procedimiento interno de planta para arrancar adecuadamente la línea

[Anexo 29]

[Histórico de la energía consumida por la planta]



Histórico del consumo de energía mensual consumida de “ELEGGUA”

[Anexo 30]

[Tabla 18 del texto canalizaciones eléctricas residenciales]

FACTORES DE BANCADA (Fb).

Capacidad de los conductores de acuerdo a su posición en la bancada, en tanto por ciento....

<table border="1"> <tr><td>95</td><td>95</td></tr> <tr><td>83</td><td>83</td></tr> <tr><td>83</td><td>83</td></tr> <tr><td>95</td><td>95</td></tr> </table> <p>P= 89</p>	95	95	83	83	83	83	95	95	<table border="1"> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> </table> <p>P= 100</p>	100	100	100	100	<table border="1"> <tr><td>91</td><td>77</td><td>91</td></tr> <tr><td>75</td><td>60</td><td>75</td></tr> <tr><td>75</td><td>60</td><td>75</td></tr> <tr><td>91</td><td>77</td><td>91</td></tr> </table> <p>P=78.2</p>	91	77	91	75	60	75	75	60	75	91	77	91																																				
95	95																																																													
83	83																																																													
83	83																																																													
95	95																																																													
100	100																																																													
100	100																																																													
91	77	91																																																												
75	60	75																																																												
75	60	75																																																												
91	77	91																																																												
	<table border="1"> <tr><td>96</td><td>96</td></tr> <tr><td>87</td><td>87</td></tr> <tr><td>96</td><td>96</td></tr> </table> <p>P= 93</p>	96	96	87	87	96	96																																																							
96	96																																																													
87	87																																																													
96	96																																																													
<table border="1"> <tr><td>93</td><td>79</td><td>93</td></tr> <tr><td>79</td><td>64</td><td>79</td></tr> <tr><td>93</td><td>79</td><td>93</td></tr> </table> <p>P=83.56</p>	93	79	93	79	64	79	93	79	93	<table border="1"> <tr><td>93</td><td>93</td></tr> <tr><td>80</td><td>80</td></tr> <tr><td>78</td><td>78</td></tr> <tr><td>76</td><td>76</td></tr> <tr><td>76</td><td>76</td></tr> <tr><td>78</td><td>78</td></tr> <tr><td>80</td><td>80</td></tr> <tr><td>93</td><td>93</td></tr> </table> <p>P=81.75</p>	93	93	80	80	78	78	76	76	76	76	78	78	80	80	93	93	<table border="1"> <tr><td>89</td><td>71</td><td>71</td><td>89</td></tr> <tr><td>71</td><td>48</td><td>48</td><td>71</td></tr> <tr><td>71</td><td>48</td><td>48</td><td>71</td></tr> <tr><td>89</td><td>71</td><td>71</td><td>89</td></tr> </table> <p>P= 70</p>	89	71	71	89	71	48	48	71	71	48	48	71	89	71	71	89																			
93	79	93																																																												
79	64	79																																																												
93	79	93																																																												
93	93																																																													
80	80																																																													
78	78																																																													
76	76																																																													
76	76																																																													
78	78																																																													
80	80																																																													
93	93																																																													
89	71	71	89																																																											
71	48	48	71																																																											
71	48	48	71																																																											
89	71	71	89																																																											
<table border="1"> <tr><td>90</td><td>77</td><td>90</td></tr> <tr><td>73</td><td>55</td><td>73</td></tr> <tr><td>71</td><td>52</td><td>71</td></tr> <tr><td>70</td><td>47</td><td>70</td></tr> <tr><td>70</td><td>47</td><td>70</td></tr> <tr><td>71</td><td>52</td><td>71</td></tr> <tr><td>73</td><td>55</td><td>73</td></tr> <tr><td>90</td><td>77</td><td>90</td></tr> </table> <p>P=69.92</p>	90	77	90	73	55	73	71	52	71	70	47	70	70	47	70	71	52	71	73	55	73	90	77	90	<table border="1"> <tr><td>85</td><td>65</td><td>62</td><td>62</td><td>65</td><td>85</td></tr> <tr><td>65</td><td>38</td><td>31</td><td>31</td><td>38</td><td>65</td></tr> <tr><td>62</td><td>31</td><td>20</td><td>20</td><td>31</td><td>62</td></tr> <tr><td>62</td><td>31</td><td>20</td><td>20</td><td>31</td><td>62</td></tr> <tr><td>65</td><td>38</td><td>31</td><td>31</td><td>38</td><td>65</td></tr> <tr><td>85</td><td>65</td><td>62</td><td>62</td><td>65</td><td>85</td></tr> </table> <p>P= 51</p>	85	65	62	62	65	85	65	38	31	31	38	65	62	31	20	20	31	62	62	31	20	20	31	62	65	38	31	31	38	65	85	65	62	62	65	85	
90	77	90																																																												
73	55	73																																																												
71	52	71																																																												
70	47	70																																																												
70	47	70																																																												
71	52	71																																																												
73	55	73																																																												
90	77	90																																																												
85	65	62	62	65	85																																																									
65	38	31	31	38	65																																																									
62	31	20	20	31	62																																																									
62	31	20	20	31	62																																																									
65	38	31	31	38	65																																																									
85	65	62	62	65	85																																																									

Colocación de tubos en bancada.

[Anexo 31]
[Cotizaciones y Presupuestos]

C.A. ELECTROTERMICO



Formas de Pago
Efectivo
Cheque De Garantía o Conformable
Compra Mínima Bs. 5.000.000,00

LISTA DE PRECIOS SUGERIDOS AL PUBLICO CONSTRUCCION FLEXIBLES

CALIBRE	TF 90°C (Bs./100m.)	THW 75°C/DHSH 90°C (Bs./100m.)	TTU 75°C (Bs./100m.)	SOLDADURA (Bs./100m.)	BATERIA (Bs./100m.)	CALIBRE	SPT 90°C (Bs./100m.)	ST 90°C (Bs./100m.)
18 AWG	50.500	0	0	0	0	2 x 22 AWG	100.500	0
16 AWG	77.000	0	0	0	0	2 x 20 AWG	109.700	0
14 AWG		107.600	162.300	0	0	2 x 18 AWG	142.700	237.400
12 AWG		146.100	183.200	0	0	2 x 16 AWG	164.300	304.200
10 AWG		232.800	270.100	0	0	2 x 14 AWG	245.700	550.700
8 AWG		378.000	447.500	0	0	2 x 12 AWG	358.100	744.000
6 AWG		667.300	733.900	0	0	2 x 10 AWG	569.000	1.051.200
4 AWG		1.003.300	1.103.600	2.422.600	1.434.600	2 x 8 AWG	0	1.755.800
2 AWG		1.635.900	1.759.500	3.100.500	2.222.300	3 x 18 AWG	0	325.600
1/0 AWG		2.622.500	2.884.800	4.825.500	0	3 x 16 AWG	0	433.500
2/0 AWG		3.277.200	3.603.000	6.037.200	0	3 x 14 AWG	0	707.300
3/0 AWG		4.107.400	4.518.000	0	0	3 x 12 AWG	0	937.000
4/0 AWG		5.146.700	5.561.300	10.114.100	0	3 x 10 AWG	0	1.343.800
250 MCM		6.106.200	6.716.800	0	0	3 x 8 AWG	0	2.613.900
300 MCM		7.473.700	0	0	0	3 x 6 AWG	0	4.410.600
350 MCM		8.479.600	9.327.600	0	0	4 x 16 AWG	0	640.200
400 MCM		0	0	0	0	4 x 14 AWG	0	1.041.000
500 MCM		12.029.800	13.233.000	0	0	4 x 12 AWG	0	1.606.000
600 MCM		0	0	0	0	4 x 10 AWG	0	2.551.000
750 MCM		18.788.200	20.667.000	0	0	4 x 8 AWG	0	4.069.600
1000 MCM		24.896.600	27.386.200	0	0	4 x 6 AWG	0	6.539.100
						4 x 4 AWG	0	9.543.100

COBRE DESNUDO TRENZADO

CALIBRE	(Bs./100m.)
2 AWG	1.601.600
2/0 AWG	3.099.700
4/0 AWG	4.868.200

TELEFONICOS Y COAXIAL

Nº PARES	TELEFONICO USO INTERIOR CALIBRE 24 AWG (Bs./100m.)
1 PAR	94.800
2 PARES	148.700
3 PARES	195.900
4 PARES	254.300
6 PARES	360.800
10 PARES	577.200
20 PARES	1.013.300

CONCENTRICO

CALIBRE	(Bs./100m.)
2x8+10 AWG	1.735.000
2x10 AWG	683.700

MEDIA TENSION - 15 KV - 100%

CALIBRE	(Bs./100m.)
2 AWG	6.050.600
1/0 AWG	7.627.700
2/0 AWG	9.036.100
4/0 AWG	12.997.900

OFRECEMOS CONDUCTORES ALTA TENSION, POTENCIA, TTU 90°C, COBRE DESNUDO, INSTRUMENTACION, CONTROL, ESMALTADOS.

