

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

GUÍA PARA EL LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR ENRIQUE ARRIAGA LÓPEZ
AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

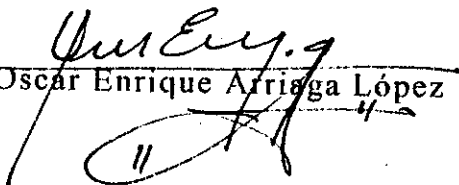
GUATEMALA, JULIO DE 1,999.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

GUÍA PARA EL LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica -Eléctrica, con fecha 29 de noviembre de 1,996 No. EIME. 361.96


Oscar Enrique Arriaga López

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2o.	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3o.	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4o.	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5o.	Br. Mauricio Grajeda Mariscal
SECRETARIO:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR:	Ing. Angel Jesús García Martínez
EXAMINADOR:	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR:	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez
SECRETARIO:	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala,
29 de Abril de 1,999

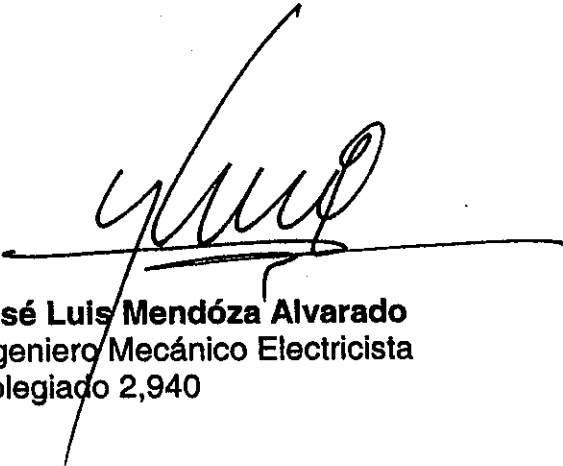
Ingeniero
José Luis Herrera Gálvez
Coordinador del Área de Electrotecnia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

Estimado Ingeniero Herrera:

Por este medio y en calidad de asesor del trabajo de Tesis de Grado titulado **"GUÍA PARA EL LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS"** elaborado por el estudiante de Ingeniería Eléctrica, Oscar Enrique Arriaga López, carnet 88-12268, le informo que le he revisado y considero que cumple con los objetivos planteados para el mismo.

En virtud de lo anterior y para los efectos consiguientes, someto a su consideración el presente con mi aprobación, haciéndonos responsables, el autor y yo, del contenido y conclusiones del mismo con el debido respeto al criterio de señor Arriaga López.

Cordialmente,



José Luis Mendóza Alvarado
Ingeniero Mecánico Electricista
Colegiado 2,940

JLMA/sadem
c. c.: archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 3 de mayo de 1,999

Señor Director
Ing. Roberto Urdiales Contreras
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Señor Director.

Me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: **Guía para el Laboratorio de Instalaciones Eléctricas**, desarrollado por el señor **Oscar Enrique Arriaga López**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Luis Herrera Gálvez
Coordinador Área Electrotecnia

JLHG/sdem.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: Guía para el Laboratorio de Instalaciones Eléctricas, del estudiante Oscar Enrique Arriaga López, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
Decano

Guatemala, Julio de 1,999.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis del estudiante Oscar Enrique Arriaga López, titulado: Guía para el Laboratorio de Instalaciones Eléctricas, procede a la autorización del mismo.

Ing. Roberto Urdiales Contreras

Director



Guatemala, 3 de junio de 1,999.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	IV
LISTA DE SIMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	X
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción a la asignatura.....	1
1.1.1 Ubicación de la asignatura en el pñsum.....	1
1.1.2 Ubicación de la asignatura en la formación del estudiante.....	1
1.1.3 Contenido específico de la asignatura.....	2
1.2 Enfoque actual del laboratorio.....	3
1.3 Enfoque propuesto.....	3
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1 Propuesta del contenido del laboratorio.....	6
2.1.1 Contenido teórico del laboratorio.....	6
2.1.1.1 Sistemas de distribución de energía.....	6
2.1.1.2 Clasificación de las instalaciones eléctricas, según su construcción o montaje..	8
2.1.1.3 Elementos de una instalación eléctrica de baja tensión.....	11
2.1.1.3.1 Conductores eléctricos.....	11
2.1.1.3.1.1 Selección del calibre del conductor.....	17
2.1.1.3.2 Canalizaciones.....	22
2.1.1.3.3 Conectores para canalizaciones...	27
2.1.1.3.4 Accesorios adicionales de conductores y canalizaciones.....	31
2.1.1.3.5 Dispositivos eléctricos domiciliarios.....	32

2.1.1.3.6	Dispositivos eléctricos industriales	33
2.1.1.3.7	Dispositivos de Protección.....	39
2.1.1.4	Acometidas	45
2.1.1.5	Simbología eléctrica domiciliar e industrial..	47
2.1.1.6	Empalmes y accesorios de uniones eléctricas	56
2.1.1.7	Diagramas de circuitos eléctricos domiciliarios.....	59
2.1.1.8	Diagramas de conexión de motores.....	63
2.1.1.9	Tierras	79
2.1.1.10	Conceptos de iluminación.....	88
2.1.1.11	Métodos de cálculo de iluminación.....	102
2.1.1.12	Potencia eléctrica	111
2.1.1.13	Eficiencia	119
2.1.1.14	Energía.....	121
2.1.1.15	Sistemas por Unidad.....	123
2.1.1.16	Diseño de instalaciones eléctricas domiciliarios.....	130
2.1.1.17	Diseño de instalaciones eléctricas industriales.....	142
2.1.1.17.1	Instalación eléctrica de motores.	149
2.1.1.17.2	Centro de control de motores (CCM).....	150
2.1.1.17.3	La Subestación eléctrica.....	153
3	PRÁCTICAS.....	159
3.1	Prácticas.....	159
3.2	Visitas técnicas.....	160
3.2	Calendarización de las prácticas.....	161
3.4	Equipo de laboratorio.....	161
3.5	Prácticas propuestas.....	163
4	PROYECTOS.....	132
4.1	Desarrollo de proyectos.....	168
4.1.1.	Proyecto 1: Instalación eléctrica residencial.....	169
4.1.2.	Proyecto 2: Instalación eléctrica industrial.....	208
4.1.3.	Proyecto 3: Diseño de iluminación interior en una oficina.....	232

4.1.4. Proyecto 4: Diseño de iluminación interior.....	238
4.1.5 Proyecto 5: Instalación eléctrica en una oficina.....	245
5 INFORMACIÓN TÉCNICA.....	257
5.1 Tablas técnicas.....	257
5.2 Información técnica de catálogos.....	271
5.3 Fórmulas.....	273
CONCLUSIONES.....	277
RECOMENDACIONES.....	278
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	279
BIBLIOGRAFÍA.....	281

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Sistemas de distribución de energía.....	7
2	Caídas de Voltaje	21
3	Tubería y accesorios.....	24
4	Canaleta y accesorios.....	25
5	Canaleta decorativa.....	26
6	Bandejas.....	26
7	Arreglo de cables en bandeja.....	27
8	"Condulets".....	28
9	Cajas de distribución.....	30
10	Instalación de tubería, con de accesorios Unistrut, rieles y abrazaderas.....	32
11	Instalación de tubería, con abrazaderas para tubería ducton.....	32
12	Accesorios eléctricos domiciliarios tipo dado.....	33
13	Curva de disparo de un interruptor termomagnético.....	44
14	Simbología eléctrica domiciliar e industrial.....	47
15	Empalmes	56
16	Conectores fijos y móviles.....	58
17	Diagramas de circuitos eléctricos.....	60
18	Diagramas de señales sonoras.....	62
19	Diagramas de conexión de motores.....	63
20	Análisis de resistencia volumétrica.....	80
21	Coefficiente de agrupamiento.....	83
22	"Condulets".....	28
23	Método de cavidad zonal.....	103
24	Iluminación exterior	110
25	Potencia activa.....	112
26	Potencia capacitiva.....	113
27	Potencia resistiva.....	113
28	Triángulo de potencia.....	116
29	Potencia trifásica delta.....	116
30	Potencia trifásica estrella.....	117

31	Eficiencia.....	119
32	Sistema de potencia.....	125
33	Sistema de potencia en por unidad.....	127
34	Caídas de tensión permisible.....	138
35	Diagrama de bloques, instalación industrial.....	142
36	Instalación típica para un motor.....	149
37	Diagrama unifilar de protección.....	153
38	Planta baja amueblada.....	191
39	Planta alta amueblada.....	192
40	Ubicación de lámparas planta baja.....	193
41	Ubicación de lámparas planta alta.....	194
42	Ubicación de tomacorrientes planta baja.....	195
43	Ubicación de tomacorrientes planta alta.....	196
44	Ubicación de teléfono y televisión planta baja.....	197
45	Ubicación de teléfono y televisión planta alta.....	198
46	Simbología y detalle de tomacorriente controlado.....	200
47	Instalación eléctrica de iluminación planta baja.....	201
48	Instalación eléctrica de iluminación planta alta.....	202
49	Instalación eléctrica de fuerza planta baja.....	203
50	Instalación eléctrica de iluminación planta alta.....	204
51	Simbología y detalle de timbre e intercomunicador.....	205
52	Instalación especiales planta baja.....	206
53	Instalación especiales planta alta.....	207
54	Diagrama unifilar.....	211
55	Detalle de un columpio.....	212
56	Centros de carga.....	228
57	Alimentación para equipos.....	230
58	Planta amueblada.....	236
59	Iluminación.....	237
60	Bosquejo del gimnasio, para alturas y distancias.....	241
61	Planta del gimnasio.....	241
62	Ubicación de luminarias y plano de cableado.....	243
63	Instalación eléctrica fuerza.....	254
64	Instalaciones especiales.....	255
65	Material de apoyo para los auxiliares de la asignatura.....	256
66	Accesorios eléctricos domiciliarios tipo dado.....	271
67	Luminarias General Electric.....	271

TABLAS

No.	Título	Página
XXVII	Conductores aislados para baja tensión.....	15
XXVIII	Factor de relleno.....	20
XXIX	Cajas de registro.....	29
XXX	Variación de la capacidad nominal de un transformador.....	157
XXXI	Planilla 1.....	172
XXXII	Planilla de tablero.....	199
XXXIII	Planillas de tableros "X".....	218
XXXIV	Planillas para cálculos eléctricos "Z".....	221
XXXV	Iluminación en luxes del gimnasio.....	242
XXXVI	Planilla de circuitos normales.....	247
XXXVII	Planilla de circuitos regulados.....	247
XXXVIII	Tablero normal.....	251
XXXIX	Tablero regulado.....	251
I-XXVI	Tablas técnicas.....	257

LISTA DE SÍMBOLOS

ω	Potencia, en vatios
R	Resistencia eléctrica del conductor, en ohmios.
ρ	Resistividad del cobre 57 ($\Omega \cdot \text{m}/\text{mm}^2$). Resistividad del aluminio 36 ($\Omega \cdot \text{m}/\text{mm}^2$).
ϕ	Flujo luminoso en lumen.
E_f	Voltaje entre fases o entre fase y neutro
C.U.	Coefficiente de utilización
E	Es el nivel de iluminación en lux
F.M.	Factor de mantenimiento. L.L.D. x L.D.D.
F_D	Factor de demanda
I	Corriente eléctrica, en amperios.
I_ϕ	Corriente a través del generador.
I_{LL}	Corriente en la línea
I_{PA}	Corriente para seleccionar la protección del alimentador.
K	Constante: 2 Sí el sistema es monofásico. $\sqrt{3}$ Sí el sistema es trifásico.
L.D.D.	Depreciación del luminario.
L.L.D.	Depreciación de lúmenes de la lámpara
P_1	Potencia instalada .
V_ϕ	Voltaje en las terminales del generador
V_{LL}	Voltaje entre línea y línea.

