UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

"DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE FUERZA Y MANDO DE LA PLANTA PESQUERA ENVASADORA CHIMBOTE EXPORT. S.A."

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

RAÚL HILARIÓN CAMACHO LUNA

PROMOCIÓN 92 – I

LIMA – PERÚ

2006

TABLA DE CONTENIDO

TÍTULO: "DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE FUERZA Y MANDO DE LA PLANTA PESQUERA ENVASADORA CHIMBOTE EXPORT. S.A."

Prólogo 1

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Memoria Descriptiva 5
- 1.1.1 Objetivo 5
- 1.1.2 Ubicación Geográfica 5
- 1.1.3 Alcances 5
- 1.1.4 Descripción del diseño 5
- 1.1.5 Demanda máxima de Potencia 6
- 1.1.6 Plano 6
- 1.1.7 Bases del Cálculo 6
- 1.1.8 Diagrama Flujo 7

CAPITULO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Generalidades 8

2.2 Conductores Eléctricos 8
- 2.2.1 Red principal 8
- 2.2.2 Red de distribución 9

2.3 Tuberías 10

2.4 Bandeja 10

2.5 Interruptores 10
2.6 Contactores 10
2.7 Reles Térmicos 10
2.8 Temporizadores 11
2.9 Tableros de Mando 11
2.10 Transformadores de Potencia 11
2.10.1 Transformador N° 1 11
2.10.2 Transformador N° 2 12
2.10.3 Transformador N° 3 12
2.10.4 Transformador N° 4 13
2.11 Grupos Electrógenos 13
2.11.1 Grupo Electrógeno N° 1 13
2.11.2 Grupo Electrógeno N° 2 15

2.12 Condensadores 16
2.13 Puesta a Tierra 16

CAPITULO 3
DISEÑO DEL SISTEMA DE FUERZA -CÁLCULOS JUSTIFICADOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTADORES

3.1. Red de distribución 18
3.1.1 Potencia Eléctrica del Motor (PE) 18
3.1.2 Corriente Nominal del Motor (I_N) 18
3.1.3 Corriente Diseño del Conductor (I_D) 19
3.1.4 Calibre del Conductor 19
3.1.5 Caída de Tensión del Conductor (ΔV) 19
3.1.6 Diámetro de tuberías 20
3.2. Alimentadores 39
3.2.1 Grupos Electrógenos 39
3.2.2 Transformadores de 500 KVA 42
3.2.3 Transformador de 275 KVA 45

CAPITULO 4
SELECCIÓN DEL EQUIPO DE EMERGENCIA

4.1 Dimensionamiento de grupo electrógeno 50
4.2 Datos de aplicación 50
4.3 Carga máxima 50
4.3.1 Iluminación 50
4.3.2 Otras cargas (no motores) 51
4.3.3 Motores eléctricos 52
4.4 Tamaño del motor 59
4.5 Selección del motor 59
4.6 Tamaño del generador 59
4.6.1 Cálculo de los SKVA (Motor N° 1) 59
4.6.2 Cálculo de los SKVA Efectivo (Motor N° 1) 60
4.6.3 Selección del generador 60
4.6.4 Cálculo de los SKVA (Motor N° 2) 60
4.6.5 Cálculo de los SKVA Efectivo (Motor N° 2) 61
4.6.6 Selección del Generador 61
4.6.7 Cálculo de los SKVA (Motor N° 3) 61
4.6.8 Cálculo de los SKVA Efectivo 62
4.6.9 Selección del generador 62
4.7 Selección del grupo electrógeno 62

CAPITULO 5
CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

5.1 Ahorros económicos por corrección de factor de potencia mediante la compensación de energía reactiva 64
5.2 Inconvenientes de un factor de potencia bajo 64
5.3 Beneficios de la instalación de condensadores 65

5.4 Tipos de compensación 65
5.4.1 Compensación individual o directa 65
5.4.2 Compensación centralizada 69
5.5 Calculo del banco de condensadores 76
5.6 Selección de contactores, fusibles y conductores del banco automático de condensadores 79
5.6.1 Selección de contactores 79
5.6.2 Selección de fusibles 79
5.6.3 Selección de conductores 80
5.6.4 Costo de energía reactiva 81
5.6.5 Costo de instalación del banco automático-condensadores 82
5.7 Diagrama Unifilar de Fuerza del Banco Automático de Condensadores 83

CAPITULO 6
SELECCIÓN DEL SISTEMA MANDO
DIAGRAMA UNIFILARES

6.1 Diagrama Unifilar General 85
6.2 Diagrama Unifilar Típico de Arranque Directo 86
6.3 Diagrama Unifilar Típico de Arranque Estrella - Triangulo de Control y Fuerza 87

CAPITULO 7
CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO
7.1 Métodos de cálculo 88
7.2 Corriente de Corto circuito en Tablero Principal de grupos electrógenos 93
7.3 Corriente de Corto Circuito en Tablero de Distribución 96
7.4 Corriente de corto circuito en Tablero principal de transformador 500 KVA 97
7.5 Corriente de Corto circuito en Tablero de distribución de transformador 500 KVA 101
7.6. Corriente De Corto Circuito de Tablero principal de transformador de 275 KVA 102

CAPITULO 8
SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO

8.1 Selección de Interruptores Termomagnético. 104
8.1.1 Conveniencia y seguridad 105
8.1.2 Confiabilidad 106
8.1.3 Costo y aplicaciones generales 107
8.2 Selección de Contactores 108
8.2.1 Requerimientos del contactor 109
8.2.2 Capacidad de conducción 109
8.2.3 Capacidad de cierre 110
8.2.4 Capacidad de apertura 110
8.2.5 Categoría de empleo 111
8.2.6 Tensión nominal de empleo (Ve) 112
8.2.7 Corriente nominal de empleo (Ie) 112
8.2.8 Categorías en corriente alterna 112
8.2.9 Robustez Eléctrica 113
8.3 Temporizadores 114
8.4 Reles Térmicos 115
8.5 Selección de interruptores termomagnéticos de tableros generales 151
8.5.1 Grupos Electrógenos 151
8.5.2 Transformador de 500 KVA 152
8.5.3 Transformador de 275 KVA 152

CAPITULO 9
CIRCUITOS DE CONTROL Y MANDO AUTOMÁTICO

9.1 Circuito de Control manual y Automático de Transportadores Helicoidales de Pozas a Tolva 155

9.2 Circuito de Control de Manual y Automático de Tolva de Ensaque 156

CONCLUSIONES 157

BIBLIOGRAFÍA 159

ANEXOS 160

ANEXO 1

Tablas de cálculo para red de distribución y alimentadores 161

ANEXO 2

Tablas de selección de equipos de emergencia 171

ANEXO 3

Tablas de cálculo para corrección de factor de potencia 177

ANEXO 4

Tablas de cálculo de corriente de corto circuito 183

ANEXO 5

Tablas de selección de equipos de mando 186

PLANO

Disposición General de Tablero de Pulsadores.

PROLOGO

El desarrollo de la electricidad se inició aproximadamente hace un siglo habiendo cambiado desde entonces nuestras formas de vida. A partir del desarrollo experimental de Thomas Alva Edison para obtener finalmente la lámpara incandescente, se observó un desarrollo notable en los requerimientos del uso de la electricidad, no sólo para alumbrado, también para otros usos distintos, con lo que quedó establecida la necesidad de producir volúmenes considerables de energía eléctrica y medios prácticos para su distribución.

El presente trabajo nos brinda información sobre el análisis y cálculo de los elementos básicos que se usan en un sistema eléctrico industrial.

Este informe de ingeniería contiene las especificaciones técnicas de los materiales y equipos básicos que se usan en una planta industrial, también los cálculos para la red de distribución y alimentadores, la corriente nominal y de diseño, el calibre del conductor y caída de tensión, además la selección de equipos de emergencia en caso de un corte de energía por parte de la concesionaria, contiene también la compensación de la energía reactiva para evitar los cobros excesivos por parte de la concesionaria y por último

los cálculos y selección de equipos de control y fuerza como son: interruptores, fusibles, contactores, relés térmicos y temporizadores.

Por otro lado, cabe mencionar que en este Informe de Ingeniería se ha tenido en cuenta el Código Nacional de Electricidad, Normas Técnicas y Tablas de Fabricante.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La planta Pesquera Envasadora Chimbote Export S.A. , es una empresa que se dedica a la elaboración de harina y aceite de pescado, su capacidad de producción de harina y aceite de pescado hora es 60 toneladas y 2,5 toneladas respectivamente y cuenta con una flota de 6 embarcaciones pesqueras las que se encargan de abastecer la materia prima a la planta.

Proceso de la obtención de harina de pescado:

La embarcación pesquera se junta a una plataforma que tiene un equipo de bombeo que comúnmente se le llama chata, está se encuentra a 800 mts. aproximadamente de la playa, luego con equipos de maniobra se introduce un manguerón de succión de 16" se diámetro a la bodega de la embarcación y mediante el equipo de bombeo la materia prima (generalmente anchoveta) es transportado a la planta, esta es recepcionado en un vibrador de malla que sirve para quitar el agua del bombeo, de allí el pescado es transportado por el desaguador de malla a las pozas de almacenaje, luego mediante transportadores helicoidales es llevado al cocinador de vapor, enseguida el pescado cocinado se le comprime mediante la prensa de tornillo y se obtiene lo que comúnmente se llama cake, enseguida el cake es secado en el

secador de fuego directo, de aquí el 98% de cake aproximadamente pasa directo al molino de martillo, el resto vapor más sólido de harina es recepcionado en un ciclón que se encarga de separar el vapor de los sólidos, llamado también finos. Después de este proceso se obtiene la harina de pescado, enseguida es transportado mediante un ventilador a través de un ducto de 15" diámetro al ciclón de ensaque donde son llenados en sacos de 50 Kg.

Proceso de obtención de aceite de pescado:

Después de comprimir el pescado en la prensa de tornillos se obtiene un caldo de donde es bombeado hacia una separadora de sólidos como su mismo nombre lo indica es a que se encarga de separar los sólidos del caldo, los sólidos es transportado al secador de fuego directo y el caldo a las centrífugas de donde se obtiene el aceite.

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 Objetivo

Es el Diseño Eléctrico de los Componentes del Sistema de Fuerza y Mando de la Planta Pesquera Envasadora Chimbote Export S. A. en base a las cargas, plano y estructuras actuales y de la disposición del Código Nacional de Electricidad (C.N.E.)

1.1.2 Ubicación Geográfica

Departamento	Ancash
Provincia	Santa
Distrito	Samanco

1.1.3 Alcances

Comprende:

Cálculo y Selección de los componentes del sistema eléctrico de fuerza en baja tensión (440 V)

Selección de los equipos de mandos en baja tensión (220 V)

1.1.4 Descripción del Diseño

Distribución Primaria: La alimentación de la red primaria es desde una central de transformación 13.8 kV, 60 Hz, sistema trifásico, la venta de energía es por parte de Hidrandina S.A

Distribución Secundaria: La red de baja tensión es del tipo radial con una tensión de 440 / 220 V.

1.1.5 Demanda Máxima de Potencia

La demanda máxima para este tipo de plantas, se considerará del 60 al 70% de su potencia instalada.

1.1.6 Plano

El diseño del sistema de fuerza y mando es en base al plano eléctrico Nº 01

1.1.7 Bases de Cálculo

Se realizara el calculo de acuerdo al:

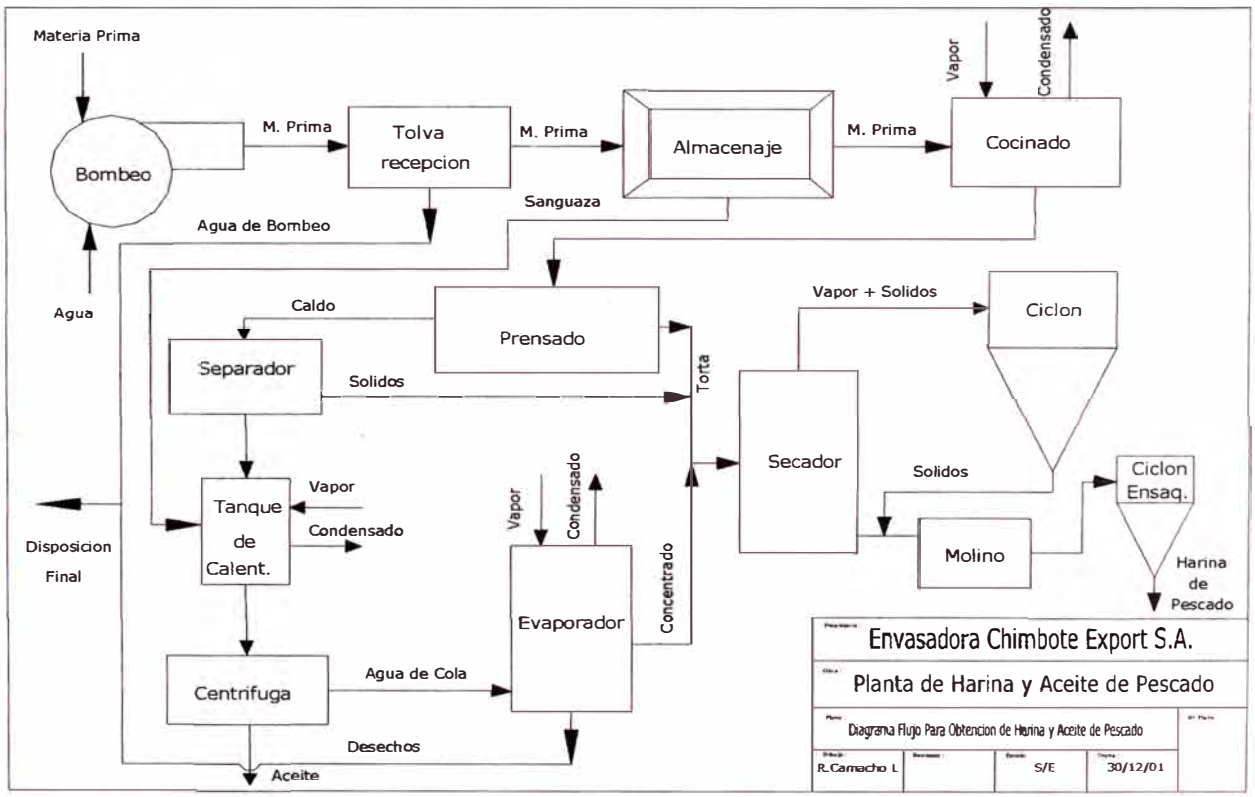
Código Nacional de Electricidad.

Normas técnicas

Tablas de fabricantes.

1.1.8 Diagrama Flujo

Fig. 1-1.
Diagrama de flujo para la obtención y harina y aceite de pescado



CAPÍTULO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

2.1 GENERALIDADES

Las presentes especificaciones delimitan las características mínimas que deberán cumplir los equipos y materiales.

2.2 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

2.2.1 Red Principal.-

Deben ser cable NYY.

Descripción: Son conductores de cobre recocido, de cableado concéntrico, comprimido compactado, aislamiento de PVC y cubierta de PVC color negro.

Usos: Aplicación general como cable de energía, en redes de distribución de baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra en instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, engrapadas, etc.),

a la intemperie, en ductos subterráneos o directamente enterrados, pueden ser instalados en lugares secos y húmedos.

Características: Magnificas propiedades eléctricas y mecánicas, resistencia a ácidos, grasas, aceite y a la abrasión, facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones, no propaga la llama, su tensión de servicio es 1 kV. y temperatura de operación 80 ºC , norma de fabricación ITINTEC 370.050.

2.2.2 Red de Distribución.-

Deben ser cable THW.

Descripción: Conductor de cobre electrolítico recocido, de cableado concéntrico. Aislamiento de PVC.

Usos: Aplicación general en instalaciones fijas, en edificaciones interior de locales con ambiente seco y húmedo, conexiones de tablero de control y en general en todas las instalaciones que requieran características superiores al TW.

Características: Alta resistencia dieléctrica , resistencia a la humedad, productos químicos, grasas, aceite y al calor, retardarte a la llama, su tensión de servicio es de 600 voltios y temperatura de operación es 75 º C, norma de fabricación ITINTEC 370.048.

2.3 TUBERÍAS

Las tuberías deben ser tipo conduit para toda la red de distribución (Casa Fuerza – Motores), para estas tuberías se usara uniones, codos, niples, tuercas, etc.

2.4 BANDEJAS

Para la red primaria se usaran bandejas del tipo escalera subterráneo y aéreo, deben ser de Fe galvanizado con un espesor de 1/16" y tendrán una altura de 0,07 – 0,10 mts.

2.5 INTERRUPTORES

Deben ser del tipo termomagnético y con aislamiento para 750 voltios, frecuencia 60 Hz. Deberán tener palancas para operación manual y actuar automáticamente en caso de sobrecarga o cortocircuito.

2.6 CONTACTORES

Los contactores deben ser de 3 polos, con un contacto auxiliar como mínimo, normalmente abierto (NA), su tensión nominal debe ser 440 V, frecuencia de 60 Hz, su categoría de empleo es AC3.

2.7 RELES TÉRMICOS

Los reles térmicos deben ser tripolares e insensibles a la temperatura ambiente, serán capaces de detectar un desequilibrio a un corte de fase, tendrá un dispositivo de regulación de corriente.

2.8 TEMPORIZADORES

Los temporizadores deben ser de dos contactos auxiliares, normalmente abierto (NA) y normalmente cerrado (NC), al trabajo y tendrán un rango de tiempo de cambio de 1 a 30 segundos.

2.9 TABLEROS DE MANDO

Los tableros deben ser de baja tensión con diseño cerrado, las puertas están ubicadas en el frente y el cierre con tornillos de ¼" de vuelta, su montaje del tipo mural y su estructura de Fe Laf de 1,5 mm de espesor.

2.10 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

2.10.1 Transformador N° 1.-

Tienen las siguientes características:

Marca	DELCROSA
N° Serie	124785 T
AÑO	1 984
Potencia continua	500 KVA
Tensión primaria	13 800 V
Tensión secundaria	460 V
Frecuencia	60 Hz
Tensión de corto circuito	5 %
Grupo	Yd5
Norma	370.002

Peso	1 710 Kg.
Regulación tensión primario	± 2 x 2,5 %
Altura	1 000 mts.

2.10.2 Transformador Nº 2

Marca	DELCROSA
N° Serie	132606 T
AÑO	1 990
Potencia continua	500 KVA
Tensión primaria	13 800 V
Tensión secundaria	460 V
Frecuencia	60 Hz
Tensión de corto circuito	5 %
Grupo	Yd5
Norma	370.002
Peso	1710 Kg.
Regulación tensión primario	± 2 x 2,5 %
Altura	1 000 mts.

2.10.3 Transformador Nº 3

Marca	SIEMENS
N° Serie	T 92549
Potencia continua	275 KVA
Tensión primaria	13 800 V

Tensión secundaria	460 V
Frecuencia	60 Hz
Tensión de corto circuito	5 %
Grupo	Yd5
Regulación tensión primario	± 2 x 2,5 %

2.10.4 Transformador Nº 4

Marca	DELCROSA
N° Serie	124786 T
AÑO	1 984
Potencia continua	50 KVA
Tensión primaria	460 V
Tensión secundaria	230 V
Frecuencia	60 Hz
Grupo	Dy5
Norma	370.002
Peso	425 Kg.
Regulación tensión primario	± 2 x 2,5 %

2.11 GRUPOS ELECTRÓGENOS

2.11.1 Grupo Electrógeno Nº 1

Tienes las siguientes características:

Motor combustión

Marca	CATERPILLAR

Modelo	:	3412
N° serie	:	81Z15787
Arreglo	:	ZW7900
Potencia	:	810 Hp (604 kW)
Bare Eng. Hi Idle	:	1818 RPM
Full Load	:	1800 RPM
Máxima altura	:	1750 m

Generador

Marca	:	CATERPILLAR
Modelo	:	SR-4
N° serie	:	6FA09655
Arreglo	:	5N – 8670
Potencia	:	681 KVA, 545 KW
Cos Ø	:	0,8
Frecuencia	:	60 Hz
Conexión	:	Estrella
Generador	:	240 V, 1638 A
Excitación	:	29 V, 6,7 A
RPM	:	1800
Máxima elevación T°	:	105°C por resistencias
Aislamiento	:	Clase F

2.11.2 Grupo Electrógeno Nº 2

Motor Combustión

Marca	:	CATERPILLAR
Modelo	:	3412
N° serie	:	81Z10199
Arreglo	:	ZW7900
Potencia	:	890 Hp (664 kW)
Bare Eng. Hi Idle	:	1803 RPM
Full Load	:	1800 RPM
Máxima altura	:	1750 mts.

Generador

Marca	:	CATERPILLAR
Modelo	:	SR-4
N° serie	:	6FA06313
Arreglo	:	5N – 8670
Potencia	:	750 KVA (600 kW)
Cos Ø	:	0,8
Frecuencia	:	60 Hz
Conexión	:	Estrella
Generador	:	240 V, 1804 A
Excitación	:	29 V, 6,7 A
RPM	:	1800
Máxima elevación T°	:	130°C por resistencia

Aislamiento	Clase F

2.12 CONDENSADORES

Los condensadores se diseñan para proporcionar por lo menos su potencia reactiva nominal a voltaje y frecuencia nominales, pero trabajan generalmente con una potencia próxima o superior aun a la nominal; por lo que, los componentes del mismo deben ser aptos para trabajar en condiciones de máxima exigencia, por lo tanto la posibilidad de una falla debe ser prevista.

En consecuencia, los fabricantes de condensadores deben seguir las siguientes recomendaciones:

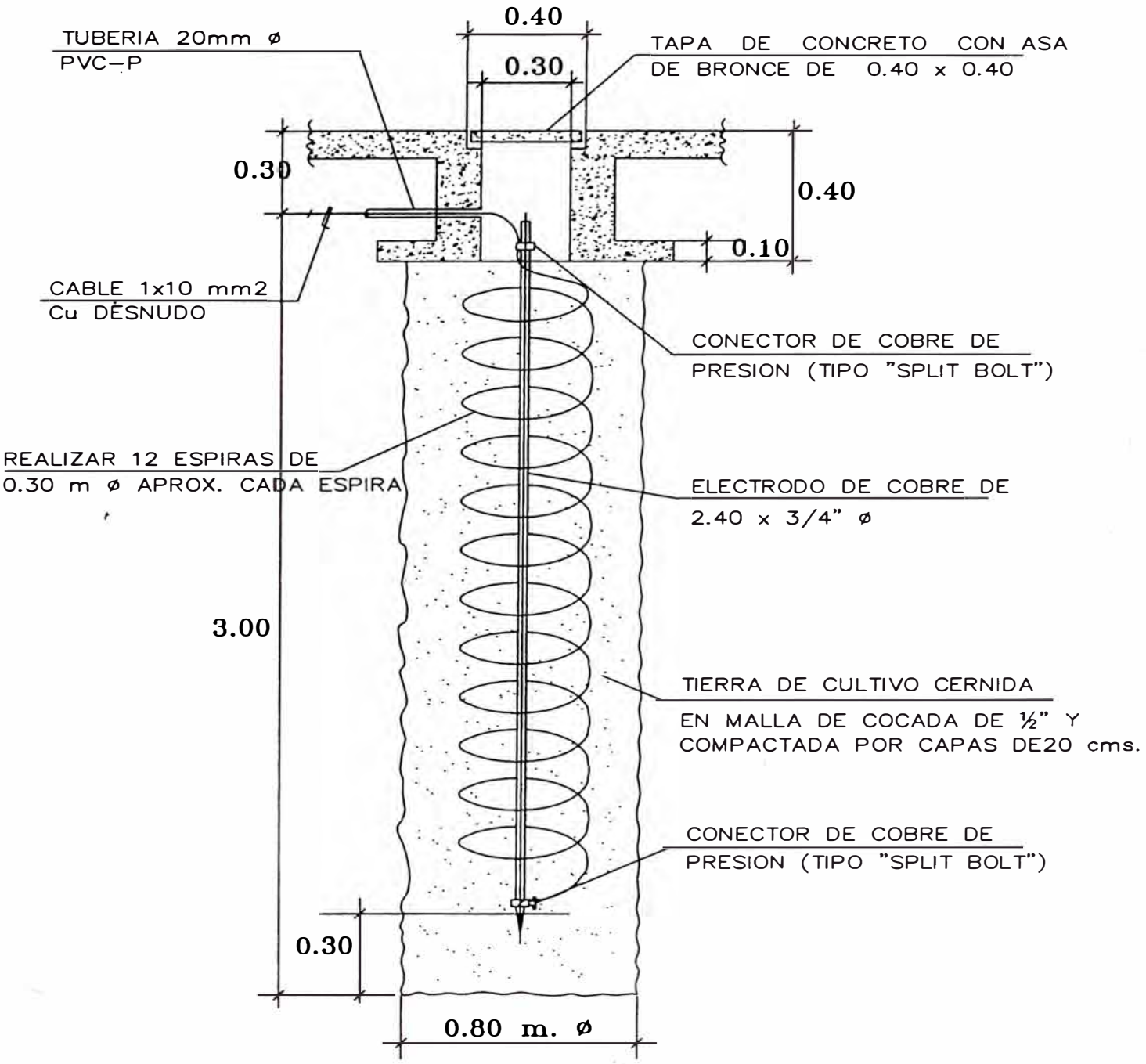
Tensión máxima	= 1.1 Vn	(Vn = Tensión nominal)
Corriente máxima	= 1.3 In	(In = Corriente nominal)
Potencia máxima	= 1.35 kVARn	

2.13 PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra consiste en un pozo tierra por cada circuito de pulsadores , el conductor a tierra para las cargas (motores) se eligió de acuerdo al Anexo 1 de la tablas 3 – 4 y tabla 3 – 5, el pozo se rellenará con tierra de cultivo y se agregará una dosis de thorgel, la barra de cobre será de 3/4" de diámetro y de 2.40 m. de longitud. el pozo a tierra es como se muestra en la Figura 2 – 1

Figura 2-1.

Pozo a Tierra



CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE FUERZA

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTADORES

3.1 RED DE DISTRIBUCION

3.1.1 Potencia Eléctrica del Motor (PE)

$$PE = \frac{Pm}{n} = \frac{HPx0.746}{n}$$

donde :

Pm = Potencia mecánica (HP)

n = Eficiencia del motor (Ver Anexo 1, Tabla 3-1)

3.1.2 Corriente Nominal del Motor (I_N)

$$I_N = \frac{P_E}{\sqrt{3}xV_NxCos\varphi}$$

donde :

VN = Tensión nominal (440 voltios)

Cos Ø = Factor potencia (Ver Anexo 1, Tabla 3-1)

3.1.3 Corriente Diseño del Conductor (I_D)

$I_D = 1.25\ I_N$ de acuerdo al , Cap 3, Sub Cap. 3,3, tomo V del C.N.E.

3.1.4 Calibre del Conductor

Se eligió el conductor THW de acuerdo a la Tabla 4-V, Tomo V del C.N.E. (Ver Anexo 1, Tabla 3-2)

3.1.5 Caída de Tensión del Conductor (ΔV)

La caída de tensión máxima desde el tablero general hasta el ultimo punto de la carga será 4%., de acuerdo al Cap. 3, Sub Cap. 3.2, Acapite 3.2.3, del tomo V del C.N.E.

$$\Delta V = \sqrt{3}\ I_N\ R_{75°C}\ \text{Cos}\ Ø$$

$$R_{75°C} = \rho_{75°C} \times \frac{L}{S}$$

$$\rho_{75°C} = \rho_{20°C}\ (1 + \alpha\ \Delta\ T)$$

donde :

I_N = Corriente nominal de la carga

$R_{75°C}$ = Resistencia conductor a 75°C

Cos Ø = Factor de potencia de la carga

$\rho_{75°C}$ = Resistividad del conductor a 75°C

$\rho_{20°C}$ = Resistividad del conductor a 20°C

$$(0.01724\ \frac{\Omega - mm^2}{m})$$

L = Longitud del conductor mts.

S = Sección transversal del conductor mm^2

α = Coeficiente de dilatación del conductor

$$(0.00393\ \frac{1}{°C})$$

$\Delta T \rightarrow$ Diferencia de temperaturas

3.1.6 Diámetro de tuberías

Se eligió de acuerdo a la Tabla 4 – VIII, tomo V del C.N.E., (Ver Anexo 1, Tabla 3-3).

TABLERO DE PULSADORES (TP.1)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.²)	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Prensa Nº 1	90	73,38	112,50	140,63	50	16	0,25	50
P2	Prensa Nº 2	90	73,38	112,50	140.63	50	18	0,29	50
P3	Prestrainer Nº 2	4,80	4,42	7,20	9	2,50	17	0,33	15
P4	Prestrainer Nº 2	4,80	4,42	7,20	9	2,50	19,50	0,37	15
P5	Prestrainer Nº 1	4,80	4,42	7,20	9	2,50	20	0,38	15
P6	Prestrainer Nº 1	4,80	4,42	7,20	9	2,50	21	0,41	15
P7									
P8	Trans. Helicoidal colector, colec separadoras	18	15,43	24	30	6	19,50	0,54	25
P9	Trans. Helicoidal colector de separadoras.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	19	0,65	15
P10	Trans. Helicoidal colector de prensas.	6,60	5,93	9,50	11,88	2,50	20	0,51	15
P11	Cocina Nº 1	18	15,43	24	30	6	29,50	0,81	25
P12	Cocina Nº 2	18	15,43	24	30	6	28	0,77	25
TOTALES		**268,80**	**224,65**	**347,80**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.2)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Separadoras de sólidos Nº 1	36	30,18	46	57,50	16	22,50	0,46	25
P2	Separadoras de sólidos Nº 2	36	30,18	46	57,50	16	23,50	0,48	25
P3	Separadoras de sólidos Nº 3	36	30,18	46	57,50	16	24	0,49	25
P4	Separadoras de sólidos Nº 4	36	30,18	46	57,50	16	25	0,51	25
P5	Centrifuga Nº 1	24	20,23	31	38,75	10	15,50	0,33	25
P6	Centrifuga Nº 2	24	20,23	31	38,75	10	16,50	0,36	25
P7	Centrifuga Nº 3	24	20,23	31	38,75	10	17,50	0,38	25
P8	Centrifuga Nº 4	24	20,23	31	38,75	10	19	0,41	25
P9	Centrifuga Nº 5	24	20,23	31	38,75	10	21,50	0,46	25
P10	Bomba caldo prensas Nº 1	12	10,53	16,50	20,63	4	17	0,48	15
P11	Bomba caldo prensas Nº 2	12	10,53	16,50	20,63	4	17,50	0,50	15
P12	Bomba caldo de separadoras Nº 1	6,60	5,93	9,50	11,88	2,50	24,50	0,63	15
P13	Bomba caldo de separadoras Nº 2	6,60	5,93	9,50	11,88	2,50	25	0,64	15
P14	Bomba caldo a tanque agua cola	12	10,53	16,50	20,63	4	22,50	0,64	15
P15	Bomba aceite	12	10,53	16,50	20,63	4	23	0,65	15
P16	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	18	15,43	24	30	6	31,50	0,87	25
P17	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	18	15,43	24	30	6	31,50	0,87	25
TOTALES		**361,20**	**306,71**	**472,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.3)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Filtro malla.	1,80	1,74	3	3,06	2,50	34	0,21	15
P2	Bomba limpieza filtro malla.	1,20	1,19	2,10	2,19	2,50	33,50	0,14	15
P3	Bomba zanguaza a filtro malla.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	34,50	0,66	15
P4	Bomba sólidos a cocina.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	35,50	0,68	15
P5	Bomba zanguaza filtrada a tanque.	2,40	2,27	3,80	5,75	2,50	34,50	0,42	15
P6	Bomba tanq. zanguaza a Interc calor.	6,60	5,93	9,50	11,87	2,50	35,50	0,91	15
TOTALES		**21, 60**	**19, 97**	**32, 80**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.4)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Secador Nº 2.	48	39,79	61	76,25	25	33,50	0,58	35
P2	Secador Nº 1.	60	49,46	75.50	94,38	25	41	0,87	35
P3	Molino Nº 1.	48	39,79	61	76,25	25	43,50	0,75	35
P4	Molino Nº 2.	48	39,79	61	76,25	25	41	0,71	35
P5	Ventilador harina.	90	73,38	112,50	14,.63	50	39,50	0,63	50
P6	Trans. Helicoidal a molino Nº 1.	6,60	5,93	9,50	11,88	2,50	43	1,10	15
P7	Trans. Helicoidal a molino Nº 2.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	43,50	0,83	15
P8	Trans. Helicoidal receptor de ciclón Nº 3 y Nº 4.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	33	0,63	15
P9	Trans. Helicoidal horizontal a secador Nº 1 y Nº 2.	12	10,53	16,50	20,63	4	38,50	1,10	15
P10	Trans. Helicoidal horizontal a secador Nº 1 y Nº 2.	12	10,53	16,50	20,63	4	38,50	1,10	15
P11	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	37,50	1,29	15
P12	Trans. Helicoidal receptor de ciclón Nº 1 y Nº 2.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	31,50	0,60	15
P13	Trans. Helicoidal receptor caja humo Nº 1.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	42	0,80	15
P14	Trans. Helicoidal receptor trans. Caja humo Nº 1.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	43	0,82	15
P15	Trans. Helicoidal receptor ciclón Nº 1 y Nº 2.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	44	0,84	15
P16	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	35,50	1,21	15
P17	Exaustor de gases Nº 1.	125	101,36	155	193,75	95	45	0,52	65
P18	Exaustor de gases Nº 2.	125	101,36	155	193,75	95	50	0,58	65
TOTALES		**621,40**	**514,42**	**791,70**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.5)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.²)	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Desaguador vibratorio Nº 1.	6,60	5,93	9,50	11,88	4	71	1,14	15
P2	Desaguador vibratorio Nº 2.	6,60	5,93	9,50	11,88	4	71	1,14	15
P3	Desaguador de mallas Nº 1.	9	7,99	12,50	15,63	4	51	1,09	15
P4	Desaguador de mallas Nº 2.	9	7,99	12,50	15,63	4	51	1,09	15
TOTALES		**31,20**	**27,84**	**44,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.6)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Rastra Nº 1.	12	10,53	16,50	20,63	4	34	0,97	15
P2	Rastra Nº 2.	12	10,53	16,50	20,63	4	33,50	0,95	15
P3	Trans. Helicoidal de poza Nº 1.	9	7,99	12,50	15,63	4	48	1,02	15
P4	Trans. Helicoidal de poza Nº 2.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	33,50	1,14	15
P5	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	33	1,12	15
P6	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	33,50	1,14	15
P7	Trans. Helicoidal colector poza Nº 1 y poza Nº 2.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	32,50	1,11	15
P8	Trans. Helicoidal colector de poza Nº 3.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	34	1,16	15
TOTALES		**78,00**	**69,00**	**108,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.7)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Desaguador vibratorio Nº 1.	6,60	5,93	9,50	11,88	4	60	0,96	15
P2	Desaguador vibratorio Nº 2.	6,60	5,93	9,50	11,88	4	60	0,96	15
P3	Desaguador de mallas Nº 1.	12	10,53	16,50	20,63	4	50	1,42	15
P4	Desaguador de mallas Nº 2.	12	10,53	16,50	20,63	4	50	1,42	15
P5	Desaguador de mallas Nº 3.	9	7,99	12,50	15,63	4	53,50	1,14	15
P6	Desaguador de mallas Nº 4.	9	7,99	12,50	15,63	4	53,50	1,14	15
TOTALES		**55,20**	**48,90**	**77,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.8), PLANTA DE AGUA COLA

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Bomba alimentación a tanque planta agua cola.	24	20,23	31	38,75	10	10	0,22	25
P2	Bomba concentrado a secador.	12	10,53	16,50	20,63	4	16,50	0,47	15
P3	Bomba concentrado .	12	10,53	16,50	20,63	4	13,50	0,38	15
P4	Bomba condensado sucio.	4,80	4,42	7,20	9	2,5	19,50	0,37	15
P5	Bomba condensado limpio.	4,80	4,42	7,20	9	2,5	10	0,19	25
P6	Bomba de efectos Nº 1, Nº 2, Nº 3.	24	20,23	31	38,75	10	10,50	0,23	50
P7	Bomba vacío.	24	20,23	31	38,75	10	21	0,33	25
P8	Compresor de aire.	36	30,18	46	57,50	16	4,50	0,09	25
P7	Compresor de aire, stamb by.	36	30,18	46	57,50	16	4,50	0,09	25
TOTALES		**141,60**	**120,77**	**186,40**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.9) ENSAQUE

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Transp. Helicoidal de ciclón a tolva.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	36,50	0,70	15
P2	Transp. Helicoidal de tolva.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	37	0,71	15
P3	Bomba antioxidante.	0,60	0,63	1,15	1,44	2,50	36	0,09	15
P4	Transp. Helicoidal mezclador.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	37	0,71	15
TOTALES		**15,00**	**13,89**	**22,75**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.10), ENSAQUE

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Transp. Helicoidal a tolvin.	6,60	5,93	9,50	11,88	2,50	49,50	1,27	15
P2	Transp. Helicoidal a balanza.	3,60	3,36	5,50	6,87	2,50	50	0,72	15
P3	Transp. Tablilla Nº 1.	3,60	3,36	5,50	6,87	2,50	47,50	0,69	15
P4	Transp. Tablilla Nº 2.	3,60	3,36	5,50	6,87	2,50	53,50	0,77	15
TOTALES		**17,40**	**16,01**	**26,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.11)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Bomba petróleo diesel.	18	15,43	24	30	10	65,50	1,08	25
P2	Bomba petróleo Bunker Nº 1.	24	20,23	31	38,75	10	61	1,32	25
P3	Bomba petróleo Bunker Nº 2.	24	20,23	31	38,75	10	61,50	1,33	25
TOTALES		**66,00**	**55,89**	**86,00**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.12), CALDERO N° 1

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	4,50	0,15	15
P2	Compresor	2,40	2,27	3,80	4,75	2,50	4,50	0,04	15
P3	Bomba agua.	4,80	4,42	7,20	9	2,50	4,60	0,09	15
P4	Bomba petróleo bunker.	1,20	1,19	2,10	2,62	2,50	6,50	0,03	15
P5	Precalentador petróleo Bunker.	8,04	6	13,63	17,04	2,50	8	0,41	15
TOTALES		**25,44**	**21,87**	**39,23**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.13), CALDERO N° 2.