CORTES A LA MEDIDA EN CALIBRES 1/0 AWG AL 750 MCM

NO COBRAMOS CARRETES

CALIDAD CERTIFICADA CON ISO 9001:2000 & NORVEN

VOENCM: A partir del 06 De Julio de 2008

Los precios no incluyen IVA, se entienden EXW nuestro almacén en Valencia, y están sujetos a cambio sin previo aviso

C.A. ELECTROTERMICO

BREAKERS AUTOMATICOS "NS" 100 / 160 / 250 A 3 POLOS



FRAME	I _{mp.} (A)	kA / 240V	kA / 480V	kA / 600V	P.V.P.
29003 NS100N	100	85	25	10	374.595
29004 NS100H		100	65	35	836.878
29005 NS100L		200	130	50	1.038.548
30403 NS160N	160	85	35	20	694.337
30404 NS160H		100	65	35	1.290.424
30405 NS160L		200	130	50	2.871.324
31403 NS250N	250	85	35	20	947.733
31404 NS250H		100	65	35	1.587.763
31405 NS250L		200	130	50	2.423.259



TRIP TERMOMAGNETICO	Térmico		Corto-Circuito		P.V.P.
	Ajuste (A)	I _n	(A) I _m	Uso	
29035 TM16D	12.5	16	190	NS1	193.101
29034 TM25D	20	25	300		193.101
29037 TM32D	25	32	400		193.101
29033 TM40D	32	40	500		193.101
29036 TM50D	40	50	500		193.101
29032 TM63D	50	63	500		193.101
29031 TM80D	60	80	650		227.129
29030 TM100D	80	100	800		227.129
30431 TM125D	100	125	1250		329.673
30430 TM160D	125	160	1250		329.673
31432 TM160D	125	160	1250	NS2	822.699
31431 TM200D	160	200	5-10x		773.337
31430 TM250D	200	250	5-10x		773.337



TRIP ELECTRONICO	Amp. (A)	I _r	(A) I _m	Uso	P.V.P.
29072 STR22SE 40	40	4-1x	2-10x	NS1	770.699
29070 STR22SE100	100	4-1x	2-10x		770.699
30470 STR22SE160	160	4-1x	2-10x		819.824
31470 STR22SE250	250	4-1x	2-10x	NS2	1.037.323

TRIP MAGNETICO	Uso	P.V.P.
29120 MA100	8-13x NS1-2	256.981
30500 MA150	8-13x	384.005
31500 MA220	8-13x	808.276

KIT 3 BORNES	Amp. (A) Max.	Calibre	Uso	P.V.P.
29242	160	1x3/0AWG	NS1	21.464
29259	250	1x350MCM	NS2	36.138
29246	250	6x2AWG	NS1-2	197.391



Fábrica de Lámparas, luminarios y Postes

Cotización N°: COT11802

Fecha Estimada de Entrega: 17-08-2005

CLIENTE: INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A. CODIGO: 205671 EMISION: 10-08-2005
 DIR.FISCAL: ZONA INDUSTRIAL GUAYABAL PARCELA 12 Y 13, EDIF. CORPAÑAL, GUARENASEDO, MIRANDA
 TELEFONOS: 0212-3616758 0416-6289681 0212-3613551
 CONTACTO: ING. RENE DIAZ AGENTE DE VENTAS: ROSALIA MAITAN COD:103
 DIR.ENTREGA: EL CLIENTE RETIRA EN LA PLANTA DE OBRA LUX
 R.I.F.: J- N.I.T.: COND. DE PAGO: INICIAL DE BS. 8.012.961,50 Y SALDO CONTRA ENTREGA
 OBRA: ILUMINACION DE OFICINAS GUARENAS AUTORIZADO: OLINIP JIMENEZ

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	P / U	TOTAL
15	103608	ADVANCE 4X32W 277V. Luminaria Fluorescente Embutida para cuatro tubos de 32W, con fondo parabólico construido en aluminio especular de 95% de reflectividad y calidad de imagen de 95%. Rejilla de aluminio especular de 1,5" de altura y ranuras para retorno de aire con sòcate de seguridad tipo rotor medio bi-pin, balasto electrónico marca Philips en 277V, de alto factor de potencia, THD<20 y garantía de 5 años por defectos de fabricación.	203.400,00 Bs	3.051.000,00
60	200131	F32 T8 741 PHILIPS	4.950,00 Bs	297.000,00
15	103508	CLINILUX 4X32W 277V. Luminaria fluorescente embutida de acero acabado al horno con difusor lumínico compuesto por hojas verticales de aluminio anodizado semi-especular tipo rejilla y acrílico transparente de 3mm, con empaaduras para la hermeticidad y sujetado al cuerpo por tornillos. Utiliza tubos fluorescentes T-8 con sòcate tipo rotor medio bi-pin.	349.400,00 Bs	5.241.000,00
60	200131	F32 T8 741 PHILIPS	4.950,00 Bs	297.000,00
15	103313	LF-33 PARALUX 4X32 277V SUPERFICIAL 2X4. Lámpara Fluorescente para 4 tubos de 32W, difusor de aluminio Semi Especular de forma Parabólica de 1,5" de altura, rejilla de 52 celdas, con Sòcates de Seguridad tipo rotor medio bipin, Balasto Electrónico 277V. Garantía de 5 años.	181.901,00 Bs	2.726.515,00
60	200131	F32 T8 741 PHILIPS	4.950,00 Bs	297.000,00
15	102922	LF-29 4 X 32 277V EMBUTIDA DE 1220x600mm. Lámpara Fluorescente para 4 tubos de 32W, difusor de plástico Punta Diamante con marco Basculante, con Sòcates de Seguridad tipo rotor medio bipin, Balasto Electrónico en 277V. Garantía de 5 años.	115.138,00 Bs	1.727.070,00
60	200131	F32 T8 741 PHILIPS	4.950,00 Bs	297.000,00

NOTA:	Precios sujetos a cambios, sin previo aviso.	SUB TOTAL Bs	13.935.585,00
SON EN Bs.:	DIECISEIS MILLONES VEINTICINCO MIL NOVECIENTOS VEINTITRES CON 00/100	IVA 15,00% Bs	2.050.338,00
		TOTAL Bs	16.025.923,00

ROSALIA MAITAN

INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A

ELECTROFAR, C.A.

VENTA DE MATERIALES ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION E
INDUSTRIA, PLANTAS ELECTRICAS Y COMPRESORES.
MAYOR Y DETAL. RIF : 3-30000000-4
NIT.0067110690

N:007210

Fecha: [REDACTED]

Cliente : **INDUSTRIAS CORPARAL, C.A**

Dirección: URB IND. GUAYARA, PAR 12 Y 13
: GUARENAS

Teléfonos: 3612912 3610255

P R E S U P U E S T O

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
A10201	CONECTOR EMT 3/4"	30	400,00	12.000,00
A10103	ANILLO EMT 3/4"	10	400,00	4.000,00
A10461	RIEL 1 1/2 X 3/4	66	118,00	78.108,00
B10008	CAJETIN EMT 4 X 4 X 3/4	10	1.920,00	19.200,00
B10002	CAJETIN EMT 2 X 4 Y 3/4	10	1.250,00	12.500,00
B10005	CAJETIN EMT 4 X 3/4	10	1.375,00	20.640,00
A10043	TUBERIA SEMT 1/2" (50 MTS)	131	1.235,00	64.250,00
A10201	CONECTOR EMT 1/2"	90	138,00	12.900,00
C10007	CABLE THW 12 2 NEGROS, 1 AZUL Y 1 BLANCO	400	495,00	198.000,00
L00051	LAMP ELECTR 1 X 15 S/105	320	12,043,00	39.129,00
B00701	FLUORESCENTE 15W	30	2.200,00	6.600,00
C10006	CABLE THW 8	100	1.284,00	128.400,00
A10006	TUBO ENT 1/2"	20	4.027,00	80.540,00
A10009	TUBO EMT 3/4"	10	4.461,00	64.610,00
C00002	BREAKER HQP 3 X 20 AMP	10	73.000,00	73.000,00
T00703	BARRA ROSCADA 3/8	24	5.312,00	21.248,00
T00305	TUERCA 3/2 HEX	10	124,00	3.720,00
C00335	BREAKER JD 3 Y 150	10	965.731,00	965.731,00
C20004	CONTACTOR ABB LS 1712 15 AMP	10	109.543,00	329.529,00
B10014	CAJA P/BREAKER P/L 3	10	7.310,00	7.310,00
9900	CANAL P/BANDEJA DE 2.40XTE 10X10	10	77.200,00	219.600,00
9900	TAPA P/CANAL DE BANDEJA	10	44.540,00	137.620,00
9900	UNION P/BANDEJA	10	3.243,00	15.789,00
9900	CORDO O CURVA PLANA 90º	10	28.243,00	28.243,00

Total Cotizac.	2.539.297,00	TOTAL NETO	2.920.180,05
Flete	0,00		
Descuento	430,00		
I.V.A.	451.500,00		
EDN: DOS MILLO... CALLE FRANCISCO... TEL: 362710... EMAIL: elect...			