GLOSARIO

Arrancadores	Normalmente son del tipo magnético, con control remoto y/o local por medio de botones y elementos térmicos para protección de los motores.
Centro de control de motores (CCM)	Es esencialmente un tablero que se usa en primer término para montar las componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados.
Coefficiente de utilización (CU)	Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por una luminaria que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas de la luminaria. Por esta razón, el coeficiente de utilización lo debe proporcionar el fabricante de la luminaria, ya que éste depende de sus características físicas y de las lámparas de la misma. Debido a que existen estándares de formas para las luminarias, se tienen tablas que se pueden utilizar como aproximaciones bastante exactas.
Condulets	Las condulets son básicamente cajas de conexión y accesorios empleados en instalaciones con tubo conduit de tipo visible; se fabrican de una aleación de aluminio y otros materiales.
Curva de distribución	Es la representación gráfica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por una luminaria. Se

presenta en coordenadas polares, y los valores están dados en candelas.

- Demanda máxima** Es la máxima demanda que se tiene en una instalación o en un sistema durante un período de tiempo especificado -quince minutos- durante el mes.
- Factor de demanda** Es el cociente de la demanda máxima de un sistema y la carga instalada en el mismo.
- Flujo luminoso** Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente de iluminación en la unidad de tiempo. Su unidad es el lumen.
- Luminaria** Aparato eléctrico que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas.
- Relé diferencial** Es un elevador de protección que funciona bajo una diferencia de ángulo de fase, o de otra diferencia cuantitativa de dos corriente o de otras magnitudes eléctricas.
- Transformadores de corriente** Estos se utilizan para hacer mediciones y para instalar equipo de protección.
- Transformador de potencia** Es el elemento principal de la subestación, ya que cumple con la función de reducir el voltaje de alimentación de la compañía suministradora a los voltajes de utilización de las cargas

INTRODUCCIÓN

Instalaciones Eléctricas es una asignatura del área profesional, es decir, del área de ejercicio profesional del futuro ingeniero. Actualmente en el país, un ingeniero se puede desenvolver en un amplio campo. El Ingeniero Electricista puede ejercer en el campo de las instalaciones eléctricas; algunas de sus ocupaciones son:

- a) Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas domiciliarias, comerciales e industriales.
- b) Cálculo y presupuesto de materiales.
- c) Implementación -supervisión- de un diseño.

Por esta razón, esta asignatura debe abarcar dos aspectos: los fundamentos teóricos y la parte técnica, la cual es complementaria y muy importante.

Las conclusiones -Capítulo I- del estudio realizado indican los problemas actuales en el laboratorio de la asignatura. Además, plantean el enfoque que debe tener el Laboratorio para cumplir con las expectativas del mismo.

La base teórica -Capítulo II- es el fundamento para desarrollar las prácticas del laboratorio.

La descripción de las prácticas -Capítulo III- está realizada de tal manera que el futuro ingeniero tenga el conocimiento técnico necesario para la interpretación de planos, diagramas eléctricos, símbolos utilizados, normas mínimas de diseño, criterios para la cuantificación de proyectos, etc.

Es importante aplicar a proyectos específicos la teoría del curso; por esta razón, se desarrollan en el capítulo IV cinco proyectos completos con su respectivo juego de planos finales, memoria de cálculo y la presentación del proyecto en forma de cotización a un cliente cualquiera.

Finalmente en el capítulo V aparecen dos prontuarios de consulta, fórmulas y tablas técnicas. Éstos favorecen el desarrollo del aprendizaje, porque facilitan la consulta, para la parte teórica de la asignatura.

Cada tabla técnica tiene una cita que permite consultar la fuente de la cual fue extraída. Estas citas facilitan la consulta de otras tablas que no aparecen en el texto de este trabajo, pero que el futuro ingeniero podría necesitar.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción a la asignatura

El contenido del laboratorio debe ser básicamente técnico, porque es el complemento de la asignatura. Fundamentalmente se deben hacer prácticas en que se apliquen los conceptos teóricos del curso. Como se ha mencionado, el laboratorio es muy importante en la formación del estudiante, pues será su primer acercamiento al campo profesional.

La teoría servirá como sustentación de las prácticas, es decir, que no se hará un repaso de lo visto en clase, sino una ampliación a aquellos puntos eminentemente técnicos que no están contenidos en la asignatura. Los conceptos fundamentales de ingeniería se deben estudiar en clase y no en el laboratorio.

1.1.1 Ubicación de la asignatura en el pñsum (aparece al final del capítulo)

1.1.2 Ubicación de la asignatura en la formación del estudiante

Es un curso del área profesional, que pertenece al área de ejercicio profesional del futuro ingeniero. En la actualidad, un ingeniero se puede desenvolver en un amplio campo. En el caso del ingeniero electricista, puede ejercer en el campo de las instalaciones eléctricas; algunas de sus ocupaciones son:

- a) Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas domiciliarias, comerciales e industriales.
- b) Cálculo de presupuesto de materiales.
- c) Implementación y supervisión de un diseño.

Para desarrollar estas actividades, es importante conocer los fundamentos de las instalaciones eléctricas -teóricas y prácticas-; la interpretación de planos de un diseño; en otras palabras, interpretar la simbología eléctrica aplicada en un plano, las tendencias del diseño y utilizar, como es debido, las normas mínimas que exige la Empresa Eléctrica de Guatemala. Se debe, en fin, conocer el aspecto técnico de este campo.

1.1.3 Contenido específico de la asignatura

- a) Instalaciones eléctricas domiciliarias e industriales en baja tensión.
- b) Materiales y equipos
- c) Selección de conductores.
- d) Protección y dispositivos de protección.
- e) Análisis de capacidad interruptiva.
- f) Normas y reglamentos de instalaciones eléctricas residenciales.
- g) Elementos de diseño de instalaciones eléctricas residenciales.
- h) Iluminación.
- i) Instalaciones eléctricas para iluminación.

1.2 Enfoque actual del laboratorio

Se refiere específicamente al aspecto técnico. Se puede decir que no tiene un enfoque determinado; esta situación se pudo comprobar consultando los programas que se distribuyen semestralmente en los laboratorios, los cuales varían en función del auxiliar del Laboratorio, que esté impartiendo las prácticas. En el auxiliar, influyen factores como: la experiencia, la dinámica al impartir el laboratorio, el ciclo en que se imparta (primero o segundo) etc.

Esta situación no tiene justificación, ya que va en detrimento de la formación del estudiante.

En algunas ocasiones, el contenido del Laboratorio se desliga totalmente de la orientación de la asignatura.

Ocurre también que se repiten prácticas de otros laboratorios, por ejemplo; laboratorios de Máquinas Eléctricas y Relevación Industrial-.

1.3 Enfoque propuesto

El enfoque del Laboratorio debe sujetarse a un concienzudo análisis de las prioridades actuales del ingeniero electricista y al contenido del programa vigente.

También debe profundizar en el aspecto técnico, con prácticas adecuadas, que se plantean en el Capítulo II y se desarrollan en el Capítulo V.

El laboratorio debe desarrollar, esto es, soluciones que hayan sido dadas a problemas de la vida real, para lo cual se pueden revisar las prácticas del capítulo V.

En resumen, el enfoque debe ser un acercamiento del estudiante a la vida profesional del ingeniero, orientado al cálculo, diseño, supervisión, implementación, etc. de las instalaciones eléctricas.

PÉNSUM DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

1er. Semestre	2do. Semestre	3er. Semestre	4to. Semestre	5to. Semestre	6to. Semestre	7mo. Semestre	8 vo. Semestre	9no. Semestre	10mo. Semestre
Social Humanística 1 Prácticas Primarias	Social Humanística 2 Prácticas Primarias	Introd. a las Prácticas de Ingeniería 1	Introd. a las Prácticas de Ingeniería 2						
Técnica Complementaria 1								Análisis de Sistemas de Potencia 1	
Matemática Básica 1 Química 1	Matemática Básica 2 Química 1	Matemática Intermedia 1	Matemática Intermedia 2 Matemática Intermedia 3 Física 2	Matemática Aplicada 1 Matemática Aplicada 2 Física 3	Matemática Aplicada 5	Mecánica Analítica	Mecánica de Fluidos	Termodinámica 1	
	Física Básica	Física 1		Tecnología Eléctrica Circuitos Eléctricos 1	Física 4 Electrónica Analógica 1 Circuitos Eléctricos 2 Teoría Electromagnética	Electrónica Analógica 2 Líneas de Transmisión		Electrónica Digital 1	Administración de Empresas 1
						Conversión de Energía Electromecánica 1 Instrumentación Eléctrica	Conversión de Energía Electromecánica 2		
							Sistemas de Control 1 Máquinas Eléctricas		Subestaciones Instalaciones Eléctricas
			Estadística 1		Programación de Computadoras 1		Programación de Computadoras 2	Relevación Industrial	

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Propuesta del contenido del laboratorio

El contenido del laboratorio debe ser básicamente técnico, pues es el complemento de la asignatura. Se deben hacer prácticas donde se apliquen los conceptos teóricos del curso. El laboratorio es muy importante en la formación del estudiante, porque será el primer acercamiento al campo profesional para muchos de ellos.