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador.	24	20,23	31	38,75	10	5	0,11	25
P2	Compresor.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	9	0,31	15
P3	Bomba agua.	24	2,.23	31	38,75	10	15	0,32	25
P4	Bomba petróleo bunker.	1.20	1,19	2,10	2,62	2,50	10	0,05	15
P5	Precalentador petróleo Bunker.	8,04	6	13,63	17,04	2,50	18	0,93	15
TOTALES		**66,24**	**55,64**	**90,23**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.14), CALDERO N° 4

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador.	24	20,23	31	38,75	6	4,50	0,14	25
P2	Compresor.	9	7,99	12,50	15,63	2,50	6	0,20	15
P3	Bomba agua.	18	15,43	24	30	6	8,50	0,23	25
P4	Bomba petróleo Bunker.	1.20	1,19	2,10	2,62	2,50	10,50	0,05	15
P5	Precalentador petróleo Bunker.	8,04	6	13,63	17,04	2,50	11	0,56	15
TOTALES		**60,24**	**50,84**	**83,23**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.15), CALDERO N° 4

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador.	24	20,23	31	38,75	10	4,50	0,10	25
P2	Compresor.	12	10,53	16,50	20,63	4	6	0,17	15
P3	Bomba agua.	24	20,23	31	38,75	10	6,50	0,14	25
P4	Bomba petróleo Bunker.	1.20	1,19	2,10	2,62	2,50	10,50	0,05	15
P5	Precalentador petróleo Bunker.	8,04	6	13,63	17,04	2,50	11,50	0,59	15
TOTALES		**69,24**	**58,18**	**94,23**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.16)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador combustión cámara de fuego Nº 1.	24	20,23	31	38,75	6	41	1,48	25
P2	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 1.	36	30,18	46	57,50	16	41	0,83	15
P3	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 1.	1,8	1,74	3	3,75	2,50	41	0,31	15
P4	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 1.	2,4	2,27	3,80	4,75	2,50	30	0,29	15
TOTALES		**64,20**	**54,42**	**83,80**					

TABLERO DE PULSADORES (TP.17)

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIAMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Ventilador combustión cámara de fuego Nº 2.	24	20,23	31	38,75	10	34	0,74	25
P2	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 2.	36	30,18	46	57,50	16	35	0,71	25
P3	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 2.	1,80	1,74	3	3,75	2,50	35	0,29	15
P4	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 2.	2,40	2,27	3,80	4,75	2,50	30	0,29	15
TOTALES		**64,20**	**54,42**	**83,80**					

TABLERO DE BOMBA AGUA MAR

MOTOR	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	CORRIENTE NOMINAL (amp,)	CORRIENTE DISEÑO (amp.)	CALIBRE CONDUCTOR THW (m.m.)²	LONGITUD CONDUCTOR (mts.)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	DIÁMETRO TUBERÍA (m.m.)
P1	Bomba agua mar.	90	73,38	112,50	140,63	50	4,5	0,07	50

3.2 ALIMENTADORES

3.2.1 Grupos Electrógenos

$$P_{\substack{Total\\Instalada}} = \sum_{i=1}^{n=120} Pi$$

$$P_{\substack{Total\\Instalada}} = 1868 \quad kW$$

Este tipo de plantas trabajan alrededor de 60% a 70% de la carga instalada., considerando el factor de demanda en 0.65, tenemos:

$$M\,D = f\,D \times P_{\substack{Total\\Instalada}}$$

Donde :

MD = Maxima demanda

fD = Factor de demanda

⇨

M D = 0,65 x 1868 = 1214,20 kW

M D = $\sqrt{3}$ V_L x I_L cos ∅

$$I_L = \frac{MD}{\sqrt{3} x V_L x \cos\phi}$$

Donde : V_L = 440 v. ,cos ∅ = 0,84 (Ver Pág. 41)

I_L = 1 898,94 Amp.

Para 4 ternas de cables Unipolares NYY

$$\Rightarrow I_{Total} = \frac{1898.94}{4} = 474,73 \text{ Amp.}$$

$$I_{DISEÑO} = \frac{1.12 \times I_{total}}{f}$$

Donde :

f = Factor corrección por aproximación para bandejas no aéreas.

De Tabla 4 – XXIV tomo V del C.N.E., (ver Anexo 1. Tabla 3-6)

⇨ f = 0,83 (6 cables)

∴ $I_{DISEÑO}$ = 640,60 Amp.

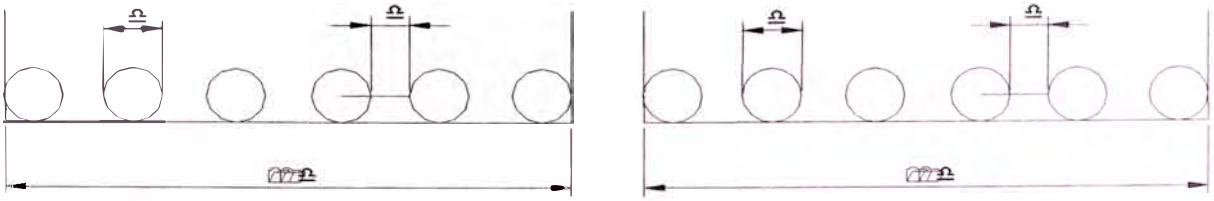
De Tabla 4 – XVI tomo V del C.N.E. (ver Anexo 1, Tabla 3-7)

Corresponde cable de NYY 300 mm^2, 0,6/1 kV., 4(3-1x300 mm^2)

Nota: Se usaran 2 bandejas con 2 ternas de cables cada uno, Una bandeja para cada grupo.

Figura 3-1

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES EN BANDEJAS



Donde : d = diámetro del conductor

Caída Tensión de grupos a tablero general (ΔV)

$$\Delta V = \sqrt{3} IL \ (R \cos\varnothing_T + x \operatorname{sen}\varnothing_T)$$

CALCULO PROMEDIO DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA PLANTA (Cos $\varnothing_T$)

Item	Pn (kw)	Cos ∅	∅	Tg ∅	Qn (kvar)
1	876,33	0,86	30,68	0,593	519,66
2	343,91	0,85	31,79	0,620	213,22
3	244,90	0,84	32,86	0,646	158,20
4	127,84	0,83	33,90	0,672	85,91
5	59,30	0,82	34,91	0,698	41,39
6	79,56	0,81	35,90	0,724	57,60
7	10,08	0,80	36,87	0,750	7,56
8	14,30	0,78	38,74	0,802	11,47
9	5,95	0,75	41,41	0,882	5,48
10	0,63	0,72	43,94	0,964	0,61
11	81,20	0,55	56,63	1,518	123,26
12	24,00	-	-	-	-
Total	**1868**				**1224,36**

Donde : el item 1 corresponde a la suma de todos los motores con factor de potencia igual a 0,86, y asi sucesivamente.

$\Rightarrow$ Tg $\varnothing_T = \frac{1224.36}{1868} = 0,655$ $\therefore \varnothing_T = 33,22$

$\Rightarrow$ cos $\varnothing_T = 0,84$, sen $\varnothing_T = 0,55$

R = 0,067 $\frac{\Omega}{Km.}$, X = 0,217 $\frac{\Omega}{Km.}$, (Ver Anexo 1, Tabla 3-9)

I = 474,73 Amp., L = 0,012 Km.

Remplazando:

$\Delta V = \sqrt{3} \times 474,73 \times 0,012 (0,067 \times 0,84 + 0,217 \times 0,55)$

$\Delta V = 1,73$ V

$\Delta V = 0,39\%$

Caída Tensión de tablero general a tablero distribución (ΔV)

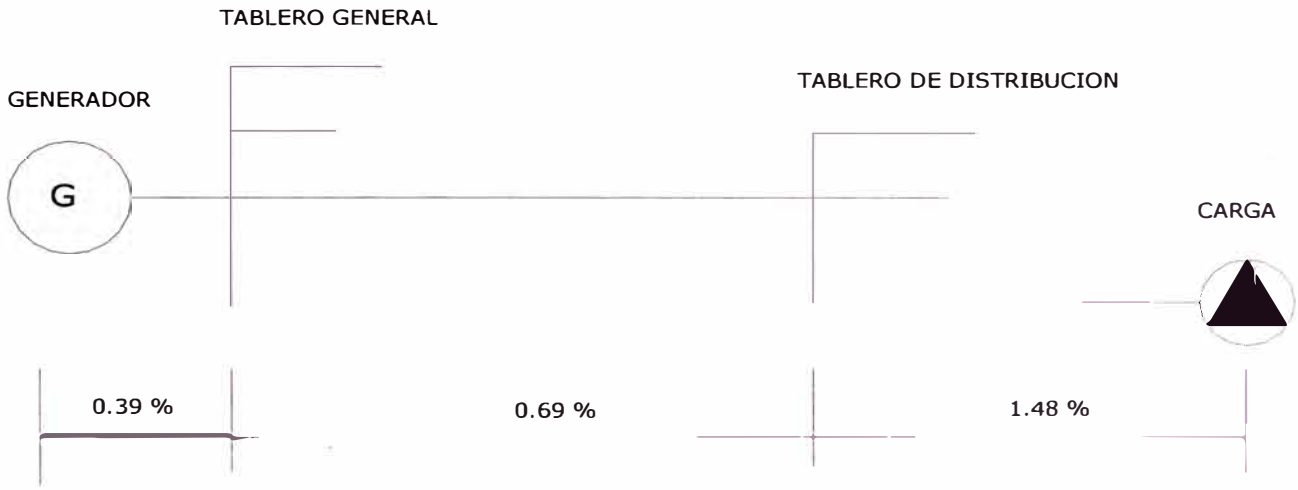
$\Delta V = \sqrt{3}$ x 474,73 x 0,021 (0,067 x 0,84 + 0,217 x 0,55)

ΔV = 3,03 V

ΔV = 0,69%

Figura 3-2

CAIDA DE TENSIÓN DE CARGAS AL GENERADOR



3.2.2 Transformadores de 500 kVA.

Para el calculo del alimentador no intervienen las cargas de bomba agua mar (73.38 kW.), y de alumbrado (81.20 kW.).

$$P_{Total\ Instalada} = \sum_{i=1}^{n=118} Pi$$

$$P_{Total\ Instalada} = 1713.42 \text{ kW}$$

M D = 0.65 x 1713.42 = 1113.72 kW

M D = $\sqrt{3}$ V_L x I_L cos $\varnothing$

$$I_L = \frac{MD}{\sqrt{3} x V_L x \cos\phi}$$

Donde : $V_{L} = 440$ v. , $\cos \varnothing = 0{,}85$

$\Rightarrow I_L = 1721.31$ Amp.

Para 4 ternas de cables Unipolares NYY

$$\Rightarrow I_{Total} = \frac{1721.31}{4} = 430{,}33 \text{ Amp.}$$

$$I_{DISEÑO} = \frac{1.25 \; x \; I_{total}}{f}$$

Donde :

f = Factor corrección por aproximación para bandejas no aéreas.

De Tabla 4 – XXIV tomo V del C.N.E. (ver Anexo 1, Tabla 3-6)

$\Rightarrow$ f = 0.83 (6 cables)

$\therefore$ $I_{DISEÑO} = 648{,}09$ Amp.

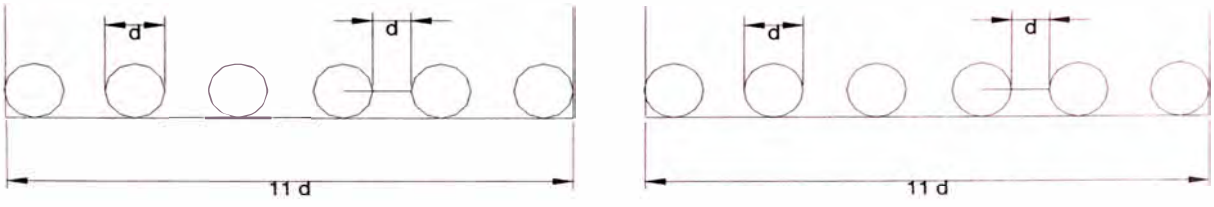
De Tabla 4 – XVI tomo V del C.N.E. (ver Anexo 1, Tabla 3-7)

Corresponde cable de NYY 300 mm2, 0,6/1 kV., 4(3-1x300 mm2)

Nota: Se usaran 2 bandejas con 2 ternas cada uno,
Una bandeja para cada transformador.

Figura 3-3

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES EN BANDEJAS



Donde: d = diámetro del conductor

Caída Tensión de transformador a tablero general (ΔV)

$\Delta V = \sqrt{3} IL$ (R cos$\varnothing_T$ + x sen$\varnothing_T$)

$\Rightarrow$ cos $\varnothing_T$ = 0,85 sen $\varnothing_T$ = 0,52

R = 0,067 $\frac{\Omega}{Km.}$, X = 0,217 $\frac{\Omega}{Km.}$, (Ver Anexo 1, Tabla 3-9)

I = 430,33 Amp., L = 0,009 Km.

Remplazando:

$\Delta V = \sqrt{3}$ x 430,33 x 0,009 (0,067 x 0,85 + 0,217 x 0,52)

ΔV = 1,14 V

ΔV = 0,26%

Caída Tensión de tablero general a tablero distribución (ΔV)

donde : L = 0,075 Km.

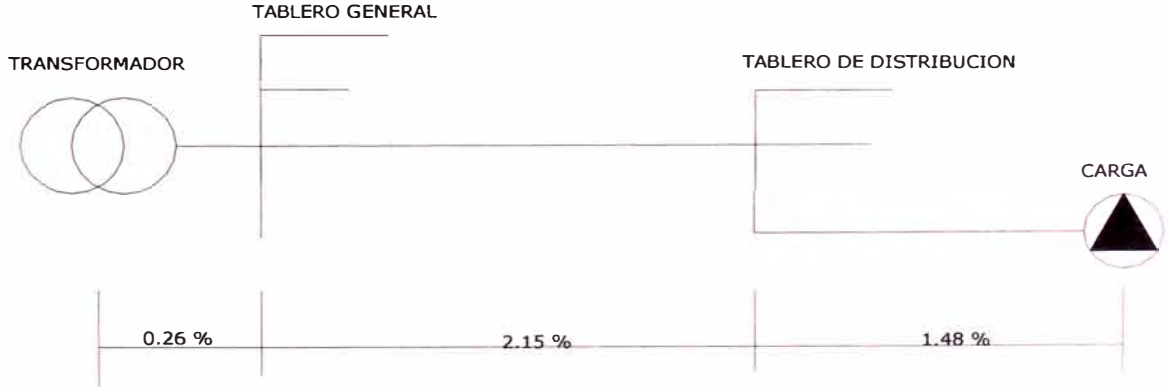
$\Delta V = \sqrt{3}$ x 430,33 x 0,075 (0.067 x 0,85 + 0,217 x 0,52)

ΔV = 9,48 V

ΔV = 2,15 %

Figura 3 – 4

CAIDA DE TENSIÓN DE CARGAS A TRANSFORMADOR



3.2.3 Transformador de 275 kVA

$I_{Diseño} = 1{,}25\ I_{Nominal\ motor} + I_{Nominal\ otras\ cargas\ (alumbrado)}$

Donde :

$$I_{Nominal\ otras\ cargas\ (alumbrado)} = \frac{81200}{440\ x\ 0{,}55}$$

$I_{Diseño} = 476{,}16$ Amp.

De tabla 4 –XVI del C.N.E. (ver Anexo 1, Tabla 3-7)

Corresponde cable unipolar NYY 240mm^2 0,6/1kV., (3-1x240mm^2)

Caída Tensión del transformador a tablero general (ΔV)

$\Delta V = \sqrt{3} IL\ (R \cos\varnothing_T + x \operatorname{sen}\varnothing_T)$

CALCULO PROMEDIO DEL FACTOR DE POTENCIA Cos $\varnothing_T$

Item	Pn (kw)	Cos ∅	∅	Tg ∅	Qn (kvar)
1	73,38	0,86	30,68	0,593	519,66
2	81,20	0,55	56,63	1,518	123,26
Total	**154,58**				**166,77**

$$\Rightarrow \text{Tg}\ \varnothing_T = \frac{166.77}{154.58} = 1{,}079$$

$\therefore\ \varnothing_T = 47{,}18$

$\Rightarrow \cos\varnothing_T = 0{,}68$ $\qquad$ $\operatorname{sen}\varnothing_T = 0{,}73$

$R = 0{,}088\ \frac{\Omega}{Km.}$, $\qquad$ $X = 0{,}233\ \frac{\Omega}{Km.}$, (Ver Anexo 1, Tabla 3-9)

$I = 476{,}16$ Amp., $\qquad$ $L = 0{,}006$ Km.

Remplazando:

$\Delta V = \sqrt{3}$ x 476,16 x 0,006 (0,088 x 0,68 + 0,233 x 0,73)

ΔV = 1,10 V

ΔV = 0,25%

Alimentador tablero general a tablero distribución, motor 90 HP

$I_{Diseño} = 1{,}25\ I_{Nominal\ motor}$

$I_{Diseño}$ = 1,25 x 112,5

$I_{Diseño}$ = 140,63 Amp.

Debido a la gran distancia que existe entre ambos tableros (230 mts.), elegimos de tabla 4 –XVI, C.N.E. (Ver Anexo 1,Tabla 3-7) Corresponde cable unipolar NYY 185 mm^2 0,6/1kV, (3-1x185mm^2)

Caida tensión de tablero general a tablero distribución (ΔV)

$\Delta V = \sqrt{3} IL$ (R cos $\varnothing$ + x sen $\varnothing$)

$\Rightarrow$ cos $\varnothing$ = 0,86, sen $\varnothing$ = 0,51

R = 0,116 $\frac{\Omega}{Km.}$, X = 0,229 $\frac{\Omega}{Km.}$, (Ver Anexo 1, Tabla 3-9)

I = 112,5 Amp., L = 0,23 Km.

Remplazando:

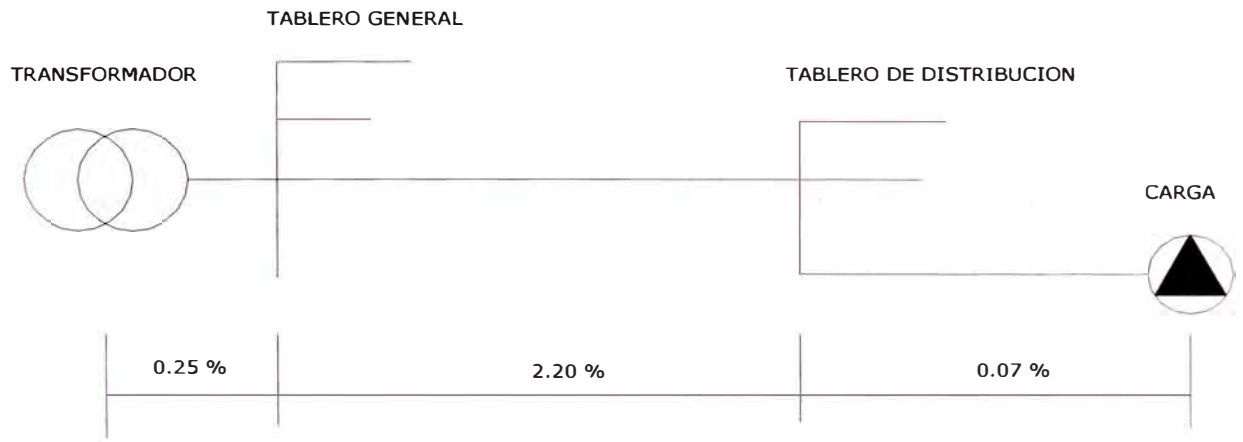
$\Delta V = \sqrt{3}$ x 112,5 x 0,23 (0,116 x 0,86 + 0,229 x 0,51)

ΔV = 9,69 V

ΔV=2,20%

Figura 3 – 5

CAIDA DE TENSIÓN DE CARGAS A TRANSFORMADOR



Alimentador de casa fuerza a tablero distribución de calderos.

$I_{Diseño} = 1{,}25\ I_{Nominal\ m.\ mayor} + \sum I_{Nominal\ resto\ m.} + I_{Nominal\ otras\ cargas}$

$I_{Diseño} = 1{,}25 \times 31 + 221{,}4 + 31{,}53$

$I_{Diseño} = 291{,}68$ Amp.

De tabla 4 – V del CNE. Tomo V (ver Anexo 1, Tabla 3-7)

Corresponde cable THW – 185 mm.²

Caida de tensión ΔV

$$\Delta V = \sqrt{3}\ I_N \times \rho_{75°C} \times \frac{L}{S} \cos \varnothing_T$$

CALCULO PROMEDIO DEL FACTOR DE POTENCIA Cos ∅T

Item	Pn (kw)	Cos ∅	∅	Tg ∅	Qn (kvar)
1	101,15	0,85	31,79	0,620	62,71
2	47,02	0,84	32,86	0,646	30,37
3	23,97	0,83	33,90	0,672	16,11
4	4,42	0,81	35,90	0,724	3,20
5	2,27	0,78	38,74	0,802	1,82
6	4,56	0,75	41,41	0,882	4,02
7	24	1	0	0	0
Total	**207,39**				**118,23**

$\Rightarrow$ Tg ∅T = $\frac{118.23}{207.39}$ = 0,57

$\therefore$ ∅T = 29,68 $\Rightarrow$ cos ∅T = 0,86

I = 314,67 Amp., L = 15 mts.

Remplazando:

$\Delta V = \sqrt{3}$ x 314,67 x 0,029 x $\frac{15}{185}$ x 0,86

ΔV = 0,79 V

ΔV = 0,18 %

Alimentador de casa fuerza a tablero distribución planta de Agua cola.

$I_{Diseño} = 1{,}25\ I_{Nominal\ mot\ mayor} + \sum I_{Nominal\ resto\ mot.}$

$I_{Diseño}$ = 1,25 x 46 + 140,40

$I_{Diseño}$ = 197,90 Amp.

De tabla 4 – V del CNE. Tomo V (ver Anexo 1, Tabla 3-7)

Corresponde cable THW – 95 mm.²

Caida de tensión ΔV

$$\Delta V = \sqrt{3}\ I_N \times \rho_{75°C} \times \frac{L}{S} \cos \varnothing_T$$

CALCULO PROMEDIO DEL FACTOR DE POTENCIA Cos ∅T

Item	Pn (kw)	Cos ∅	∅	Tg ∅	Qn (kvar)
1	38,18	0,86	30,68	0,593	22,64
2	60,19	0,85	31,79	0,620	37,63
3	21,06	0,84	32,86	0,646	13,60
4	8,84	0,81	35,90	0,724	6,40
Total	**128,77**				**80,27**

$$\Rightarrow \text{Tg } \varnothing_T = \frac{80.27}{128.77} = 0,62$$

$\therefore \varnothing_T = 31,80$ $\Rightarrow \cos \varnothing_T = 0,85$

I = 197,90 Amp., L = 15 mts.

Remplazando:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 197,90 \times 0,029 \times \frac{15}{95} \times 0,85$$

$\Delta V = 0,96$ V

$\Delta V = 0,22$ %

CAPÍTULO 4

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE EMERGENCIA

4.1 SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Se debe considerar

a) La suma de todas las cargas reales impuestas en kW.

b) La capacidad de SKVA (kilovol ampere de arranque), del generador para manejar el arranque de motores eléctricos.

4.2 DATOS DE APLICACIÓN

Aplicación	Emergencia
Rating	Prime
Voltaje	440 / 220 v
Frecuencia	60 Hz.
Combustible	Diesel 2

4.3 CARGA MÁXIMA

4.3.1 Iluminación

Según el C.N.E. , tabla 3 – IV tomo V (Ver Anexo 2, Tabla 4-1)

a.1) Edificaciones para oficinas : 25 W / m^2

a.2) Planta industrial : 20 W / m²

del plano P1 01 se tiene :

Para oficinas

85 m x 11 m = 935 m²

$\Rightarrow$ 935 m² x 25 w / m² = 18.7 kW

Para la planta

50 m x 62.5 m = 3125 m²

$\Rightarrow$ 3125 m² x 20 w / m² = 62.5 kW

4.3.2 Otras cargas (no motores)

Resistencias de calderos : 24 kW.

4.3.3 Motores eléctricos

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
1	Exaustor de gases Nº 1.	125	101,36	Estrella-triangulo	F	20%
2	Exaustor de gases Nº 2.	125	101,36	Estrella-triangulo	F	20%
3	Prensa Nº 1	90	73,38	Estrella-triangulo	F	20%
4	Prensa Nº 2	90	73,38	Estrella-triangulo	F	20%
5	Ventilador harina.	90	73,38	Estrella-triangulo	F	20%
6	Bomba agua mar.	90	73,38	Estrella-triangulo	F	20%
7	Secador Nº 1.	60	49,46	Estrella-triangulo	F	20%
8	Secador Nº 2.	48	39,79	Estrella-triangulo	F	20%
9	Molino Nº 1.	48	39,79	Estrella-triangulo	F	20%
10	Molino Nº 2.	48	39,79	Estrella-triangulo	F	20%
11	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 1.	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
12	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 2.	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
13	Separadoras de sólidos Nº 1	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
14	Separadoras de sólidos Nº 2	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
15	Separadoras de sólidos Nº 3	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
16	Separadoras de sólidos Nº 4	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
17	Compresor de aire.	36	30,18	Estrella-triangulo	F	20%
18	Bomba alimentación a tanque planta agua	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
19	Bomba de efectos Nº 1, Nº 2, Nº 3.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
20	Bomba vacio.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
21	Bomba petróleo Bunker Nº 1.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
22	Bomba petróleo Bunker Nº 2.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
23	Ventilador.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
24	Bomba agua.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
25	Ventilador.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
26	Bomba agua.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
27	Centrifuga Nº 1	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
28	Centrifuga Nº 2	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
29	Centrifuga Nº 3	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
30	Centrifuga Nº 4	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
31	Centrifuga Nº 5	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
32	Ventilador.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
33	Ventilador combustión cámara de fuego Nº 1.	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
34	Ventilador combustión cámara de fuego Nº 2	24	20,23	Estrella-triangulo	F	20%
35	Trans. Helicoidal colector, colector separad	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
36	Cocina Nº 1	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
37	Cocina Nº 2	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
38	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
39	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
40	Bomba agua.	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
41	Bomba petróleo diesel.	18	15,43	Estrella-triangulo	F	20%
42	Bomba caldo prensas Nº 1	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
43	Bomba caldo prensas Nº 2	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
44	Bomba caldo a tanque agua cola	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
45	Bomba aceite	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
46	Trans. Helicoidal horizont. a secador Nº 1, Nº2.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
47	Trans. Helicoidal horizont. a secador Nº 1, Nº2.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
48	Rastra Nº 1.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
49	Rastra Nº 2.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
50	Desaguador de mallas Nº 1.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
51	Desaguador de mallas Nº 2.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
52	Bomba concentrado a secador.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
53	Bomba concentrado .	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
54	Compresor.	12	10,53	Estrella-triangulo	F	20%
55	Trans. Helicoidal colector de separadoras.	9	7,99	Directo	F	20%
56	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	9	7,99	Directo	F	20%
57	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	9	7,99	Directo	F	20%
58	Desaguador de mallas Nº 1.	9	7,99	Directo	F	20%
59	Desaguador de mallas Nº 2.	9	7,99	Directo	F	20%
60	Trans. Helicoidal de poza Nº 1.	9	7,99	Directo	F	20%
61	Trans. Helicoidal de poza Nº 2.	9	7,99	Directo	F	20%
62	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	9	7,99	Directo	F	20%
63	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	9	7,99	Directo	F	20%
64	Trans. Helicoidal colector poza Nº 1 y Nº 2.	9	7,99	Directo	F	20%
65	Trans. Helicoidal colector de poza Nº 3.	9	7,99	Directo	F	20%
66	Desaguador de mallas Nº 3.	9	7,99	Directo	F	20%
67	Desaguador de mallas Nº 4.	9	7,99	Directo	F	20%
68	Ventilador.	9	7,99	Directo	F	20%
69	Compresor.	9	7,99	Directo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
70	Compresor.	9	7,99	Directo	F	20%
71	Bomba tanq. zanguaza a intercambiador calor.	6,6	5,93	Directo	F	20%
72	Trans. Helicoidal colector de prensas.	6,6	5,93	Directo	F	20%
73	Bomba caldo de separadoras Nº 1	6,6	5,93	Directo	F	20%
74	Bomba caldo de separadoras Nº 2	6,6	5,93	Directo	F	20%
75	Trans. Helicoidal a molino Nº 1.	6,6	5,93	Directo	F	20%
76	Desaguador vibratorio Nº 1.	6,6	5,93	Directo	F	20%
77	Desaguador vibratorio Nº 2.	6,6	5,93	Directo	F	20%
78	Desaguador vibratorio Nº 1.	6,6	5,93	Directo	F	20%
79	Desaguador vibratorio Nº 2.	6,6	5,93	Directo	F	20%
80	Transp. Helicoidal a tolvin.	6,6	5,93	Directo	F	20%
81	Prestrainer Nº 2	4,8	4,42	Directo	F	20%
82	Prestrainer Nº 2	4,8	4,42	Directo	F	20%
83	Prestrainer Nº 1	4,8	4,42	Directo	F	20%
84	Prestrainer Nº 1	4,8	4,42	Directo	F	20%
85	Bomba zanguaza a filtro malla.	4,8	4,42	Directo	F	20%
86	Bomba sólidos a cocina.	4,8	4,42	Directo	F	20%
87	Trans. Helicoidal a molino Nº 2.	4,8	4,42	Directo	F	20%
88	Trans. Helicoidal receptor de ciclón Nº 3, Nº 4.	4,8	4,42	Directo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
89	Trans. Helicoidal receptor ciclón Nº 1 y Nº 2.	4,8	4,42	Directo	F	20%
90	Trans. Helicoidal receptor caja humo Nº 1.	4,8	4,42	Directo	F	20%
91	Trans. Helicoid. receptor trans. Caja humo Nº1.	4,8	4,42	Directo	F	20%
92	Trans. Helicoidal receptor ciclón Nº 1 y Nº 2.	4,8	4,42	Directo	F	20%
93	Bomba condensado sucio.	4,8	4,42	Directo	F	20%
94	Bomba condensado limpio.	4,8	4,42	Directo	F	20%
95	Transp. Helicoidal de ciclón a tolva.	4,8	4,42	Directo	F	20%
96	Transp. Helicoidal de tolva.	4,8	4,42	Directo	F	20%
97	Transp. Helicoidal mezclador.	4,8	4,42	Directo	F	20%
98	Bomba agua.	4,8	4,42	Directo	F	20%
99	Transp. Helicoidal a balanza.	3,6	3,36	Directo	F	20%
100	Transp. Tablilla Nº 1.	3,6	3,36	Directo	F	20%
101	Transp. Tablilla Nº 2.	3,6	3,36	Directo	F	20%
102	Bomba zanguaza filtrada a tanque.	2,4	2,27	Directo	F	20%
103	Compresor.	2,4	2,27	Directo	F	20%
104	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 1.	2,4	2,27	Directo	F	20%
105	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 2.	2,4	2,27	Directo	F	20%
106	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 1.	1,8	1,74	Directo	F	20%
107	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 2.	1,8	1,74	Directo	F	20%

SECUENCIA DE ARRANQUE	EQUIPO	POTENCIA MECÁNICA EJE (HP)	POTENCIA ELÉCTRICA (KW)	TIPO DE ARRANQUE	CODIGO NEMA	CAIDA DE VOLTAJE
108	Filtro malla.	1,80	1,74	Directo	F	20%
109	Bomba petróleo Bunker.	1,20	1,19	Directo	F	20%
110	Bomba petróleo Bunker.	1,20	1,19	Directo	F	20%
111	Bomba petróleo Bunker.	1,20	1,19	Directo	F	20%
112	Bomba petróleo Bunker.	1,20	1,19	Directo	F	20%
113	Bomba limpieza filtro malla.	1,20	1,19	Directo	F	20%
114	Bomba antioxidante.	0,6	0,63	Directo	F	20%
TOTALES		**2084,80**	**1762,80**			

4.4 TAMAÑO DEL MOTOR

Carga total : 18.7 + 62.5 + 24 + 1762.80 = 1868 kW.