DISTRIBUIDORA ROBLAN, C.A.

Primera Av. Zona Industrial Del Este
Edificio Roblan, Sector Maturin, Guarenas
Telefono No: 0212-3622287

PRESUPUESTO No: 25005555**INDUSTRIAS CORPAÑAL****Cliente GEN01**

Pagina 1

Rif

Nit

Tif:

Vendedor: 70 JOSE MORALES

Código	Descripción	Bulto	Cantidad	Precio Unitario	% Desc.	Neto
036301	TUBO EMT 1/2		1.00	4,108.64	0.00+0.0	4,108.64
036302	TUBO EMT 3/4		1.00	6,569.44	0.00+0.0	6,569.44
036303	TUBO EMT 1		1.00	9,715.61	0.00+0.0	9,715.61
036304	TUBO EMT 1 1/2		1.00	15,726.40	0.00+0.0	15,726.40
036305	TUBO EMT 2		1.00	19,797.92	0.00+0.0	19,797.92
036306	TUBO EMT 3		1.00	40,521.53		40,521.53
036307	TUBO EMT 4		1.00	59,244.44	0.00+0.0	59,244.44
030701	ANILLO EMT 1/2		1.00	290.90	0.00+0.0	290.90
030702	ANILLO EMT 3/4		1.00	443.66	0.00+0.0	443.66
030703	ANILLO EMT 1		1.00	783.75	0.00+0.0	783.75
030704	ANILLO EMT 1 1/2		1.00	1,849.53	0.00+0.0	1,849.53
030705	ANILLO EMT 2		1.00	2,485.00	0.00+0.0	2,485.00
030706	ANILLO EMT 3		1.00	8,182.90	0.00+0.0	8,182.90
030707	ANILLO EMT 4		1.00	8,099.26	0.00+0.0	8,099.26
038220	PERFIL UNISTRUT 11/2		1.00	26,826.35	0.00+0.0	26,826.35
038201	ABRAZADERA MOROCHA 1/2		1.00	558.33	0.00+0.0	558.33
038202	ABRAZADERA MOROCHA 3/4		1.00	499.83	0.00+0.0	499.83
038203	ABRAZADERA MOROCHA 1		1.00	875.00	0.00+0.0	875.00
038204	ABRAZADERA MOROCHA 1 1/2		1.00	872.11	0.00+0.0	872.11
038205	ABRAZADERA MOROCHA 2		1.00	1,239.58	0.00+0.0	1,239.58
038206	ABRAZADERA MOROCHA 3		1.00	1,713.77	0.00+0.0	1,713.77
038207	ABRAZADERA MOROCHA 4		1.00	2,420.14	0.00+0.0	2,420.14
031910	CAJETIN METAL LIVIANO 2X4X1/2		1.00	1,026.39	0.00+0.0	1,026.39
031903	CAJETIN METAL 4X4X3/4		1.00	1,977.46	0.00+0.0	1,977.46
035302	CAJA DE PASO 15X15X10 6X6X4		1.00	10,201.75	0.00+0.0	10,201.75
035313	CAJA DE PASO 15X15X15 6X6X6		1.00	10,195.39	0.00+0.0	10,195.39
036802	TUBO FLEXIBLE METALICO 1/2		50.00	1,226.76	0.00+0.0	61,338.00
036803	TUBO FLEXIBLE METALICO 3/4		50.00	1,794.37	0.00+0.0	89,718.50
036804	TUBO FLEXIBLE METALICO 1		25.00	2,202.82	0.00+0.0	55,070.50
036806	TUBO FLEXIBLE METALICO 1 1/2		25.00	4,259.32	0.00+0.0	106,483.00
036807	TUBO FLEXIBLE METALICO 2		15.00	5,251.72	0.00+0.0	78,775.80
036808	TUBO FLEXIBLE METALICO 3		10.00	16,126.25	0.00+0.0	161,262.50
036807	TUBO FLEXIBLE METALICO 2		10.00	5,251.72	0.00+0.0	52,517.20
FI130	BREAKER FI 1X30A 208/480V		1.00	146,370.32	0.00+0.0	146,370.32
FI140	BREAKER FI 1X40A 208/480V		1.00	146,370.32	0.00+0.0	146,370.32
FI350	BREAKER FI 3X50		1.00	311,803.93	0.00+0.0	311,803.93
FI3150	BREAKER FI 3X150		1.00	481,290.39	0.00+0.0	481,290.39
FI340	BREAKER FI 3X40		1.00	311,803.93	0.00+0.0	311,803.93
035814	CAJA BREAKER NF L30		1.00	19,690.35	0.00+0.0	19,690.35
035817	CAJA BREAKER LB300		1.00	38,616.99	0.00+0.0	38,616.99

Sub-Total: 2,297,336.81

I.V.A.: 321,627.15

Total: 2,618,963.96

DISTRIBUIDORA ROBLAN, C.A.

Primera Av. Zona Industrial Del Este
 Edificio Roblan, Sector Maturin, Guarenas
 Telefono No: 0212-3622287

PRESUPUESTO No: 25005560**Industrias CORPAÑAL****Cliente GEN01**

Pagina 1

Rif
Nit

Tif:

Vendedor: 28 DIANA ALAYON

Código	Descripción	Bulto	Cantidad	Precio Unitario	% Desc.	Neto
031402	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 1/2		1.00	2,059.75	0.00+0.0	2,059.75
031403	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 3/4		1.00	3,223.96	0.00+0.0	3,223.96
031404	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 1		1.00	5,678.95	0.00+0.0	5,678.95
031405	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 1 1/2		1.00	12,507.78	0.00+0.0	12,507.78
031406	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 2		1.00	16,269.08	0.00+0.0	16,269.08
031407	CONECTOR LIQUID TIGHT RECTO 3		1.00	73,375.02	0.00+0.0	73,375.02
037004	TUBO LIQUID TITE 1		1.00	6,120.63	0.00+0.0	6,120.63
037005	TUBO LIQUID TITE 1 1/2		1.00	12,095.50	0.00+0.0	12,095.50
037006	TUBO LIQUID TITE 2		1.00	16,233.33	0.00+0.0	16,233.33
037007	TUBO LIQUID TITE 3		1.00	59,524.70	0.00+0.0	59,524.70
037008	TUBO LIQUID TITE 4		1.00	73,252.08	0.00+0.0	73,252.08
031601	CURVA EMT 1/2		1.00	575.35	0.00+0.0	575.35
031602	CURVA EMT 3/4		1.00	1,004.23	0.00+0.0	1,004.23
031603	CURVA EMT 1		1.00	1,907.75	0.00+0.0	1,907.75
031604	CURVA EMT 1 1/2		1.00	4,118.31	0.00+0.0	4,118.31
031605	CURVA EMT 2		1.00	5,814.08	0.00+0.0	5,814.08
031606	CURVA EMT 3		1.00	27,162.68	0.00+0.0	27,162.68
031607	CURVA EMT 4		1.00	47,956.25	0.00+0.0	47,956.25
035408	CAJA DE PASO INTERPERIE PW666 6X6X6		1.00	26,143.21	0.00+0.0	26,143.21
035402	CAJA DE PASO INTERPERIE PW446 4X4X6		1.00	21,281.96	0.00+0.0	21,281.96

ELECTROFAR. C.A.

VENTA DE MATERIALES ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION E
 INDUSTRIA, PLANTAS ELECTRICAS Y COMPRESORES,
 MAYOR Y DETAL. RIF.: J-30064556-8
 NIT.0067110650

N:008376

Fecha:

Cliente : **INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A**

Dirección: URB IND. GUAYABAL PAR 12 Y 13
 : GUARENAS

Teléfonos: 3612812 3610255

P R E S U P U E S T O

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
A10514	CURVA CONDUIT 1 1/2"	01	7.086,00	7.086,00
A10515	CURVA CONDUIT 2"	01	9.726,00	9.726,00
A10516	CURVA CONDUIT 3"	01	25.250,00	25.250,00
C00415	BREAKER GI 3 X 30	01	174.625,00	174.625,00

DE : SERVIELECA, C.A.

NO. DE FAX : 0058 212 2399815



SERVIELECA, C.A.

Av. Ppal. Los Cortijos de Lourdes, Ctro. Los Cortijos, Piso PH, Local 41,
Caracas-Venezuela

Telf / Fax: (0212) 235.7328 / 238.0417 / 239.9815

R.I.F.: J-00182566-5 N.I.T.: 0009146300

www.servieleca.com.ve
info@servieleca.com.ve

Página: 1/1

Fecha:

Código: I063

R.I.F.: J-30070620-6

Cliente: INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A.