2.1.1 Contenido teórico del Laboratorio

Este contenido sirve como sustentación de las prácticas, no se hará un repaso de lo visto en clase, sino será una ampliación a aquellos puntos eminentemente técnicos que no están contenidos en la asignatura. Los conceptos fundamentales de ingeniería se deben estudiar en clase y no en el laboratorio,

2.1.1.1 Sistemas de distribución de energía

a) Sistema monofásico de 2 hilos

Este sistema, de 2 hilos 120V, generalmente se emplea para alimentar cargas pequeñas (por ejemplo: 3.75 kW), y es utilizado preferentemente en residencias pequeñas.

b) Sistema monofásico de 3 hilos

Este sistema, de 3 hilos 120/240 V, normalmente se emplea cuando las cargas no sobrepasan los 12.75 kW.

c) Sistema trifásico de 3 hilos

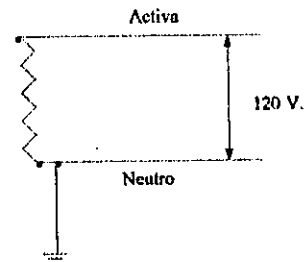
El sistema trifásico de tres hilos se utiliza generalmente para alimentar cargas trifásicas que operen con tensiones 240/480V; este suele ser el caso de la mayoría de motores eléctricos.

d) Sistema trifásico de 4 hilos

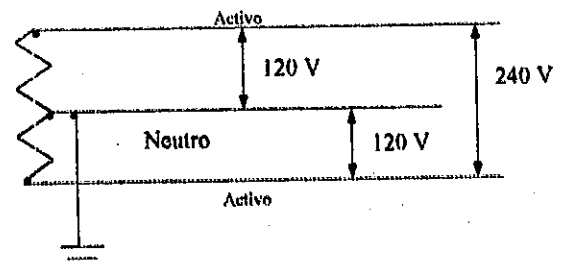
Este sistema presenta una operación más flexible de cargas, ya que se pueden conectar tanto cargas trifásicas, como cargas monofásicas. Debido a esta característica, éste es un sistema bastante utilizado en la industria.

Figura 1. Sistemas de distribución de energía

Sistema monofásico de dos hilos 120 V.

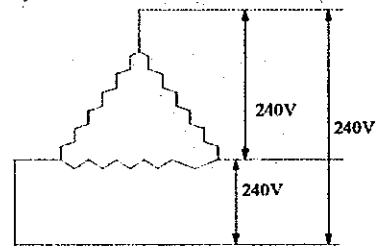


Sistema monofásico de tres hilos 120/240 V.



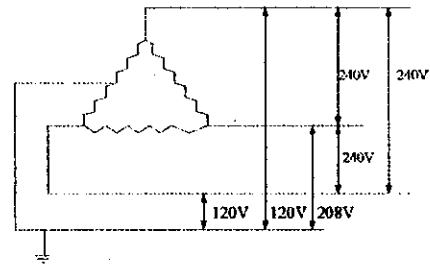
Conexión Delta

Sistema trifásico, 3 hilos 240V.



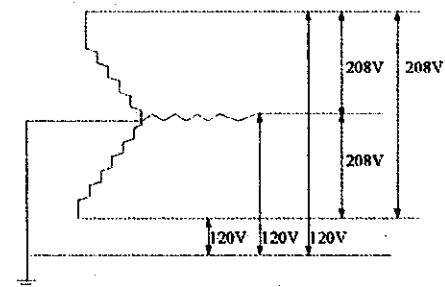
Conexión Delta Abierta

Sistema trifásico, 4 hilos 120/240V



Conexión Estrella

Sistema trifásico, 4 hilos 120/208 V.



2.1.1.2 Clasificación de las instalaciones eléctricas, según su construcción o montaje

a) Expuesta

Los conductores están a la vista, sobre la pared; estas instalaciones suelen hacerse de forma adicional en las casa u oficinas, con cable paralelo y en los talleres, con conductores rígidos. En los talleres, se tiene la ventaja de modificar el diseño básico con gran facilidad, según lo requieran las necesidades.

La gran desventaja de este sistema, y por eso nunca se recomiendan como instalaciones definitivas, es que los conductores quedan expuestos a daños mecánicos que van desde el deterioro acelerado del forro del conductor, hasta un corto circuito en la instalación.

b) Entubada expuesta

Esta instalación se efectúa por varias razones:

1 Cuando ya se ha terminado un edificio, suele hacerse esta instalación, porque ya no se puede empotrar la canalización, debido al alto costo que tendría un trabajo de tal naturaleza.

2 En bodegas y talleres donde no se tienen paredes o cielos falsos, que permitan ocultar la canalización.

Estas instalaciones deben hacerse con tubo conduit (véase sección 2.1.1.3.2), que presta una gran protección mecánica.

En algunos casos, se requieren tubos, canalizaciones o accesorios de uso especial, contra explosiones o en lugares donde se trabaja en ambientes que podrían dañar los accesorios eléctricos (interruptores, tomacorrientes, cables...), como podrían ser polvos muy finos, sales, ambiente muy húmedo, sustancias químicas, etc.

Cuando se den estas circunstancias, debe consultarse el Manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de la Empresa Eléctrica, y de ser necesario el NEC.

c) Entubada empotrada

Esta es la más segura de todas, la más presentable, porque tanto el cableado como el entubado quedan cubiertas por el acabado final de las paredes.

Tienen como única desventaja su costo. El costo aumenta por los materiales y trabajo extra en su instalación.

El empotrado se puede realizar en los muros o paredes, en la losa, si se tiene, o debajo del piso; este último es el caso de la instalación del sistema de fuerza principalmente.

d) En canalizaciones especiales

En este caso, se dan dos tipos: en la industria y en oficinas, o lugares donde la presentación final es muy importante.

En la industria se suele utilizar canalización metálica; la seguridad que brinda esta canalización es lo más importante.

El otro tipo de canalizaciones son las de presentación. Éstas, aparte de la protección mecánica que brinda para los conductores, tienen como un factor muy importante adaptarse a la decoración del lugar donde se instalan.

2.1.1.3. Elementos de una instalación eléctrica de baja tensión

Se entiende como instalación eléctrica el conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica para que sea utilizada en las máquinas y aparatos receptores para su utilización final debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Ser segura contra accidentes
- b. Eficiente y económica
- c. Accesible y de fácil mantenimiento
- d. Cumplir con los requisitos que exijan las normas del país

Intervienen como elementos principales para conducir, proteger y controlar la energía eléctrica los siguientes dispositivos:

- a. Conductores eléctricos
- b. Dispositivos de protección
- c. Canalizaciones eléctricas
- d. Conectores para las canalizaciones
- e. Accesorios adicionales

2.1.1.3.1. Conductores eléctricos

En cualquier instalación eléctrica se requiere de que los elementos de conducción eléctrica tengan buena conductividad y cumplan con otros requisitos, en cuanto a sus propiedades eléctricas y mecánicas,

considerando desde luego el aspecto económico. Por esta razón, la mayor parte de los conductores empleados en instalaciones eléctricas están hechos de cobre (Cu) o aluminio (Al), que son comercialmente los metales con mayor conductividad y con un costo lo suficientemente bajo como para que resulten económicos, ya que existen otros metales de mejor conductividad como, por ejemplo, la plata y el platino, cuyo costo es elevado, y resulta antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

El aluminio es aproximadamente un 16% menos conductor que el cobre pero, al ser mucho más liviano que éste, resulta un poco más económico, si se hacen estudios comparativos, ya que a igualdad de peso se tienen hasta cuatro veces más conductor que el cobre.

Por lo general, los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido o como cables, según la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares (barras) para altas corrientes.

Los conductores se identifican por un número llamado comúnmente calibre, normalmente se usa el sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge); el más grueso es el número 4/0 (léase cuatro ceros), se sigue en orden descendente el área transversal del conductor, veáse la lista siguiente:

4/0, 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20,
que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas.

Para conductores con un área mayor del 4/0, se hace una designación que está en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada Circular Mil

Un Circular Mil es el diámetro de un conductor expresado en Mils (0.001 pulg.) elevado al cuadrado, por ejemplo: un conductor de calibre 3/0 AWG, tiene un diámetro de 410 Mils y una sección transversal de $410^2 = 168,100$ CM, que corresponde al valor de la Tabla 23.

Como la unidad Circular Mil es muy pequeña, se suele hablar de miles de Circular Mil, por ejemplo, un conductor de 250 MCM es aquel que tiene un sección transversal de 250,000 CM.

A excepción de los conductores eléctricos usados en líneas aéreas y redes de distribución, los conductores empleados en las instalaciones eléctricas están aislados.

Cada tipo de conductor tiene propiedades específicas que lo diferencian de otros, pero en general en la selección de un conductor deben considerarse los agentes que los afectan durante su operación, y que se pueden agrupar como:

- a. Agentes mecánicos
- b. Agentes químicos
- c. Agentes eléctricos

a. Agentes mecánicos

La mayor parte de los ataques mecánicos que sufre un conductor se deben a agentes externos como el desempaque, manejo e instalación, que pueden afectar las características del conductor; estos daños pueden producir fallas de operación, por lo que es necesario prevenir el deterioro por agentes externos, usando las técnicas adecuadas de manejo de materiales e inserción de conductores en canalizaciones.

b. Agentes químicos

Un conductor se ve sujeto a ataques por agentes químicos que pueden ser diversos, que dependen de los contaminantes encontrados en el lugar de la instalación.

Estos agentes químicos contaminantes se pueden identificar en cuatro tipos generales que son:

- Agua o humedad
- Hidrocarburos
- Acidos
- Alcalis

Por lo general, no es posible eliminar en su totalidad los contaminantes de una instalación eléctrica, lo que hace necesario el uso de conductores eléctricos que los resistan.

Las fallas, por agentes químicos en los conductores, se manifiestan como una disminución en el espesor del aislamiento, grietas con trazos de sulfatación en el aislamiento o por oxidación en el conductor; caso

típico es el que se manifiesta como un desprendimiento en forma de escamas.

Se puede considerar como conductor de baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar de 0 a 2,000 Voltios.

Los conductores forrados se clasifican, según las propiedades del aislamiento. En la tabla siguiente, se indican algunas propiedades.

TABLA XXVII (3,26). La pareja entre paréntecis indica la Referencia bibliográfica y el No. de página.

Conductores aislados para baja tensión.					
NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MÁX. °C	MATERIAL AISIANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACIÓN
Hule resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule resistente al calor	RIIH	90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Hule látex resistente al calor.	RUH	75	90 % hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos.
Hule látex, resistente a la humedad.	RUW	60	90 % hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama.	Ninguna.	Locales secos.
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon.	TIHIN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama.	Nylon	Locales secos.