Como nuestro Rating es prime debemos escoger un motor que cubra los 1868 kW. Que es la carga máxima, pero el factor de demanda esta entre 60% a 70%.

4.5 SELECCIÓN DEL MOTOR

Considerando el factor de demanda de 65% nuestra carga media es 1214.2 kW.

De tabla escogemos el motor 3516 TA , con frame 806, nos da 1,360 kW. (Ver Anexo 2, Tabla 4-2)

4.6 TAMAÑO DEL GENERADOR

De acuerdo a la secuencia de arranque de la sección 8.3, punto c para cada motor eléctrico se produce :

4.6.1 Cálculo de los SKVA (Motor N° 1)

1- Potencia del motor	125 HP.
2- Código nema	F
3- SKVA / HP (ver Anexo 2, Tabla 4-5)	5.3
4- SKVA motor (Arranque directo)	662.5

4.6.2 Calculo de los SKVA Efectivo (Motor N° 1)

1- Motores ya arrancados	0 kW
2- Motores arrancados + motores por arrancar	101.36 kW
3- Porcentaje de carga del Motor (1) / (2) * 100%	0 %
4- Compensación por motor ya arrancado	1
(Ver Anexo 2, Tabla 4-3), (662.5 SKVA) x (1)	662.5 SKVA
5- Factor de arranque a tensión reducida	0.33
(Ver anexo 2, Tabla 4-4),	
6- SKVA efectivos, 662.5 SKVA * 0.33	218.6 SKVA
7- Caída de voltaje aceptable en la línea	20%

4.6.3 Selección del generador

FRAME	445
POTENCIA	160 kW.
SKVA AL 20 %	250 SKVA

4.6.4 Calculo de los SKVA (Motor N° 2)

1- Potencia del motor	125 HP.
2- Código nema	F
3- SKVA / HP (Ver Anexo 2, Tabla 4-5)	5.3
4- SKVA motor (Arranque directo)	662.5

4.6.5 Calculo de los SKVA efectivo (Motor N° 2)

1- Motores ya arrancados	101.36 kW
2- Motores arrancados + motores por arrancar	202.76 kW
3- Porcentaje de carga del Motor (1) / (2) * 100%	50 %
4- Compensación por motor ya arrancado	1.06
(Ver Anexo 2 Tabla 4-3), (662.5 SKVA) x (1.06)	702.25 SKVA
5- Factor de arranque a tensión reducida	0.33
(Ver Anexo 2, Tabla 4-4),	
6- SKVA efectivos, 702.25 SKVA * 0.33	58.51 SKVA
7- Caída de voltaje aceptable en la línea	20%

4.6.6 Selección del Generador (ver anexo 2, tabla 4-2)

FRAME	445
POTENCIA	160 kW.
SKVA AL 20 %	250 SKVA

4.6.7 Calculo de los SKVA (Motor N° 3)

1- Potencia del motor	90 HP.
2- Código nema	F
3- SKVA / HP (Ver Anexo 2, Tabla 4-5)	5.3
4- SKVA motor (Arranque directo)	477

4.6.8 Calculo de los SKVA efectivo

1- Motores ya arrancados	202.72 kW
2- Motores arrancados + motores por arrancar	276.10 kW
3- Porcentaje de carga del Motor (1) / (2) * 100%	73 %
4- Compensación por motor ya arrancado	1.21
(Ver Anexo 2, Tabla 4-3), (477 SKVA) x (1.21)	577.17 SKVA
5- Factor de arranque a tensión reducida	0.33
(Ver Anexo 2, Tabla 4-4),	
6- SKVA efectivos, 577.17 SKVA * 0.33	190.47 SKVA
7- Caída de voltaje aceptable en la línea	20%

4.6.9 Selección del Generador

FRAME	445
POTENCIA	160 kW.
SKVA AL 20 %	250 SKVA

4.7 SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO

El paso siguiente se repite para los demás motores, se puede observar que la tendencia es disminuir la capacidad de los grupos, entonces seleccionamos el grupo electrógeno de mayor capacidad.

Entonces el grupo electrógeno es

MOTOR	3516 T
FRAME	806
POTENCIA	1360 kW.
RATING	PRIME
FRECUENCIA	60 Hz.

CAPÍTULO 5

CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

5.1 AHORROS ECONÓMICOS POR CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIANTE LA COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.

El consumo de energía activa que se transforma en trabajo esta asociado con un consumo de energía reactiva utilizada en la generación de campos electromagnéticos de motores eléctricos, transformadores, en general todos los equipos con bobinas.

La componente reactiva de la energía tiene consecuencia técnico – económicas de suma importancia para el sistema, por lo que su valoración y eliminación reviste enorme interés en todo estudio de ahorro de energía eléctrica.

5.2 INCONVENIENTES DE UN FACTOR DE POTENCIA BAJO.

a) Disminución del rendimiento de las instalaciones que origina Perdidas por efecto joule.
b) El aumento de las caídas de tensión proporcionales a la corrientes.

c) Sobrecargas a nivel de transformador.

d) Las empresas de energía penalizan el consumo de energía reactiva cuando existe un bajo factor de potencia.

Para evitar pagos por el concepto de energía reactiva es necesario elevar el factor de potencia de la instalación en estudio a un valor superior a 0.97 esto significa que la energía reactiva total consumida no sea superior al 30% de la energía activa total facturada.

5.3 BENEFICIOS DE LA INSTALACIÓN DE CONDENSADORES

a) Limitación de las perdidas de potencia activa en los cables.

b) Mejoramiento de la tensión de línea.

c) Incremento de la potencia activa disponible en el secundario del transformador.

d) Eliminación de la penalidad por bajo factor de potencia.

5.4 TIPOS DE COMPENSACIÓN

5.4.1 Compensación individual o directa

Consiste en la instalación del elemento corrector directamente en el punto de bajo factor de potencia, conjuntamente con la carga por medio de un interruptor común. La potencia deberá de ajustarse directamente a la carga.

Este método proporciona las máximas ventajas de la corrección del factor de potencia tratándose de receptores con una larga duración de conexión. Se utiliza normalmente para motores de inducción asíncronos, transformadores y sistemas de alumbrado.

Entre la ventajas del sistema de compensación individual tenemos:

Menor caída de tensión en el alambrado, reduciendo el calentamiento perjudicial debido a las corrientes excesivas y el peligro que representa el deterioro del aislamiento.

Los capacitores se pueden conectar y desconectar del servicio según se necesiten conjuntamente con su carga, en esta forma el factor de potencia se ajusta a cualquier tipo de carga y se obtiene mejor regulación en el voltaje.

Ausencia de elementos de conexión especiales, aparatos de maniobra, regulación y descarga.

La capacidad de los condensadores requeridos para el sistema individual es fácilmente obtenible en tablas normalizadas y diagramas de acuerdo a las características de la carga (motores, transformadores, lámparas), evitándose complicados estudios de ingeniería (Ver Anexo 3, Tablas 5-1 y Tabla 5-2).

Flexibilidad en casos de cambio de ubicación de las cargas dentro de la planta, garantizándose siempre su corrección del factor de potencia.

La principal desventaja de la corrección del factor de potencia por medio de capacitadotes en forma individual para cada motor o equipo inductivo, es que las unidades de capacitores pequeños tienen un costo mas elevado por kVAR que las unidades mayores. Usualmente, motores mayores de 10 HP se corrigen con capacitores individuales y motores mas pequeños conectados al mismo circuito se corrigen en grupo

Compensación individual de motores de inducción asíncronos Trifásicos mediante condensadores estáticos.

El factor de potencia de un motor de inducción varia en forma considerable en función de la carga mecánica del mismo; además existe también una demanda de potencia reactiva dependiente de la carga, por tal motivo se deberá tener cuidado al seleccionar el capacitor adecuado para su corrección.

Para evitar la sobre compensación que originaria una tensión peligrosa, se elige la potencia del condensador de forma que cubra las necesidades de potencia reactiva cuando el motor trabaja en vació; esto es, la potencia del condensador no debe sobrepasar el 90% de la potencia reactiva del motor en vació, si

no puede auto-excitarse al desconectar de la red, causando elevadas sobre tensiones en los bornes, representando un peligro para la maquina y el personal.

Por regla general, la potencia del condensador no debe exceder al 30% de la potencia nominal del motor.

La conexión se realiza directamente a los bornes del motor sin precisar resistencias de descarga ya que el propio devanado del motor sirve como tal, no se necesitan fusibles para el condensador ya que los del motor sirven para la protección del mismo.

En este sistema de compensación, debe tenerse presente que el motor se comporta de forma distinta a cuando no tiene el condensador en bornes. Efectivamente, el condensador mantiene durante un tiempo determinado la tensión en bornes del motor, incluso después de estar desconectado de la red, de forma que pueda haber auto excitación si la potencia del condensador es elevada.

Compensación individual para alumbrado eléctrico

La determinación de la potencia reactiva de los condensadores necesarios para la corrección del factor de potencia de

instalaciones con lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio, de sodio de alta presión y de vapor metálico, para un factor de potencia medio de 0.9 con una tolerancia de capacitancia de ± 10% y los capacitores conectados en paralelo a la carga (Ver Anexo 3, Tablas 5-4 , 5-5)

5.4.2 Compensación Centralizada

El método de compensación centralizada consiste en la instalación de un grupo o batería de condensadores, conectados a la línea en un punto central, tal como un tablero de interruptores o panel de distribución.

Generalmente este método es usado cuando la razón principal de corregir el factor de potencia es bajar el costo mensual de energía eléctrica, o reducir la corriente en los cables alimentadores primarios que vienen del transformador. En este caso, se instalan baterías de condensadores en el tablero principal, el factor de potencia total de la planta se mejora.

Dada la variación de la carga a lo largo de jornada de trabajo, la batería centralizada debe dividirse en un número de secciones que puedan conectar y desconectarse según las necesidades, mediante equipo automático de control. Esto significa que las unidades de regulación de potencia reactiva contienen además

de condensadores conectables, un regulador que mide la potencia reactiva en el punto de entrada, la potencia reactiva difiere del valor prescrito el regulador provoca la conexión de grupos de condensadores, que se conectan por medio de contactores especiales. La potencia reactiva de los condensadores , se elige de tal forma que el factor de potencia para el total de la planta mantenga en promedio el cos ∅ deseado; de manera que en un momento dado se puede conectar sólo la corrección necesaria para el requerimiento de la carga.

La experiencia demuestra que conviene limitar el número de escalones entre 5 y 10, con el objeto de evitar la conexión y desconexión de los condensadores con variaciones de carga relativa muy bajas.

Las ventajas principales de este sistema son:

a) La instalación en batería mejora el factor de potencia general de la planta, reduciendo así el costo mensual de la energía eléctrica.
b) Las baterías de capacitores tienen un costo más bajo por Kvar que unidades individuales.

Reguladores Automáticos de Energía Reactiva

Los reguladores automáticos de energía reactiva son dispositivos estáticos, electrónicos de detección y mando para la conexión y desconexión de la batería de condensadores, en forma escalonada, en función de la variación de la energía reactiva demandada en una instalación industrial.

El funcionamiento esta basado en la medición de la intensidad en un semiperiodo, con lo que tiene la ventaja de responder al valor medio de la intensidad reactiva, si este valor inductivo o capacitivo medio, es superior al 70% de la intensidad de respuesta, dará la orden de conexión de la siguiente batería y cuando le sobra 40% provoca la desconexión de los condensadores de la batería a través de los contactores respectivos, evitando pendulaciones.

La conexión o desconexión, se efectúa con un retardo de tiempo de funcionamiento fijo o predeterminado según la construcción del regulador variando automáticamente de un paso a otro de 5 a 30 segundos aproximadamente. En algunos reguladores el retardo es de 10 segundos cuando la necesidad de corrección es de un escalón y de 5 segundos cuando la necesidad de corrección es superior a tres escalones. Este sistema tiene la

ventaja de una compensación rápida para grandes solicitudes de energía.

Un buen regulador debe permitir un ajuste que impida la conexión y desconexión de los condensadores a frecuencias de maniobra elevadas.

El ajuste del regulador a una sensibilidad muy elevada de forma que la banda de oscilación sea muy estrecha, obliga a los contactores a una frecuencia de maniobra muy alta, con el consiguiente problema de reducción de la vida del contactor. Una buena compensación de energía reactiva, no debe permitir frecuencias de maniobra de los contactores superiores a 30 m/hora.

La mayoría de los reguladores automáticos de energía reactiva tienen en su cara frontal elementos de ajuste constituidos por potenciómetros, con accionamientos mediante destornillador, para calibrar el factor de potencia de referencia regulable entre 0.8 y 1 inductivo. Además un ajuste de la intensidad reactiva (sensibilidad) C/K regulable entre 0.05 a 1 A, inductivos o capacitivos de la intensidad reflejada en el secundario de un transformador de intensidad con secundario de 5 Amp. (Relación

entre el primer condensador “C” y la constante “K” del transformador T.I.)

Bobinas de Choque

Las bobinas de choque o impedancias limitadoras de intensidades, tienen como misión reducir considerablemente, la intensidad de punta en el momento de la conexión del condensador, estas pueden alcanzar valores de hasta 150 veces la nominal, durante el primer milisegundo de conexión, representando la mayor dificultad que tienen que soportar los contactores para baterías de condensadores.

La forma más eficaz de protección contra estas puntas de intensidad consiste en colocar unas bobinas de bajo número de espiras, que representa una impedancia muy baja en régimen estacionario y una fuerte impedancia en el momento de la conexión.

Existe en el mercado impedancias limitadoras de intensidad construidas con chapa magnética enrollada, formando un núcleo toroidal de alta permeabilidad. Para su conexión, es suficiente pasar por el interior del núcleo, el cable unipolar de cada una de las fases del contacto de maniobra.

En la practica es suficiente realizar una bobina al aire, con los mismos conductores de fase de 4-6 espiras y de 2-5 cm. de diámetro consiguiéndose de esta manera una inductancia mínima de 3 uH.

Resistencias de Descarga Rápida

Al desconectar un condensador de la red, queda almacenada en el mismo una energía acumulada que proporciona una tensión en los bornes, que puede llegar a ser igual a la tensión máxima de la red.

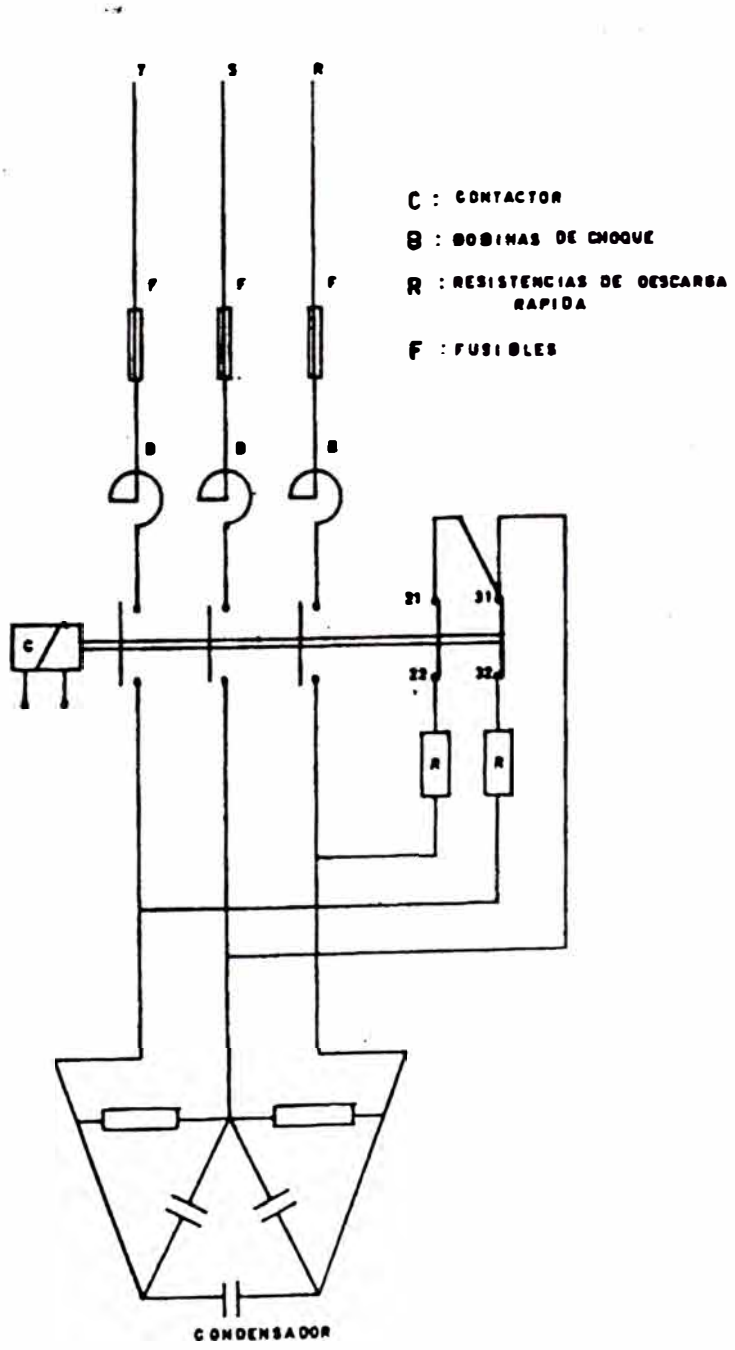
Si en estas condiciones se vuelve a conectar a la red del condensador, es posible que la tensión del condensador y de la red, estén en oposición de fase. En este caso, la intensidad de conexión puede ser tan grande que destruya los contactos del contactor.

Todas las normas internacionales que se refieren a los condensadores prescriben a efectos de seguridad contra contactos directos y contra conexión en oposición de fase, la incorporación de resistencias de descargas fijas en bornes de los condensadores, de manera que la tensión en bornes quede reducida a un máximo de 5 V, en un tiempo de un minuto.

La forma de conectar las resistencias de descarga rápida se aprecia en la figura 5-1. En el esquema se observa que las resistencias se desconectan al conectar el condensador a la red y se conectan entre fases del condensador al desconectarlo de red.

Fig : 5 – 1

Esquema de conexión de resistencia de carga rápida y Bobina de Choque



5.5 CALCULO DEL BANCO DE CONDENSADORES

El calculo del factor de potencia inicial promedio (en el alimentador de transformadores), se calculara a partir de los datos de facturación de la empresa eléctrica (0.75), con este valor promedio se calcula el banco de condensadores de tal forma que en este punto la potencia reactiva no supere el 30% de la potencia activa. De manera para las condiciones actuales de operación la instalación conseguirá un factor de potencia promedio de 0.97.

La potencia reactiva total a instalar, para la compensación de energía reactiva en una planta o instalación industrial que consume una potencia activa promedio P, con un factor de potencia cos ∅1, mejorado hasta un valor cos ∅2 , se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$Q_c = P\ (\tan \varnothing_1 - \tan \varnothing_2) \quad \text{(kVAR)}$$

Conocido el factor de potencia inicial, cos ∅1, y sabiendo cual es el que se requiere alcanzar, cos ∅2 , se pude determinar el coeficiente (tan $\varnothing_1$ - tan $\varnothing_2$) por el cual hay que multiplicar la potencia activa para obtener la potencia reactiva necesaria a instalar, utilizando la Tabla (Ver Anexo 3, Tabla 5-1).

VALORES OBTENIDOS DE LOS RECIBOS DE LUZ POR PARTE DE HIDRANDINA DURANTE EL AÑO 2001

Tarifa MT3	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Potencia contratada kW	800	800	800	800	800	800	48.50	66.25	87.13	87.13	91.57
Energía activa kWH	69,120	96,000	201,960	201,840	153,960	80,400	10,200	9,840	25,320	17,640	15,240
Energía reactiva kVARH	58,920	68,040	130,320	128,400	91,800	60,120	9,240	8,640	29,400	31,920	13,200
Potencia consumida kW	804	840	828	888	876	867	48.50	66.25	87.13	87.13	91.57
Máxima demanda kW	474	822	834	864	882	882	882	882	882	870	483.78

CALCULOS PROMEDIOS

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Factor potencia, cos Ø1	0.761	0.816	0.840	0.845	0.859	0.800	0.741	0.751	0.652	0.484	0.756
Potencia reactiva(kVAR) corregida cos Ø2 = 0.97	483.20	384.21	327.01	339.09	302.23	432.63	31.78	41.62	79.45	135.66	56.30

Tg Ø1 $\frac{KVarh}{KWh}$ Ø1 = arc.Tg Ø1 $\Rightarrow$ se calcula cosØ1

Q = Potencia consumida(kW) x (Tg Ø1 - Tg Ø2)

Donde cos Ø2 = 0,97

Por lo tanto el banco de condensadores será del mes mas critico.

483,20 kVAR.

Especificaciones técnicas del regulador automático.

Potencia	510 kVAR
Tipo	automático
Nº Pasos	12
Tensión	440 V
Nº Fases	3
Frecuencia	60 Hz.

Nota: Se usaran 9 pasos, los 3 pasos restantes quedaran para cargas futuras, estarán compuestos de la siguiente manera.

Paso1	30 kVAR
Paso2	60 kVAR
Paso 3	60 kVAR
Paso 4	60 kVAR
Paso 5	60 kVAR
Paso 6	60 kVAR
Paso 7	60 kVAR
Paso 8	60 kVAR
Paso 9	60 kVAR

5.6 SELECCIÓN DE CONTACTOTRES, FUSIBLES Y CONDUCTORES DEL BANCO AUTOMÁTICO DE CONDENSADORES.

5.6.1 Selección de Contactores

Debe tenerse en cuenta que las instalaciones con condensadores pueden dar lugar a circuitos oscilantes y aparecer, en el momento de la puesta en tensión, corrientes transitorias de fuerte intensidad (> 180 In) y frecuencias elevadas.

En régimen permanente los contactores de comando son dimensionados para poder soportar una corriente permanente igual a 1.43 veces la corriente nominal de la batería (Normas IEC 70, NFC 54100, VDE 0560) esto para tener en cuenta:

5.6.2 Selección de Fusibles

La protección de condensadores, puede realizarse mediante fusibles individuales para cada condensador de la batería, lo cual permite cubrir los siguientes objetivos:

- Poner fuera de servicio al condensador en cortocircuito antes que pueda propagarse a otras unidades.
- Aislar el condensador en cortocircuito dejando en servicio el resto de la batería.
- Identificar el condensador defectuoso.

- Los fusibles indican frecuentemente tensiones anormales o presencia de armónicos que pasarían inadvertidos y reducirían la vida del condensador.

El criterio de elección de los fusibles, es que la corriente nominal no debe ser inferior a 165% de la intensidad nominal del condensador, de acuerdo al Tomo V, Parte 2 del Código Nacional de Electricidad.

Es recomendable utilizar fusibles de alta capacidad de ruptura.

En lugar de utilizar fusibles, se pueden utilizar interruptores automáticos con protección termo magnética, teniendo estos la ventaja de proteger contra cortocircuitos y contra sobrecarga, el criterio de selección es el mismo que el indicado para fusibles.

5.6.3 Selección de Conductores

Los aparatos de conexión y cables de conexión, deben dimensionarse con 1.35 In del condensador como mínimo.

Se tiene :

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} x V}$$

donde :

I = Corriente nominal

Q = Energía reactiva

V = Tensión nominal

Para 30 kVAR

$$I = \frac{30{,}000}{\sqrt{3}x440} = 39{,}41 \text{ Amp.}$$

I = 1.43 x 38,41 = 56,36 Amp. → Contactor 63 Amp.

I = 1.65 x 39,41 = 65,01 Amp.→ Fusible 75 Amp.

I = 1.35 x 39,41 = 53,20 Amp. → Conductor 16 mm^2

Para 60 kVAR

$$I = \frac{60{,}000}{\sqrt{3}x440} = 78{,}82 \text{ Amp.}$$

I = 1.43 x 39.41 = 112,71 Amp. → Contactor 115 Amp.

I = 1.65 x 39.41 = 130,05 Amp. → Fusible 150 Amp.

I = 1.35 x 39.41 = 106,41 Amp. → Cable 35 mm^2

5.6.4 Costo de Energía Reactiva durante un año

Mes	Costo S/.
Enero	1,649.55
Febrero	1,695.17
Marzo	3,019.40
Abril	2,937.82
Mayo	1,974.99
Junio	1,587.60

Mes	Costo S/.
Julio	1,233.57
Agosto	272.54
Setiembre	250.84
Octubre	935.39
Noviembre	1,160.98
Diciembre	374.46

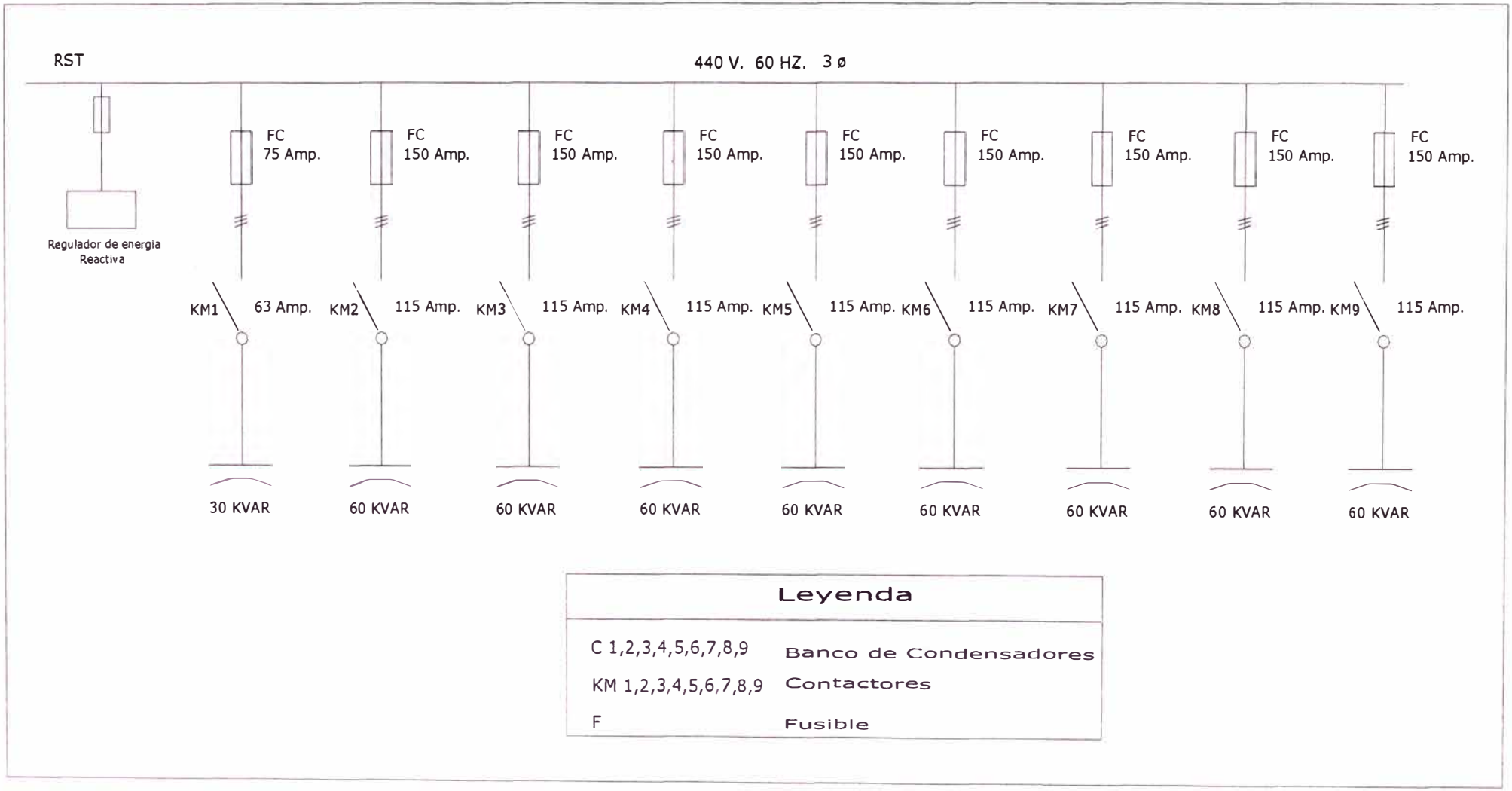
Subtotal		17,092.31
IGV		3,247.54
Total	**S/.**	**20,339.85**
Total	**$**	**6,356.19**

5.6.5 Costo de Instalación del Banco Automático-Condensadores

Cant.	Equipo	C. Unit. $	C. Parcial $
01	Regulador automático de 12 pasos 440V, 60Hz, NOKIA	666.36	666.36
01	Condensador de 30 KVAR /440V, 60Hz, NOKIA	454.03	454.03
08	Condensador de 60 KVAR /440V, 60Hz, NOKIA	620.00	4,960.00
01	Contactor GHISALBA de 63 Amp., 440 V, AC3	58.82	58.82
08	Contactor GHISALBA de 115 Amp., 440 V, AC3	144.42	1,155.36
01	Interruptor LEGRAND termomagnético 75 Amp., 440V, 25KA	74.52	74.52
08	Interruptor LEGRAND termomagnético 150 Amp., 440V, 25KA	155.30	1,242.40
01	Cables, barras de Cu,	300.00	300.00
	Sub Total		8,911.49
	IGV (19%)		1,693.18
	TOTAL		**10,604.67**

Por consiguiente, el Costo de Instalación del Banco automático de condensadores se recuperará en 20 meses.