Atención: Sr. ROSMEL FLORES

Dirección: URBANIZACION INDUSTRIAL GUAYABAL, PARC. #, 12 Y

13, MUNICIPIO PLAZA, GUARENAS-MIRANDA

Teléfonos: 361.10.54/09.65./28.12

Fax: 362.46.85

Vendedor: Vendedor 00

PRESUPUESTO Nro.: 45464

Item	Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1	440280	LRD-3353 Térmico 23 - 32 A / D40-D95	1	160.970,50	160.970,50
2	440316	LRD-3359 Térmico 48 - 65 A / D50-D95	1	190.330,00	190.330,00
3	424260	GV2-ME07 Guardamotor 1.6 - 2.5 A	1	114.599,00	114.599,00
4	424309	GV2-ME16 Guardamotor 9 - 14 A	1	127.496,50	127.496,50
5	424311	GV2-ME20 Guardamotor 13 - 18 A	1	127.496,50	127.496,50

TIEMPO / ENTREGA: INMEDIATO SALVO VENTA PREVIA

EN NUESTROS ALMACENES

LUGAR / ENTREGA:

CONDICIÓN PAGO: CONTADO

VALIDEZ / OFERTA: 05 DIAS

TASA CAMBIARIA:

EN CASO DE CONSULTA Y/O PEDIDO FAVOR INDICAR ESTE NÚMERO: 45464

Comentario:

Sub-Total:	720.892,50
I.V.A.: 14.00%	100.924,95
Total Neto:	821.817,45



MOELLER (M)

KABEL

SICK
Sensor de velocidad

Weidmüller (W)

DOLD (D)

ABL SURSUM

BAKTEC

(KUHNIKE)

JUMO

Planenber (P)

Gurtnik

STEINEL

GERWAH

DRIVE COMPONENTS

MORS SMITT

NUESTRA REF: OM-24022/RG

Cliente: **INDUSTRIAS CORPAÑAL**
Atención: **RUSMEL FLORÉS**
Tel/fax: **3624685**
Ascensor: **Rafael J Garcia P**
En caso de consultas: **ventas@somerincayv.com**
Su mail:
SU RIF:

Referente a su solicitud de cotización, les presentamos nuestra oferta de equipos marca:

MOELLER (M)

Pos	Cant	Código	Descripción	P.U./Bs	ES	Sub-total / Bs
1	1	77739	GUARDAMOTOR PKZM 0-10	111.200,00		111.200,00
2	1	46938	GUARDAMOTOR PKZM 0-16	111.200,00		111.200,00
Total Neto:						222.400,00
I.V.A 14%:						31.136,00
Total Operación Bs:						253.536,00

Tiempo de Entrega:

ENTREGA INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA

Lugar de Entrega: EX - Almacén Caracas

Transporte / seguro: Por cuenta y riesgo del cliente

Condiciones de Pago: CONTADO

Condiciones de Pago:

Validez de la oferta:

Observaciones:

* Favor incluir en su orden de compra el valor correspondiente al I.V.A.

***En caso de compra favor indicar hacer referencia al OM**

OM-24022/RG

* Garantía de seis (6) meses a partir de la entrega para cualquier defecto de fabricación, no por mala instalación y/o manipulación.

* En caso de misma consulta técnica y/o comercial, agradeceríamos comunicarse con nosotros, gustosamente les atenderemos.

Precios calculados a la tasa cambiaria oficial vigente, cualquier cambio en la misma se ajustará proporcionalmente

Rafael J Garcia P

DEPARTAMENTO DE VENTAS



Ing. Oscar E. Fancito R.

Proyectos. Construcciones
Asesorías y Dirección de Obras
R.I.F.: V-04245193-9

Edificio 9, piso 3, Oficina 931, Calle El Recreo
(entre Av Casanova y Av. Venezuela) Sabana Grande
Telf.: 761.58.43 Telefax: 761.98.60
Teléfono Celular: 0414.326.29.22
Email: fanciteo@gmail.com

FECHA:		PRESUPUESTO N°:	063-2005		
CLIENTE:	Corpoñal	Referencia:	Instalaciones eléctricas para acometidas		
ATCN:	Sr Olinip Jiménez		sum e inst. con cable 500MCM del edi-		
R.I.F. N°:	V-04245193-9		cio Corpoñal		
DOMICILIO:	Zona Industrial La Guairita, Guarenas	CONDICIONES DE PAGO:	50% de Anticipo		
		TIEMPO DE EJECUCION:	Una (1) semana despues de recibir el anticipo y los cables		
			PRESUPUESTO N°: 063-2005		
	Nota: El precio del cable esta condicionado a las variaciones del mercado.				
PART.	DESCRIPCION	UND.	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL (Bs.)
1.-	CABLES Suministro e instalación de cables de las características siguientes:				
1.1.-	500 MCM, THW	ml.	450,00	62.000,00	27.900.000,00
2.-	TERMINALES Suministro e instalación de terminales a presión para conectar cables a las barras en los calibres siguientes:				
2.2.-	500 MCM, THW	ml.	18,00	35.000,00	630.000,00
3.-	TANQUILLAS 3.1.- Achicar tanquillas	Und	4,00	75.500,00	302.000,00
			TOTAL	Bs.	28.832.000,00

SON : VEINTIOCHO MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS MIL BOLIVARES CON 00/100


Ing. Oscar E. Fancito R.

EN EL PRECIO NO SE HA INCLUIDO EL IVA, EL CUAL, SE AGRGARA EN EL MOMENTO DE LA FACTURACION, SEGÚN LO ESTABLECIDO PARA ESTA FECHA

COTIZACION

Referencia: **MED 168 A/05**

Fecha: XXXXXXXXXX

Para: **CORPAÑAL**
 Atención: **Ing. Jesús Rondón**
 Dirección: **Guarenas, Edo. Miranda**
 Asunto: **Servicio de Medición**

Item	Cantd.	Und.	Descripción	PRECIOS	
				Unitario	Total
1	1	SG	Servicio de Alquiler de analizador de energía trifásico de alta precisión Microvip 3 Plus marca: Elcontrol Energy Net. El equipo incluye pinzas de 1000 Amp. Cuatro semanas (días continuos)	Precio Bs 3.500.000,00	3.500.000,00
2	1	Pza	Analizador de energía eléctrica trifásico (20 funciones en 1). Para medidas en AC y DC, cat. Microvip3 , marca: Elcontrol Energy Net , completo con: - Maletín - Cable de alimentación - Pinzas amperométricas de 1000/1 y cables de medición de tensión - Fusibles, cinta de impresión y rollo de papel de repuesto. - Tirante bandolera - Accesorio para conexión a computadora (solo ON LINE. Debe estar conectado a un computador para que funcione el sistema).	Precio Bs 3.300.000,00	3.300.000,00

NOTAS

- 1.- Favor incluir a los precios arriba indicados el 15 % por concepto de I.V.A.
- 2.- El costo del día adicional para los analizadores trifásicos es de Bs 200.000,00
- 3.- Los equipos en alquiler se entregan en perfecto estado. El buen trato de los equipos correrá por cuenta de CORPAÑAL

Los precios son en: **Bolívares**
 Para suministro: **En su dirección**
 Validez oferta: **15 días**
 Suplidor: **Elemtech Energy**
 Condiciones de pago: **100% con la entrega del equipo**

Muy atentamente, Gianpaolo Esquivel / Elemtech Energy, C.A.



servicio
venezolano
de transformadores

Torre Maracaibo, Av. Libertador,
Piso 7, Oficinas F y G, Zona Postal 1050
(Frente a la Policlínica Santiago de León)
Caracas - Venezuela - Telfs: 762 1770 / 1804 / 3162
762 1835, Fax: 762 1928

e-mail: gruposvt@svt.com.ve

FACTURA N° N° 04698

RIF N°: J-00102283-0

NIT: 0037173991

N° DE CONTROL: N° 04698

Orden de Compra: M2866
Presupuesto.....: #11929

Fecha de Emisión	Día	Mes	Año
En Caracas,	3	2	2.005

Nombre o Razón Social	INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A.	N° de NIT: 000368205
Domicilio Fiscal:	Urbanización Industrial Guayabal Parcelas Nro. 12 y 13 Municipio Plaza / Guarenas - Edo. Miranda	N° de RIF: J-30070620-6

Cantidad	CONCEPTO O DESCRIPCION	Precio Venta Unitario	% Alicuota	TOTAL
1	MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE PLANTA CAPACIDAD 1.5 MVA 12.470/480 V.	1.017.845,00	15,00	1.017.845,00
SUB-TOTAL				1.017.845,00
IVA 15,00 % sobre Bs.		1.017.845,00		152.676,00
TOTAL A PAGAR				1.170.521,00

FORMA DE PAGO: Contra Presentación de Factura

Vendedor: RESELEC, C.A.

ORIGINAL

Nombre o Razón Social: Sergrint, C.A.

Resolución N°:
BCA/TDF/IMP/2002/20010807915 18/10/2003

No. de Control desde 04501 hasta 05000

N° de RIF: J-305387028 N° de NIT: 0092133923

Fecha: Noviembre 2003

Región Capital



servicio
venezolano
de transformadores, C.A.