Termoplástico resistente a la humedad y al calor.	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor.	THW	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	Ninguna	Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Limitado a un circuito abierto de 1000 V o menos.
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon.	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasolina.
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon.	THWN	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	Nylon	Locales secos y húmedos.
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro).	DF	75	Termoplástico, resistente a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	
Termoplástico resistente a la humedad y a la corrosión (cable plano bipolar o tripolar).	NMC	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama.	No metálica, resistente a la humedad, a los hongos, a la corrosión y retardador de la flama.	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad, para alumbrado Industrial	NMCASP	60	Termoplástico, resistente a la humedad y retardador de la flama.	No metálica, resistente a la humedad y retardadora de la flama.	Alumbrado Industrial

c. Agentes eléctricos

Desde el punto de vista eléctrico, la habilidad de los conductores de baja tensión se mide por la rigidez dieléctrica del aislamiento, que es la que determina las condiciones de operación, que mantiene la diferencia de potencial requerida dentro de los límites de seguridad, y permite soportar sobrecargas transitorias e impulsos provocados por corto circuito.

Normalmente la rigidez dieléctrica se expresa en kV/mm, y depende si en la prueba se emplea elevación rápida de tensión o impulso

varía su valor. Por lo general la habilidad eléctrica de los aislamientos para conductores en baja tensión, es mucho mayor que la necesaria para trabajar a niveles de tensión del orden de 600 V, que es la tensión máxima a que están especificados, por esta razón los conductores empleados en instalaciones eléctricas de baja tensión difícilmente fallan por causas meramente eléctricas; en la mayoría de los casos, fallan por fenómenos térmicos provocados por sobrecargas sostenidas o deficiencias en los sistemas de protección en caso de corto circuito.

Con los datos sobre las propiedades mecánicas, químicas y eléctricas de los aislamientos para conductores eléctricos de baja tensión, el proyectista ya dispone de la información básica para la selección del tipo de aislamiento de los conductores que se emplearán en una obra determinada.

2.1.1.3.1.1 Selección de calibre del conductor para instalaciones de baja tensión

La selección adecuada de un conductor, que llevará una corriente a un dispositivo específico, se hace tomando en consideración dos factores:

- 1 La capacidad de conducción de corriente (ampacidad)
- 2 La caída de voltaje

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis, pero se toman simultáneamente en la selección de un conductor, como sea posible que los resultados en la selección de un conductor difieran

considerando estos factores; se debe tomar como bueno el que resulte de mayor sección, ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de voltaje y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente.

1 Cálculo de conductores por ampacidad

La capacidad de conducción de un conductor se encuentra limitada por los siguientes factores:

- a Conductividad del metal conductor
- b Capacidad térmica del aislamiento

Se han elaborado tablas que dan la resistencia eléctrica de los conductores de cobre, factor que es muy importante para determinar las pérdidas de potencia eléctrica al paso de la corriente, según la fórmula.

$$p = RI^2$$

- donde:
- p** Potencia en Watts
 - R** Resistencia eléctrica en ohmios
 - I** Corriente eléctrica en amperios

Esta potencia por un período de tiempo determinado es energía que se disipa en forma de calor.

Por otra parte, se sabe que la resistencia eléctrica de los conductores varía por la temperatura, y los datos de resistencia normalmente están dados para una temperatura de 60°C.

En el caso de las instalaciones eléctricas de baja tensión, normalmente en la canalización se encuentran alojados varios conductores; considerese como ejemplo, un tubo conduit; en este caso, el calor generado tiende a disiparse en el medio envolvente: el aislamiento del conductor, el aislamiento de los conductores vecinos, el aire que está contenido en el tubo y el tubo mismo. El calor generado en el caso de sobrecargas permanentes destruirá los aislamientos mucho antes de que el material conductor llegue a su temperatura de fusión, debido a que la capacidad térmica del aislamiento es mucho menor que la del conductor, por lo que es muy importante limitar la temperatura de trabajo de los conductores, hasta el punto en que el calor que se genera no llegue a la temperatura de fusión de los aislamientos, por lo cual siempre se debe trabajar al conductor debajo de la temperatura de fusión del aislamiento.

Para fines prácticos, se va un poco más abajo, y no se permite trabajar al conductor con temperaturas que exceden a las de restablecimiento del conductor con un régimen de trabajo permanente.

Para efectos de diseño, los conductores deben dimensionarse para el 80% de su ampacidad nominal. (NEC 100-A); por ejemplo, para una corriente de diseño de 92 A, se divide entre 0.80 y se tienen 115 A, que al buscar en la Tabla I, bajo condiciones de aislamiento de 75°C, corresponde a un conductor calibre 2 AWG.

El número de conductores dentro de un tubo está restringido a un arreglo físico de los conductores de acuerdo con la sección del tubo, y la manipulación durante su instalación; además se debe considerar también

la cantidad de aire necesario para que se mantengan a temperaturas adecuadas en base a un buen enfriamiento.

Estas condiciones se consiguen de acuerdo con la relación entre las secciones del tubo y de los conductores.

$$F = a/A$$

donde:

F Factor de relleno

a área transversal total de los conductores, incluido el aislamiento

A área transversal interior del tubo

Tabla XXVIII. Factor de relleno

Factor de Relleno	Número de conductores en la tubería
53%	para un conductor.
31%	para dos conductores.
43%	para tres conductores.
40%	para cuatro o más conductores.

2 Cálculo de conductores por caída de tensión.

No basta calcular los conductores por el criterio de corriente, es necesario, seleccionar el calibre de un conductor de acuerdo con la corriente que circulará por él. También se debe calcular la caída de voltaje a lo largo del conductor, la cual no debe exceder los valores de la figura.

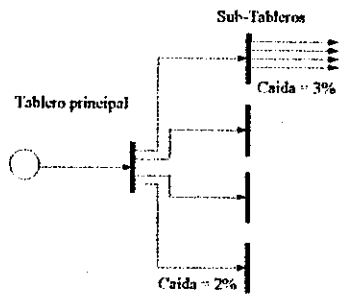


Figura 2. Caídas de Voltaje.

Las caídas de tensión se deben calcular, y para eso se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \frac{K \times l \times I}{\sigma \times \% \times E_f}$$

- donde:
- S Sección transversal del conductor, en mm².
 - K Constante: 2 Si el sistema es monofásico.
 √3 Si el sistema es trifásico.
 - l Longitud del conductor, en metros.
 - I Corriente eléctrica, en amperios.
 - σ Conductividad del cobre 57 (m/Ω*mm²).
 Conductividad del aluminio 36 (m/Ω*mm²).
 - % Caída de tensión aceptable (2%, 3%, 4% ó 5%).
 - E_f Voltaje entre fases o entre fase y neutro.

E_f es el Voltaje entre fases cuando el sistema analizado es trifásico (208V, 240V, 480V...), si el sistema es monofásico (120V) será entre línea y neutro o entre líneas (240V). Véase 2.1.1.1.

Con el valor obtenido de S, se localiza el calibre correspondiente a esta sección transversal del conductor en la Tabla XXIII.

2.1.1.3.2 Canalizaciones

Se entenderá por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera que éstos queden protegidos en lo posible contra deterioro mecánico, contaminación y a su vez protejan a la instalación contra incendios por los arcos que se pueden presentar durante un cortocircuito.

Los medios de canalización más comúnmente usados en las instalaciones eléctricas son los siguientes:

- a). Tubos
- b). Canaletas
- c). Charolas

a) Tubos

Existe en el mercado una gran variedad de tubería, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

Tubo conduit galvanizado

Este tipo puede ser utilizado en las peores condiciones ambientales y mecánicas y se puede roscar.

Tubo ducton de pared gruesa

Esta es una tubería similar a la anterior, no se puede utilizar bajo intemperie y se puede roscar. Esta tubería se conoce en el mercado local como conduit negro.

Tubo ducton de pared delgada

Este tubo, como su nombre lo indica, es de pared metálica delgada y no se puede roscar, sino únicamente utilizar con accesorios atornillados.

Tubo de aluminio

Esta tubería se usa en lugares muy expuestos al agua. Se recomienda que los accesorios sean del mismo material.

Tubo flexible

Se le conoce comúnmente como BX o LT. Se utiliza especialmente para lugares donde se tiene mucha vibración, por ejemplo, en la conexión de motores, plantas eléctricas, cualquier máquina con excesiva vibración o donde la maquinaria se cambie de lugar con frecuencia.

La tubería LT (Liquid Tight) se puede utilizar a la intemperie, y en lugares donde exista la posibilidad de derrames de sustancias como aceites combustibles o ácidos porque tiene un recubrimiento de PVC.

Tubo de plástico flexible

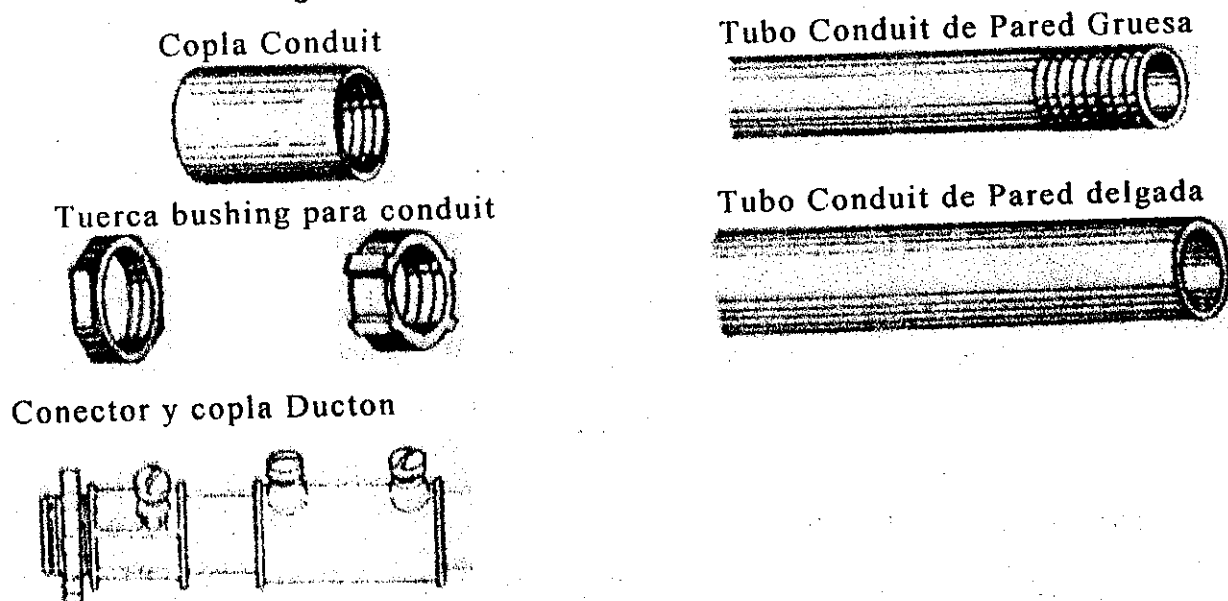
Se utiliza en el cableado de paneles de tipo industrial o en el cableado de lámparas.