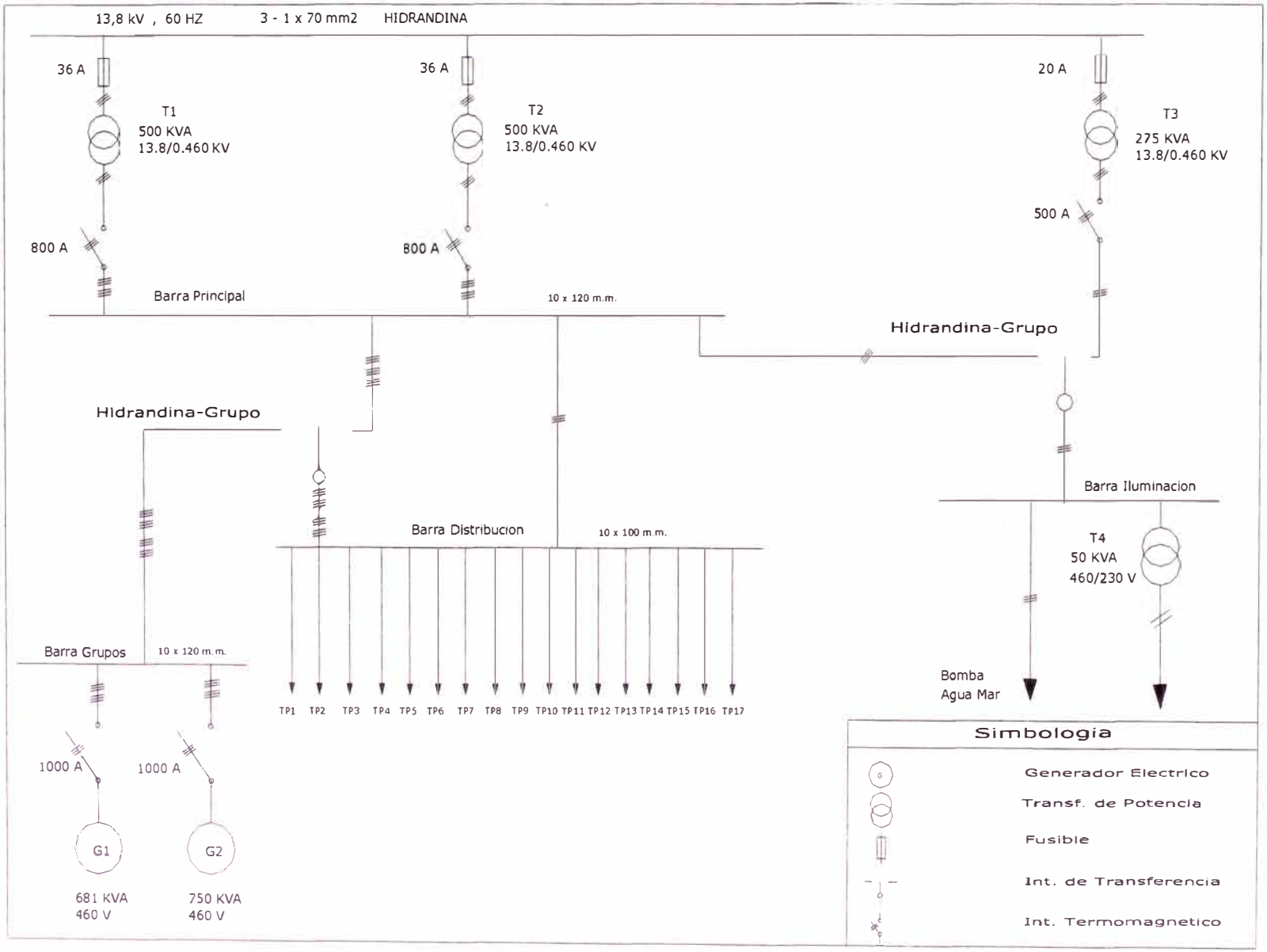
5.7 DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA DEL BANCO AUTOMÁTICO DE CONDENSADORES



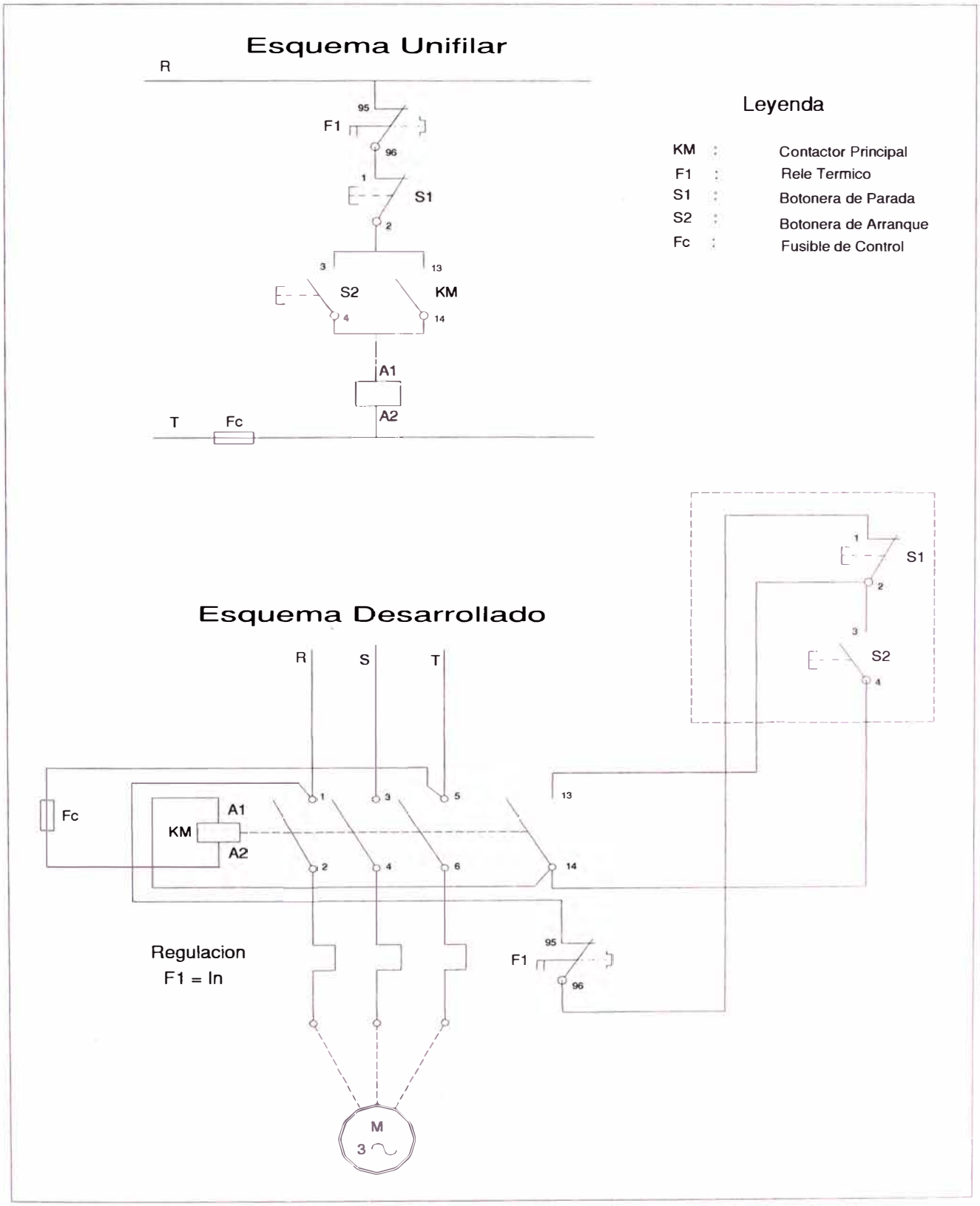
CAPITULO 6

SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANDO
DIAGRAMAS UNIFILARES

6.1 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

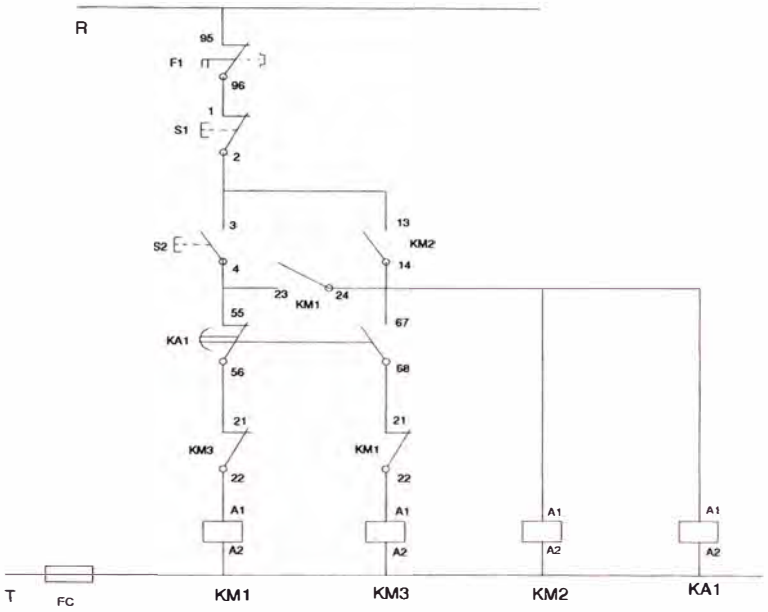


6.2 DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO DE ARRANQUE DIRECTO



6.3 DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO DE ARRANQUE ESTRELLA – TRIANGULO.

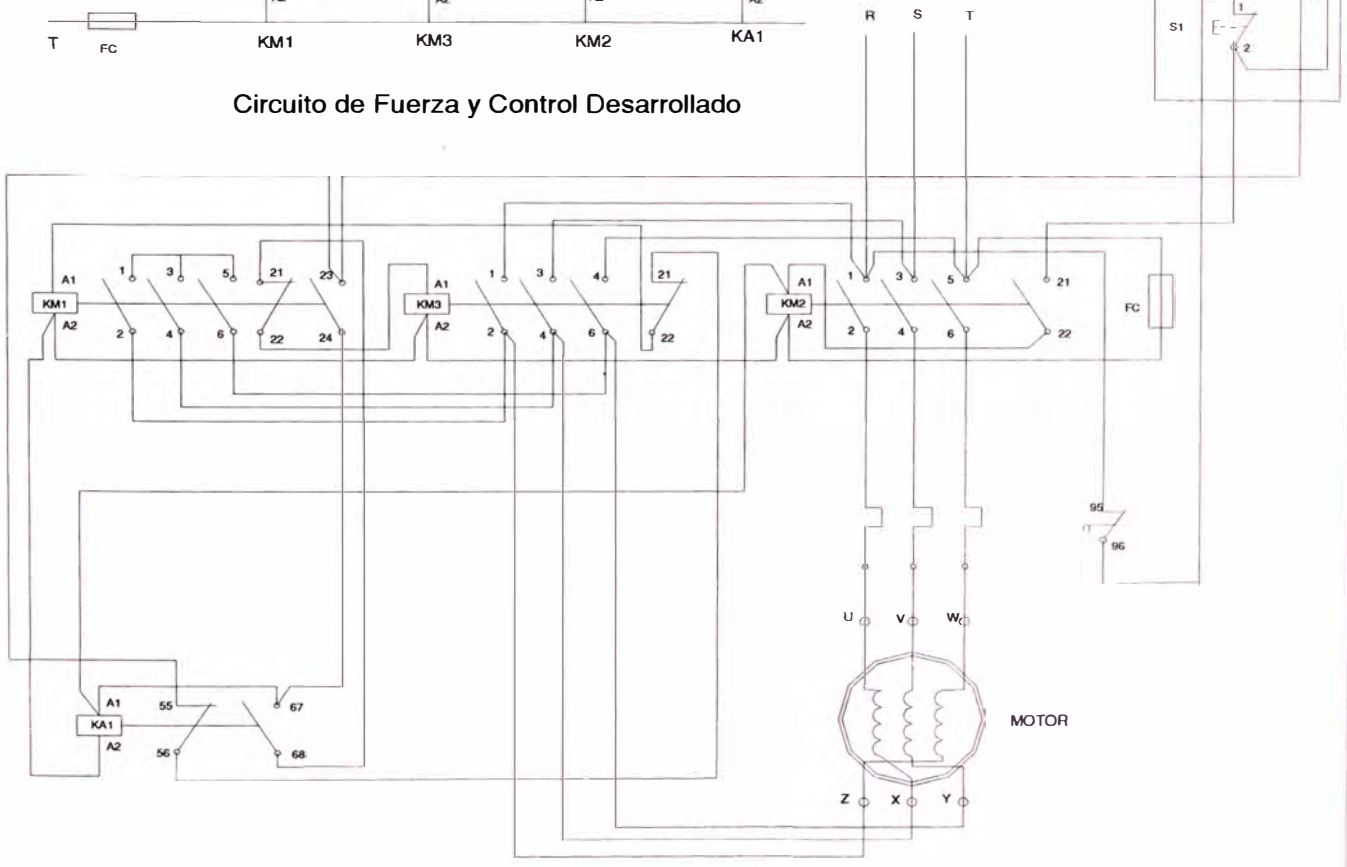
Circuito Unifilar de Control



Leyenda

KM1	:	Contactor Conexion Estrella
KM2	:	Contactor Principal
KM3	:	Contactor Conexion Triangulo
KA1	:	Contactor Auxiliar
S1	:	Pulsador de Parada
S2	:	Pulsador de Arranque
F1	:	Rele Termico
FC	:	Fusible de Control

Circuito de Fuerza y Control Desarrollado



CAPITULO 7

CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

7.1 MÉTODOS DE CALCULO

El calculo de la corriente de corto circuito representa un elemento fundamental en el proyecto de las instalaciones eléctricas industriales, ya sea para el dimensionamiento de los aparatos que se deben usar para interrumpir estas corrientes o bien para el dimensionamiento de las partes auxiliares de las instalaciones como por las barras de conexión, tableros, soportes, etc. El estudio de cortocircuito en si, constituye un tema muy amplio y que requiere de cierto detalle para la compresión de todos los fenómenos asociados y a las técnicas de análisis empleadas.

El corto circuito de hecho, puede ocurrir en cualquier parte del sistema eléctrico, y en el caso de algunas instalaciones industriales de tamaño pequeño en donde se usan como dispositivos de protección fusibles e interruptores termo magnético, estos deben operar para abrir el circuito, si el circuito en el que se presenta la falla (corto circuito) no se abre, se puede presentar daño, principalmente debido al calentamiento y altos esfuerzos en el equipo eléctrico. Los resultados que finalmente se

pueden tener de este tipo de fallas son: equipo arruinado, incendios y posibles explosiones.

El cortocircuito se alimenta de las siguientes fuentes:

a) Red de la compañía suministradora de energía eléctrica

El valor de la corriente de corto circuito que contribuye la red de alimentación a la instalación depende de las características de la red misma, esta corriente de corto circuito de alimentación se expresa en kilo amperes o bien se da el valor de la llamada capacidad interruptiva en MVA, en cualquier caso, para el proyectista de la instalación eléctrica, es le valor que proporciona la compañía suministradora, indicando hasta el punto de la red eléctrica de donde se alimentara a la industria.

b) Turbogenerador o fuente de generación propia.

La gran mayoría de industrias cuenta con su generación propia, además de la fuente de alimentación que proporciona la red de la compañía suministradora, se puede decir que el generador entregara una corriente limitada solo por su impedancia interna y que es decreciente del instante del corto circuito por un tiempo corto (transitorio) hasta su estabilización a un valor que no varia mas con el tiempo (impedancia sincronía), la corriente de corto circuito será por lo tanto elevada en el primer instante y decrecerá hasta un valor (

corriente de circuito permanente) que se mantendrá sin modificación en el tiempo si no intervienen las protecciones.

c) Motores sincronos

Un motor asíncrono se comportara en forma análoga a un generador síncrono, en lugar de absorber energía de la línea se convertirá en un generador y alimentara a la instalación con una corriente decreciente con el tiempo que dependerá de su impedancia interna, exactamente como ocurre con el generador sincrono.

d) Motores de inducción

También los motores de inducción que están conectados en la instalación eléctrica alimentaran a esta con una corriente limitada por su impedancia interna, pero su contribución se reduce a cero en un tiempo muy breve.

El valor de la corriente de corto circuito en el punto donde se presenta la falla es la suma de las contribuciones de los elementos conectados a la misma y la red de alimentación.

e) Métodos de calculo de la corriente de corto circuito

El calculo de la corriente de corto circuito se puede hacer por métodos matemáticos, mucho de los cuales van orientados hacia el uso de programas para computadoras digitales o bien con

microcomputadoras. Estos métodos de calculo para un técnico que requiere mas bien de información practica, puede resultar complicados, además de que por lo general requieren de mucha información.

Los estudios de corto circuito con fines prácticos para instalaciones de tipo industrial, se pueden hacer por métodos aproximados que son bastante simples, desde luego que no son tan exactos como los métodos matemáticos, pero dan una idea de orden de magnitud de las corrientes de corto circuito, que en la mayoría de los casos corresponden a valores conservadores, es decir mayores que los esperados, pero que lo hacen además de simples, suficientemente confiables para su uso, por lo que este tipo de método es el que se usara.

Para los fines de calculo conservadores, se supone que la falla puede ser la más severa posible, es decir la que producirá los daños más fuertes, considerando que se puentean los conductores con un elemento conductor sólido entre ellos, un coto circuito interrumpe el suministro de potencia a los motores y los motores se tienden a frenar y finalmente parar, sin embargo, debido a su inercia, el campo magnético giratorio del rotor hace que los motores actúen como generadores temporales y alimenten la corriente de corto circuito hasta que paran, es decir:

$$I_{CCT} = I_{CCS} + I_{CCM}$$

Donde :

I_{CCT} = Corriente total de corto circuito en el punto de falla

I_{CCS} = Corriente de corto circuito que alimenta la red o Sistema de alimentación en baja tensión.

I_{CCM} = Corriente de corto circuito con que contribuyen Los motores.

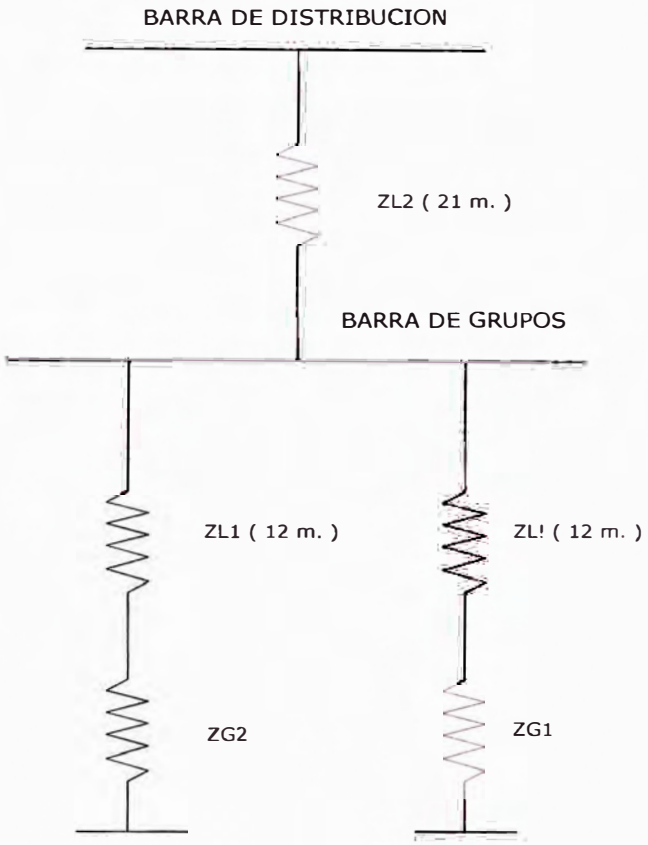
En la practica la contribución de los motores a la corriente de corto Circuito se toma aproximadamente como 5 veces la suma de las Corrientes a plena carga de los motores que estén operando o no.

Es decir :

I_{CCM} = 5 x (suma corriente plena carga todos los motores).

7.2 CORRIENTE CORTO CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

Diagrama de impedancias



donde :

ZG1 = Impedancia generador Nº 1

ZG2 = Impedancia generador Nº 2

ZL1 = Impedancia de conductor de generador Nº 1 a barra De grupos electrógenos.

ZL2 = Impedancia de conductor de barra grupos electrógenos A barra de distribución.

Por lo general en los generadores sincronos la impedancia esta constituida por la reactancia ya que la resistencia se puede despreciar sin cometer un error apreciable la relación entre la resistencia y la reactancia en la mayoría de los casos esta entre 0.02 y 0.04.

$$\Rightarrow \qquad Z_G = X_d^{!} \frac{V_N^{\,2}}{S}$$

donde :

Z_G = Impedancia del generador.

$X_d^{!}$ = Reactancia subtransitoria del generador, porcentaje.

(Ver Anexo 4, Tabla 7-1)

V_N = Tensión nominal del generador en kV.

S = Potencia nominal del generador en MVA.

Para grupo Nº 1

$X_d^{!}$ = 9 %

Z_{G1} = $0.09 \times \frac{(0.44)^2}{0.75}$

Z_{G1} = 0.023232 Ω.

Para la línea L_1

Z_{L1} = $\frac{Z}{2}$

$\overline{Z}$ = (0.055 + j 0.211) Ω / Km x 0.012 Km.

$\overline{Z}$ = (0.00066 + j 0.002532) Ω

Z = 0.002617 Ω

$\Rightarrow \quad Z_{L1} = 0.001308\ \Omega$

Para el grupo Nº 2

$Z_{G2} = 0.09 \times \frac{(0.44)^2}{0.681}$

$Z_{G2} = 0.025586\ \Omega.$

$Z_X = Z_{G1} + Z_{L1}$

$Z_X = 0.02454\ \Omega$

$Z_Y = Z_{G2} + Z_{L1}$

$Z_Y = 0.026894\ \Omega$

$Z_{TP} = Z_X \ // \ Z_Y$

$Z_{TP} = 0.012832\ \Omega$

$I_{CCS} = \frac{1.1 x V_N}{\sqrt{3} x Z_{TP}}$ Según norma VDE - 102

$I_{CCS} = 21.80$ kA

$I_{CCM} = 5 \times (2727.83)$

$I_{CCM} = 13.64$ kA

$\Rightarrow I_{CCT} = 21.80 + 13.64$

$I_{CCT} = 35.44$ kA

7.3 CORRIENTE CORTO CIRCUITO EN TABLERO DISTRIBUCIÓN, GRUPOS ELECTRÓGENOS

Para la línea L_2

$$Z_{L2} = \frac{Z}{4}$$

$$\overline{Z} = (0.055 + j\,0.211)\ \Omega / Km \times 0.021\ Km.$$

$$\overline{Z} = (0.001155 + j\,0.004431)\ \Omega$$

$$Z = 0.004579\ \Omega$$

$$\Rightarrow \quad Z_{L2} = 0.001145\ \Omega$$

$$Z_{TD} = Z_{TP} + Z_{L2}$$

$$Z_{TD} = 0.013977\ \Omega$$

$$I_{CCS} = \frac{1.1 x V_N}{\sqrt{3} x Z_{TD}}$$

$$I_{CCS} = 20.02\ KA$$

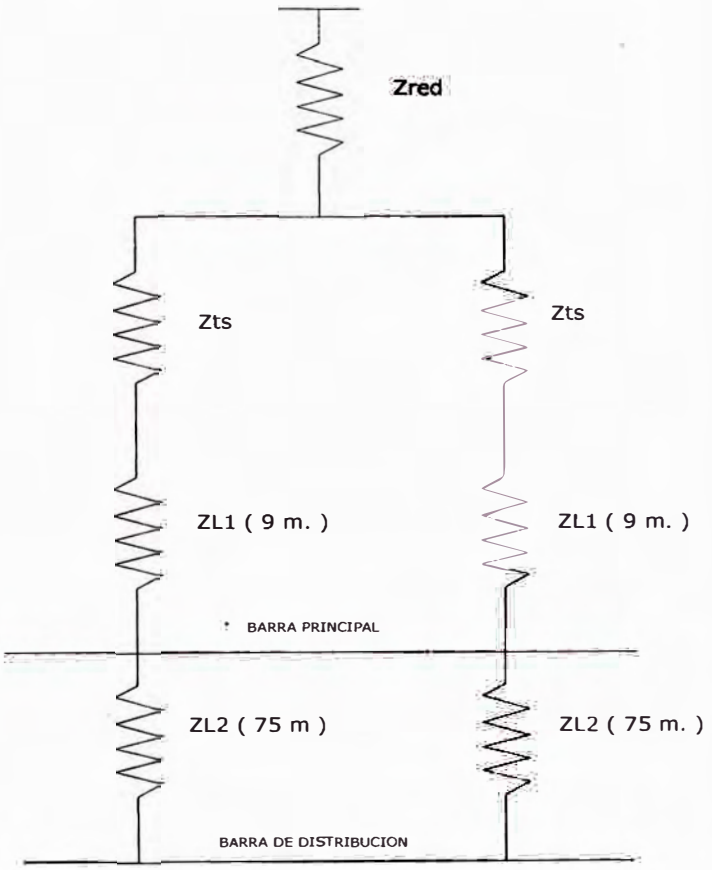
$$I_{CCM} = 13.64\ KA$$

$$\Rightarrow \quad I_{CCT} = 20.02 + 13.64$$

$$I_{CCT} = 33.66\ KA$$

7.4 CORRIENTE CORTO CIRCUITO EN TABLERO PRINCIPAL, TRANSFORMADORES 500 KVA

Diagrama de impedancias



donde :

Zred = Impedancia de la red.

Zts = Impedancia del transformador en el secundario.

ZL1 = Impedancia de conductor de transformador a barra Principal.

ZL2 = Impedancia de conductor de barra principal a barra De distribución.

$$Z_{RED_P} = \frac{1.1 x V^2{}_{N\,RED}}{S}$$

donde :

Z_{RED_P} : Impedancia de la red (Ω).

$V_{N_{RED}}$: Tensión nominal de la red (kV).

S : Potencia corto circuito en pto. Alimentación (MVA)

Datos proporcionados por Hidrandina.

S : 44 MVA

V_N : 13.8 kV

$\Rightarrow$

Z_{RED_P} = 4.761 Ω

Impedancia de la red referido al secundario

$$Z_{RED\,s} = Z_{RED\,p} \times \left(\frac{V_{RED\ s}}{V_{RED\ p}} \right)^2$$

$$Z_{RED\,s} = 4.761 \times \left(\frac{0.44}{13.8} \right)^2$$

$Z_{RED\,s}$ = 0.00484 Ω

Para el transformador

$$Z_{TS} = Z_K \frac{V_{TS}^{\ 2}}{S_T}$$

donde :

Z_{TS} : Impedancia transformador en el secundario(Ω)

Z_K : Impedancia en porcentaje referido a su base(Ω)
(Ver Anexo 4, Tabla 7-2)

V_{T_S} : Tensión nominal en el secundario (voltios).

S_T : Potencia aparente (MVA).

Z_{TS} = $0.05 \times \frac{(0.44)^2}{0.5}$

Z_{TS} = 0.01936 Ω

Para la línea L_1

Z_{L1} = $\frac{Z}{2}$

$\overline{Z}$ = (0.055 + j 0.211) Ω / Km x 0.009 Km.

$\overline{Z}$ = (0.000495 + j 0.001899) Ω

Z = 0.001963 Ω

$\Rightarrow$ Z_{L1} = 0.000981 Ω

Z_X = Z_{TS} + Z_{L1}

Z_X = 0.020341 Ω

Z_Y = Z_X // Z_X

Z_Y = 0.010170 Ω

Z_{TP} = $Z_{RED\ s}$ + Z_Y

Z_{TP} = 0.01501 Ω

$$I_{CCS} = \frac{V_S}{\sqrt{3} x Z_{TP}}$$

donde :

V_S : Tensión nominal en el secundario (Voltios)

Z_{TP} : Impedancia equivalente al tablero general (Ω)

$\Rightarrow$ I_{CCS} = 16.94 KA

I_{CCM} = 5 x (2615.33)

I_{CCM} = 13.08 KA

$\Rightarrow$ I_{CCT} = 16.94 + 13.08

I_{CCT} = 30.02 KA

7.5 CORRIENTE CORTO CIRCUITO TABLERO DISTRIBUCIÓN, TRANSFORMADORES 500 KVA

$$Z_{L2} = \frac{Z}{2}$$

$$\overline{Z} = (0.067 + j\,0.217)\ \Omega / Km \times 0.075\ Km.$$

$$\overline{Z} = (0.005025 + j\,0.016275)\ \Omega$$

$$Z = 0.017033\ \Omega$$

$$\Rightarrow \quad Z_{L2} = 0.008516\ \Omega$$

$$Z_Z = Z_{L2}\ //\ Z_{L2}$$

$$Z_Z = 0.004258\ \Omega$$

$$Z_{TD} = Z_{TP} + Z_Z$$

$$Z_{TD} = 0.015031 + 0.004258$$

$$Z_{TD} = 0.019289\ \Omega$$

$$I_{CCS} = \frac{V_S}{\sqrt{3} x Z_{TD}}$$

$$I_{CCS} = \frac{440}{\sqrt{3} x 0.020424}$$

$$\Rightarrow \quad I_{CCS} = 13.18\ KA$$

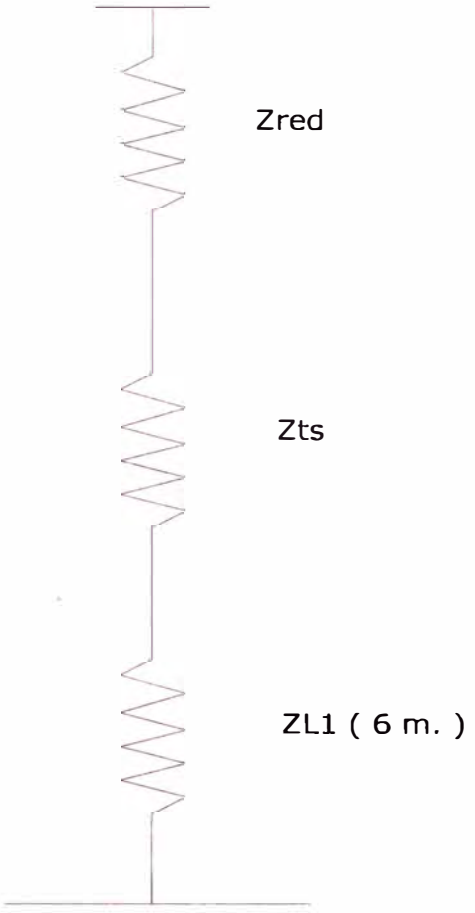
$$I_{CCM} = 13.08\ kA$$

$$\Rightarrow \quad I_{CCT} = 13.18 + 13.08$$

$$I_{CCT} = 26.26\ kA$$

7.6 CORRIENTE CORTO CIRCUITO TABLERO DISTRIBUCIÓN, TRANSFORMADORES 275 KVA

Diagrama de impedancias



Donde :

Zred = Impedancia de la red.

Zts = Impedancia del transformador en el secundario.

ZL1 = Impedancia de conductor de transformador a barra De iluminación.

ZL2 = Impedancia de conductor de barra de iluminación a Bomba agua.

De 7.4 se tiene :

$Z_{RED\ s}$ = 0.00484 Ω

Para el transformador

$$Z_{TS} = Z_K \frac{V_{TS}^{\ 2}}{S_T}$$

Remplazando :

$$Z_{TS} = 0.05 \times \frac{(0.44)^2}{0.275}$$

$$Z_{TS} = 0.0352\ \Omega$$

de Tabla (Ver Anexo 1, Tabla 3-9). Se tiene :

$$\overline{Z}_L = (0.088 + j\ 0.223)\ \Omega / Km \times 0.006\ Km.$$

$$\overline{Z}_L = (0.000528 + j\ 0.001338)\ \Omega$$

$$\Rightarrow \quad Z_L = 0.001438\ \Omega$$

$$Z_{TP} = Z_{RED\ s} + Z_{TS} + Z_L$$

$$Z_{TP} = 0.041478\ \Omega$$

$$I_{CCS} = \frac{V_S}{\sqrt{3} x Z_{TP}}$$

$$\Rightarrow \quad I_{CCS} = 6.13\ kA$$

$$I_{CCM} = 5 \times (112.5)$$

$$I_{CCM} = 0.56\ KA$$

$$\Rightarrow \quad I_{CCT} = 6.13 + 0.56$$

$$I_{CCT} = 6.69\ kA$$

CAPITULO 8

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO

8.1 SELECCIÓN DE INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS PARA MOTORES ELÉCTRICOS

Frecuentemente se presenta la necesidad de seleccionar entre el uso de fusibles o de interruptores termo magnéticos, esta selección se debe basar en algunos puntos objetivos que estén al margen de la opinión de los fabricantes de estos productos, ya que como es natural cada fabricante trata de demostrar que su producto es mejor.

La practica de esto no se puede decir que sea uniforme la experiencia en este caso juega un papel muy importante en la selección y avance continuos en el diseño de productos, a continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas de ambos medios de protección, con el objeto de normar en cierta medida el criterio de selección, aun cuando es necesario recordar que cada instalación representa un problema

diferente y por otra parte el valor de la corriente de corto circuito puede influir también en esta decisión.

8.1.1 Conveniencia y seguridad

Desde el punto de vista de su utilización, los interruptores termo magnéticos resultan mas convenientes que los fusibles, ya que un interruptor termo magnético se puede cerrar con facilidad sin ningún riesgo después de que ha disparado, por el contrario, un fusible que se ha fundido se debe destornillar o jalar con algún dispositivo para ello entonces se debe tener cuidado que cuando el circuito esta abierto no se haga contacto accidental con las partes energizadas, este riesgo se puede decir que es pequeño, pero existente.

Por otra parte, cuando se funden los fusibles, se debe disponer de los sistemas fusibles de repuesto, cuando no se tienen estos se puede caer en la tentación de puentear el fusible o bien sustituirlo por otro de mayor capacidad, en cuyo caso se crean condiciones de riesgo en la instalación, ya que se cumplen con las condiciones de protección.

8.1.2 Confiabilidad

Por experiencia se sabe que el uso de fusibles es confiable y normalmente no requieren de ser cambiados por periodos largos de tiempo, por otra parte, también se observa de la experiencia que los interruptores termo magnéticos se ven mas afectados por las condiciones ambientales y pueden llegar a ser un poco menos precisas en su operación, por lo que recomienda que su mecanismo de operación se revise por lo menos una vez por año, lo cual no siempre ocurre, ya que por lo general se observan después de haber disparado. Cuando por alguna razón el mecanismo de operación se encuentra oxidado o en mal estado, puede ocurrir que no opere y entonces un circuito puede permanecer cerrado en condiciones de falla, lo cual representa un riesgo para la instalación eléctrica, esta situación no se presenta con los fusibles, lo cual representa una ventaja de estos.