COMISION VENEZOLANA
DE NORMAS INDUSTRIALES
PRESTADOR CALIFICADO PARA LABORATORIO
N.º C. 2934.288818.D. 17.828
ACREDITACION N.º LE 2791-AR

Señores
INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A.
Guarenas
Edo. Miranda.-

Atte.: Ing. JESUS RONDON

TOTAL..... \$ 5.560.-

Estos precios no contemplan los siguientes impuestos: I.S.V., Municipales ni, etc. Este precio se considerará al momento de la facturación.
Atento a las recomendaciones de nuestro análisis de referencia, detallamos a continuación:

PRESUPUESTO #12134

RECUPERACION DIELECTRICA OPTIMA:

1. Traslado al pie del transformador de equipos de alta precisión (Filtra el orden 0.5 Micrones, Deshidrata menos de 5 ppm y Desgasifica 5×10^3).
2. Recircular dentro del transformador para llevar el Aceite Aislante Mineral a su estado óptimo dieléctrico en el menor tiempo.
3. Elaboración de un Informe Técnico sobre el estado del Aceite Aislante Mineral una vez efectuado el tratamiento.

El tratamiento y recirculación del Aceite Aislante contenido se realizará cuidando parámetros de temperatura y vacío según lo indica la norma ASTM-3487 para Aceites Aislantes Clase II; garantizando de esta manera que el manejo del mismo no afectará el contenido original del Inhibidor de Oxidación (descomponiendo fracciones livianas de hidrocarburos y destilando o eliminando el DBPC - DIBUTIL PARA CRESOL).





PRECIO:

Por los trabajos enumerados anteriormente facturaremos:

TRANSFORMADOR TRANSFORMADOR 1500 KVA #6150001.....	\$5.511.-
Movilización	<u>\$ 49.-</u>
TOTAL.....	\$5.560.-

Estos precios no contemplan los siguientes Impuestos: I.S.V., Municipales ni Regionales, de ser aplicado se considerará al momento de la facturación.

Estos Valores Incluyen: El Tratamiento y recirculación del Aceite Aislante Mineral contenido, La revisión ajuste y limpieza con Solvente Dieléctrico H.V. de Bushings de AT y BT; pruebas de campo (MEGGER; Rigidez Dieléctrica; Presión de Filtrado); Agregado en el proceso de Tratamiento y Recirculación a través de equipo de tratamiento UHV (Ultra Alto Vacío), del restituyente concentrado del contenido original de inhibidor de oxidación ALFA 5@, (hasta valores óptimos según norma ASTM D-3487 – Clase II y COVENIN #1128) previamente dosificado por el Laboratorio de Ensayos acreditado S.V.T., C.A., en envases graduados con faja de garantía y codificación respectiva (procedimiento recomendado por ASTM – IEEE-IEC), logrando restituir al transformador de un aceite aislante con idénticas características estabilizantes, antioxidantes y de expectativas de uso comparativas al nuevo, cuantificación cromatográfica del contenido de Inhibidor de Oxidación del aceite aislante posterior al servicio; identificación de control autoadhesivo del certificado emitido del contenido de Inhibidor agregado y final para la unidad transformadora; limpieza de la Sub-Estación.

ENERGIA ELECTRICA: SVT, C.A. PROVEERA LA ENERGIA ELÉCTRICA NECESARIA (3X220 V. 300-750 AMP, AUTOGENERACIÓN DIESEL) PARA LA EJECUCIÓN DE ESTOS SERVICIOS, SIN COSTO ADICIONAL.

Recargos (Fin de Semana, Feriado ó Nocturno)	VALIDEZ OFERTA	FORMA DE PAGO
10%	7 Días	50% Con Orden de Compra 50% Contra Presentación Factura





MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES

DISPOSICIONES OFICIALES VIGENTES

LA TOTALIDAD DE LAS OPERACIONES EFECTUADAS POR **SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.**, SE REALIZAN BAJO COMPLETO CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL DECRETO N° 2635 SOBRE "**NORMAS PARA EL CONTROL DE LA RECUPERACION DE MATERIALES PELIGROSOS Y EL MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS**", EMPRESA INSCRITA ANTE EL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES **M.A.R.N.** EN EL REGISTRO DE ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES DE DEGRADAR EL AMBIENTE **R.A.S.D.A.** BAJO EL N° **M-AI-TMDP-TR-NC-2003-0149**, COMO MANEJADORA DE MATERIALES PELIGROSOS RECUPERABLES Y / O DESECHOS PELIGROSOS EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION, TRANSPORTE TERRESTRE EN TODO EL TERRITORIO NACIONAL, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE ACEITES MINERALES NO CONTAMINADOS CON BIFENILOS POLICLORINADOS (BPC'S)

GARANTIZANDO ASÍ QUE LOS ACEITES DIELECTRICOS, MAQUINARIAS Y ACCESORIOS EMPLEADOS EN NUESTROS SERVICIOS, ESTAN EXCENTOS DE PCB'S. MEDIANTE COMPROBACION CERTIFICADA REALIZADA POR EL **LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO SVT**, IGUALMENTE **APROBADO COMO LABORATORIO AMBIENTAL**, POR EL **M.A.R.N.** BAJO EL N° **LDP-062-097** CON RENOVACIONES ANUALES DE DICHA APROBACION.

CERTIFICADO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL, CARACTERIZACION, TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE ACEITES AISLANTES MINERALES, VALIDADOS LEGALMENTE ANTE EL **M.A.R.N.** EN CUMPLIMIENTO A LOS REQUISITOS Y **REGULACIONES NACIONALES DE CARÁCTER PENAL , LEY PENAL DEL AMBIENTE**, DEMAS REGULACIONES APLICABLES EN EL AMBITO JURIDICO VENEZOLANO Y EN CONSONANCIA CON LAS DIRECTRICES DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES Y DESECHOS PELIGROSOS.

PERSONAL ENTRENADO Y CERTIFICADO EN EL MANEJO DE MATERIALES Y/O DESECHOS PELIGROSOS.
POLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL CON IMPACTO AMBIENTAL N° 9715000019

MIEMBRO FUNDADOR DE **COPAD**
COMITÉ PARA LA DEFENSA AMBIENTAL EN EL USO DE LOS ACEITES DIELECTRICOS

NOTA: PRECIOS EN DOLARES CALCULADOS A LA TASA DE CAMBIO OFICIAL DE 1.920 Bs/\$, A SER CANCELADOS EN BOLIVARES. DE EXISTIR CUALQUIER VARIACION EN LA TASA DE CAMBIO QUE MODIFIQUE EL MONTO A CANCELAR, SE AJUSTARA MEDIANTE NOTA DE DEBITO.

NOTA: La aprobación de este presupuesto indica el conocimiento y aceptación de todas las condiciones contenidas en el mismo y su Anexo.

NOTA: Los adicionales generados por correcciones de fugas y repuestos utilizados; serán debidamente conformados mediante el levantamiento y firma de Minuta de Campo, al finalizar los servicios. Comprometiéndose el responsable de la aceptación de la misma, a emitir Orden de Compra complementaria, para su facturación.

SEGUROS: Póliza de responsabilidad Empresarial **SEGUROS NUEVO MUNDO, S.A. #9715000019**, Póliza de Seguro de Accidentes Personales Amplia Cobertura **SEGUROS NUEVO MUNDO, S.A. #000000198**



Servicio
Venezolano
de transformadores, C.A.



COMISION VENEZOLANA
DE NORMAS INDUSTRIALES
APROBACION COVENIN PARA LABORATORIO
N° VC 1334/2008/18-D-1728
ACREDITACION N° LE-01014R

vez que **SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.** traslade su personal y maquinarias a sitio, previa planificación y aprobación; de no efectuarse los trabajos de mantenimiento por disposición del cliente, se procederá a facturar por concepto de gastos involucrados.

CERTIFICADO DE ORIGEN Y CALIDAD

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A. Certifica que todos los Repuestos, Accesorios y Aceites Aislantes Dieléctricos, etc., que utiliza en sus Servicios y Reparaciones son "NUEVOS, ORIGINALES" Y SUSTENTADOS POR RECONOCIDOS PROVEEDORES NACIONALES E INTERNACIONALES DE COMPROBADA CALIDAD Y TECNOLOGIA DE AVANZADA.

GARANTIA:

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A. llevará el Aceite Aislante Mineral al estado óptimo dieléctrico según normas COVENIN y ASTM, garantizando la unidad transformadora tratada por cualquier variante de performance normal en todo lo que se relacione con el tratamiento efectuado.

La garantía estará limitada a la corrección de la falla observada, y bajo ningún concepto será responsable por labores de terceros y son por cuenta y riesgo del cliente, instalaciones inapropiadas, fallas en los sistemas de protección ó cualquier otra causa, no atribuible ó reconocible, como falla en los equipos ó servicios prestados por **SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.** Para cualquier reclamo de la garantía por los servicios prestados por **SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.**, el cliente deberá inmediatamente que se observe el desperfecto, comunicarlo por escrito a la empresa, quien lo verificará y de considerarse como valedera la reclamación, procederá a su corrección sin costo para el cliente. La presente garantía se considera nula y sin efecto, si el cliente con su propio personal ó de terceros, procede de alguna forma a efectuar modificaciones, alteraciones, instalaciones por su propia cuenta, ó contraviene las instrucciones de funcionamiento suministrados por **SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.**

Sin otro particular a que hacer referencia, le saludamos.