Tubo PVC eléctrico

Se diferencia del tubo PVC para agua, en el grosor de sus paredes, porque éste no debe soportar presión interna, como el de PVC para agua. Su utilización se ha incrementado bastante, tanto por la facilidad que brinda para trabajar, como por su bajo costo. Se utiliza en instalaciones subterráneas y en acometidas primarias, siempre y cuando, en ambos casos, se encuentren cubiertos por una capa de fundición de concreto, como complemento mecánico.

El artículo 347 del NEC establece el uso de ductos no metálicos conocidos como ENT (en inglés, Electrical Nonmetallic Tubing), que tienen todos los accesorios necesarios para su uso. Su aplicación principal es para atmósferas húmedas y medios con vapores químicos.

Figura 3 (2,123). Tubería y accesorios.



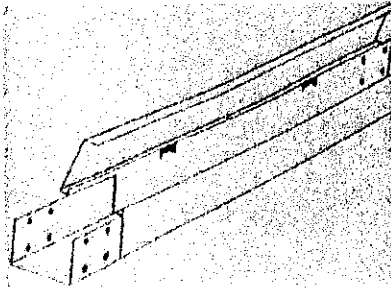
b) Canaletas

Son los canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapadera; se usan sólo en instalaciones visibles y no se pueden empotrar en paredes o losas de concreto.

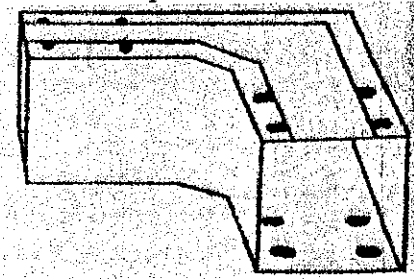
Se puede utilizar un 20% del área transversal de ellas.

Figura 4. (4,7). Canaleta y accesorios

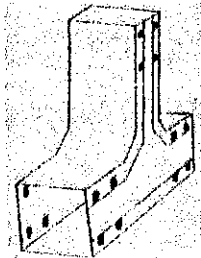
Canaleta metálica cuadrada



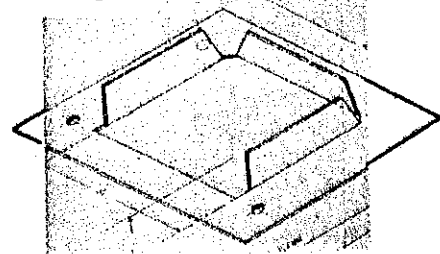
Codo para canaleta



Tee para canaleta cuadrada



Brida para canaleta cuadrada



Cruz horizontal para canaleta

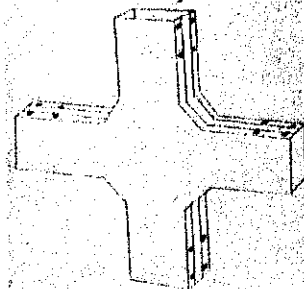
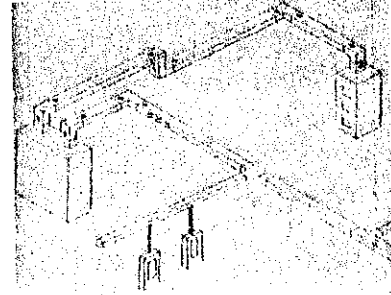
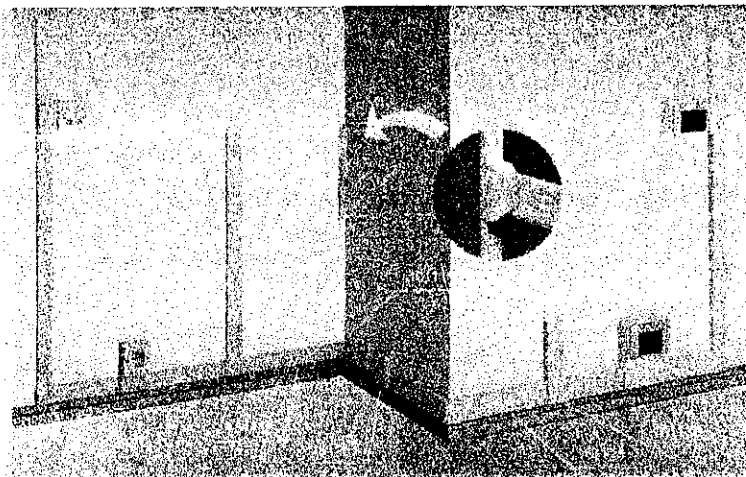


Figura Distribución con canaleta.



La canaleta decorativa es una opción para utilizar como ducto en lugares donde ya se tienen hechos los acabados finales y no es posible empotrar la canalización.

Figura 5. (6,9) Canaleta decorativa.



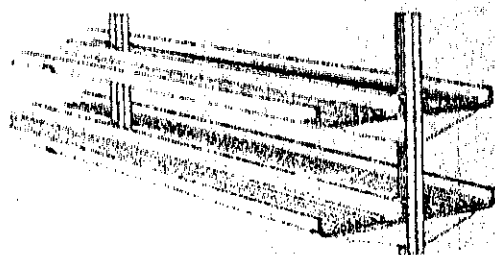
c) Bandejas

Las bandejas tienen las aplicaciones de los ductos y uso está limitado por las condiciones de lugares en que se hace la instalación.

Es muy utilizada para canalización de conductores de grueso calibre, con la ventaja de que los conductores se pueden ordenar con gran facilidad.

Figura 6. (2,65) Bandejas.

Bandejas para cables



Bandeja y accesorio tipo Escalera



Figura 7. (2,65). Arreglo de cables en bandeja



2.1.1.3.3 Conectores para canalizaciones

Se entenderá aquí como conectores a aquellos elementos que sirven para interconectar las canalizaciones eléctricas entre sí, o con los elementos que contienen los dispositivos de control, protección o salidas para receptores.

Estos conectores son de dos tipos:

- 1 Condulets
- 2 Cajas de conexión

1 Condulets

Las condulets son básicamente cajas de conexión y accesorios empleados en instalaciones con tubo conduit de tipo visible; se fabrican de una aleación de aluminio y otros materiales.

Se fabrican de tres tipos principalmente.

- a). Uso ordinario
- b). A prueba de polvo y vapor
- c). A prueba de explosión

Figura 8. (2,65). "Condulets"

Condulet C



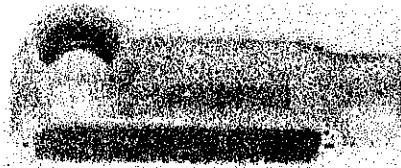
Condulet E



Condulet LB (L Back)



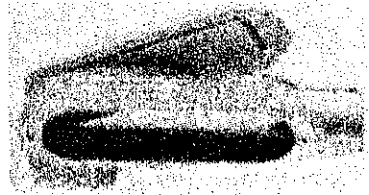
Condulet LL (L Left)



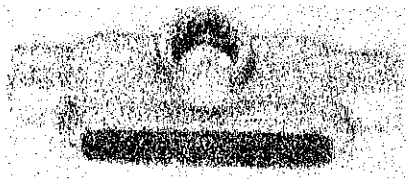
Condulet LR (L Right)



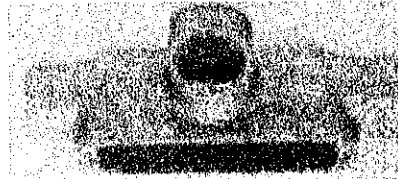
Condulet LRL



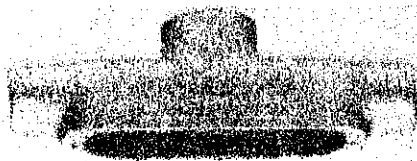
Condulet T



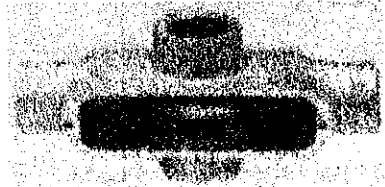
Condulet TA



Condulet TB



Condulet X



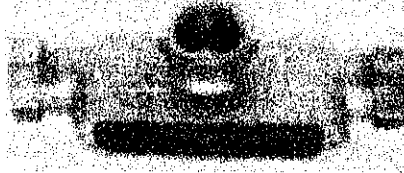
Condulet LB para utilizarlo con tubo conduit sin rosca.



Condulet LRL para utilizarlo con tubo conduit sin rosca.



Condulet T para utilizarlo con tubo conduit sin rosca



Cajas de conexión

El montaje de accesorios eléctricos en instalaciones de alumbrado o de fuerza, se realiza normalmente en cajas. Se fabrican en los siguientes tipos:

Tabla XXIX. Cajas de registro.

TIPO DE CAJA	CONSTRUCCIÓN	TAMAÑO DE CAJA	TAMAÑO DE AGUJEROS
Cuadrada		2" x 4" x 4" 2" x 6" x 6"	1/2" 3/4" 1/2" a 3/4"
Rectangular	Liviana Pesada		1/2" 3/4" 1/2" a 3/4" 3/4" a 1"
Octogonal	Liviana Pesada	3-1/4" 4"	1/2" 3/4" 1/2" a 3/4" 3/4" a 1"

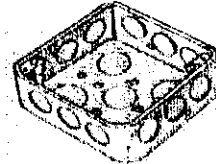
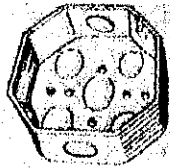
Registro	Pesada		
		4" x 6" x 6"	
		4" x 6" x 8"	
		4" x 8" x 8"	
		4" x 8" x 12"	
		4" x 12" x 12"	
		4" x 12" x 18"	
		6" x 8" x 12"	
		6" x 12" x 12"	
		6" x 18" x 24"	
		6" x 24" x 24"	

Las perforaciones de estas cajas están troqueladas parcialmente, de tal forma que sólo se abren las necesarias con un pequeño golpe, y los se dejan cerradas, si no se van a usar.