Un problema que se puede presentar con el uso de fusibles, es que los circuitos trifásicos se pueden ver sometidos a una falla denominada perdida de fase, lo cual, dependiendo del diseño puede representar una desventaja con respecto a los interruptores termo magnéticos, una falla en cualquiera de las fases de un circuito trifásico que esta protegido por interruptores

termo magnéticos, produce la apertura de todas las fases del circuito, cortando la carga trifásica.

Una falla en cualquiera de las fases de un circuito trifásico que esta protegido por fusibles, se desconecta únicamente la fase fallada, de manera que se continua alimentando potencia a la carga con un servicio aproximado de 2/3 de la carga.

Sin embargo, en motores trifásicos que están protegidos solo por fusibles, al desconectarse solo la fase fallada, quedan sujetos a la operación de dos fases, si estos continúan operando, pero con una corriente incrementada y desbalanceada circulando en dos fases que quedan energizadas, de manera que al menos una de estas fases energizadas, demanda una corriente excesiva, si la capacidad del elemento térmico no ha sido correctamente seleccionada, el motor continua operando con sobre corriente hasta que se quema.

8.1.3 Costo y aplicaciones generales

De hecho, un interruptor termo magnético combina la función de una cuchilla desconectadora con protección del circuito, en cambio un fusible necesita de un desconectador (switch)

adicional para cumplir con la misma función, aun con esto un fusible es mas barato que el interruptor termo magnético.

De todo lo mencionado anteriormente la tendencia general es a usar los interruptores termo magnéticos en la mayoría de los casos.

La selección de los interruptores termo magnético serán de acuerdo al tipo de arranque de los motores, para arranques estrella triangulo la corriente nominal del motor se multiplicara por 1,25, y para arranques directos la corriente nominal del motor se multiplicara por 1,5.

También se tendrá en cuenta para los interruptores termo magnéticos de la barra de distribución y barra principal, la corriente de ruptura serán de 25 KA y 35 KA respectivamente, según calculo realizado en el capitulo 7.

8.2 SELECCIÓN DE CONTACTORES

Un contactor es seleccionado de acuerdo a:

El tipo de circuito que será controlado (motor, alumbrado, calefacción, condensadores, primario de un transformador, etc.)

El requerimiento de uso : normal, especifico o intensivo.

El tipo y la tensión de la red (alterna, directa):

. Para la potencia

.. Para el control

La potencia del receptor controlado

La categoría de empleo

Las capacidades de cierre y apertura

La robustez eléctrica (criterio económico)

8.2.1 Requerimientos del Contactor

El contactor es un dispositivo de maniobra diseñado para tres requerimientos:

8.2.2 Capacidad de conducción

Esta definida por su corriente térmica nominal (I_U). Esta corriente se puede aplicar a un contactor cerrado por un periodo de hasta 8 horas, sin causar sobrecalentamiento que podrán superar los limites estipulados por las normas.

Esta es una corriente convencional que es establecida por las normas. Ejemplo: un contactor de 9 A. En AC puede tener una corriente térmica nominal de 25 A.

8.2.3 Capacidad de cierre

Esta definida por su corriente de cierre. Esta es la máxima corriente que el contactor puede cerrar de acuerdo a las condiciones estipuladas en las normas.

Este valor debe ser tomado en cuenta para elegir un contactor en algunas aplicaciones.

Motores, transformadores. Capacitores.

Lámparas incandescentes.

Esto es porque es necesario asegurarse que el contactor es capaz de soportar la intensidad pico sin que sea dañado.

Si se supera este valor, hay el riesgo de que se suelden los contactos. Ejemplo: un contactor de 9 A. (Ver Anexo 5, Tabla 8-2) Puede tener una corriente de cierre de 250 A.

8.2.4 Capacidad de apertura

Esta definida por una corriente de corte o de apertura, que es la máxima corriente que puede ser cortada por el contactor de acuerdo a las condiciones estipuladas por las normas.

Esta corriente es mas baja a una mayor intensidad de la red.

Ejemplo: un contactor de 9 A. (Ver Anexo 5, Tabla 8-2) Puede tener una capacidad de apertura de:

250 A. (440V)

175 A. (500V)

90 A. (600V)

8.2.5 Categoría de Empleo

Determinan para el uso normal del contactor, las condiciones de establecimiento y corte de la corriente, de acuerdo a la corriente nominal de empleo (I_e) y a la tensión nominal de empleo (V_e).

La categoría de empleo depende de:

El tipo de receptor controlado (motor jaula de ardilla, motor de anillos, resistencia de calefacción, alambrado, etc.).

Las condiciones en los cuales se efectúan las operaciones de cierre y apertura (motor lanzado, motor bloqueado, motor arrancado, frenado por contracorriente, etc.).

Las categorías de empleo permiten al usuario elegir sin ninguna dificultad, las dimensiones correctas de un contactor para las condiciones mas usuales.

8.2.6 Tensión Nominal de Empleo (Ve)

Es el valor de la tensión del contactor que combinada con el valor de la corriente de empleo determina la utilización del contactor. Para los circuitos trifásicos se expresa por la tensión entre fases.

8.2.7 Corriente Nominal de Empleo (Ie)

Es la corriente máxima que soporta el contactor en régimen normal, según la tensión de empleo, la categoría de empleo y la temperatura del aire ambiente cercano al aparato.

8.2.8 Categorías en Corriente Alterna

Se mencionaran solamente las categorías AC1 y AC3, son las que se usan en esta planta.

Categoría AC1.

Se aplica a todos los aparatos que operan con corriente alterna (receptores) donde el factor de potencia es al menos igual a 0.95 (Cos $\varphi \geq 0.95$). esto es: cargas no inductivas o poco inductivas.

Se aplica a todos los circuitos resistivos: calefacción, alumbrado (excepto lámparas de descarga no compensados), distribución, etc.

Categoría AC3.

Se aplica a los motores de jaula de ardilla cuyo corte se efectúa a motor lanzado.

Al cierre, el contactor establece la corriente de arranque que es de 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor.

A la apertura, corta la corriente nominal absorbida por el motor, en ese momento, la tensión en las bornes de sus polos es del orden del 20% de la tensión de la red. El corte es fácil.

Se aplica a motores para ascensores, bombas, compresoras, etc.

8.2.9 Robustez Eléctrica

Se define por el numero medio de ciclos de maniobra en carga que los contactos de los polos son susceptibles de efectuar sin mantenimiento.

Depende de :

- Categoría de empleo
- Corriente nominal de empleo
- Tensión nominal de empleo

En las curvas de elección (Ver Anexo 5, Tabla 8-1) que se dan a continuación se puede encontrar la vida del contactor (en cantidad ciclos de maniobra) para una determinada corriente de empleo.

$$VIDA\ CONTACTOR = \frac{ROBUSTEZ\quad ELECTRICA}{\#\ MANIOBRAS}$$

La selección de contactores para arranques directos se elegirán de acuerdo a la corriente nominal del motor.

La selección de contactores para arranques estrella – triangulo se eligieran de la siguiente manera :

Contactor Principal, (In / $\sqrt{3}$).

Contactor Triangulo, (In / $\sqrt{3}$).

Contactor Estrella, (In / $\sqrt{3}$).

8.3 TEMPORIZADORES

Todos los motores de la planta, para estabilizar su velocidad necesita un tiempo menor a 30 segundos y deben tener dos contactos auxiliares NA y NC al trabajo.

8.4 RELES TÉRMICOS

Para arranques directos los reles térmicos regulamos con la corriente nominal del motor.

Para arranques estrella – triangulo los reles térmicos regulamos en fase, corriente nominal entre $\sqrt{3}$.

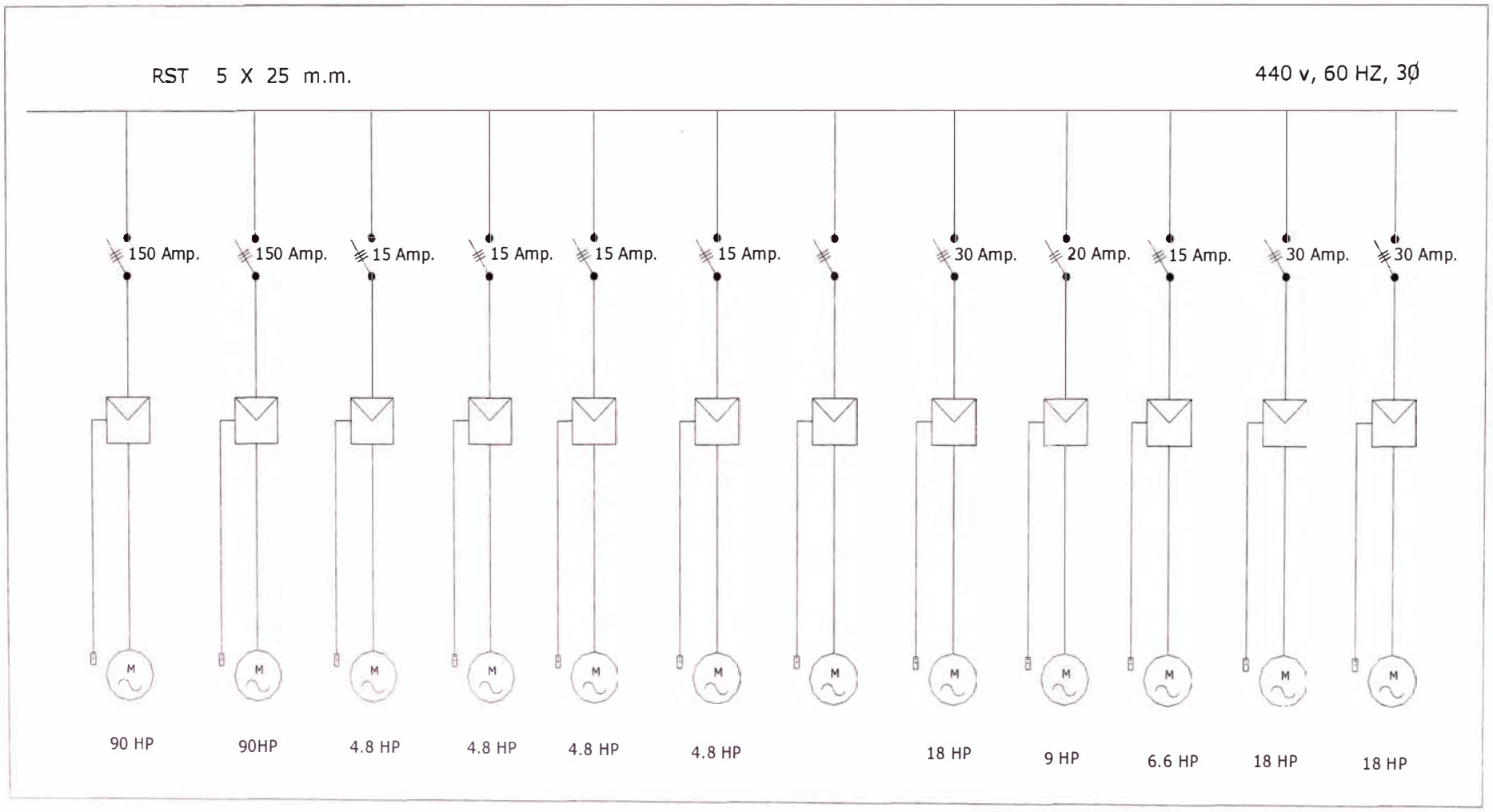
SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.1

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Prensa Nº 1	150 Amp.	65 Amp.	65 Amp.	38 Amp.	(63 – 80) Amp.
P2	Prensa Nº 2	150 Amp.	65 Amp.	65 Amp.	38 Amp.	(63 – 80) Amp.
P3	Prestrainer Nº 2	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P4	Prestrainer Nº 2	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P5	Prestrainer Nº 1	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P6	Prestrainer Nº 1	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P7						
P8	Trans. Helicoidal colector, colector separad.	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(12 – 18) Amp.
P9	Trans. Helicoidal colector de separadoras.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P10	Trans. Helicoidal colector de prensas.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P11	Cocina Nº 1	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(12 – 18) Amp.
P12	Cocina Nº 2	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(12 – 18) Amp.

TP: Tablero de Pulsadores

Figura 8-1

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP1

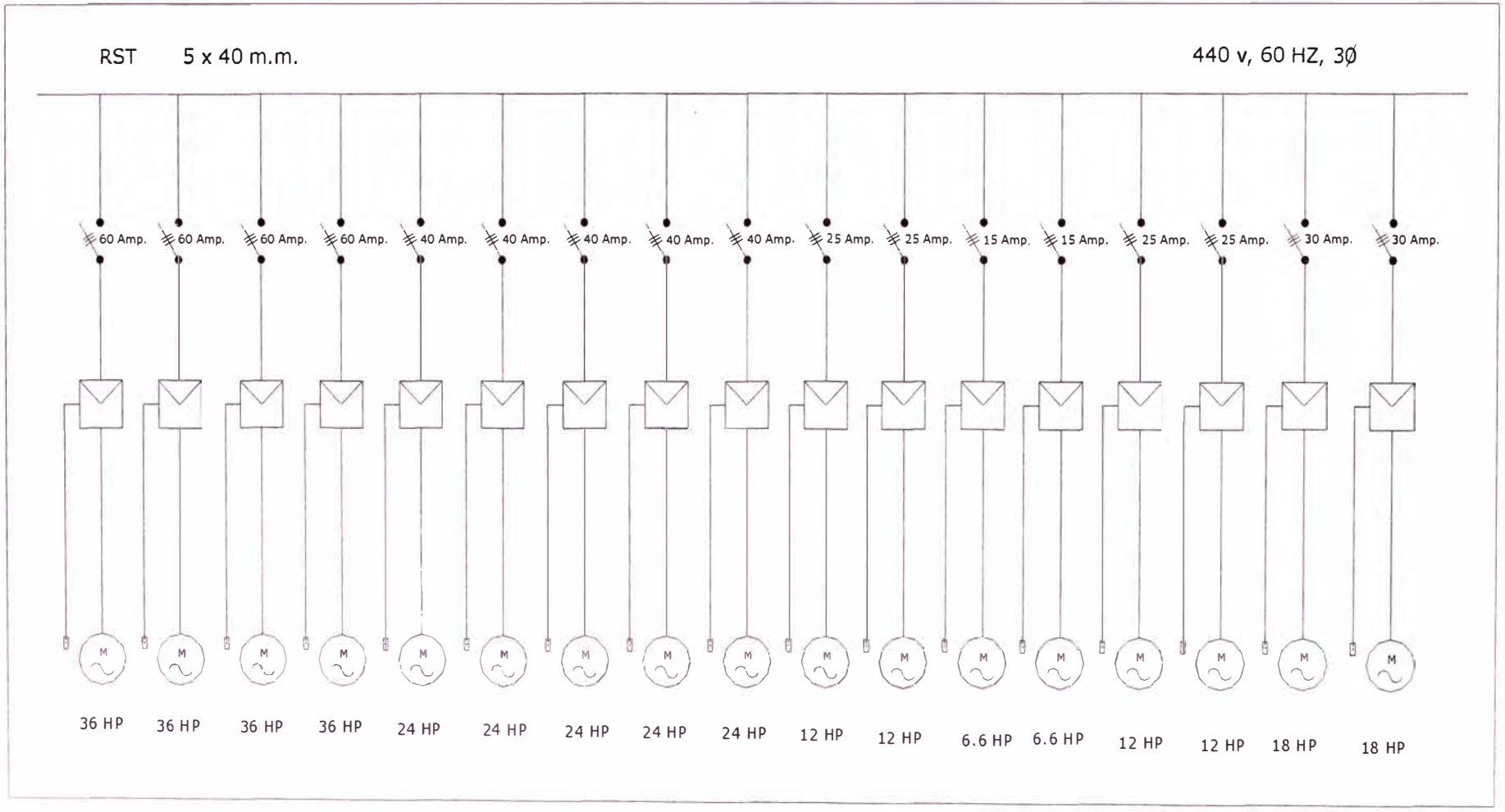


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.2

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Separadoras de sólidos Nº 1	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P2	Separadoras de sólidos Nº 2	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P3	Separadoras de sólidos Nº 3	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P4	Separadoras de sólidos Nº 4	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P5	Centrifuga Nº 1	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P6	Centrifuga Nº 2	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P7	Centrifuga Nº 3	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P8	Centrifuga Nº 4	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P9	Centrifuga Nº 5	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P10	Bomba caldo prensas Nº 1	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P11	Bomba caldo prensas Nº 2	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P12	Bomba caldo de separadoras Nº 1	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P13	Bomba caldo de separadoras Nº 2	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P14	Bomba caldo a tanque agua cola	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P15	Bomba aceite	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P16	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P17	Trans. Helicoidal a secadores Nº 1,2	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.

Figura 8-2

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP2

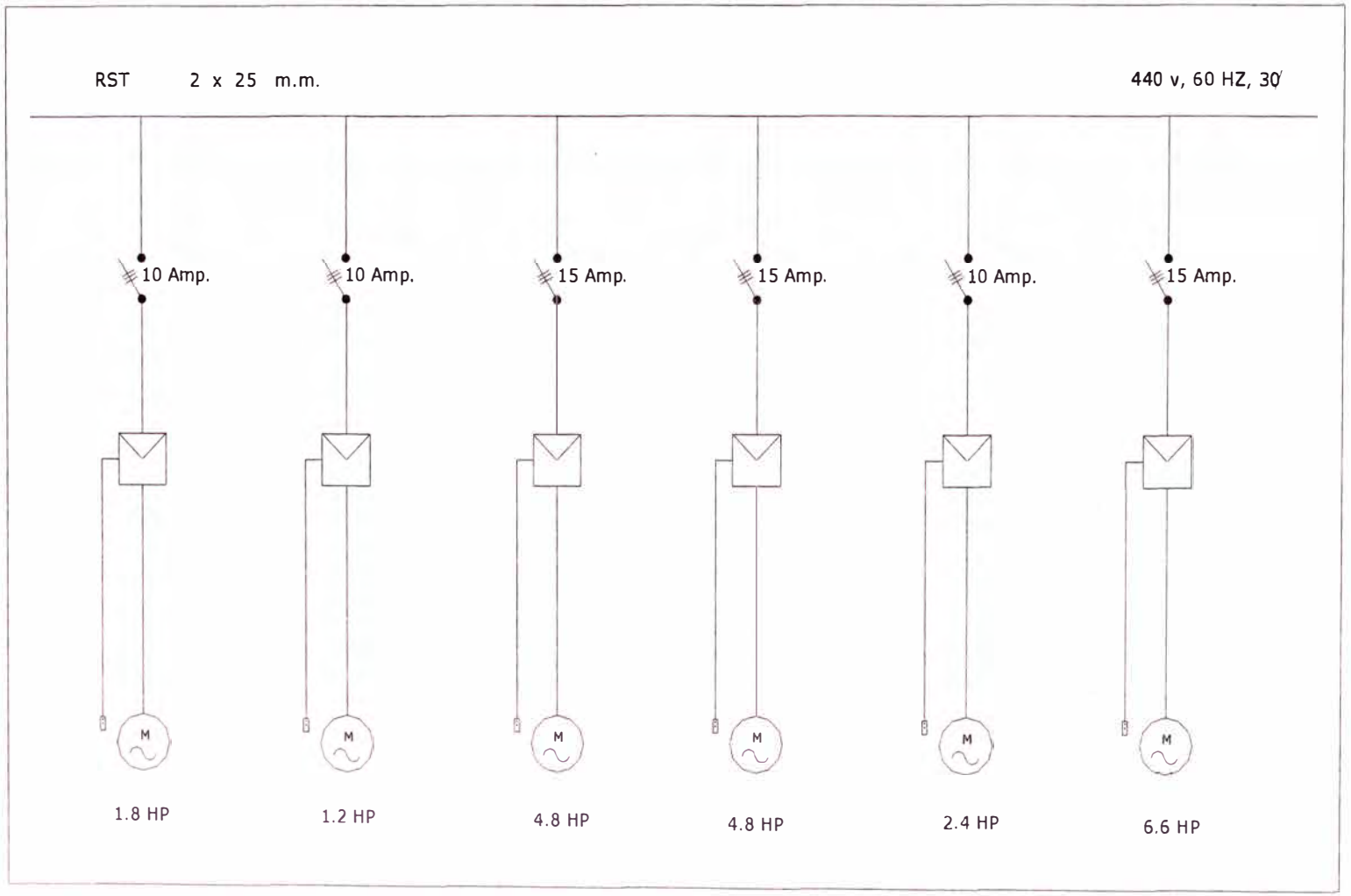


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.3

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Filtro malla.	10 Amp.	9 Amp.			(4 – 6) Amp.
P2	Bomba limpieza filtro malla.	10 Amp.	9 Amp.			(1.6 – 2.5) Amp.
P3	Bomba zanguaza a filtro malla.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P4	Bomba solidos a cocina.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P5	Bomba zanguaza filtrada a tanque.	10 Amp.	9 Amp.			(4 – 6) Amp.
P6	Bomba tanque zanguaza a interc. calor..	15 Amp.	12 amp.			(9 – 13) Amp.

Figura 8-3

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP3

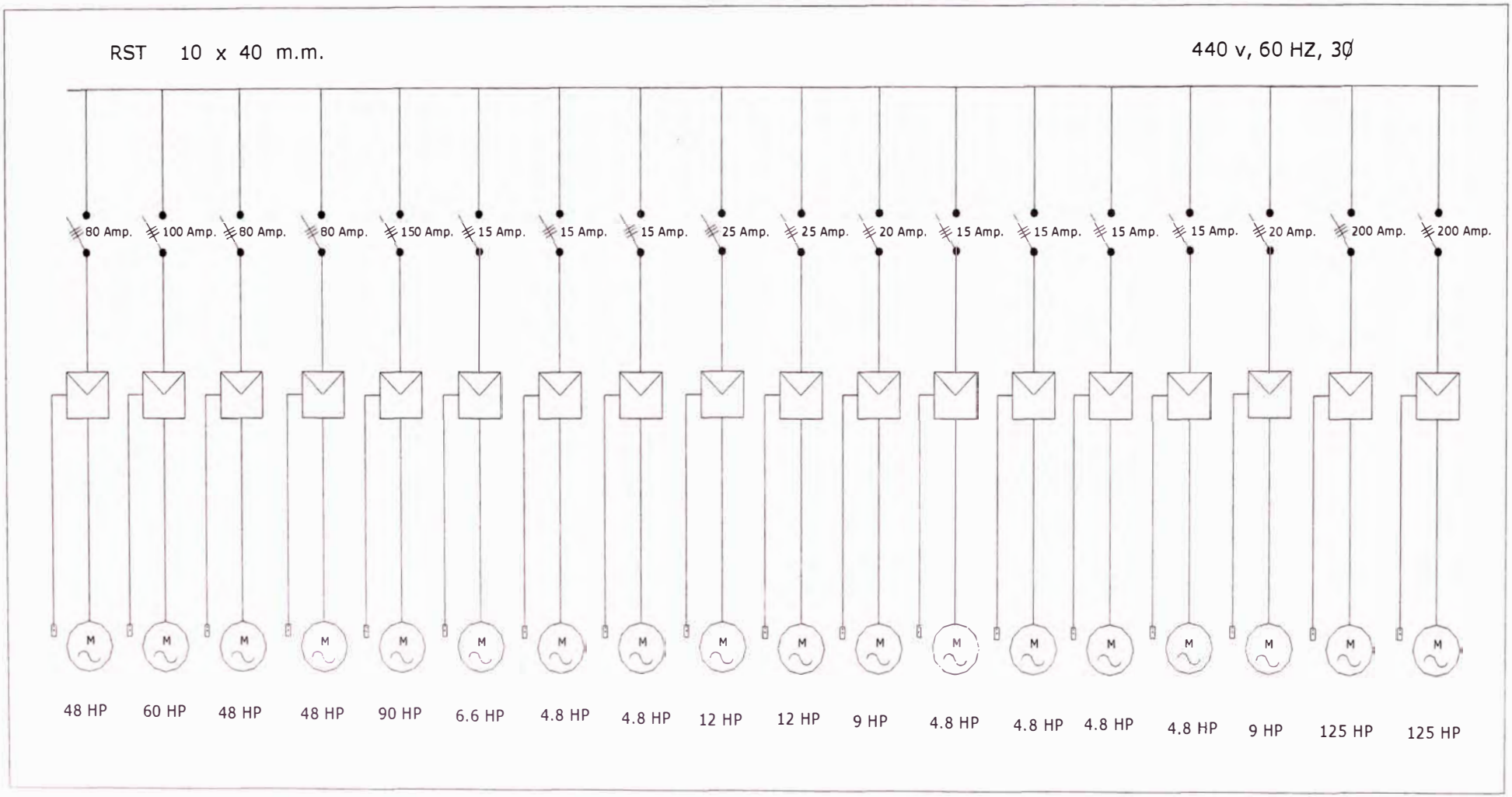


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.4

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Secador Nº 2.	80 Amp.	38 Amp.	38 Amp.	25 Amp.	(30 – 40) Amp.
P2	Secador Nº 1.	100 Amp.	50 Amp.	50 Amp.	32 Amp.	(37 – 50) Amp.
P3	Molino Nº 1.	80 Amp.	38 Amp.	38 Amp.	25 Amp.	(30 – 40) Amp.
P4	Molino Nº 2.	80 Amp.	38 Amp.	38 Amp.	25 Amp.	(30 – 40) Amp.
P5	Ventilador harina.	150 Amp.	65 Amp.	65 Amp.	38 Amp.	(63 – 80) Amp.
P6	Trans. Helicoidal a molino Nº 1.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P7	Trans. Helicoidal a molino Nº 2.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P8	Trans. Helicoidal receptor de ciclon Nº 3 y Nº 4.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P9	Trans. Helicoidal horizontal a secador Nº 1 y Nº 2.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P10	Trans. Helicoidal horizontal a secador Nº 1 y Nº 2.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P11	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P12	Trans. Helicoidal receptor de ciclon Nº 1 y Nº 2.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P13	Trans. Helicoidal receptor caja humo Nº 1.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P14	Trans. Helicoidal receptor trans. Caja humo Nº 1.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P15	Trans. Helicoidal receptor ciclon Nº 1 y Nº 2.	15 Amp.	9 Amp.			(7 – 10) Amp.
P16	Trans. Helicoidal caja humo a secador Nº 2.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P17	Exaustor de gases Nº 1	200 Amp.	95 Amp.	95 Amp.	65 Amp.	(80 – 104) Amp.
P18	Exaustor de gases Nº 2	200 Amp.	95 Amp.	95 Amp.	65 Amp.	(80 – 104) Amp.

Figura 8-4

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP4

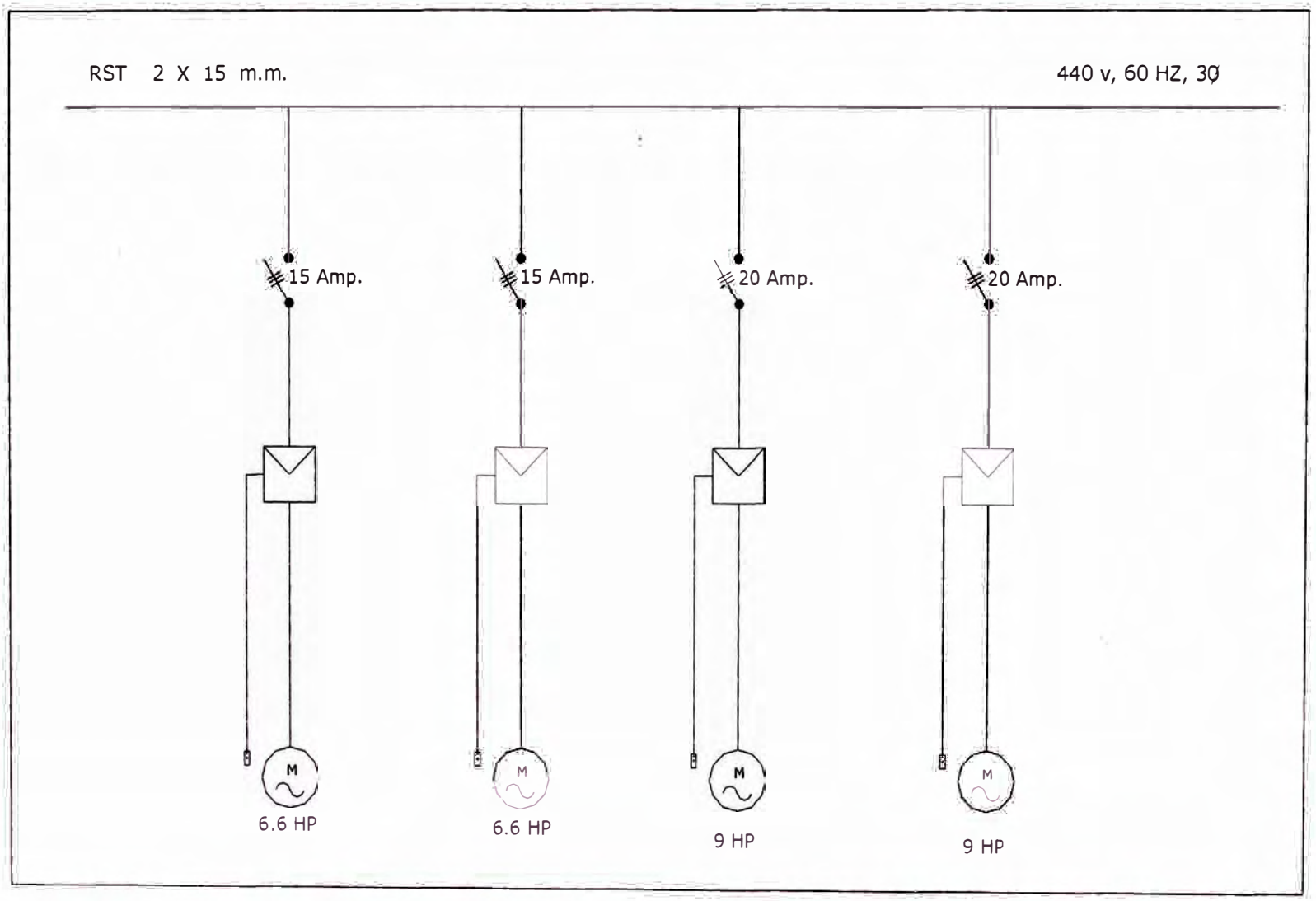


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.5

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Desaguador vibratorio Nº 1.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P2	Desaguador vibratorio Nº 2.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp
P3	Desaguador de mallas Nº 1.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P4	Desaguador de mallas Nº 2.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.

Figura 8-5

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP5

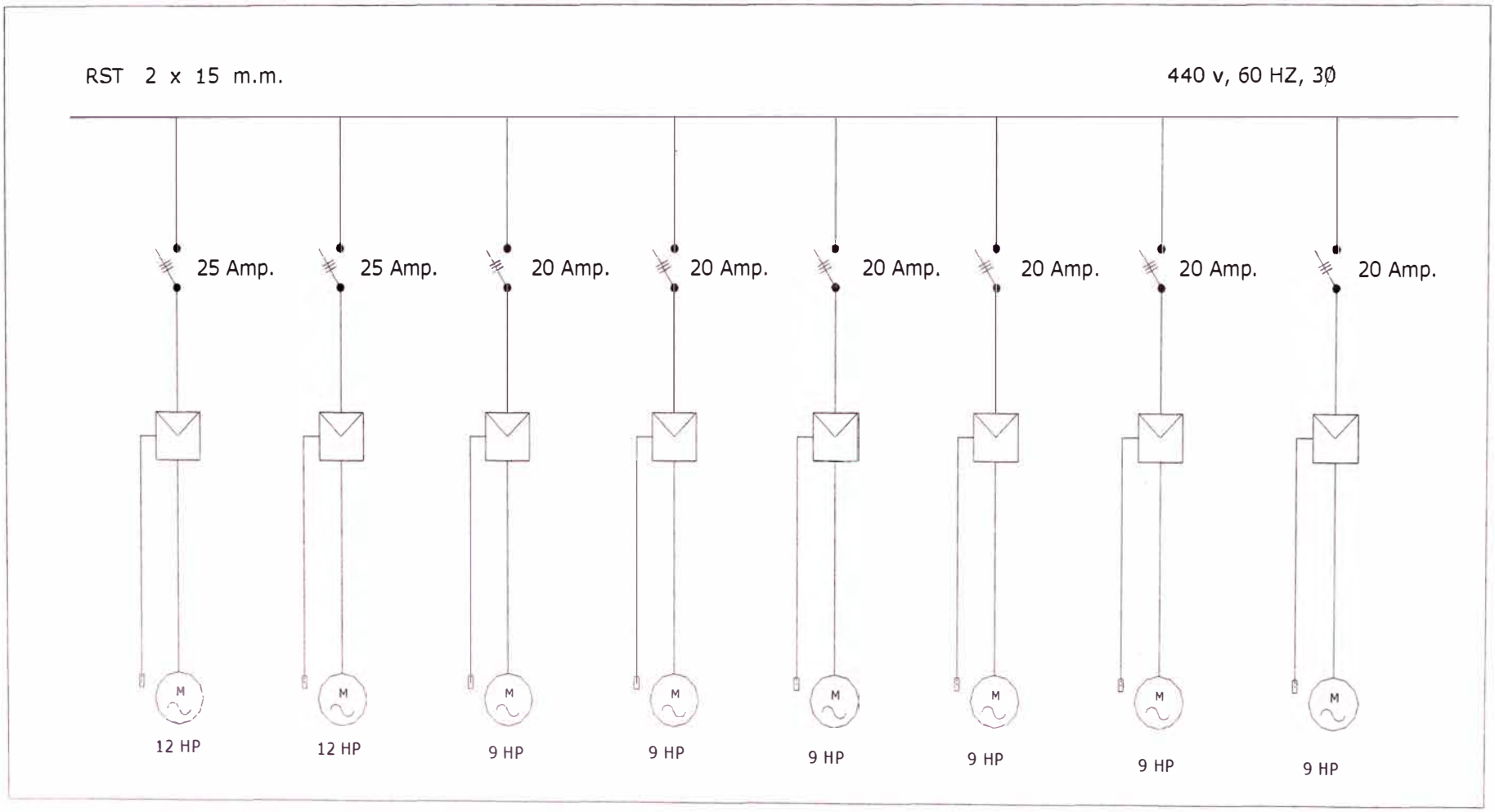


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.6

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Rastra Nº 1.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P2	Rastra Nº 2.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P3	Trans. Helicoidal de poza Nº 1.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P4	Trans. Helicoidal de poza Nº 2.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P5	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P6	Trans. Helicoidal de poza Nº 3.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P7	Trans. Helicoidal colector poza Nº 1 poza Nº 2.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P8	Trans. Helicoidal colector de poza Nº 3.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.