Atentamente,

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.

MARNR





Servicio
Venezolano de
Transformadores, C.A.



COMISIÓN VENEZOLANA
DE NORMAS INDUSTRIALES
APROBACIÓN COVENIN PARA LABORATORIOS
N.º V.C. 2.53.4.-2.6.0115.0.-17.0.2.5
ACREDITACIÓN N.º LE-0701-AR

Señores
INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A.
Guarenas
Edo. Miranda.-

Atte.: Ing. JESUS RONDÓN

Atento a lo solicitado por ustedes, detallamos a continuación nuestro:

PRESUPUESTO #13010

Por la provisión de Transformador Nuevo, Marca Caivet, Calidad Norven - ISO 9001 Aprobado, Relación de Tensión: 13800 – 480/277 V, Capacidad: 1500 KVA; en Aceite Mineral, con las siguientes características:

- Tipo: Pad Mounted, alimentación Radial.
- Clase: 65 °C.
- Gabinete de 2 puertas, reducido con tapa abatible y compartimientos de alta y baja tensión.
- 3 aisladores tipo pozo recto en A.T.
- 4 aisladores tipo espada en B.T.
- Indicador de nivel de aceite tipo visor, sin alarma.
- Previsión para indicador de presión de aceite y vacío..
- Previsión para termómetro del aceite sin alarma.
- Cambiador de tomas de 5 posiciones
- 3 fusibles de expulsión tipo BAY-O-NET, que actúa contra sobre cargas.
- 3 fusibles limitadores de corriente LC, que actúa frente cortocircuitos internos.
- Interruptor ON – OFF, de dos posiciones en A.T.





Servicio
Venezolano de
Transformadores, C.A.



COMISION VENEZOLANA
DE NORMAS INDUSTRIALES
AUTORIDAD COVENIN PARA LABORATORIOS
N.º C. 2.534-Z.02.0115-D-117925
ACREDITACION N.º LE-0710-1AR

PRECIO:

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	01	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PAD MOUNTED DE 1500 KVA	Bs. 56.216.050.-

Estos precios no contemplan los siguientes Impuestos: I.S.V., Municipales ni Regionales, de ser aplicado se considerará al momento de la facturación

NOTA: PRECIOS CALCULADOS A LA TASA VIGENTE OFICIAL DE 2.150 Bs/\$.

FORMA DE PAGO: 50% Con Orden de Compra
50% Contra Notificación de Entrega

GARANTÍA: 18 Meses desde la entrega.
12 Meses desde la puesta en marcha.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 7 Días

TIEMPO DE ENTREGA: De 8 a 10 semanas.

TRANSPORTE: No Incluido

Sin otro particular y a la espera de vuestra orden, le saludamos.

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A



[Anexo 32]

[Conceptos de ingeniería económica y cálculo del retorno de la inversión]

Depreciación Contable

Es el proceso de guardar parte de las ganancias obtenidas por un bien, y al final de la vida útil de dicho bien se tendrá un nuevo capital para financiar la adquisición de nuevos equipos. Ya que con el uso y el pasar del tiempo todo material se deteriora, trayendo como consecuencia su reemplazo y con ello una nueva inversión.

Cargo por depreciación

Es la cantidad de dinero necesario para sustituir un bien al final de su vida útil.

Valor de salvamento

Valor en el mercado de un bien al final de su vida útil.

Si ahora se dice que el cargo por depreciación es el mismo con el transcurrir del tiempo se tiene el método llamado depreciación por línea recta, la cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_D(t) = \frac{(Inversión - Valor_{salvamento})}{tiempo_{vida_util}}$$

Con el valor del cargo por depreciación (C_D) y la siguiente ecuación, se obtendrá el tiempo de retorno de la inversión hecha al adquirir un bien.

$$Capital_{por_recuperar} = Inversión - Ahorro + C_D(t)$$

Tiempo de retorno de la inversión				
Propuesta de cambio del tipo de tarifa con G2 en funcionamiento				
Mes	Inversión (Bs)	Depreciación (Bs)	Ahorro (Bs)	Capital por recuperar (Bs)
0	100.000.000,00	0	4.615.200,35	95.384.799,65
1	95.384.799,65	0	4.615.200,35	90.769.599,30
2	90.769.599,30	0	4.615.200,35	86.154.398,95
3	86.154.398,95	0	4.615.200,35	81.539.198,60
4	81.539.198,60	0	4.615.200,35	76.923.998,25
5	76.923.998,25	0	4.615.200,35	72.308.797,90
6	72.308.797,90	0	4.615.200,35	67.693.597,55
7	67.693.597,55	0	4.615.200,35	63.078.397,20
8	63.078.397,20	0	4.615.200,35	58.463.196,85
9	58.463.196,85	0	4.615.200,35	53.847.996,50
10	53.847.996,50	0	4.615.200,35	49.232.796,15
11	49.232.796,15	0	4.615.200,35	44.617.595,80
12	44.617.595,80	0	4.615.200,35	40.002.395,45
13	40.002.395,45	0	4.615.200,35	35.387.195,10
14	35.387.195,10	0	4.615.200,35	30.771.994,75
15	30.771.994,75	0	4.615.200,35	26.156.794,40
16	26.156.794,40	0	4.615.200,35	21.541.594,05
17	21.541.594,05	0	4.615.200,35	16.926.393,70
18	16.926.393,70	0	4.615.200,35	12.311.193,35
19	12.311.193,35	0	4.615.200,35	7.695.993,00
20	7.695.993,00	0	4.615.200,35	3.080.792,65
21	3.080.792,65	0	4.615.200,35	-1.534.407,70

Tiempo de retorno de la inversión				
Propuesta de cambio del tipo de tarifa con G2 fuera de servicio				
Mes	Inversión (Bs)	Depreciación (Bs)	Ahorro (Bs)	Capital por recuperar (Bs)
0	100.000.000,00	0	2.607.507,67	97.392.492,33
1	97.392.492,33	0	2.607.507,67	94.784.984,66
2	94.784.984,66	0	2.607.507,67	92.177.476,99
3	92.177.476,99	0	2.607.507,67	89.569.969,32
4	89.569.969,32	0	2.607.507,67	86.962.461,65
5	86.962.461,65	0	2.607.507,67	84.354.953,98
6	84.354.953,98	0	2.607.507,67	81.747.446,31
7	81.747.446,31	0	2.607.507,67	79.139.938,64
8	79.139.938,64	0	2.607.507,67	76.532.430,97
9	76.532.430,97	0	2.607.507,67	73.924.923,30
10	73.924.923,30	0	2.607.507,67	71.317.415,63
11	71.317.415,63	0	2.607.507,67	68.709.907,96
12	68.709.907,96	0	2.607.507,67	66.102.400,29
13	66.102.400,29	0	2.607.507,67	63.494.892,62
14	63.494.892,62	0	2.607.507,67	60.887.384,95
15	60.887.384,95	0	2.607.507,67	58.279.877,28
16	58.279.877,28	0	2.607.507,67	55.672.369,61
17	55.672.369,61	0	2.607.507,67	53.064.861,94
18	53.064.861,94	0	2.607.507,67	50.457.354,27

Continuación

Tiempo de retorno de la inversión				
Propuesta de cambio del tipo de tarifa con G2 fuera de servicio				
Mes	Inversión (Bs)	Depreciación (Bs)	Ahorro (Bs)	Capital por recuperar (Bs)
19	69,848,728.430	0	2,607,507.67	67,241,220.76
20	67,241,220.76	0	2,607,507.67	64,633,713.09
21	64,633,713.09	0	2,607,507.67	62,026,205.42
22	62,026,205.42	0	2,607,507.67	59,418,697.75
23	59,418,697.75	0	2,607,507.67	56,811,190.08
24	56,811,190.08	0	2,607,507.67	54,203,682.41
25	54,203,682.41	0	2,607,507.67	51,596,174.74
26	51,596,174.74	0	2,607,507.67	48,988,667.07
27	48,988,667.07	0	2,607,507.67	46,381,159.40
28	46,381,159.40	0	2,607,507.67	43,773,651.73
29	43,773,651.73	0	2,607,507.67	41,166,144.06
30	41,166,144.06	0	2,607,507.67	38,558,636.39
31	38,558,636.39	0	2,607,507.67	35,951,128.72
32	35,951,128.72	0	2,607,507.67	33,343,621.05
33	33,343,621.05	0	2,607,507.67	30,736,113.38
34	30,736,113.38	0	2,607,507.67	28,128,605.71
35	28,128,605.71	0	2,607,507.67	25,521,098.04
36	25,521,098.04	0	2,607,507.67	22,913,590.37
37	22,913,590.37	0	2,607,507.67	20,306,082.70
38	20,306,082.70	0	2,607,507.67	17,698,575.03
39	17,698,575.03	0	2,607,507.67	15,091,067.36
40	15,091,067.36	0	2,607,507.67	12,483,559.69
41	12,483,559.69	0	2,607,507.67	9,876,052.02
42	9,876,052.02	0	2,607,507.67	7,268,544.35
43	7,268,544.35	0	2,607,507.67	4,661,036.68
44	4,661,036.68	0	2,607,507.67	2,053,529.01
45	2,053,529.01	0	2,607,507.67	-553,978.66

[Anexo 33]

[Ultimo análisis practicado al transformador principal 1500kVA]



servicio
venezolano
de transformadores, C.A.