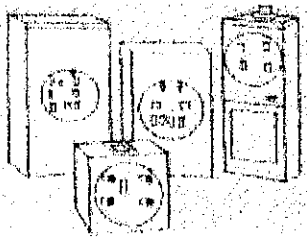
Figura 9. (4,7) Cajas de distribución.

Caja de conexión tipo octogonal

Caja de conexión tipo cuadrada



Cajas para conexión de contadores



2.1.1.3.4 Accesorios adicionales de conductores y canalizaciones

Estos accesorios no son parte de los accesorios de canalizaciones, y tampoco accesorios eléctricos; estos son:

a) Abrazaderas

Entre las cuales están las abrazaderas para tubo ducton, para tubo conduit, para canalizaciones de tipo pesado, como las de tubería conduit o de hierro galvanizado.

b) Accesorios Unistrut

Estos accesorios son utilizados para instalaciones industriales y aquellas donde se utilice equipo pesado, como tableros de distribución o tableros principales.

c) Elementos de fijación

Por ejemplo, tarugos de tipo liviano y pesado, clavos para fijar cajas, abrazaderas, incluso para suspender luminarias; estos clavos, en la actualidad, se fabrican para todo tipo de estructuras: concreto, hierro, madera, etc.

d) Varillas Roscadas

Con este nombre se conoce en el medio a los pernos corridos que se utilizan en la soportería de las bandejas o canaletas, suelen fabricarse en longitudes de 1 y 3 mts; se pueden hacer pedidos especiales para longitudes de 6 mts. máximo, con diámetros desde 1/4 de pulgada.

Figura 10. (2,65) Instalación de tubería, con de accesorios Unistrut, rieles y abrazaderas.

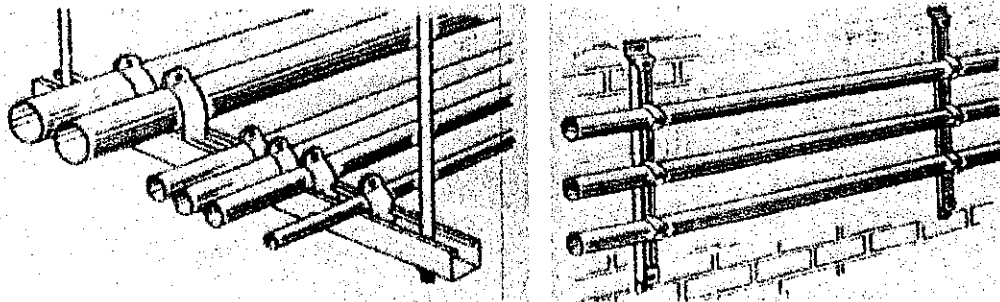
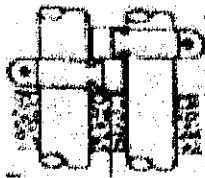


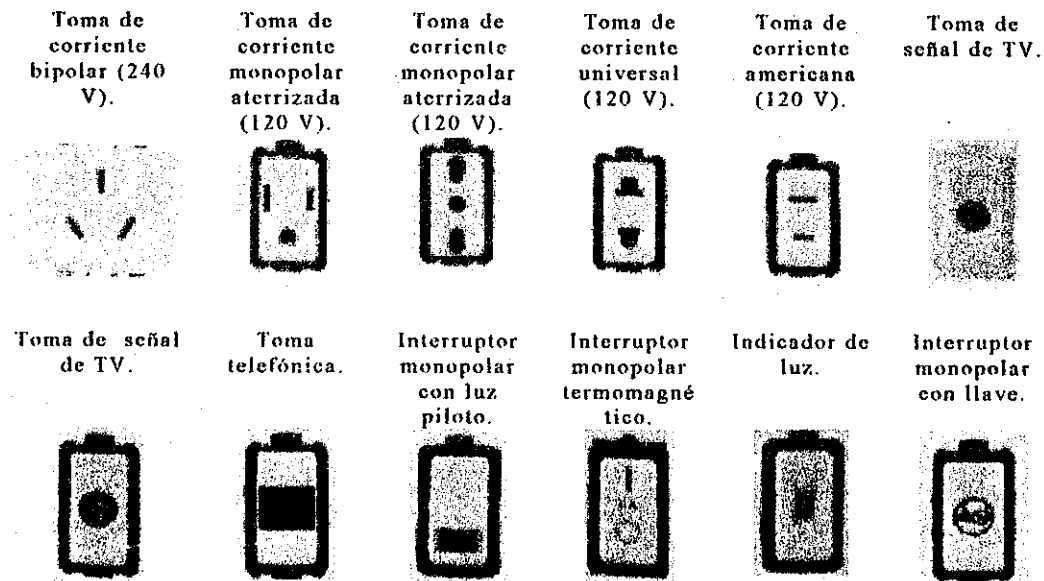
Figura 11. (2,65) Instalación de tubería, con abrazaderas para tubería ducton



2.1.1.3.5 Dispositivos eléctricos domiciliarios

Estos dispositivos son los que se utilizan en la manipulación directa de la electricidad; se pueden mencionar, por ejemplo: interruptores monopolares, interruptores bipolares, tomas de corriente monofásicas de un hilo (120V) o de dos hilos (240V), pulsadores para señales sonoras, espigas para los accesorios de cocina o lámparas de mesas,...

Figura 12. (6,9). Accesorios eléctricos domiciliarios tipo dado



Se suele usar la expresión Tomacorriente en lugar de la expresión toma de corriente.

2.1.1.3.6 Dispositivos eléctricos industriales

Hay una gran variedad de dispositivos que pueden llamarse industriales; esta clasificación se basa en el uso especializado que se le da a cada equipo: Equipo de gran potencia como pueden ser los motores eléctricos, equipos de uso en línea, como los que trabajan en sistemas de procesos, equipo de medición, equipo de control.

Centros de carga

Se conoce por centro de carga al conjunto de elementos de protección y medición agrupados en un gabinete o tablero, desde donde se controla la distribución de energía eléctrica de una instalación, tanto

residencial como industrial. Se le llama así porque el centro de distribución debe estar ubicado, o al menos, cercano al centro de carga de la instalación. A continuación, se describirán los diferentes arreglos para tableros de distribución o centros de carga.

Tableros de circuitos derivados

El tablero eléctrico es un gabinete metálico con un circuito de alimentación mediante barras que contienen los elementos necesarios para la distribución de energía eléctrica a varios circuitos derivados.

El centro de carga compacto o tablero de marco metálico se selecciona, tomando en cuenta las siguientes características:

- Tipo de servicio (monofásico o trifásico)
- Si se desea o no interruptor principal (El interruptor principal tiene la función de proteger las barras del tablero, permite aislar completamente las barras y por tanto los ramales del mismo)
- Capacidad de las barras (En la sección 2.1.1.14 y 15 se encuentra el método para dimensionarlas)
- Cantidad de polos. Se tiene como un máximo de 14 polos por fase, o sea 42 polos por tablero (en tableros trifásicos)
- La capacidad del ramal mayor determina los tipos de interruptores.
- Si se utilizará neutro sólido o neutro aislado, es decir, si el neutro está unido eléctricamente al conductor de tierra o no, respectivamente

- Tipo de alimentación superior o inferior, según el tipo de acometida que se tenga.
- El tipo de caja (sellada o no), que depende del ambiente de la zona donde se encontrará instalado

Tableros generales

Estos normalmente van colocados en subestaciones o cuartos destinados exclusivamente a la colocación de centros de carga y medición. Su alimentación se realiza directamente del secundario del transformador mediante barras o conductores, generalmente son autoportados, (Se llama así a los tableros diseñados para instalar en piso, las otras opciones son para sobreponer en pared y para empotrar en pared) y para su operación y mantenimiento se requiere de espacio para la circulación de personal de mantenimiento por la parte posterior. Generalmente son construidos, según especificaciones del cliente; para su diseño, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Holguras adecuadas entre las barras o partes vivas del tablero y las tapaderas del mismo.
- Adecuada sección transversal de las barras para poder conducir la corriente demandada por la carga.
- Soportes y aisladores lo suficientemente robustos para soportar corrientes de corto circuito.
- Suficiente rigidez mecánica de la estructura del gabinete.

Tableros múltiples de contadores

Los tableros múltiples de contadores se utilizan, cuando por razones de construcción del inmueble, se tienen varios locales como los centros comerciales, edificios de oficinas o apartamentos, multifamiliares, y se requiere que cada uno tenga su medición propia.

Estos tableros se encuentran desde 6 hasta 60 espacios para soportar contadores, ya sea monofásicos o trifásicos. Generalmente los tableros múltiples se encuentran contruidos bajo pedido, pero todos deben tener las siguientes características constructivas:

- a) Deben ser autoportados, es decir, para montaje sobre piso
- b) Siempre se colocan en el interior del inmueble.
- c) Deben ser modulares, esto es que cada espacio para contador tenga su tapadera y espacio para precinto propio.
- d) Debe tener un interruptor general.
- e) Cada salida de contador tiene su interruptor automático de protección.
- f) En las barras de entrada al tablero debe existir un espacio para un medidor demandómetro (Este es un dispositivo de medición de energía, que registra durante un período de tiempo determinado el pico de energía consumida (15 minutos podría ser ese período). Si el valor pico se mantiene durante ese tiempo, el medidor lo guarda en su memoria y toma como base de la demanda ese valor. Esto quiere decir que cuando el lector autorizado realice la revisión del demandómetro tomará como lectura el mayor valor de demanda (kW) que tenga el en memoria. Este

valor es multado por la empresa eléctrica, según las tablas preestablecidas para estos casos.

g) La alimentación del interruptor principal a cada uno de los contadores que constituyen el tablero debe efectuarse mediante barras conductoras sólidas.

h) El múltiple de contadores pueden ser monofásico o trifásico.

i) Al instalarse, debe quedar sólidamente aterrizado. Esta característica se refiere a la conexión del panel al sistema de tierras, este sistema de tierras tiene una baja impedancia y evita daños, por altos voltajes a personas y equipo en general.

Descripción de las aplicaciones NEMA para gabinetes

NEMA 1

Servicio interior, condiciones atmosféricas normales.

NEMA 2

Servicio interior, ofrece protección contra goteo de líquidos corrosivos, las entradas de conduit requieren de conectores especiales.

NEMA 3

Servicio exterior, protección contra aire húmedo y polvo, resistente a la corrosión.

NEMA 3R

Servicio exterior a prueba de lluvia, resistente a la corrosión, y requiere de conectores especiales.