Figura 8-6

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP6

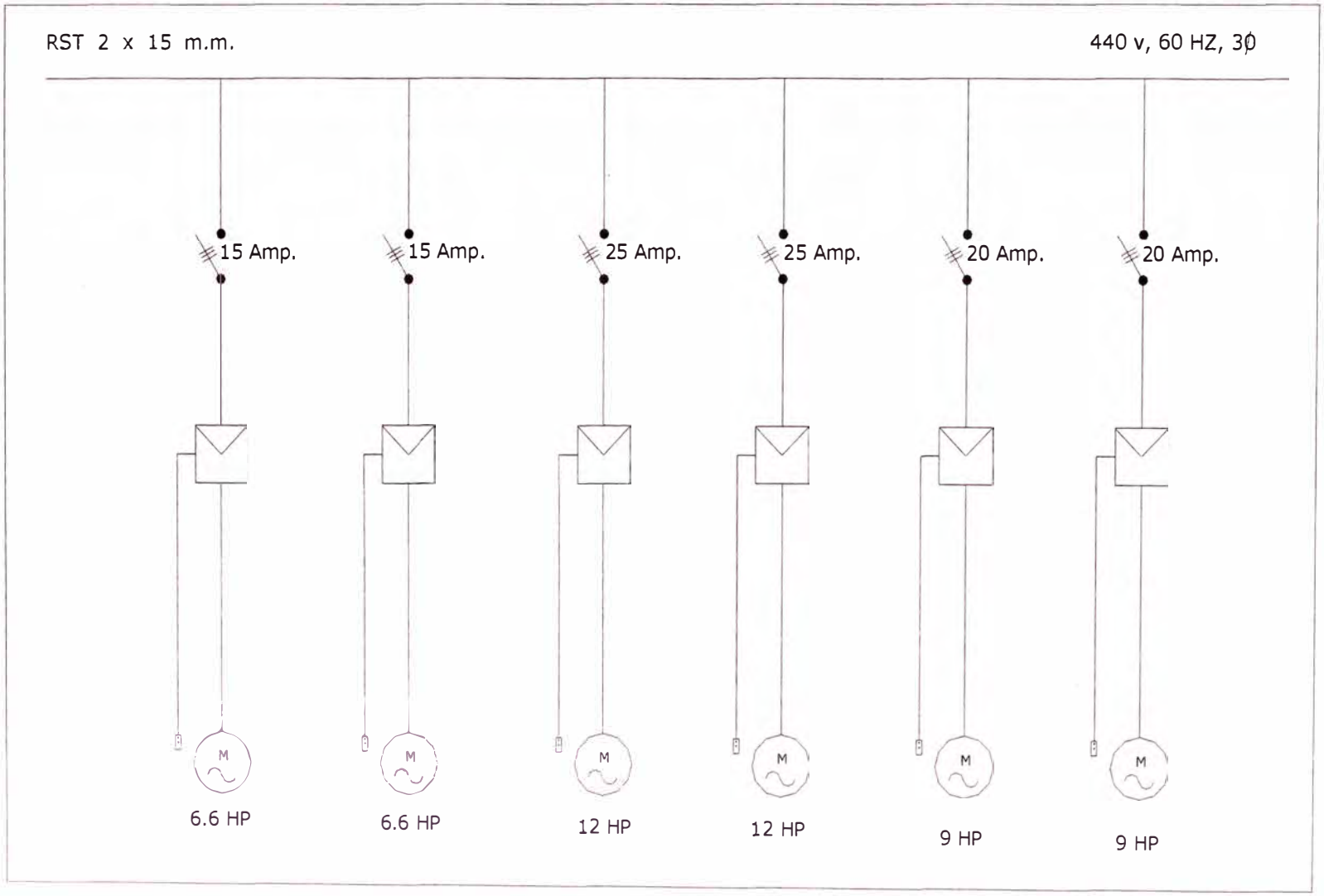


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.7

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Desaguador vibratorio Nº 1.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P2	Desaguador vibratorio Nº 2.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P3	Desaguador de mallas Nº 1.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P4	Desaguador de mallas Nº 2.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P5	Desaguador de mallas Nº 3.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P6	Desaguador de mallas Nº 4.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.

Figura 8-7

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP7

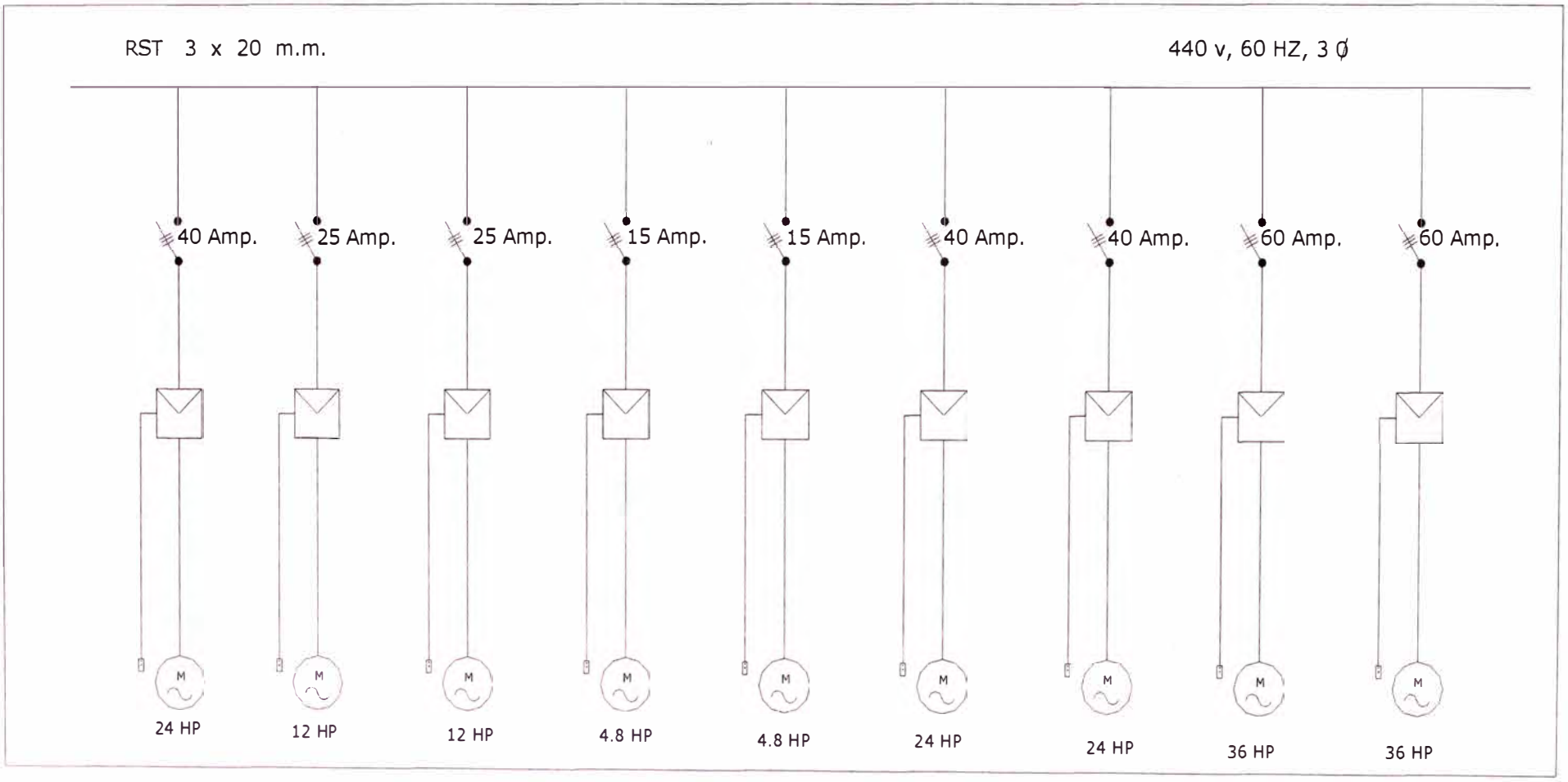


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.8 (PLANTA DE AGUA COLA)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Bomba alimentación a tanque planta agua cola.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Bomba concentrado a secador	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P3	Bomba concentrado Nº 1.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P4	Bomba condensado sucio.	15 Amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.
P5	Bomba condensado limpio.	15 Amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.
P6	Bomba de efectos Nº 1, Nº 2, Nº 3	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P7	Bomba de vació	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P8	Compresor de aire.	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P9	Compresor de aire, stamb by.	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.

Figura 8-8

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP8

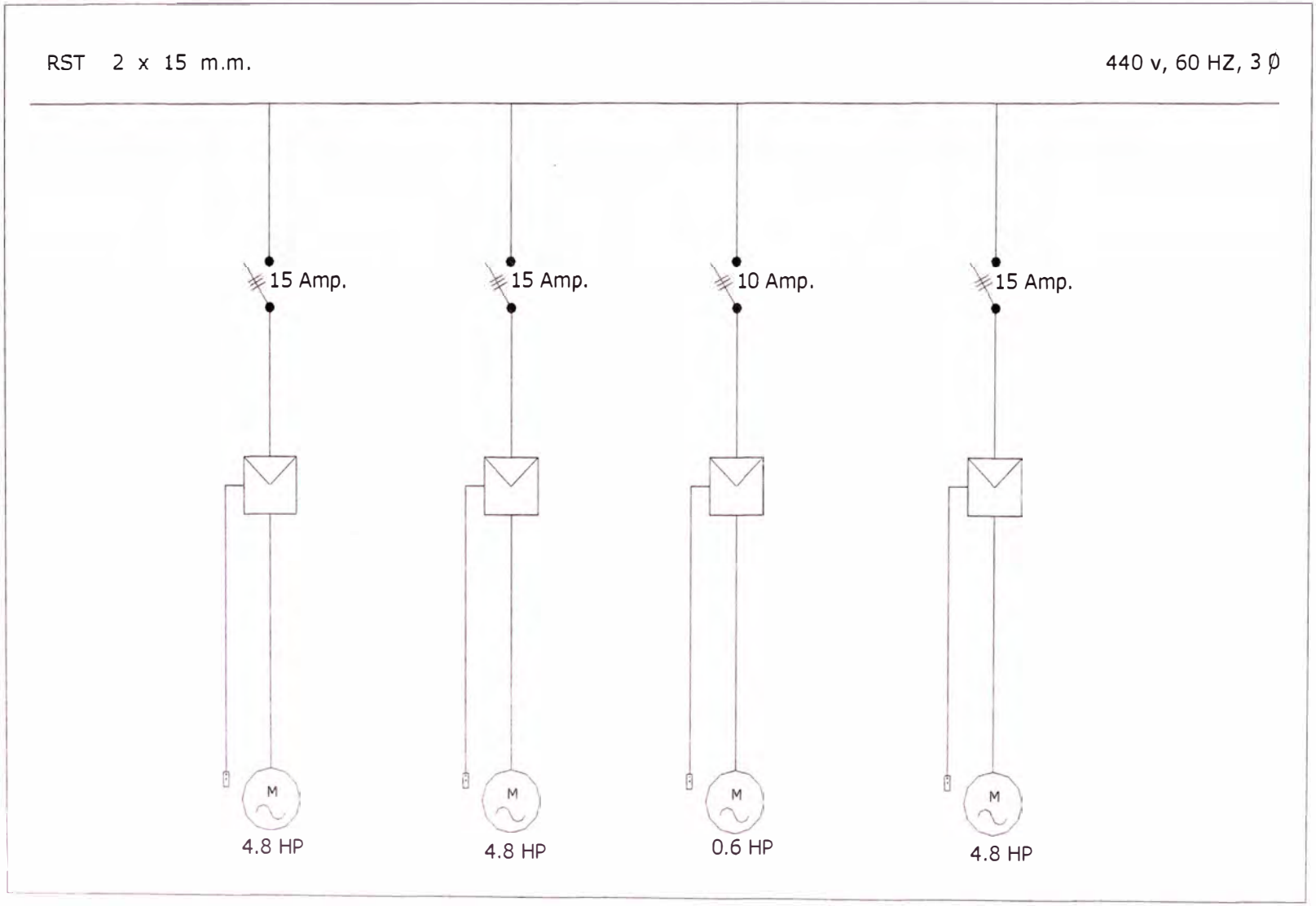


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.9 (ENSAQUE)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Transp. Helicoidal de ciclón a tolva	15 Amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.
P2	Transp. Helicoidal de tolva.	15 Amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.
P3	Bomba antioxidante.	10 Amp.	9 Amp.			(1 – 1.6) Amp.
P4	Transp. Helicoidal mezclador.	15 Amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.

Figura 8-9

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP9

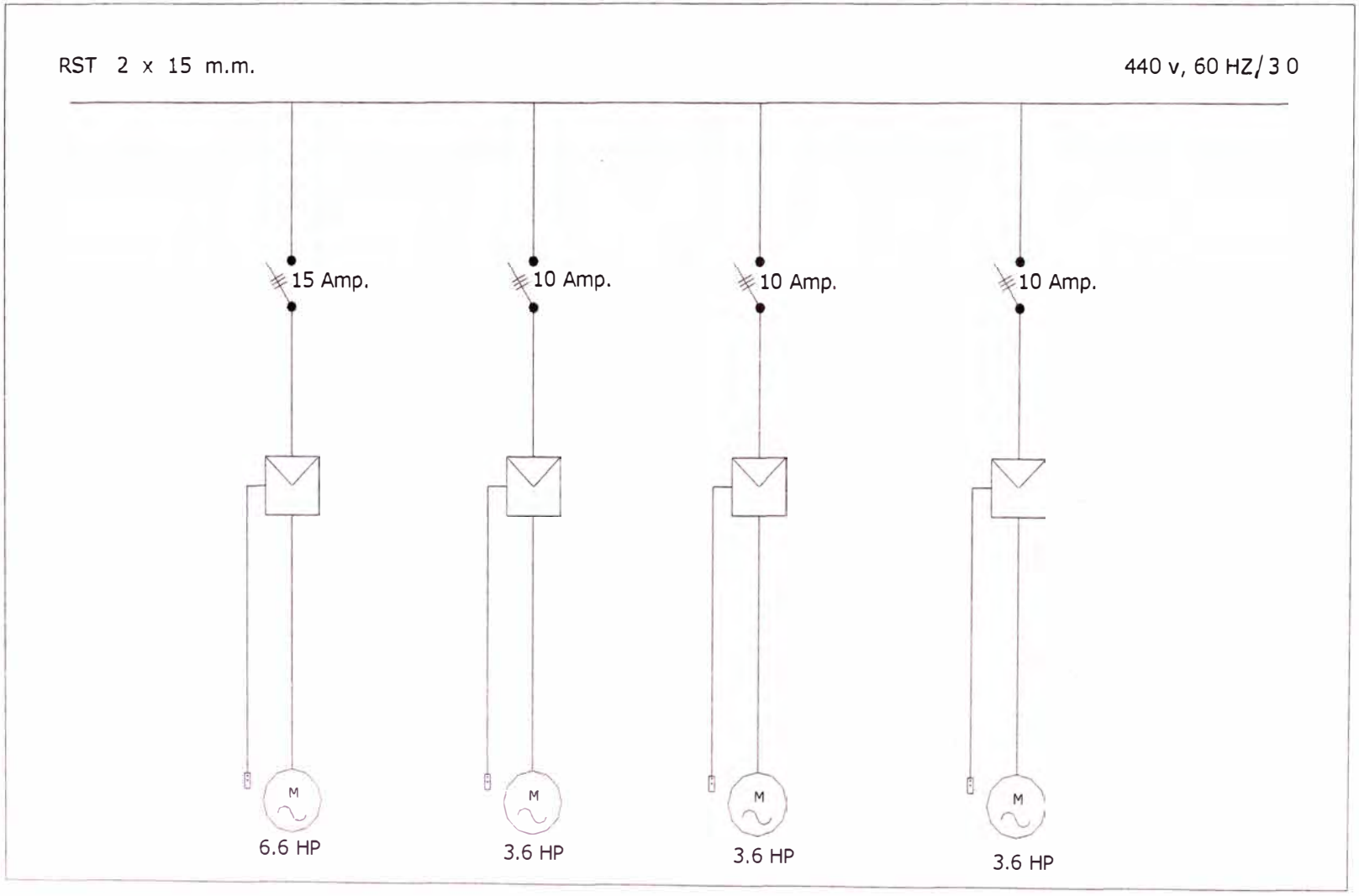


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.10 (ENSAQUE)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Transp.. Helicoidal a tolvin.	15 Amp.	12 Amp.			(9 – 13) Amp.
P2	Transp. Helicoidal a balanza.	10 Amp.	9 Amp.			(4 – 6) Amp.
P3	Transp. Tablilla Nº 1.	10 Amp.	9 Amp.			(4 – 6) Amp.
P4	Transp. Tablilla Nº 2.	10 amp.	9 Amp.			(4 – 6) Amp.

Figura 8-10

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP10

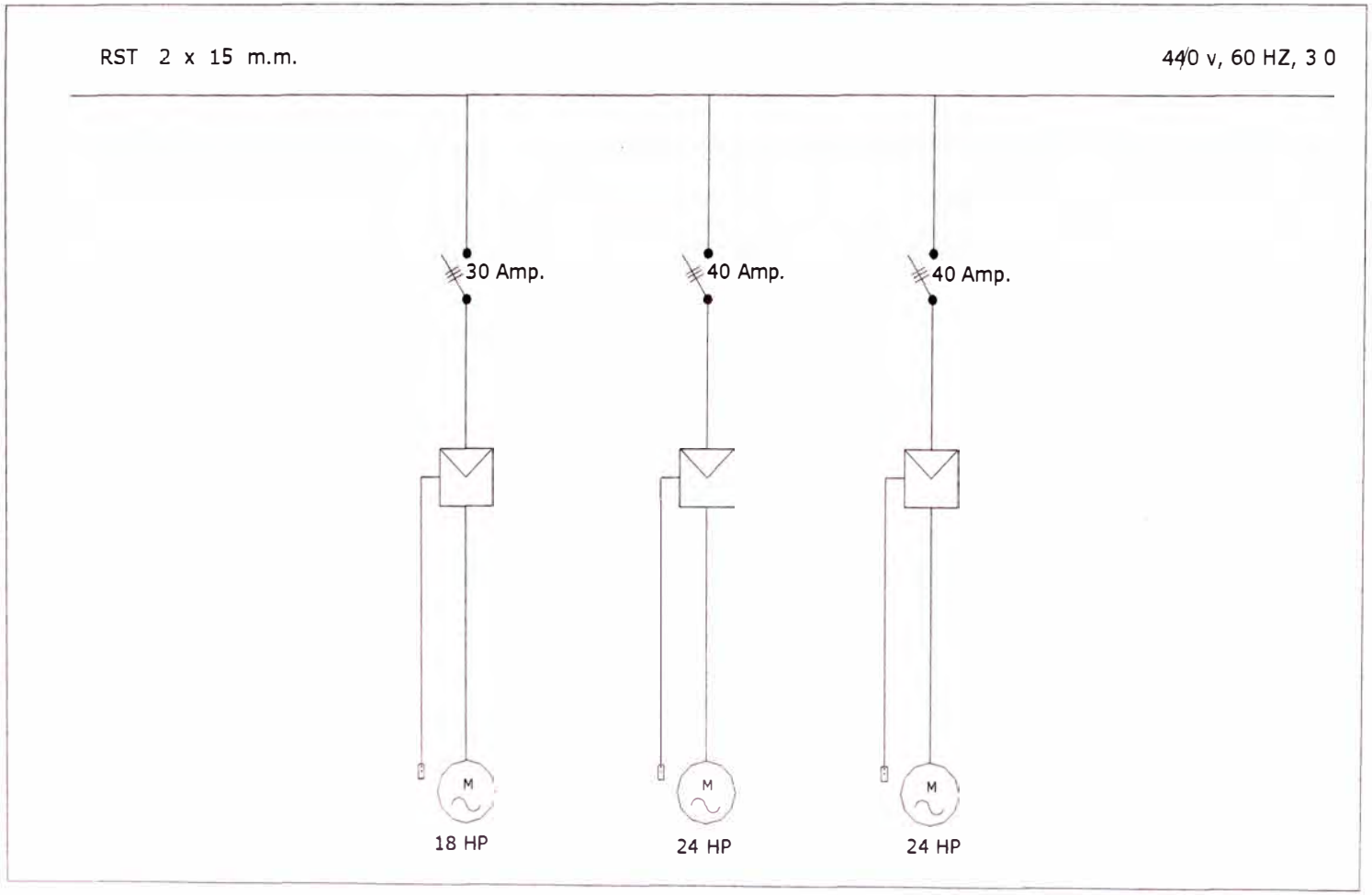


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.11 (ENSAQUE)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Bomba petróleo diesel.	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(12 – 18) Amp.
P2	Bomba petróleo Bunker Nº 1.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P3	Bomba petróleo Bunker Nº 2.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.

Figura 8-11

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP11

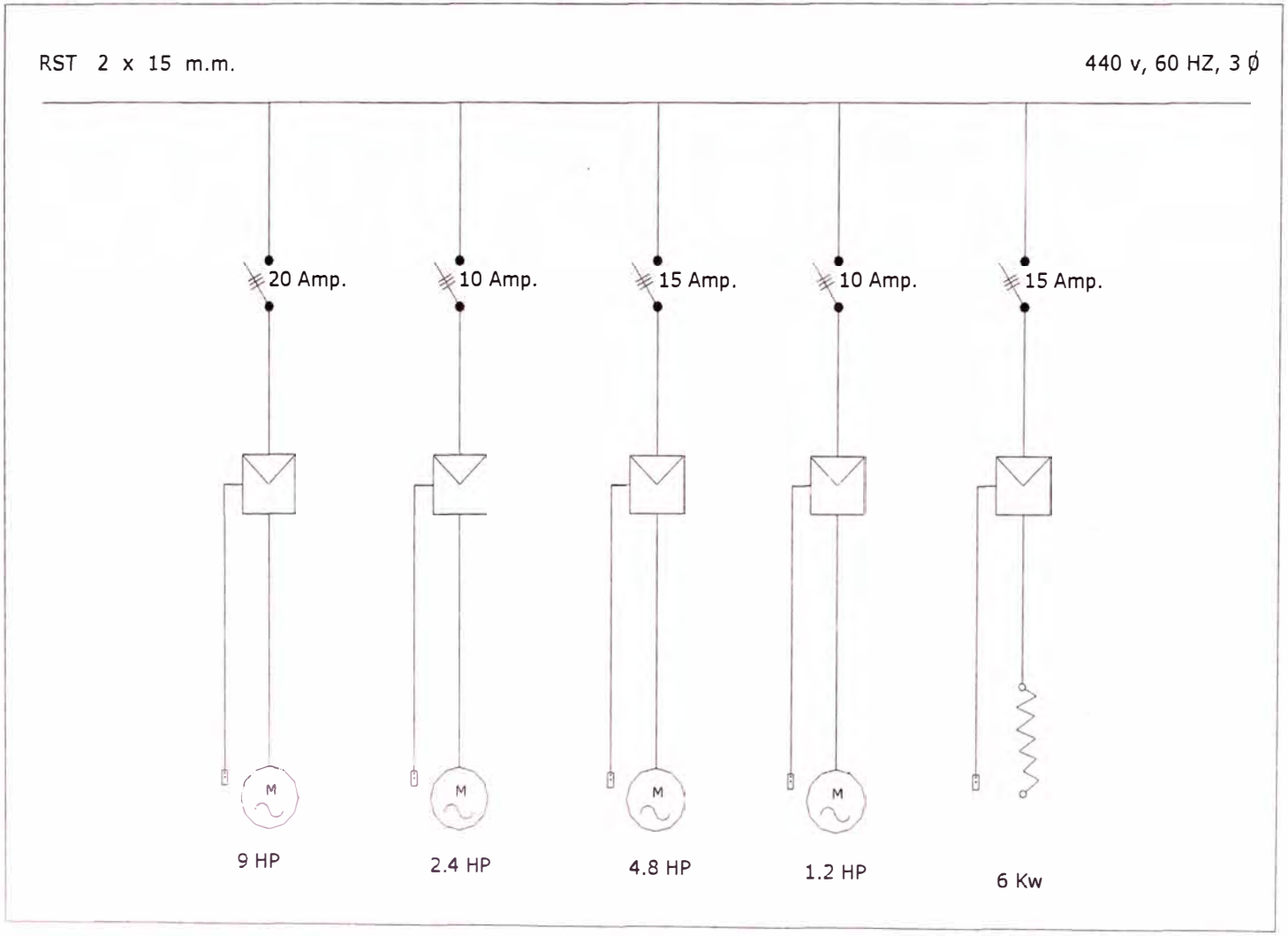


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.12 (CALDERO Nº 1)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P2	Compresor.	10 Amp.	9 Amp.			(2.5 – 4) Amp.
P3	Bomba agua.	15 amp.	9 Amp.			(5.5 – 8) Amp.
P4	Bomba petróleo Bunker.	10 Amp.	9 Amp.			(1.6 – 2.5) Amp.
P5	Precalentador petróleo Bunker.	15 amp.	9 Amp.			

Figura 8-12

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP12

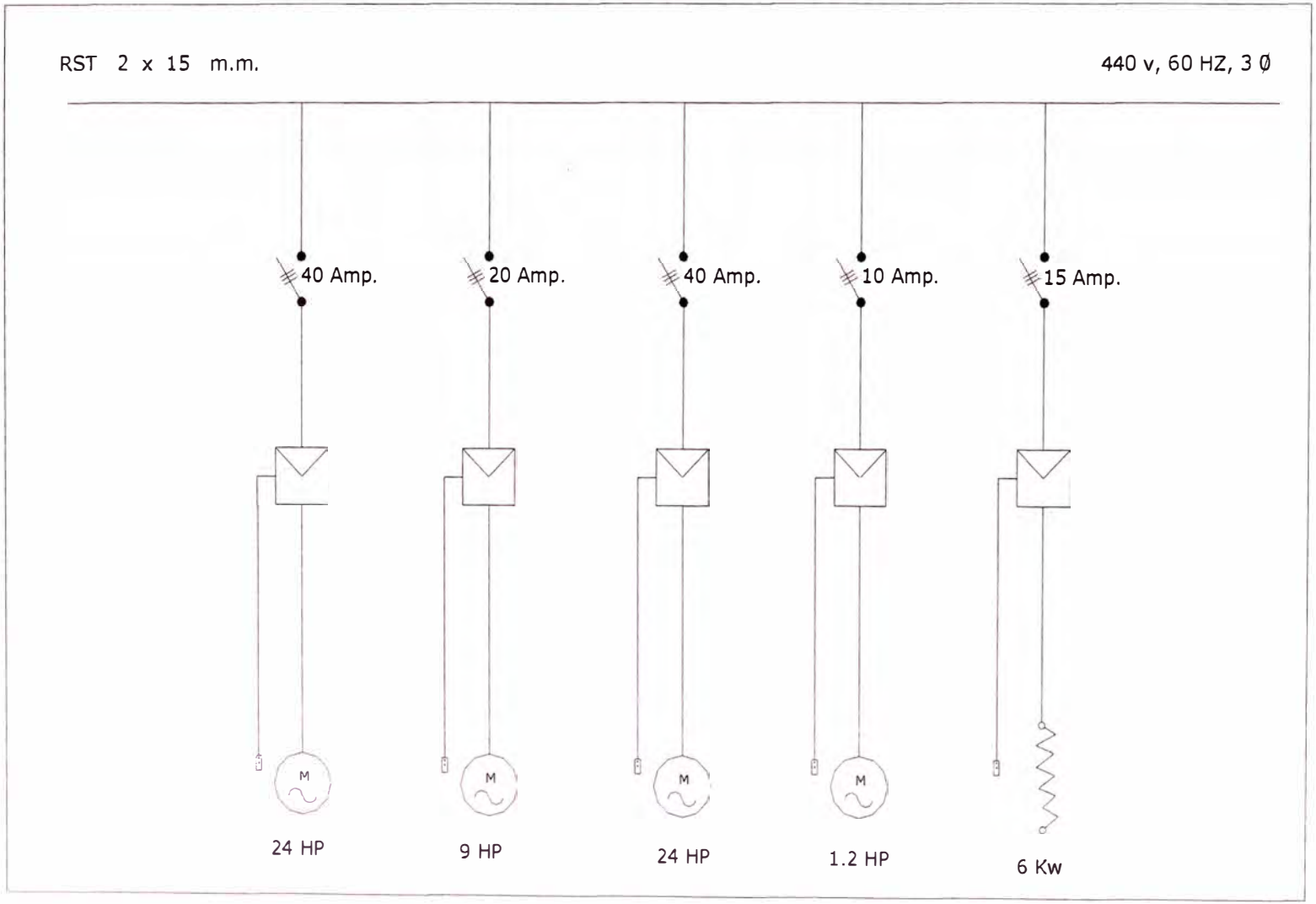


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.13 (CALDERO Nº 2)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Compresor.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P3	Bomba agua.	40 amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P4	Bomba petróleo bunker.	10 Amp.	9 Amp.			(1.6 – 2.5) Amp.
P5	Precalentador petróleo Bunker.	15 amp.	9 Amp.			

Figura 8-13

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP13

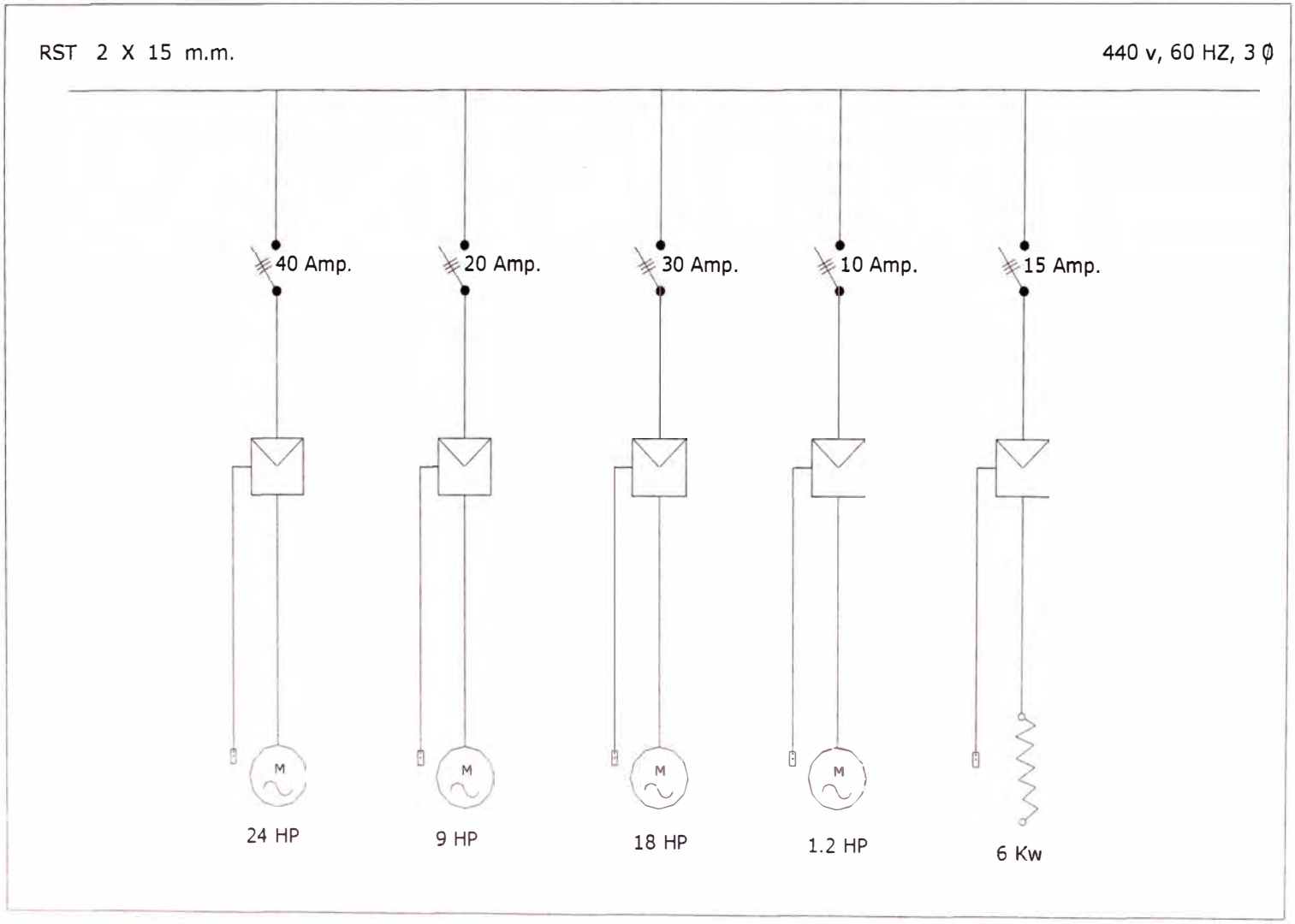


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.14 (CALDERO Nº 3)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Compresor.	20 Amp.	18 Amp.			(12 – 18) Amp.
P3	Bomba agua.	30 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(12 – 18) Amp.
P4	Bomba petróleo Bunker.	10 Amp.	9 Amp.			(1.6 – 2.5) Amp.
P5	Precalentador petróleo Bunker.	15 amp.	9 Amp.			