COMISION VENEZOLANA
DE NORMAS INDUSTRIALES
APROBACION COVENIN N° 148/80
N° C. 2334.2008/180 17633
ACREDITACION N° LE-0781-AR

CERTIFICADO No. 32926

CERTIFICADO DE ENSAYOS No. 32926

EMPRESA: INDUSTRIAS CORPAÑAL, C.A.

DATOS GENERALES DE LA UNIDAD	
TRANSFORMADOR: TRIFÁSICO	FECHA DE OBTENCION:
SERIAL: 6150001	FECHA DE RESULTADO:
MARCA: TRASCASA	TIPO DE LIQUIDO: ACEITE AISLANTE
CAPACIDAD: 1500 KVA	FUGA DE LIQUIDOS: NO
UBICACION: SUB. PRINCIPAL	PTO. DE MUESTREO: -----

TEMP. DE LA MUESTRA:	--°C
----------------------	------

ENSAYOS EFECTUADOS	
FISICO - QUIMICO	<input checked="" type="checkbox"/>
CROMATOGRAFIA DE GASES	<input checked="" type="checkbox"/>
CONTENIDO DE INHIBIDOR DE OXIDACION:	<input checked="" type="checkbox"/>
CONTENIDO DE FURANOS	<input type="checkbox"/>
DESCARTE DE PCB'S	<input type="checkbox"/>
PRUEBAS ELECTRICAS	<input checked="" type="checkbox"/>
TERMOGRAFIA INFRAROJA	<input type="checkbox"/>

Ensayos realizados a muestras recibidas en el LABORATORIO DE ENSAYOS SVT; válido solo en ORIGINAL y sin ENMIENDAS.
Prohibida su reproducción parcial.



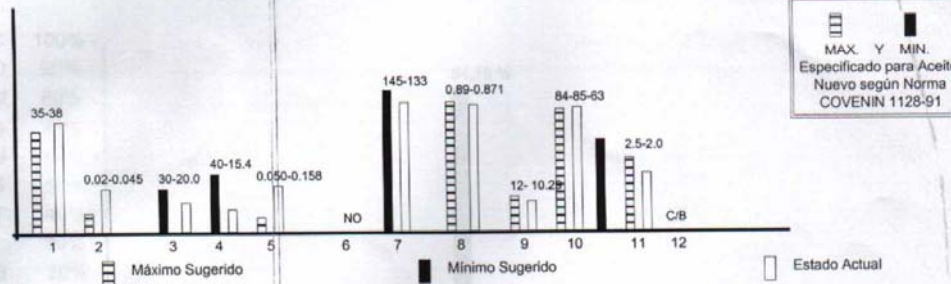
CERTIFICADO No. 32926

ENSAYOS	METODO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES
1. Agua	ASTMD 1533-00	ppm	<input checked="" type="checkbox"/>	38
2. Número de Neutralización	ASTM D 974-97	mgkoh/g	<input checked="" type="checkbox"/>	0.045
3. Rigidez Dieléctrica (*)	ASTM D-877-87	kv	<input checked="" type="checkbox"/>	20.0
4. Tensión Interfacial	N.V.C. 1180-77	din/cm	<input checked="" type="checkbox"/>	15.4
5. Factor de Potencia a 25 °C	N.V.C. 1182-78	%	<input checked="" type="checkbox"/>	0.158
6. Azufre Corrosivo	N.V.C. 2836-91	SI/NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
7. Punto de Inflamación (^)	N.V.C. 3361-1998	°C	<input checked="" type="checkbox"/>	133
8. Gravedad Especifica a 15,6 °C	ASTMD 1298-99	g/cm³	<input checked="" type="checkbox"/>	0.871
9. Viscosidad a 40°C	N.V.C. 3627-2000	cSt	<input checked="" type="checkbox"/>	10.29
10. Punto de Anilina	N.V.C. 3458-99	°C	<input checked="" type="checkbox"/>	85
11. Color	N.V.C. 3362-1998	0.5	<input checked="" type="checkbox"/>	2.0
12. Apariencia	N.V.C. 1404-98	-	<input checked="" type="checkbox"/>	C/B

RESULTADO: -> Fuera de lo Normal -> Normal

(*) Electrodo de Disco C/B=Claro y Brillante OPC=Opaco (^) Copa Abierta

PRF001



INFORME TECNICO:

Los resultados obtenidos en el presente análisis, nos indican lo siguiente:

Los valores registrados de Humedad, están por encima del límite admitido según normas COVENIN, La presencia de esta, es un factor de primer orden en la disminución de la Rigidez Dieléctrica y el aumento del Factor de Potencia.

Esto trae aparejado como consecuencia, la oxidación y degradación del Aceite Aislante, junto a la precipitación de Barros y Elementos Contaminantes sólidos (Contaminación POLAR que influye directamente, en los registros de valores de Tensión Interfacial).

Debido a lo expuesto en el presente informe, aconsejamos efectuar un Tratamiento al Aceite Aislante contenido en la Unidad Transformadora, para que ello lleve a sus condiciones Óptimas Dieléctricas dicho líquido.

NOTAS:

Se recomienda completar el Contenido Inhibidor de Oxidación a fin preservar la estabilidad química y refrigerante del Aceite Aislante contenido en la unidad transformadora.

D. R. H...
Químico

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.

2/4

MARNR

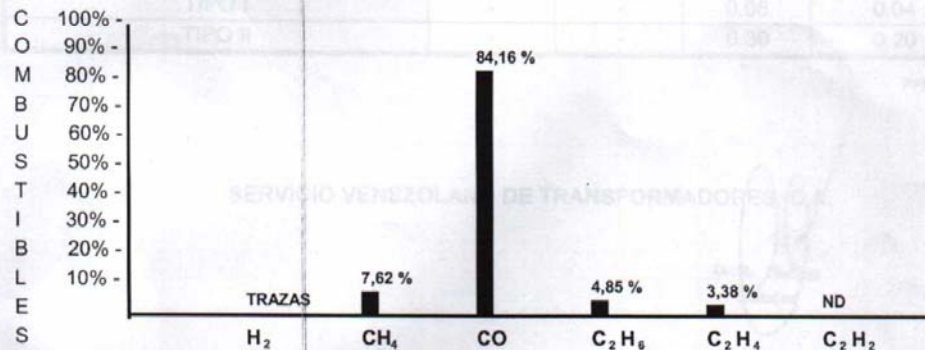


CERTIFICADO No. 32926

CROMATOGRAFIA DE GASES DISUELTOS

SIMBOLO	GASES	*LIMITES PPM	RESULTADOS	% COMBUSTIBLES	NATURALEZA
1. H ₂	HIDROGENO	100	TRAZAS	TRAZAS	<input checked="" type="checkbox"/>
2. O ₂	OXIGENO	-	48754,00	-	<input checked="" type="checkbox"/>
3. N ₂	NITROGENO	-	86950,00	-	<input checked="" type="checkbox"/>
4. CH ₄	METANO	120	71,70	7,62 %	<input checked="" type="checkbox"/>
5. CO	MONOXIDO DE CARBONO	350	792,00	84,16 %	<input checked="" type="checkbox"/>
6. C ₂ H ₆	ETANO	65	45,60	4,85 %	<input checked="" type="checkbox"/>
7. CO ₂	DIOXIDO DE CARBONO	2500	2507,00	-	<input checked="" type="checkbox"/>
8. C ₂ H ₄	ETILENO	50	31,80	3,38 %	<input checked="" type="checkbox"/>
9. C ₂ H ₂	ACETILENO	35	ND	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
TOTAL GAS CONTENIDO			139152,10	13,92	
TOTAL GAS COMBUSTIBLE			941,10	0,68	
<input checked="" type="checkbox"/> -> COMBUSTIBLES			<input checked="" type="checkbox"/> -> NO COMBUSTIBLES		
* LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES SEGUN NORMAS IEEE C57.104					
ND = NO DETECTADO - PPM = PARTES POR MILLON - % EXPRESADOS V/V					

PRF002



INFORME TECNICO:

La cantidad detectada de Monoxido de Carbono, sin compañía significativa de otros gases de falla, nos indican una degradación en la celulosa de la unidad.

Recomendamos desgasificar el aceite aislante contenido en el transformador, para llevarlo a sus valores correctos de trabajo.

METODOS UTILIZADOS: ASTM3612 - 2001

D. R. Herrera
Químico

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.