NEMA 4

Servicio exterior, contra salpicaduras de agua y chorro directo, construcción de lámina metálica o gabinete fundido, soportes exteriores de montaje.

NEMA 5

Servicio interior, protección hermética contra polvo.

NEMA 7

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas por gases explosivos, gabinete fundido atornillable o roscado, requiere de conectores especiales, y dé soporte exterior de montaje.

NEMA 9

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas evita la entrada de polvos explosivos.

NEMA 12

Servicio interior, protección contra polvos, pelusas, fibras, goteo, salpicaduras, insectos, aceite, líquidos refrigerantes, requiere de conectores de sello, soportes exteriores.

2.1.1.3.7 Dispositivos de protección

En todas las instalaciones eléctricas en forma invariable, tanto los equipos como los conductores eléctricos, tienen un límite térmico dado principalmente por la naturaleza y tipo de materiales aislantes. Como se sabe, la corriente eléctrica produce las llamadas pérdidas por efecto Joule (RI^2), que se manifiestan en forma de calor; el conductor se calienta y por eso las normas técnicas para instalaciones eléctricas, y el reglamento para obras e instalaciones eléctricas, limitan la cantidad de corriente permisible en un conductor (ampacidad), a un valor en el que el calor se pueda disipar.

El calentamiento excesivo, como resultado de una corriente excesiva, hace que el aislamiento del conductor se degrade rápidamente, lo que conduce a una falla del aislamiento y al subsecuente corto circuito de línea a tierra o de línea a línea; también el calentamiento excesivo puede producir fuego e incendios, cuando se encuentra cerca de material inflamable.

Por otra parte, las corrientes de cortocircuito pueden llegar a tener tal magnitud, que puedan producir explosiones en los tableros y grandes daños en el equipo, con riesgo frecuente para el personal. Estos daños se pueden prevenir con una adecuada protección contra sobrecorrientes y cortos circuitos.

Los fusibles e interruptores son los dispositivos que se usan normalmente para proteger las instalaciones y equipo contra

sobrecorrientes, y contra corto circuito; operan básicamente abriendo los circuitos en los que están conectados, antes de que los valores de corriente excedan la corriente permisible en los conductores.

Los dispositivos de protección y control en las instalaciones deben satisfacer las normas y recomendaciones dadas para las instalaciones y diseño de los circuitos, que en términos generales son las siguientes:

- a) Se debe proveer de circuitos separados para alumbrado general, para tomacorrientes y aplicaciones especiales.
- b) Los circuitos con más de una salida no deben tener una carga continua máxima de diseño, que exceda al 50% de la capacidad de conducción de los conductores.
- c) Los ramales deben ser individuales por cada circuito, respetando los valores máximos de carga.
- d) El menor calibre para alumbrado y fuerza debe ser AWG No. 12.

Para cumplir con las disposiciones anteriores, se debe contar con los siguientes elementos.

1 Interruptor en caja de lámina

También conocidos como interruptores de seguridad, constan de navajas con puerta y palanca exterior para la operación, y con fusibles integrados.

2 Tableros de distribución

Estos tableros consisten en dos o más interruptores de navaja con palanca o con interruptores termomagnéticos. Estos interruptores se instalan cerca de los centros de carga, en lugares accesibles donde la apariencia del tablero no perjudique la decoración y resulte práctico.

3 Fusibles

Los fusibles son elementos de protección que constan de un alambre o cinta de una aleación de plomo y estaño con un bajo punto de fusión, que se funde cuando se excede el límite de corriente para el cual fue diseñado, e interrumpir el circuito.

Según su fabricación, los hay de dos tipos:

a) Fusibles de tapón

Que se usan en instalaciones domiciliarias, por sus bajas capacidades de corte, de 10 a 30 A.

b) Fusibles tipo cartucho

Que a su vez pueden ser tipo casquillo para capacidades de 3 a 60 A., y tipo navaja para capacidades de 75 a 600 A; estos fusibles son renovables, porque si se funde el elemento fusible, puede ser reemplazado.

Los fusibles se pueden clasificar por sus características de operación en:

a) Fusibles de uso general

Son utilizados para la protección de alimentadores principales, centros de carga de alumbrado, calefactores y otras cargas que no sean motores, centros de carga residenciales, transformadores de control

b) Fusibles de disparo retardado

Son fusibles limitadores de corriente, para soportar el arranque de motores; están diseñados para soportar sobrecorrientes por intervalos de tiempo cortos, por lo que permiten el arranque de motores repetidas veces sin fundirse.

Son utilizados para la protección de motores, transformadores, cargas inductivas en general, alimentadores de centros de control de motores. Estos fusibles se seleccionan aproximadamente a un 125% de la corriente a plena carga del motor.

c) Fusibles de disparo rápido

Son recomendados para la protección de capacitores, interruptores termomagnéticos, centros de carga, conductores de barras sólidas, cuando la corriente de corto circuito es muy alta, protección de tarjetas electrónicas o campo en motores de corriente directa.

d) Fusibles para semiconductores

Son fusibles de disparo super-rápido; se utilizan en serie con los tiristores para proporcionar la máxima protección. La curva de operación de estos fusibles es casi vertical. Generalmente funden con pequeñas sobrecargas.

e) Fusibles para máquinas soldadoras

Su aplicación es muy especial, ya que provee protección a fallas en máquinas soldadoras o cargas similares en las cuales el trabajo sea por impulso, pero a capacidad nominal. Poseen gran capacidad térmica, y casi no se ven afectados por la temperatura ambiente o tiempo prolongado de uso en máquinas soldadoras. Estos fusibles únicamente daran protección contra corto-circuitos y no así contra sobrecargas.

En general, los fusibles tienen una gran desventaja. En circuitos trifásicos, puede darse el caso de que sólo se funda uno de los tres fusibles con el consiguiente problema de dejar a la máquina -motor- trabajando solamente con dos fases; esta situación podría dañar severamente al equipo eléctrico.

4 Interruptores Termomagnéticos

Estos interruptores están diseñados para abrir el circuito en forma automática, cuando ocurre una sobrecarga, accionados por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético.

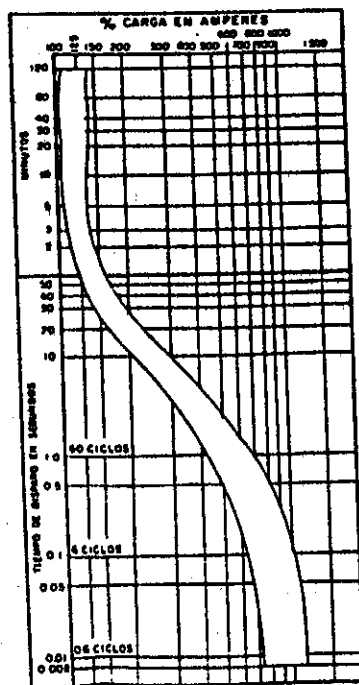
5 Interruptores termomagnéticos instantáneos

Este tipo de interruptores es uno de los dos tipos que se usan normalmente en las instalaciones eléctricas, son activados por las corrientes de sobrecarga o de corto circuito, y se usan normalmente para proteger las alimentaciones de motores; la protección contra sobrecarga del motor es el elemento térmico en el relevador, que se considera por separado.

6 Interruptores termomagnéticos de tiempo inverso

Un interruptor termomagnético de tiempo inverso es el tipo equivalente al fusible de tiempo retardado, tiene un elemento magnético que responde en forma instantánea a las corrientes de corto circuito severas o a valores excesivos de sobrecarga en el arranque; el elemento térmico proporciona protección para los circuitos derivados (a excepción de los circuitos derivados para motores grandes) cuando se presentan sobrecargas, esta protección la realiza por medio de dispositivos térmicamente activados, como ocurre con los elementos bimetálicos.

Figura 13 (7549). Curva de disparo de un interruptor termomagnético.



2.1.1.4 Acometidas

La acometida es la alimentación principal de un centro de carga o un tablero de distribución. Se le llama así también a la alimentación de energía eléctrica que la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. o el INDE brindan a los consumidores particulares.

Las acometidas eléctricas deben cumplir con los requisitos mínimos de las normas internacionales, y cuyos requisitos se describen en el manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de la E.E. de G., S.A.

Los trámites más comunes a realizar son:

- Solicitud para acometidas residenciales.
- Solicitud para acometidas comerciales.
- Solicitud para acometidas industriales.
- Estudio para extensión de líneas.¹
- Corte de precinto²

Tipos de acometidas: Se clasifican de la siguiente forma, según su carga.

¹ Este trámite se realiza cuando se desea un cambio en una acometida existente o cuando se necesita un cambio de capacidad de la carga actual para un usuario.

² Existen dos clases de precintos. El precinto color rojo indica que la instalación funciona con normalidad y que tiene la autorización de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. Para hacer trabajos eléctricos, con la autorización de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., y el pago respectivo, un electricista autorizado o un Ingeniero colegiado lo pueden quitar.

El precinto color negro indica que el servicio eléctrico ha sido suspendido y que no se puede realizar ningún trabajo eléctrico en esta acometida hasta que la Empresa Eléctrica lo cambie por uno de color rojo.

- a. **Acometida Residencial.**
 - **Monofásica 120/240V hasta 62.5A, f.p. = 0.85.**
 - **Monofásica 120/240V entre 62.5 y 200A, f.p. = 0.85.**

- b. **Acometida Residencial Subterráneo.**
 - **Monofásica 120/240V hasta 62.5A, f.p. = 0.85.**
 - **Monofásica 120/240V entre 62.5 y 200A, f.p. = 0.85.**

- c. **Acometida de: Apartamentos, Edificios, Centros Comerciales y Construcciones Similares.**

- d. **Acometidas Industriales.**

- e. **Acometidas Especiales.**

2.1.1.5 Simbología eléctrica domiciliar e industrial

DIN: Deutsche Industrie Normen.

BS: British Standar.

ANSI: American National Standars Institute.

IEC International Electrotechnical Commission.