Figura 8-14

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP14

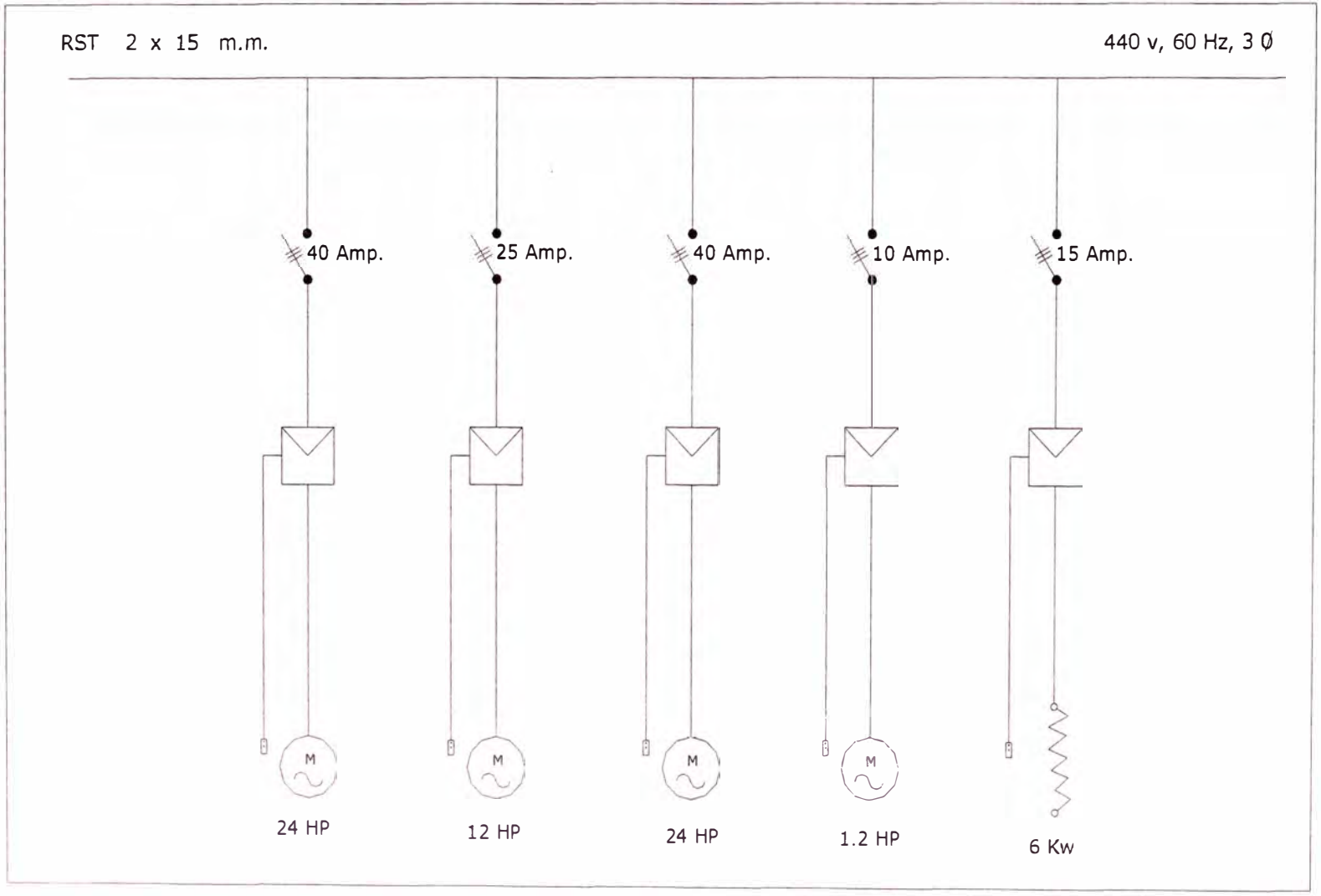


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.15 (CALDERO Nº 4)

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Compresor.	25 Amp.	12 Amp.	12 Amp.	9 Amp.	(9 – 13) Amp.
P3	Bomba agua.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	9 Amp.	(17 – 25) Amp.
P4	Bomba petróleo Bunker.	10 Amp.	9 Amp.			(1.6 – 2.5) Amp.
P5	Precalentador petróleo Bunker.	15 amp.	9 Amp.			

Figura 8-15

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP15

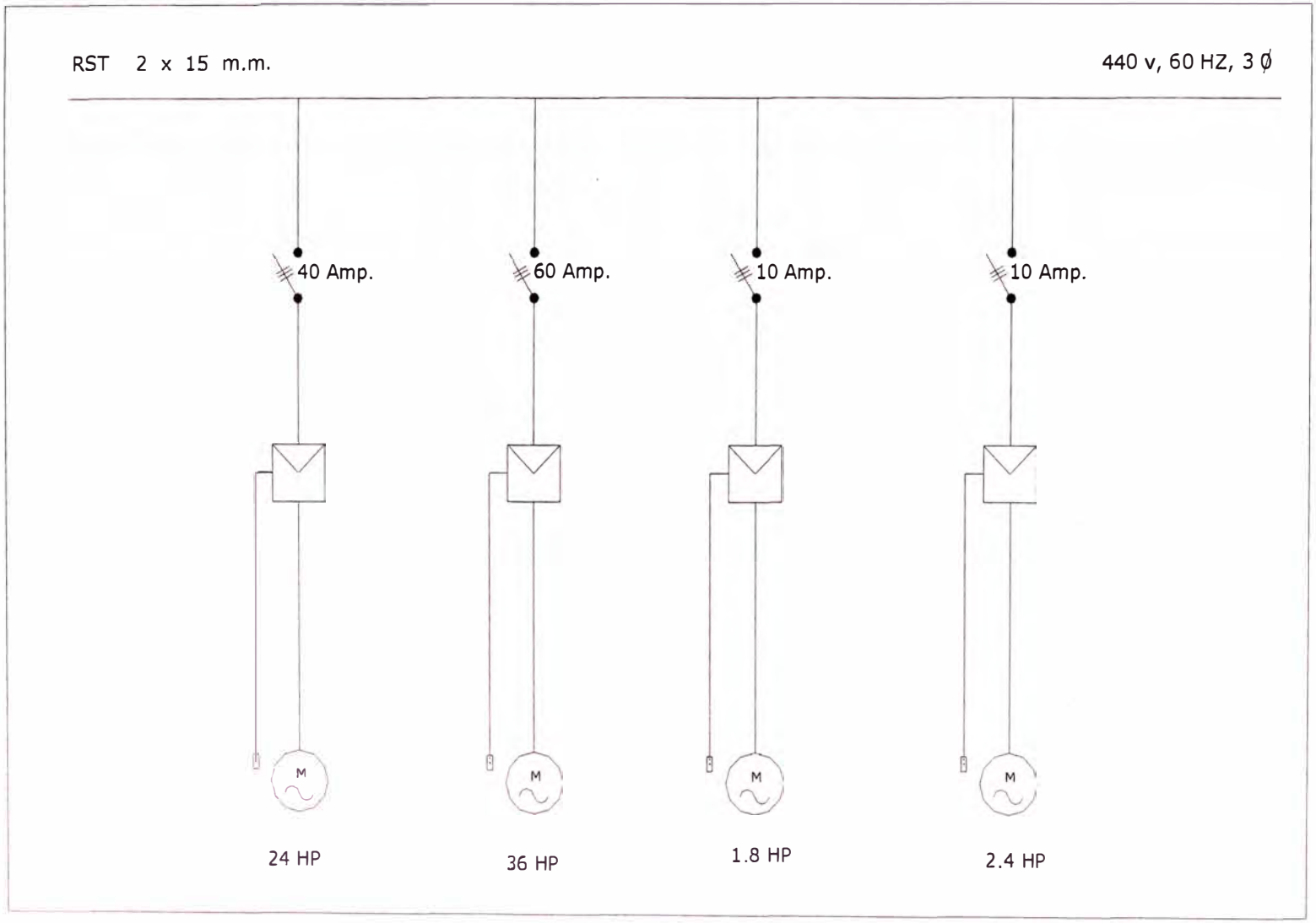


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.16

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador combustión cámara fuego Nº 1.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 1.	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P3	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 1.	10 Amp.	9 Amp.			(2.5 – 4) Amp.
P4	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 1.	10 Amp.	9 Amp.			(2.5 – 4) Amp.

Figura 8-16

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP16

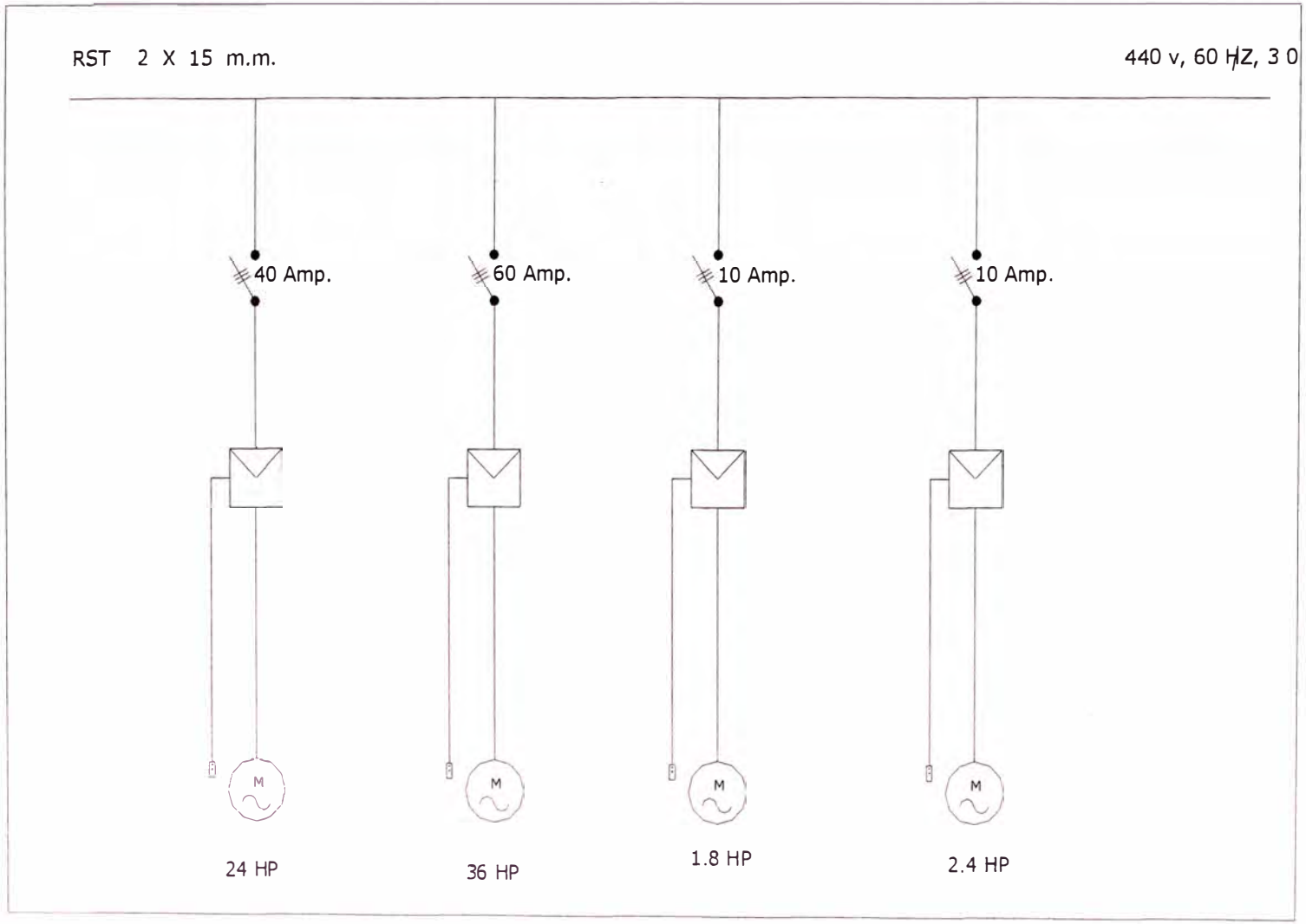


SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO TP.17

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Ventilador combustión cámara de fuego Nº 1.	40 Amp.	18 Amp.	18 Amp.	12 Amp.	(17 – 25) Amp.
P2	Ventilador de dilución cámara de fuego Nº 2.	60 Amp.	32 Amp.	32 Amp.	18 Amp.	(23 – 32) Amp.
P3	Bomba petróleo ingreso a cámara fuego Nº 2.	10 amp.	9 Amp.			(2.5 – 4) Amp.
P4	Bomba recirculación de cámara fuego Nº 2.	10 Amp.	9 Amp.			(2.5 – 4) Amp.

Figura 8-17

DIAGRAMA UNIFILAR DE TP17



SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO BOMBA AGUA MAR

MOTOR	EQUIPO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	CONTACTOR PRINCIPAL	CONTACTOR TRIANGULO	CONTACTOR ESTRELLA	RELE TERMICO
P1	Bomba agua mar.	150 Amp.	65 Amp.	65 Amp.	38 Amp.	(63 – 80) Amp.

8.5 SELECCIÓN DE INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS DE TABLEROS GENERALES

8.5.1 Grupos Electrógenos

$I_{Intotal} \leq 1.25 \ I_{Total}$

$I_{Intotal} \leq 1.25$ x 1898,94

$I_{Intotal} \leq 2.373.67$ Amp.

Para 2 interruptores

$I_{Intotal} \leq 1186.83$ Amp.

Tablas de Interruptores

$I_{Intotal} = 1000$ Amp.

Verificando

Grupo Nº 1

$S = \sqrt{3}VI$

$I = \frac{S}{\sqrt{3}V}$

$I = \frac{750.000}{1.73x440}$

$I = 985.29$ Amp.

Grupo Nº 2

$I = \frac{681.000}{1.73x440}$

$I = 894.64$ Amp.

8.5.2 Transformadores de 500 KVA

$$I_{Intotal} \leq 1.25 \ I_{Total}$$

$$I_{Intotal} \leq 1.25x1721.31$$

$$I_{Intotal} \leq 2151.64 \text{ Amp.}$$

Para 2 interruptores

$$I_{Int} \leq 1075.82 \text{ Amp.}$$

De tablas de interruptores

$$I_{Int} = 800 \text{ Amp.}$$

Verificando

Transformador Nº 1 y Nº 2

$$S = \sqrt{3}VI$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}V}$$

$$I = \frac{500.000}{1.73x440}$$

$$I = 656.86 \text{ Amp.}$$

8.5.3 Transformador de 275 KVA

$$I_{Intotal} \leq 1.25 \ I_{Total}$$

$$I_{Intotal} \leq 1.25(184.54 + 112.5)$$

$$I_{Intotal} \leq 1.25x297.04$$

$$I_{Intotal} \leq 371.30 \text{ Amp.}$$

De tablas de Interruptores

$I_{Int} = 400$ Amp.

Verificando

$$S = \sqrt{3}VI$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}V}$$

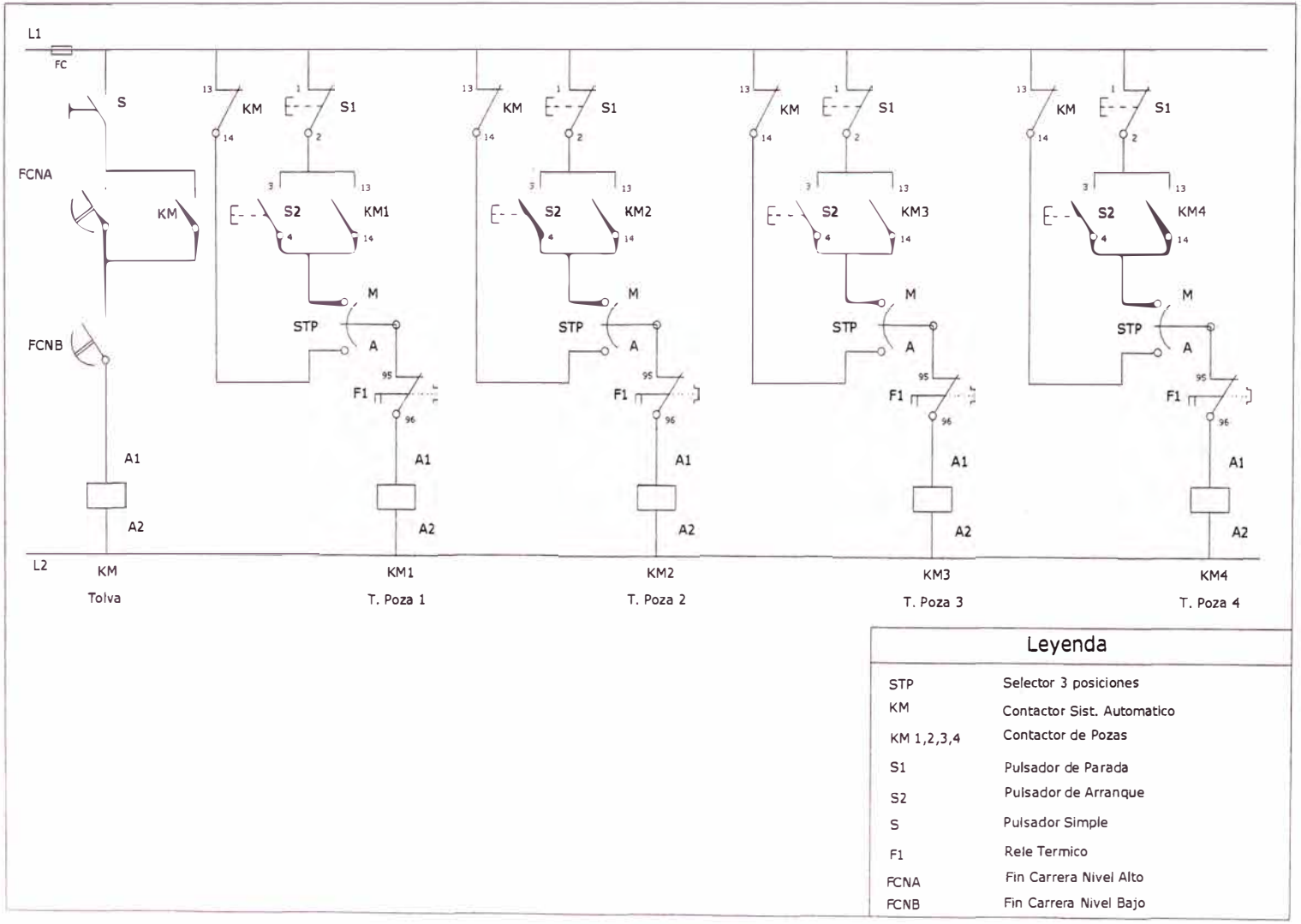
$$I = \frac{275.000}{1.73x440}$$

$I = 361.27$ Amp.

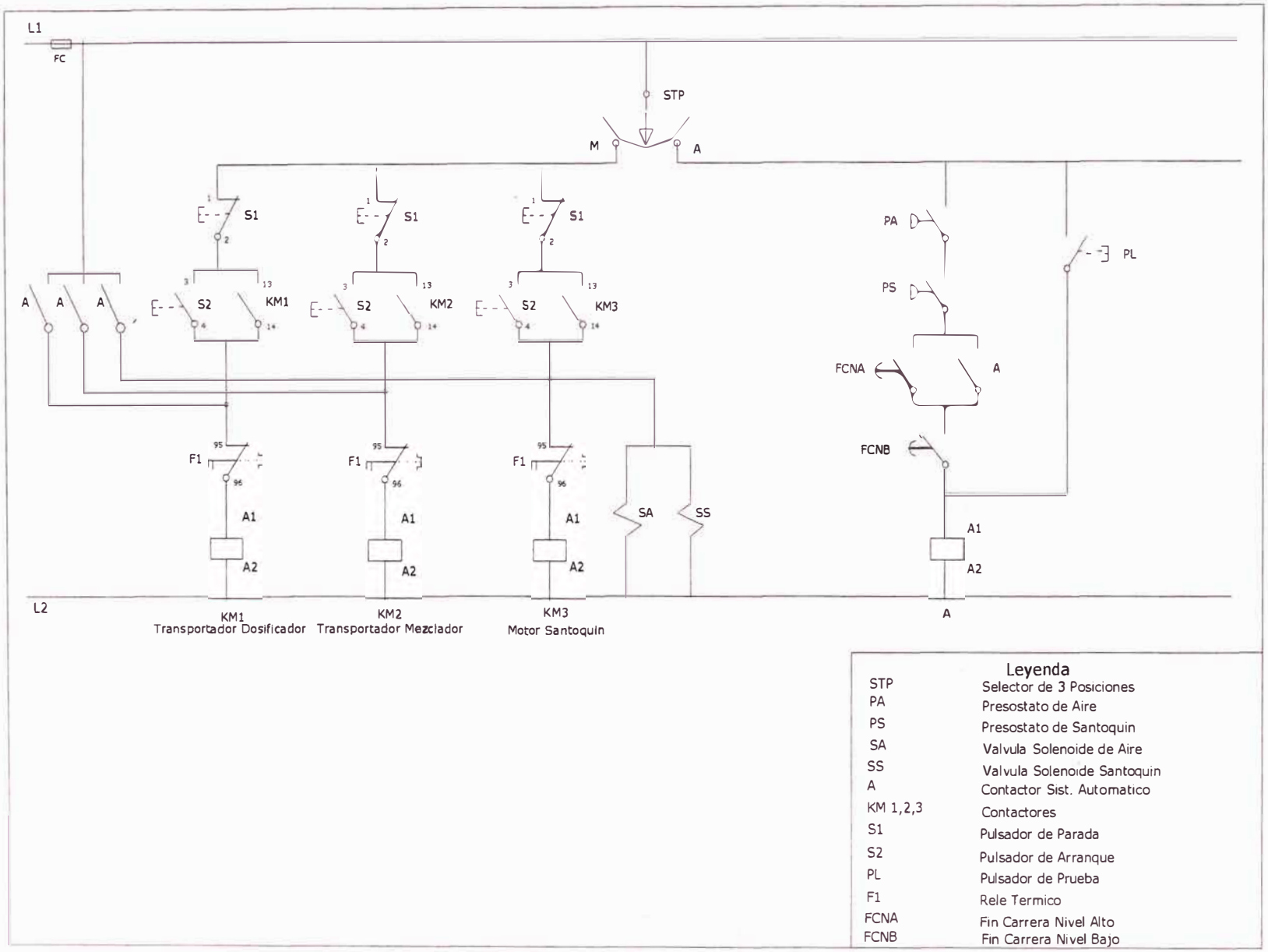
CAPITULO 9

CIRCUITOS DE CONTROL DE MANDO AUTOMÁTICO

9.1 CIRCUITOS DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO DE TRANSPORTADORES ELECTOIDALES DE POZAS A TOLVA



9.2 CIRCUITO DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO DE TOLVA DE ENSAQUE



CONCLUSIONES

El presente trabajo nos sirve para demostrar que los equipos ya instalados son los correctos o necesitan cambio, puesto que con los resultados obtenidos en el diseño, se concluye que hay cierta diferencia al respecto.

Las corrientes nominales de los grupos N° 1 y N°2 son 985 Amp. y 895 Amp. respectivamente. Cuando la Planta trabaja a plena carga el amperímetro del grupo N° 1 registra alrededor de 560 Amp. y el grupo N° 2 520 Amp. con estos valores concluimos que los grupos trabajan al 60% de su carga nominal y se tiene una reserva del 40% para cargas futuras.

Con respecto a los transformadores de potencia solamente es necesario trabajar con los 2 de 500 Kva. Que son suficiente para la carga de la planta, y usar el transformador de 275 Kva. En casos de emergencia.

Es necesario instalar un banco de condensadores para compensar la energía reactiva consumida por la planta y así evitar los pagos excesivos a la concesionaria por este servicio.

En caso de corte de energía por parte de la concesionaria el cambio de alimentación eléctrica para el grupo electrógeno se realiza en forma manual, trayendo como consecuencia problemas en el proceso de harina de pescado, para eliminar este problema es necesario instalar conmutadores automáticos para evitar paradas cortas de energía.

BIBLIOGRAFÍA

Código Nacional de Electricidad

Reducción del Consumo de Energía Reactiva en Máquinas Eléctricas de Inducción. Ing. Ricardo Santillán Chumpitaz

Catálogo de Equipos Telemecanique, Merlín Gerin

El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.
Enríquez Harper.

ANEXOS

ANEXO 1

TABLAS DE CÁLCULO PARA RED DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTADORES

TABLA 3 - 1

MOTOR ASINCRÓNICO TRIFÁSICO CON ROTOR A JAULA SERIE NV
TENSIÓN DE CONSTRUCCIÓN MÁXIMA – 600V

POTENCIA		RPM a 1/1 carga	TIPO	n %	Cos φ	$\frac{Ca}{Cn}$	$\frac{Cm}{Cn}$	$\frac{C_M}{Cn}$	$\frac{Ia}{In}$	Corriente A1/1 Carga		PD^2 ROTOR Kgm^2	PESO MOTOR FORMA B3 kg
HP	KW									220V	380V		
1/3 0.4	0.25 0.30	1385 1660	NV 71 a 4	66.5	0.70	2.6	2.6	2.8	3.8	1.4 1.7	0.8 1.0	3.5×10^{3}	9.4
0.5 0.6	0.37 0.45	1390 1670	NV 71 b 4	71.0	0.72	2.4	2.4	2.6	3.8	1.9 2.3	1.1 1.3	4.1×10^{3}	10.3
3/4 0.9	0.56 0.67	1410 1690	NV 80 a 4	73.0	0.73	2.5	2.5	2.7	4.4	2.8 3.3	1.6 1.9	7.8×10^{3}	13.6
1.0 1.2	0.75 0.90	1415 1700	NV 80 b 4	75.0	0.75	2.5	2.5	2.7	4.8	3.5 4.2	2.0 2.4	9.4×10^{3}	15.4
1.5 1.8	1.1 1.3	1425 1710	NV 90 La 4	77.0	0.78	2.2	1.9	2.7	5.0	4.9 6.0	2.8 3.4	1.8×10^{2}	21.7
2.0 2.4	1.5 1.8	1430 1720	NV 90 L 4	79.0	0.78	2.2	2.0	2.5	5.3	6.4 7.6	3.7 4.4	2.2×10^{2}	24.0
3.0 3.6	2.2 2.7	1435 1730	NV 100 La 4	80.0	0.80	2.3	2.0	2.7	5.8	9.2 11.0	5.4 6.4	2.4×10^{2}	30.0
4.0 4.8	3.0 3.6	1440 1740	NV 100 L 4	81.0	0.81	2.5	2.0	2.7	6.0	12.0 14.4	7.0 8.4	3.0×10^{2}	33.3
5.5 6.6	4.1 4.9	1440 1740	NV 112 M 4	83.0	0.82	2.5	2.2	2.8	6.6	15.8 19.0	9.2 11.0	6.0×10^{2}	43.0
7.5 9.0	5.6 6.7	1440 1740	NV 132 S 4	84.0	0.83	2.3	2.1	2.9	6.6	21.0 25.0	12.2 14.6	0.131	61.5
10 12	7.5 9.0	1445 1745	NV 132 M 4	85.0	0.84	2.4	2.3	3.0	6.5	27.5 33.0	15.8 19.0	0.158	72.0
15 18	11.2 13.4	1445 1745	NV 160 M 4	87.0	0.84	2.2	1.9	3.0	6.5	40.0 48.0	23.5 28.0	0.31	111
20 24	14.9 17.9	1450 1745	NV 160 L 4	88.5	0.85	2.3	2.0	3.0	6.5	52 62	30.0 36.0	0.39	129
25 30	18.7 22.4	1460 1750	NV 180 M 4	89.0	0.86	2.0	1.5	2.8	8.0	64 77	37.0 44.5	0.55	172
30 36	22.4 26.9	1460 1750	NV 180 L 4	89.0	0.86	2.0	1.5	2.8	8.0	77 92	44.5 53	0.66	194
40 48	29.8 35.8	1465 1760	NV 200 L 4	90.0	0.86	2.7	2.0	2.6	8.0	102 122	59 70	1.3	270
50 60	37.3 44.8	1465 1760	NV 225 cS 4	90.5	0.86	2.7	2.0	2.5	8.0	126 151	73 87	2.0	330
60 70	44.8 52.2	1465 1760	NV 225 cM 4	91.0	0.86	2.7	2.0	2.5	8.0	150 175	87 102	2.2	350
75 90	56.0 67.1	1470 1765	NV 250 M 4	91.5	0.86	2.5	2.0	2.4	8.0	186 225	108 130	3.4	487
100 125	74.6 93.3	1470 1765	NV 280 S 4	92.0	0.86	2.6	2.1	2.5	8.0	245 310	144 180	6.7	696
125 150	93.3 112	1470 1765	NV 280 M 4	92.0	0.86	2.6	2.1	2.5	8.0	310 370	180 215	7.7	775
150 180	112 124	1470 1765	NV 315 Mra 4	92.5	0.86	2.6	2.0	2.5	8.0	370 445	215 255	12.0	1047
180 220	134	1470 1765	NV 315 Mr 4	93.0	0.86	2.6	2.0	2.5	8.0	440 540	255 310	14.0	1074
220	164	1480	NV 315 Lr 4	93.5	0.88	2.6	2.0	2.5	8.0	520	305	14.1	1080
270 310	201 231	1480 1775	NV 315 L 4	94.0	0.88	2.6	2.0	2.5	8.0	640 730	370 425	15.7	1160

Nomenclatura:

n % - eficiencia en porcentaje
cos Ø - factor de potencia

Cn – par nominal
Ca – par de arranque
Cm – par mínimo

C_M – par máximo
Ia – corriente de arranque
In – corriente nominal

TABLA 3 - 2

TABLA 4 – V, TOMO V, C.N.E.
CAPACIDADES DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERES DE LOS CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

No más de tres conductores en cada tubo (basadas en una temperatura ambiente de 30°C, salvo nota + +)

Sección Nominal mm^2	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR							
	60°C	75°C	85°C	90°C	105°C	125°C	200°C	250°C
	Tipos TW, MTW	Tipo RHW, THW, THWN, XHHW	Tipo MI	Tipos: TA, TBS, SA, SIS, MTW, + FEB+ FEPB, + RHH, + TN, + XHHW, THW	Tipo THHW+ +	Tipos Al Al A	Tipos A, AA FEP, FEPB	Tipo TFE Solamente Niquel y Niquel recubrimiento de Cobre
0.75	6	-	-	-	6	-	-	-
1.00	8	-	-	-	8	-	-	-
1.5	10	-	22	22 +	10	-	-	-
2.5	18	20	27	27 +	17	34	35	45
4	25	27	34	34 +	25	44	46	62
6	35	38	42	42	33	55	58	79
10	46	50	60	60	46	75	80	135
16	62	75	78	78	62	97	110	
25	80	95	100	100	80	125	140	165
35	100	120	125	125	100	155	175	200
50	125	145	150	150	125	190	215	240
70	150	180	190	190	150	240	265	290
95	180	215	225	225	180	290	320	345
120	210	245	260	260	210	330	360	390
150	240	285	300	300	240	380	-	-
185	275	320	330	330	275	430	-	-
240	320	375	400	400	320	500	-	-
300	355	420	455	455	355	570	-	-
400	430	490	530	530	430	680	-	-
500	490	580	595	595	490	780	-	-

Estas capacidades se refieren solo a los conductores descritos en la Tabla 4 – IV.

Para temperaturas ambientes de mas de 30°C, véase los factores de corrección de 4.2.3 m)

\+ Las capacidades para los conductores de los tipos FEP, FEPB, RHH, TN y XHHW de secciones nominales 1.5, 2.5 y 4 mm 2, serán las mismas que las indicadas para los conductores a 75°C en esta tabla.

++ Estas capacidades de corriente están basadas en una temperatura ambiente de 70°C.