2/0

MARUR





CUANTIFICACION DEL CONTENIDO DE INHIBIDOR DE OXIDACION				
ENSAYO	METODOS	UNIDADES	RESULTADO	
Contenido de Inhibidor de Oxidación	HP-LEI059	%	0.03	
CONTENIDO RECOMENDADO DE INHIBIDOR DE OXIDACION %				
ACEITE MINERAL	METODO EMPLEADO			
	COVENIN 1128/91		ASTM 3487-88	
	Max.	Min Sug.	Max.	Min Sug.
TODOS	0.30	0.20	-	-
TIPO I	-	-	0.08	0.04
TIPO II	-	-	0.30	0.20

PRF003

SERVICIO VENEZOLANO DE TRANSFORMADORES, C.A.

D. R. Heiber
Químico

4/4

MARNR



Detalle de Electricidad

FACTURACION POR CONSUMO (*)	
118.708,87 kWh (**) X 42,502000 /30 X 31	5.125.740,87
CARGO POR AJUSTE DE COMBUSTIBLE Y ENERGIA (***)	
120.800,00 kWh X Bs. 11,0350	1.330.821,00
FACTURACION POR DEMANDA (*)	
582 kVA X Bs.7038,288006 / 30 X 31	4.377.733,98
COSTO DE IMPUESTO MUNICIPAL (ART.6) (*)	
10.834.295,83 Bs. X 7,50 %	812.572,19
I.V.A.(****) 18,000 % DE Bs. 11.846.868,02	1.747.030,20
TOTAL CARGOS POR SERVICIO DE ELECTRICIDAD	13.393.868,22

TIPO DE TARIFA	CNAE	No.DE APARATO
06	3115 INDUSTRIA QUIMICA	200940147

Demanda Asignada (kVA)	LEIDA (kVA)	Facturada (kVA)
416	582	582

Concepto	Lectura Actual	Lectura Anterior	Fact. Mult.	Cant. Medida
CONSUMO	1.099	1.032	1.800	120.600
DEM.TOT	0,312		1.800	562

Periodo de Facturación de Energía
27.07.2005 AL 26.08.2005

(*) LOS PRECIOS Y CONCEPTOS INDICADOS EN ESTA FACTURA SE RIGEN DE ACUERDO A LA GACETA OFICIAL No. 37.415 DE FECHA: 03/04/2002
 (**) CONSUMO EQUIVALENTE kWh = CONSUMO (kWh) x 30 / DIAS DE FACTURACION
 (***) C.A.C.E. ART N-20 SEGUN GACETA ANTES REFERIDA
 (****) G.O.E. 37.999 DE FECHA 11-08-2004

Información de Interés



Porque queremos hacerte la vida más fácil cerca de ti hay un Agente Autorizado de Cobro

Recuerda:
Puedes pagar con tu factura VIGENTE O VENCIDA en la red de Agencias Bancarias Provincial, Venezolana, Venezolano de Crédito, Mercantil, CorpBanca, Federal, Industrial de Venezuela,

Oficinas Comerciales de La Electricidad de Caracas y sus Filiales:
 Av. Bolívar: Av. Bolívar entre 5ta Av. y Av. Washington N° 101 Calle Buena Vista
 Buena Vista: Av. Foo. de Miranda, Edif. Monte Anarat, semi-sótano
 Colonia Tovar: Calle Codazzi, C.C. Tovar, Local No.8, P.B
 El Junquito: Carretera El Junquito, Km.12, entrada Urb. Luis Hurtado
 El Valle: Av. Intercomunal, C.C. El Valle, Nivel Bancos, Local B-26
 Los Palos Grandes: Av. Rómulo Gallegos, Torre KLM P.Baja, Local 2
 Montalbán: C.C. Usiar, P-10, P-11 y P-12, Nivel Cine
 Prados del Este: C.C. Concreta, Local No. 312
 Sabana Grande: Calle Pascual Navarro C.C.del Este, P.B.
 San Bernardino: Av. Volmer, Torre Central, Nivel AP1
 Los Teques- Miquilén: Calle Miquilén No 17
 San Antonio: C.C. Galería Las Américas, Zona Industrial Las Minas
 Paracotos: Calle Pio Rangilo, via La Manga de Coles, Edif.Luz Eléctrica
 Catia La Mar: Calle 13, La Atlántida
 Maiquetía: Av. Soubletta, C.C. Litoral, Local No. 4
 Guaremas - Príncipe: Carretera Nacional Guaremas-Guatire

Horario de Atención: 7:45 am a 3:30 pm.

Para mayor información sobre:

- Saldo
- Modalidades de Pago
- Domiciliaciones
- Puntos de Pago y Agentes Autorizados de Cobro
- Horarios de Atención
- Otros Servicios

Mi Contacto

*502 desde tu celular 502.00.00 telefonía fija

✉ 502

Para solicitar saldo puedes enviar al 502 desde tu celular, un mensaje de texto indicando tu número de Cuenta Contrato

www.laedc.com.ve

Impreso por SOLUCIONES LASER, Calle Pasajito Giorgio, Los Ríos, Pinaripal 5, Mecanina 18 y 28, Caracas - Venezuela.
 Mastr 234.2984 Fax: 234.2819 RE.: 2-003829192 NL: 0542411896. Resolución No. SAT/DT/99/05, 440718809 Del 19/07/99 Poder Capital

FECHA DE IMPRESION 28/08/2005
 NUMERO DE CONTROL, DESDE 502228411 HASTA 502188717

EXIJA AQUÍ LA VALIDACIÓN DE LA MÁQUINA REGISTRADORA

CLIENTE



PDVSA GAS S.A.
RIF: J-000787270 HT: 0063995843
AV. PCO DE MIRANDA EDP. SUCRE LA FLORESTA, MIRANDA
ZONA POSTAL 1092 TEL. 0212-2581111

FACTURA POR CONSUMO DE GAS METANO PARA USO INDUSTRIAL
MES FACTURADO : AGO-2005

FACTURA N°:	574114
TOTAL A PAGAR (Bs.):	5,919,801
COD. CLIENTE:	106361

Fecha de Emisión:	28/09/2005	Número de días del periodo:	28	OMEM del periodo:	93,333	MINIMO del periodo:	79,333
RAZON SOCIAL DEL CLIENTE	INDUSTRIAS CORPAÑAL CA	NOMBRE DE LA ESTACION	INDUSTRIAS CORPAÑAL CA	CODIGO ESTACION	SA1978	ESTADO	MI
RIF:	J-30070620-6	NIT:	0009368205	TEL:	0212-3616788/10	COND. DE PAGO:	15 DIAS A PARTIR DE LA PRESENTACION DE FACTURA CUOTA UNICA
DOMICILIO FISCAL: ZONA INDUSTRIAL GUAYABAL PARCELAS 12-13MUN. PLAZA GUARENAS							

DETALLE DEL CONSUMO						
PERIODO FACTURADO	CONCEPTO	VOLUM. CORREGIDO METROS CUBICOS	VOLUMEN FACTURADO METROS CUBICOS	TARIFA (Bs./MC)	MONTO (Bs.)	
28-Jul-2005 AL 24-Aug-2005	PRODUCTO GAS METANO	87,352	87,352	32.654	2,852,392	
28-Jul-2005 AL 24-Aug-2005	DISTRIBUCION IND. GAS METANO	87,352	87,352	5.410	472,574	
28-Jul-2005 AL 24-Aug-2005	TRANSPORTE DE GAS METANO	87,352	87,352	20.668	1,822,687	
SUB TOTAL PERIODO FACTURADO					5,147,653	
IVA MES 15 %					772,148	
TOTAL MES					5,919,801	
TOTAL I.V.A					772,148	
TOTAL A PAGAR					5,919,801	

758 (579111)
→ 840690

PARAMETROS DE CALCULO		HISTORICO DE VOLUMENES CORREGIDOS EN MILES DE MC				MES	
DIFERENCIA DE LECTURA	13.433					MAR	MMCC
PRESION DE MEDICION (psig)	80.0000					ABR	79.56
TEMPERATURA DE MEDICION (Grados F)	60.0000					MAY	106.43
FACTOR DE SUPERCOMPRESIBILIDAD	1.0140					JUN	92.56
PODER CALORIFICO (BTU/PC)	995.82					JUL	97.27
RAVEDAD ESPECIFICA	0.6700					AGO	90.00
FACTURACION EQUIVALENTE						O.M.E.M.	100.00
MILLONES DE BTU	3,088					MINIMO	85.00
MILES DE B.P.E.	0.81						

CUADRO INFORMATIVO



MES FACTURADO: AGO-2005

corpañal co

RECIBIDO

SIN QUE ESTO IMPLIQUE ACEPTACION DE SU CONTENIDO

FECHA: 17/10/05

RAZON SOCIAL DEL CLIENTE: INDUSTRIAS CORPAÑAL, CA

FACTURA N°:	574114
TOTAL A PAGAR (Bs.):	5,919,801
COD. CLIENTE:	106361