TABLA 3 - 3
TABLA 4 – VIII, TOMO V, C.N.E.
NUMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBOS METÁLICOS Y TUBOS DE PVC DE DIÁMETROS NOMINALES

TIPOS DE CONDUCTORES	Diámetro mm (pulg) / Sección mm²	13 (5/8) -	15 (1/2) --	20 (3/4) ---	25 (1)	35 (1 ¼)	40 (1 ½)	50 (2)	65 (2 ½)	80 (3)	90 (3 ½)	100 (4)	115 (4 ½)	130 (5)	150 (6)
TW, XHHW Ó SIMILARES	1.5	7	9	16	27	47	64	105	150						
	2.5	5	7	13	21	37	51	84	120	185					
	4	4	5	10	16	28	30	64	91	141	190				
	5	3	2	4	7	13	18	30	43	67	90	115			
RHW Y RHH (sin cubierta externa), THHW, THW o similares	1.5	4	6	10	17	30	41	67	96	148	199				
	2.5	4	5	8	14	26	34	56	80	123	166				
	4	3	4	7	11	20	28	46	66	101	136	175			
	6	1	1	3	6	10	14	24	34	52	70	90	113	142	
TW, THW, THHW, FERB, RHW y RICH (sin cubierta externa) o similares.	10	1	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	91	123	133
	16	1	1	1	4	7	9	15	22	34	45	58	73	92	94
	25	1	1	1	2	4	6	11	16	24	32	41	52	65	78
	35		1	1	2	4	5	9	12	20	27	34	43	54	
	50			1	1	2	3	6	8	12	17	22	27	34	50
	70			1	1	1	2	4	6	10	14	18	22	28	41
	80				1	1	1	3	6	7	10	13	17	21	31
	120				1	1	1	2	4	6	8	10	13	10	24
	150				1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	20
	180					1	1	1	3	4	6	8	10	13	18
	240					1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	300						1	1	1	3	4	5	6	7	11
	400							1	1	1	3	4	5	6	9
THWN, TN, FEP, FEBP, XHHW o similares	2.5	8	11	20	23	57	78	128	183						
	4	5	3	12	20	36	49	81	116	179					
	6	2	2	6	10	17	24	40	57	88	118	151			
	10		2	4	7	12	17	28	39	61	82	106			
	16		1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	100	125	
	25		1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	67	84	122
	35		1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
	50			1	1	3	4	7	10	16	21	28	35	44	63
	70			1	1	2	3	5	8	12	17	21	27	34	49
	95				1	1	2	4	6	10	13	17	21	27	39
	120				1	1	1	3	5	7	10	13	16	21	30
	150				1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24
	185					1	1	1	3	5	7	9	11	14	21
	240					1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
	300					1	1	1	1	3	4	5	7	9	13
	400							1	1	2	3	4	5	8	10
XHHW o similar	16		1	3	4	8	11	18	26	41	55	71	89	112	162
	300					1	1	1	1	3	4	5	7	9	13
	400						1	1	1	2	3	4	5	7	10
RHW, RHH (con cubierta exterior) o similares	2.5	2	3	5	9	16	21	35	51	78	105	135			
	4		2	4	7	13	18	30	43	66	89	114	142		
	6		1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	98	141
	16		1	1	2	4	6	9	13	21	28	36	46	58	83
	25		1	1	1	3	4	7	10	16	22	29	36	45	66
	35			1	1	3	4	6	9	14	19	24	30	38	56
	30			1	1	1	2	4	6	9	13	17	21	26	38
	70				1	1	1	3	5	8	10	19	19	21	30
	95				1	1	1	3	4	6	8	11	14	18	25
	120					1	1	1	3	5	7	9	11	14	20
	150					1	1	1	3	4	5	7	9	11	17
	185					1	1	1	1	3	5	6	8	10	14
	240					1	1	1	1	3	4	5	6	8	12
	300						1	1	1	2	3	4	5	6	9
	400							1	1	1	2	3	4	5	7

\- Sólo para tubos de PVC – Clase liviana

-- Para tubo de PVC Clase liviana equivalente al de 15 mm (3/4)

--- Para tubo de PVC Clase liviana equivalente a 20 mm (1)

TABLA 3 - 4

TABLA 3 – X, TOMO V, C.N.E.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA PARA SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA

Sección nominal del conductor mayor de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo. (mm²)	**Sección nominal del conductor de puesta a tierra (cobre). (mm²)**
35 o menor sección	10
50	16
70	25
95 a 185	35
240 a 300	50
400 a 500	70
mas de 500	95

TABLA 3 - 5

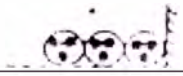
TABLA 3 – XI, TOMO V, C.N.E.

SECCION MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCION

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobre corriente ubicado antes del equipo, tuberías, etc. **NO MAYOR DE : AMPERIOS**	**Sección nominal del conductor de protección (cobre).** **(m.m²)**
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

TABLA 3 - 6
TABLA 4 – XXIV, TOMO V, C.N.E.
FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA PROXIMIDAD DE METRO CABLES TENDIDOS AL AIRE, PARA CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO Y PARA CABLES CON AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO

Por ejemplo: NYY, NKY, NYSY.

Numero de cables multipolares o de sistemas de cables unipolares	1	2	3	4	5	6	8	10
a. Tendidos en bandejas aéreas - Cables multipolares no juntos	1	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
- Sistemas de cables unipolares	1	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91
- Sistemas de cables unipolares Dispuestos en trebol y no juntos	1	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
- Cables multipolares juntos 	0.95	0.84	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.72
- Sistemas de cables tripolares Dispuestos en plano y no juntos	0.80	0.75	0.75	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67
- Sistemas de cables unipolares dispuestos en triangulo y juntos	0.80	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67
b. Tendidos en bandeja no acreas - Cables multipolares no juntos	0.95	0.90	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83
- Sistemas de cables unipolares dispuestos en plano y no juntos	0.92	0.89	0.88	0.84	0.84	0.83	0.82	0.80
- Sistemas de cables unipolares dispuestos en trebol y no juntos	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	0.83	0.82	0.80
Cables multipolares juntos	0.95	0.84	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.72
Sistemas de cables unipolares dispuestos en plano y juntos	0.80	0.75	0.73	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67
Sistemas de cables unipolares dispuestos en trebol y juntos	0.83	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67

d = diámetro exterior de cable

Estos factores de corrección son igualmente validos par un numero de cables multipolares o un sistema de cables unipolares tendidos en banderas superpuestas y espaciados entre ellos de una distancia no menor de 30 cm.

TABLA 3 - 7
TABLA 4 – XVI, TOMO V, C.N.E.

CAPACIDAD DE CORRIENTE PAR UN CABLE MULTIPOLAR O UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO, TENDIDOS Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE

Por ejemplo: NYY, NYSY.
Temperatura ambiente: 30°C.
Temperatura admisible en el conductor: 70°C

Sección Nominal	0.6/1kV			
	1 Conductor		5 Conductores (Bipolar)	6 y 4 conductores (tripolar) (tetrapolar)
	Corriente alterna cable sin armadura			
	plano	Triangulo (Triplex)		
mm^2	A	A	A	A
1.5	24	19.5	19.5	17.5
2.5	32	26	26	24
4	43	35	35	32
6	54	46	46	41
10	74	63	63	57
16	98	85	85	76
25	130	112	112	101
35	161	138	138	125
50	196	168	168	151
70	250	213	213	192
95	306	258	258	232
120	356	299	299	269
150	408	344	344	309
185	470	392	392	353
240	562	461	461	415
300	646	523	-	460
400	778	626	-	533
500	895	713	-	-

TABLA 3 - 8

Capacidad de conducción de barras de Cobre (DIN 43671)

Dimensiones mm	Área mm^2	Capacidad Amp.
2 x 15	30	148
2 x 20	40	189
3 x 20	60	237
3 x 25	75	287
5 x 25	125	384
3 x 30	90	337
5 x 30	150	447
5 x 40	200	573
10 x 40	400	850
5 x 50	250	697
10 x 50	500	1020
5 x 60	300	826
10 x 60	600	1180
5 x 80	400	1070
10 x 80	800	1500
5 x 100	500	1300
10 x 100	1000	1810
10 x 120	1200	2110
10 x 160	1600	2700
10 x 200	2000	3290

TABLA 3 - 9

CABLES UNIPOLARES Y MULTIPOLARES EN SERVICIO TRIFÁSICO

Resistencia R y Reactancia X a la Frecuencia de 60 Hz

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	UNIPOLARES					MULTIPOLARES				
mm^2	CORRIENTE CONTINUA 20°C	Eo..0.5-2.3 KV Temp. 80°C		Co= 8.7 KV Temp. 70°C		CORRIENTE CONTINUA 20°C	Eo..0.5-2.3 KV Temp. 80°C		Co= 8.7 KV Temp. 70°C	
	OHMS KILÓMETRO POR FASE									
	R	R	X	R	X	R	R	X	R	X
1.5	13.8	15.93	0.414	-	-	13.6	16.3	0.140	-	-
2.5	7.27	8.69	0.390	-	-	7.41	8.89	0.132	-	-
4	4.52	5.41	0.368	5.41	0.369	4.61	5.52	0.121	4.52	0.160
6	3.02	3.61	0.358	3.61	0.359	3.08	3.69	0.114	3.69	0.152
10	1.79	2.14	0.343	2.14	0.344	1.83	2.19	0.110	2.19	0.148
16	1.13	1.35	0.319	1.35	0.321	1.15	1.38	0.107	1.38	0.144
25	0.712	0.850	0.298	0.850	0.301	0.727	0.871	0.095	0.871	0.128
35	0.514	0.615	0.288	0.615	0.294	0.524	0.628	0.091	0.628	0.117
50	0.379	0.453	0.280	0.453	0.284	0.387	0.464	0.089	0.464	0.114
70	0.262	0.313	0.267	0.313	0.270	0.268	0.321	0.087	0.325	0.109
95	0.189	0.226	0.254	0.226	0.257	0.193	0.231	0.085	0.231	0.103
120	0.150	0.179	0.247	0.179	0.249	0.153	0.183	0.085	0.163	0.102
150	0.122	0.146	0.239	0.146	0.242	0.124	0.148	0.085	0.148	0.099
185	0.0972	0.116	0.229	0.116	0.233	0.0991	0.108	0.085	0.107	0.098
240	0.0740	0.088	0.223	0.088	0.227	0.0754	0.090	0.085	0.089	0.096
300	0.0590	0.067	0.217	0.067	0.220	0.0601	0.072	0.085	0.071	0.096
400	0.0461	0.055	0.211	0.055	0.213	0.0470	0.056	0.085	0.055	0.096
500	0.0366	0.044	0.204	0.044	0.206	0.0373	0.044	0.085	0.043	0.096

Nota: los valores de R, están referidos a las temperaturas de servicio a plena carga y en ella están comprendidos los aumentos debido a los efectos de proximidad, pelicular, etc. Los cables cuando son unipolares, se entienden dispuestos en un plano horizontal con 7 a 8 cm. de separación libre entre si. Las cubiertas de plomo se entienden conectadas entre si y a tierra en ambos extremos de la línea.

Los valores de X están calculados para una distancia libre de 7 a 8 cm. entre cables dispuestos sobre un plano horizontal. Si la frecuencia es distinta de 60 Hz, multiplicar los valores de la tabla por 1/60

ANEXO 2

TABLAS DE SELECCIÓN

DE EQUIPOS DE EMERGENCIA

TABLA 4-1

TABLA 3-IV, TOMO V, C.N.E.

CARGAS MÍNIMAS DE ALUMBRADO GENERAL

Tipo de Local Unitaria	Carga W/m2
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías y salones de belleza	25
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2,5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	25
Escuelas	25
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles, moteles, incluyendo apartamientos sin cocina (*)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda (*)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	18
En cualquiera de locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2,5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10

(*) En viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de huéspedes, de hoteles y moteles, todas las salidas de tomacorrientes de 20 A o menores (excepto aquellos para artefactos pequeños en viviendas, indicadas en 3.3.2.2 b) deberán ser considerados como salidas para iluminación general y no se requerirá incluir cargas adicionales para tales salidas.

TABLA 4 - 2

MOTOR STARTING DATA – DIESEL GENERATOR SETS

PRIME POWER 60 Hz – 1800 RPM.						
Engine	Generator		Rating	Starting KVA at Voltaje		
Model	Arrangement	Frame	kW	10 %	20 %	30 %
3516 TA	7C1627	807	1600	1235	2778	4762
	7C1625	806	1360	1010	2273	3896
3512 TA	7C1623	689	1135	966	2174	3727
	7C3543	687	1000	889	2000	3429
	7C1621	685	910	585	1316	2256
3508 TA	7C1621	685	820	589	1316	2256
	7C1619	681	725	529	1190	2041
	7C1619	681	680	529	1190	2041
	7C1617	589	650	444	1000	1714
3412 TA	5N8670	589	545	444	1000	1714
T	5N5078	588	455	317	714	1224
T	5N8668	586	425	278	625	1071
3408 TA	5N8666	584	365	242	543	932
3406 TA	4W7050	450	320	188	424	726
TA	5N8662	449	275	171	385	659
TA	5N5066	448	250	159	357	612
3306 TA	7W8746	447	225	142	321	549
TA	4W8968	446	205	139	313	436
TA	4W8968	446	180	139	313	536
3208 T	4W8971	445	160	111	250	428
T	4W8971	445	135	111	250	428
3116 TA	9Y0414	367	113	74	166	285
T	9Y0413	365	90	62	139	238
3114 TA	9Y0413	365	68	62	139	238
T	9Y0412	362	54	49	109	186
T	9Y5027	289	45	45	101	174

TABLA 4 – 3

COMPENSACIÓN POR MOTOR ARRANCADO

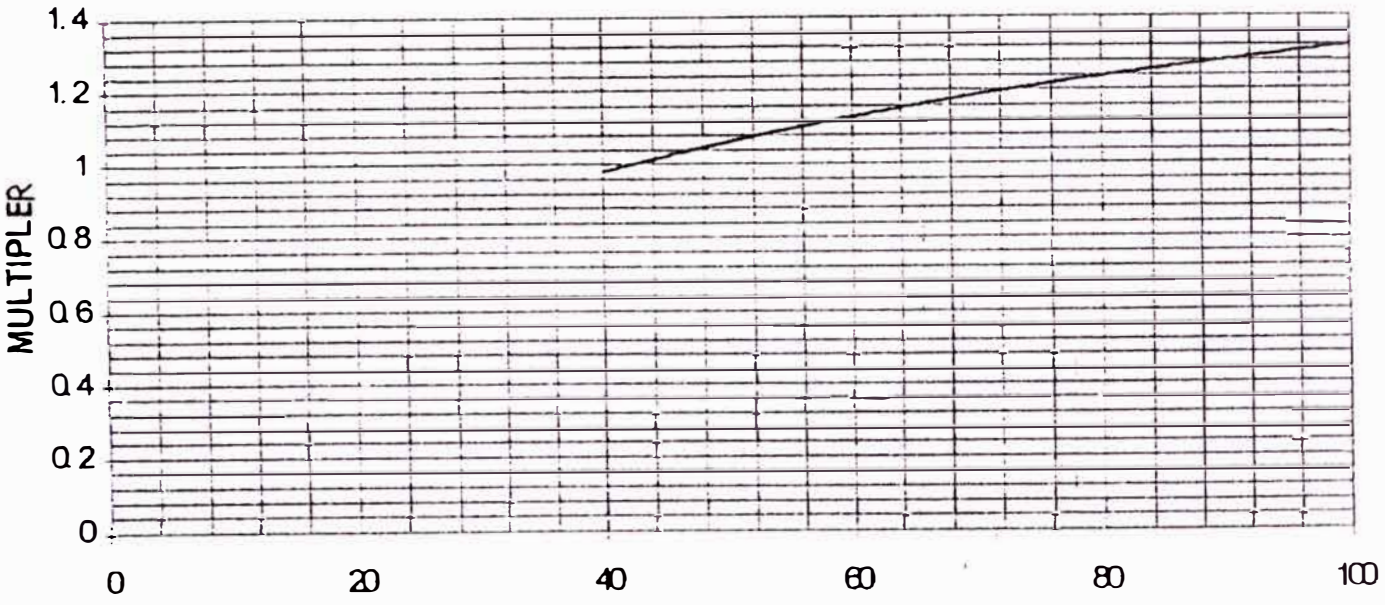


TABLA 4 - 4

FACTOR DE ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA

Multiply **Type**	SKVA BY
Resistor, Reactor, Impedance	
80 % Tap	0.80
65 % Tap	0.65
50 % Tap	0.50
45 % Tap	0.45
Autotransformer	
80 % Tap	0.68
65 % Tap	0.46
50 % Tap	0.29
Y Start, Run	0.33

TABLA 4 - 5

LETRA CÓDIGO DE MOTORES AC

NEMA CODE LETTER	SKVA por HP	Mid - Value
A	0.00 – 3.14	1.57
B	3.15 – 3.54	3.34
C	3.55 – 3.99	3.77
D	4.00 – 4.49	4.24
E	4.50 – 4.59	4.74
F	5.00 – 5.59	5.30
G	5.60 – 6.29	5.94
H	6.30 – 7.09	6.70
J	7.10 – 7.99	7.54
K	8.00 – 8.99	8.50
L	9.00 – 9.99	9.50
M	10.00 – 11.19	10.60
N	11.20 – 12.49	11.84
P	12.50 – 13.99	13.24
R	14.00 – 15.99	15.00
S	16.00 – 17.99	17.00
T	18.00 – 19.99	19.00
U	20.00 – 22.39	21.20
V	22.40 -	

ANEXO 3

TABLAS DE CÁLCULO PARA CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

TABLA 5 - 1
MULTIPLICADORES DE KW PARA DETERMINAR LOS Kvar EN CAPACITORES REQUERIDOS PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia Original	Factor de Potencia Corregido																				
	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.0
	CONSTANTE K																				
0.50	0.982	1.005	1.034	1.060	1.086	1.112	1.139	1.165	1.192	1.220	1.268	1.296	1.305	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.549	1.732
0.51	0.937	0.962	0.985	1.015	1.041	1.067	1.094	1.120	1.147	1.175	1.203	1.201	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.435	1.484	1.544	1.687
0.52	0.893	0.915	0.945	0.971	0.997	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.283	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
0.53	0.858	0.825	0.902	0.928	0.954	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
0.54	0.809	0.635	0.861	0.857	0.913	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
0.55	0.760	0.625	0.821	0.817	0.873	0.899	0.926	0.952	0.978	1007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.155	1.180	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.94	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.460
0.57	0.602	0.718	0.741	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.954	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191	1.239	1.299	1.442
0.58	0.655	0.681	0.702	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.977	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.740	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.226	1.369
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.939	0.970	1.004	1.011	1.082	1.130	1.190	1.333
0.61	0.549	0.575	0.601	0.621	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.156	1.299
0.62	0.516	0.542	0.565	0.593	0.610	0.646	0.673	0.699	0.725	0.754	0.782	0.810	0.860	0.878	0.903	0.937	0.974	1.015	1.060	1.123	1.266
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.597	0.613	0.640	0.666	0.683	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.890	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.451	0.474	0.503	0.523	0.555	0.581	0.603	0.631	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.960	0.998	1.068	1.201
0.65	0.419	0.465	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.825	0.840	0.877	0.918	0.966	1.025	1.169
0.66	0.388	0.414	0.456	0.466	0.492	0.514	0.545	0.571	0.598	0.626	0.651	0.682	0.712	0.748	0.795	0.803	0.845	0.887	0.935	0.995	1.138
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.815	0.852	0.905	0.945	1.108
0.68	0.378	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.895	0.935	1.078
0.69	0.280	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.685	0.720	0.757	0.798	0.798	0.896	1.049
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.502	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.810	0.877	1.020
0.71	0.212	0.268	0.94	0.320	0.346	0.372	0.398	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.623	0.663	0.709	0.741	0.789	0.849	0.982
0.72	0.211	0.240	0.266	0.297	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.954
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607	0.644	0.695	0.733	0.793	0.936
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.261	0.289	0.316	0.642	0.369	0.397	0.424	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.756	0.909
0.75	0.137	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.394	0.426	0.455	0.487	0.519	0.553	0.580	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.389	0.423	0.460	0.492	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712	0.855
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.181	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.486	0.500	0.537	0.578	0.626	0.685	0.829
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.551	0.599	0.659	0.802
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.630	0.776
0.80	0.000	0.076	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.234	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.603	0.750
0.81		0.000	0.026	0.057	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.325	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.726
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.154	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.485	0.555	0.698
0.83				0.000	0.026	0.052	0.073	0.105	0.132	0.160	0.185	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.390	0.421	0.469	0.525	0.672
0.84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.319	0.354	0.385	0.443	0.503	0.646
0.85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.281	0.328	0.369	0.417	0.477	0.628
0.86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.342	0.380	0.450	0.593
0.87								0.000	0.027	0.55	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.234	0.275	0.315	0.364	0.424	0.567
0.88									0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89										0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183	0.220	0.251	0.307	0.389	0.512
0.90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.182	0.233	0.281	0.341	0.486
0.91												0.000	0.030	0.061	0.093	0.125	0.164	0.205	0.253	0.313	0.456
0.92													0.000	0.031	0.063	0.095	0.134	0.175	0.223	0.283	0.476
0.93														0.000	0.032	0.066	0.103	0.144	0.182	0.252	0.385
0.94															0.000	0.014	0.071	0.112	0.160	0.220	0.343
0.95																0.000	0.037	0.079	0.126	0.166	0.329
0.96																	0.000	0.041	0.069	0.149	0.292
0.97																		0.000	0.048	0.108	0.251
0.98																			0.000	0.088	0.203
0.99																				0.000	0.183

TABLA 5 - 2

MÁXIMA CAPACIDAD NOMINAL DE CAPACITORES RECOMENDABLE CUANDO EL MOTOR Y EL CAPACITOR SE OPERAN CON EL MISMO INTERRUPTOR

POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR HP	VELOCIDAD NOMINAL DEL MOTOR EN RPM											
	3600		1800		1200		900		720		600	
	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %	Q_{NC} K VAR	R_{IL} %
3	1.5	14	1.5	15	1.5	20	2	27	2.5	35	3.5	41
5	2	12	2	13	2	17	3	25	4	32	4.5	37
7.5	2.5	11	2.5	12	3	15	4	22	5.5	30	6	34
10	3	10	3	11	3.5	14	5	21	6.5	27	7.5	31
15	4	9	4	10	5	13	6.5	18	8	23	9.5	27
20	5	9	5	10	6.5	12	7.5	16	9	21	12	25
25	6	9	6	10	7.5	11	9	15	11	20	14	23
30	7	8	7	9	8	11	10	14	12	18	16	22
40	9	8	9	9	11	10	12	13	15	16	20	20
50	12	8	11	8	13	10	15	12	18	15	24	19
60	14	8	14	8	15	10	18	11	22	15	27	19
75	17	8	16	8	19	10	21	10	26	14	32.5	18
100	22	8	21	8	25	9	27	10	32.5	13	40	17
125	27	8	26	8	30	9	32.5	10	40	13	47.5	16
150	32.5	8	30	8	35	9	37.5	10	47.5	12	52.5	15
200	40	8	37.5		42.5	9	47.5	10	60	12	65	14
250	50	8	45	7	52.5	8	57.5	9	70	11	77.5	13
300	57.5	8	52.5	7	60	8	65	9	80	11	87.5	12
350	65	8	60	7	69.5	8	75	9	87.5	10	95	11
400	70	8	65	8	75	8	85	9	95	10	105	11
450	75	8	67.5	8	80	8	92.5	9	100	9	110	11
500	77.5	8	72.5	8	82.5	8	97.5	9	107.5	9	115	10

Q_{NC} : CAPACIDAD NOMINAL DEL CAPACITOR EN K VAR
R_{IL} : REDUCCIÓN DE LA CORRIENTE DE LINEA (%

TABLA 5 - 3

POTENCIA REACTIVA NECESARIA PARA LOS TRANSFORMADORES

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR	VALORES INDICATIVOS DE LA POTENCIA DE LOS CAPACITORES					
	5 – 10 KV		15 – 20 KV		25 – 30 KV	
	SIN CARGA	PLENA CARGA	SIN CARGA	PLENA CARGA	SIN CARGA	PLENA CARGA
KVA	KVAR	KVAR	KVA.	KVAR	KVAR	KVAR
5	0.75	1	0.8	1.1	1	1.3
10	1.2	1.7	1.5	2	1.7	2.2
20	2	3	2.5	3.5	3	4
25	2.5	3.5	3	4	4	5
50	3.5	6	5	7.5	6	9
75	5	8	6	9	7	11
100	6	10	8	11	10	13
160	10	12	12.5	15	15	18
200	11	17	14	19	18	22
250	15	20	18	22	22	25
315	18	25	20	28	24	32
400	20	30	22	36	28	40
500	22	40	25	45	30	50
630	28	46	32	52	40	62
1000	45	80	50	85	55	95
1250	50	85	55	90	60	100
1600	70	100	60	110	70	120
2000	80	160	80	170	90	180
5000	150	300	170	200	200	250

TABLA 5 - 4

COMPENSACIÓN INDIVIDUAL PARA LAMPARAS DE MERCURIO CON REACTORES PHILIPS

Potencia De Lámpara	Tensión Nominal Lámpara	Corrección Durante Operación	Factor De Potencia	Corrección del factor de potencia CosØ > 0.9		
				Capacitor	T. Nominal	Cte. Corregida
Vatios	Voltios	Amperios	CosØ	µF	Voltios	Amperios
80	220	0.8	0.5	8	250	0.45
125	220	1.15	0.56	10	250	0.68
250	220	2.15	0.59	15	250	1.35
400	220	3.25	0.6	22	250	2.15
700	220	5.4	0.65	30	250	3.75
1000	220	7.5	0.63	50	250	5.2
2000	220	15	0.65	90	250	10.1
2000	380	8	0.68	25	380	6.1

TABLA 5 - 5

COMPENSACIÓN INDIVIDUAL PARA LAMPARAS FLUORESCENTES

Potencia De Lámpara	Tensión Nominal Lámpara	Corrección Durante Operación	Factor De Potencia	Corrección del factor de potencia CosØ > 0.9		
				Capacitor	T. Nominal	Cte. Corregida
Vatios	Voltios	Amperios	CosØ	µF	Voltios	Amperios
15	220	0.315	0.3	45	250	0.105
20	220	0.360	0.35	45	250	0.140
30	220	0.370	0.48	45	250	0.197
40	220	0.430	0.5	45	250	0.239
65	220	0.670	0.5	65	250	0.372
22	220	0.40	0.35	45	250	0.15
32	220	0.45	0.37	45	250	0.185

ANEXO 4

TABLAS DE CÁLCULO DE

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

TABLA 7-1

Valores de Reactancias Subtransitorias de Generadores a la Base de las KVA Nominales; expresadas en porciento

Generador de polos saliente Con devanados de amortiguamiento	12 polos o menos 14 polos o mas	X"d= 18% X"d= 24%
Generador de polos salientes sin devanados de amortiguamiento	12 polos o menos 14 polos o mas	X"d= 25% X"d= 35%
Generado de rotor cilíndrico	625 - 9375 KVA 2 polos 12500 KVA y mayores 2 polos 12500 KVA y mayores 4 polos	 X"d= 9% X"d= 10% X"d= 14%

X"d= REACTANCIA SUBTRANSITORIA

TABLA 7-2

Valores de Impedancias de Transformadores expresadas en porciento, a la base de su potencia nominal

Trifásicos con tensión primaria de 13.8 KV o menor y tensión secundaria de 500 Volts o menor	
De 300 a 500 KVA	Z=5%
De 750 a 2500 KVA	Z= 5.5%
Transformadores monofásicos de distribución	
Potencia en KVA	**5 KVA o menos** / **5.1 a 15 KV**
3 a 5	Z = 2% / Z = 2.3%
10 a 15	Z = 2% / Z = 2.0%
25 a 50	Z = 2.5% / Z = 2.4%
75 a 167	Z = 3.3% / Z = 3.7%
250 a 500	Z = 4.7% / Z = 5.1%
Transformadores Trifásicos con voltaje secundario Mayor de 2.4 KV y Potencia mayor de 500 KVA	
VOLTAJE PRIMARIO	
11 - 23 KV	Z = 5.5 %
34.5 KV	Z = 6.0%
46 KV	Z = 6.5 %
69 KV	Z = 7.0%
Transformadores Monofásicos con voltaje secundario Mayor de 2.4 KV y Potencia mayor de 500 KVA	
VOLTAJE PRIMARIO	
2.2 a 2.5 KV	Z = 5.5 %
25.1 a 34.5 KV	Z = 6.0%
34.6 a 46.0 KV	Z = 6.5 %
46.1 a 69.0 KV	Z = 7.0%

ANEXO 5

TABLAS DE SELECCIÓN

DE EQUIPOS DE MANDO

TABLA 8 - 1

TABLA 5 – XV, TOMO V, C.N.E.

Capacidad máxima o ajuste de los dispositivos de protección contra circuitos o fallas a tierra de los circuitos derivados de motores

Tipo de Motor	Porcentaje de la Corriente a plena carga			
	Fusibles sin retardo de tiempo	Fusibles de los elementos (con retardo de tiempo)	Disyuntores tiempo instantáneo	Disyuntores de tiempo inverso
Motores monofásicos de todos los tipos, sin letra de código	300	175	700	250
Todos los motores de C.A. monofásicos, polifásicos de jaula de ardilla y sincronos (+) de arranque directo, con resistencias o reactancias:				
Sin letra de código	300	175	700	250
Letra de código F a V	300	175	700	250
Letra de código B a E	250	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150
Todos los motores de C.A. de jaula de ardilla y sincronos (+) con arranque por autotransformador:				
No mayores de 30 A, sin letra de código	250	175	700	200
Mayores de 30 A, sin letra de código	200	175	700	200
Letra de código F a V	250	175	700	200
Letra de código B a E	200	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150

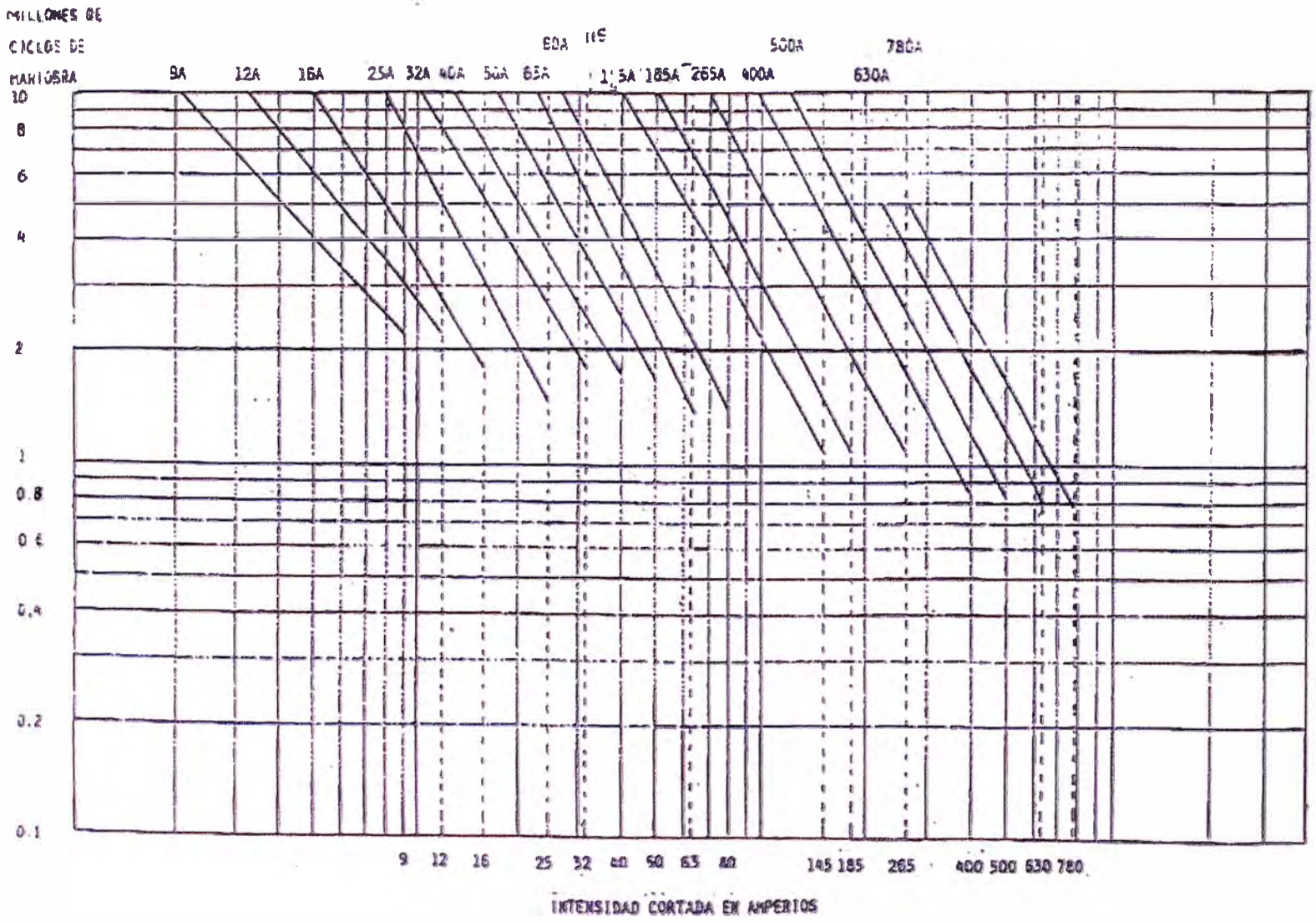
TABLA 8 – 2

SELECCIÓN DE CONTACTORES

CORRIENTE NOMINAL AC3 (55°C) (A)	TENSIÓN NOMINAL EMPLEO (V)	CORRIENTE TÉRMICA			CORRIENTE DE CIERRE		CORRIENTE DE CORTE			
		< 40°C	< 55°C	< 70°C	EFICAZ (A)	PICO (A)	< 440 V	500 V	660 V	1000 V
9	660	25	20	17	250	-	250	175	90	-
12	660	25	20	17	250	560	250	175	90	-
16	660	32	26	22	300	850	300	250	120	-
25	660	40	32	28	450	1600	450	400	180	-
32	660	50	44	35	550	1900	550	480	215	-
40	660	60	55	42	800	2160	800	800	400	-
50	660	80	70	56	900	2160	900	900	500	-
63	660	80	70	56	1000	3040	1000	1000	630	-
80	660	125	100	80	1100	3040	1100	1100	640	-
145	1000	200	180	160	1500	3200	1500	1200	1100	450
185	1000	270	240	180	1800	3500	1800	1600	1200	600
265	1000	350	300	250	2450	5000	2450	2200	1750	800
400	1000	500	430	340	4000	8000	4000	4500	3000	1120
500	1000	700	580	500	5000	10000	5000	5400	3500	2500
630	1000	1000	850	700	6300	12000	6300	5400	5000	3200
780	1000	1600	1350	1100	7100	-	7100	6100	5000	3200

TABLA 8 –3

ROBUSTEZ ELÉCTRICA CATEGORÍA AC3



PLANO