Figura 14 (9,226). Simbología eléctrica domiciliar e industrial

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Corriente continua		=	=	=
Corriente alterna		=	=	=
Corriente continua o alterna		=	=	=
Corriente alterna monofásica, por ej., 16 ² / ₃ Hz	1 ~ 16 ² / ₃ Hz	=	1 PHASE-2 WIRE-** 16 ² / ₃ CYCLE	= ó 1 ~ 16 ² / ₃ c/s
Corriente trifásica	3 ~ 50 Hz 380 V	=	3 PHASE-3 WIRE-** 50 CYCLE-380 V	=
Corriente trifásica, con neutro	3/N ~ 50 Hz 380 V	-	3 PHASE-4 WIRE-** 50 CYCLE-380 V	3N ~ 50 Hz 380 V ó 3N ~ 50 c/s 380 V
Corriente trifásica, con neutro con función de protección	3/PEN ~ 50 Hz 380 V	-	3 PHASE-4 WIRE-** 50 CYCLE-380 V (with neutral)	3PEN ~ 50 Hz 380 V
Corriente trifásica, con neutro y conductor de protección separados	3/N/PE ~ 50 Hz 380 V	-	3 PHASE-5 WIRE-** 50 CYCLE-380 V (with neutral and protection earth)	3NPE ~ 50 Hz 380 V
Corriente continua con dos conductores	2-220 V	-	2 WIRE DC, 220 V**	=
Corriente continua con dos conductores y neutro	2/M-220 V*	-	3 WIRE DC, 220 V**	2M-110 V*

= Símbolo y denominaciones coinciden con los de DIN

- Ningún detalle

* Según DIN 40 108, 40 705, 42 400, IEC (CEI) 445

** Los símbolos normalizados no han sido establecidos

Símbolos normalizados para conductores y empalmes de conductores, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI)
(ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Conductor, representación general		=	=	=
Conductor de protección (PE) o conductor neutro con función de protección (PEN)				
Neutro (N)		=	=	=
Conductor con indicación del número de conductores		=	=	=
Empalme de conductores		=		
Punto de empalme, representación general, especialmente para empalmes para empalmes (uniones) que no son para soltar durante el servicio	•	=	=	=
Empalme separable	○	=	-	=
Bornera Bornes en fila		-	=	=

- Símbolo coincide con el de DIN
- Ningún detalle
- Solamente para utilización en casos especiales

Símbolos normalizados de componentes de circuitos, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Resistencia				
Resistencia con tomas		=	=	=
Devanado, inductividad				
Idem. con tomas				

Condensador, capacitor				
Idem. con tomas		-	-	=
Tierra		=	=	=
Masa				
Variabilidad, regulable durante el servicio		= = =	= = =	= = =
Variable bajo influencia de una magnitud física		- =	= =	= =

= Símbolo coincide con el de DIN
 - Ningún detalle

Símbolos normalizados de aparatos de maniobra, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Contacto normalmente abierto (NA) (contacto de cierre)				
Contacto normalmente cerrado (NC) (contacto de apertura)				
Contacto de conmutación				
Contacto de conmutación, sin interrupción				

<p>Contactos de acción retardada</p> <p>Contacto normalmente abierto, cierra retardado</p>			<p>TC = </p> <p>TDC = </p>	
<p>Contacto normalmente cerrado, abre retardado</p>			<p>TC = </p> <p>TDO = </p>	
<p>Contacto normalmente abierto, abre retardado</p>			<p>TC = </p> <p>TDO = </p>	
<p>Contacto normalmente cerrado, cierra retardado</p>			<p>TC = </p> <p>TDC = </p>	

= Símbolo coincide con el de DIN
 - Ningún detalle

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
<p>Contactor con relé contra sobrecargas</p>				
<p>Interruptor tripolar con disparo libre, con disparadores contra sobrecargas y disparadores sin retardo</p>				
<p>Seccionador de potencia</p>			-	
<p>Interruptor de potencia</p>				

Seccionador bajo carga, tripolar			-	
Seccionador tripolar, con fusibles				=
Seccionador tripolar				

= Símbolo coincide con el de DIN
 - Ningún detalle

Fusible			=		=
Cuchilla seccionadora			-		
Dispositivo de enchufe				-	
Accionamiento manual, representación general		=	=	=	
Accionamiento de pie					
Accionamiento de levas			=		
Accionamiento de émbolo				=	
Accionamiento motriz		=	-	=	
Accionamiento por motor		=		=	

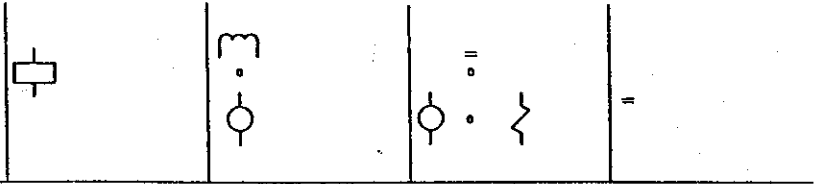
Bloqueo en una dirección		=	Indicación mediante nota	=
Bloqueo en ambas direcciones			Indicación mediante nota	
Encastre		-	Caracterizado por una nota	=

= Símbolo coincide con el de DIN
 - Ningún detalle

Símbolos normalizados de aparatos de maniobra, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Accionamiento retardado hacia la derecha		-		=
Acoplamiento mecánico acoplado		=		=
desacoplado		=		=
Pulsador con contacto NA, con accionamiento manual, representación general		-	-	=
Pulsador con contacto NA, con accionamiento manual oprimiendo		-	-	=
Selector con contacto NA, con accionamiento manual		-	-	=
Pulsador bipolar, con accionamiento manual, para tres posiciones de maniobra, posición básica en O, representación general		-	-	=
Selector bipolar, con accionamiento manual, para tres posiciones de maniobra, posición básica en O, representación general		-	-	=

Sistema de tracción con reposición automática al cesar la fuerza de accionamiento, para contactores y similares



- = Símbolo coincide con el de DIN
- Ningún detalle

Símbolos normalizados de aparatos de maniobra, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Relé con dos devanados que actúan en el mismo sentido				
Relé o disparador que mide, con indicación de la magnitud medida, por ej., mínima tensión		-		-
Retardos para sistemas de tracción electromecánicos				
Sistema de tracción con retardo magnético en la desconexión				
en la conexión				
en la desconexión y en la conexión				-
Sistema de tracción de un relé polarizado				

Sistema de tracción
de un relé de
remanencia



-




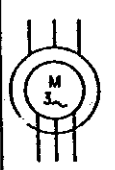
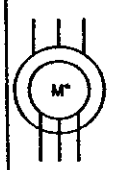
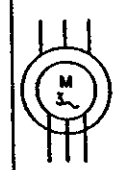

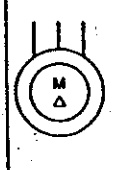
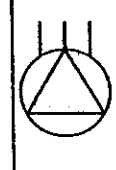
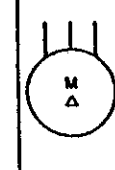

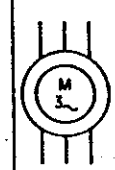
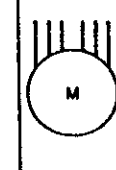
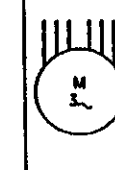
= Símbolo coincide con el de DIN
- Ningún detalle

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Diodo				
Diodo de limitación				

Símbolos normalizados de transformadores, bobinas de reactancia y transformadores para fines de medición, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Transformador con dos devanados separados		=	=	=
Autotransformador		=	=	=
Bobina de reactancia		=	=	=
Transformador de intensidad				
Transformador de tensión				

Símbolos normalizados para máquinas, según DIN, BS, ANSI e IEC (CEI) (ejemplos)

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CEI)
Motor trifásico de anillos rozantes				
Motor trifásico con rotor de jaula				
Motor trifásico con rotor de jaula, con los seis extremos del devanado a bornes				

• M 6 MOT

2.1.1.6 Empalmes y accesorios de uniones eléctricas

El empalme es la unión de dos o más conductores. Este se puede realizar de tres formas básicas:

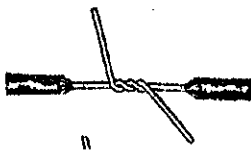
- a. Cuando los conductores son de un calibre pequeño que es el caso de las instalaciones domiciliarias.
- b. Cuando las conexiones o uniones se realizan en lugares donde se tiene un gran número de empalmes, por ejemplo, dentro de la maquinaria industrial. En este caso, se suelen usar conectores especiales.
- c. El tercer caso es cuando los conductores son de un calibre grande (conductores gruesos). En estos casos se pueden hacer con conectores especiales.

En las siguientes figuras, se dan algunos ejemplos de los tipos de empalmes que se suelen hacer en las instalaciones eléctricas de baja tensión.

Para instalaciones domiciliarias, con conductores rígidos, y conductores rígidos con flexibles.

Figura 15 (sin fuente). Empalmes

Primera fase para el empalme de prolongación con cable rígido.



Empalme de prolongación con conductores rígidos.



Prolongación de cables gruesos rígidos.

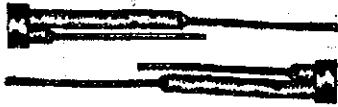


Empalme de derivación.

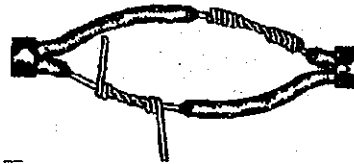
Este se suele hacer para la derivación de conductores de las líneas principales a un interruptor, a una lámpara; en general, para derivar un circuito secundario.



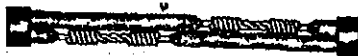
Preparación para hacer un empalme de prolongación con cable paralelo.



Primera fase para el empalme de prolongación con cable paralelo.

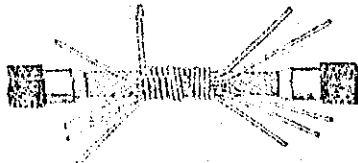


Empalme de prolongación con cable paralelo.



Prolongación con cable. Primera fase.

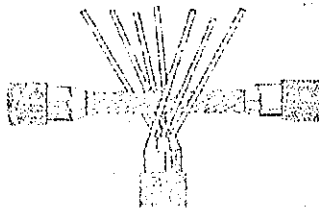
Prolongación con cable. Segunda fase.



Prolongación con cable Tercera y última fase.



Derivación con cable. Primera fase.



Derivación con cable. Última fase.

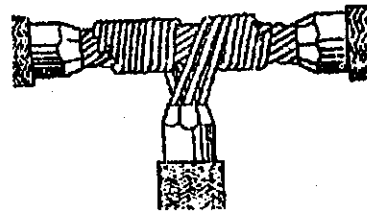
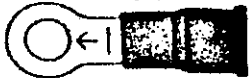
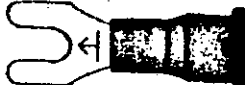






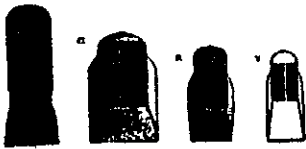
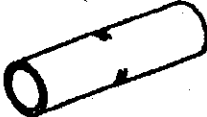

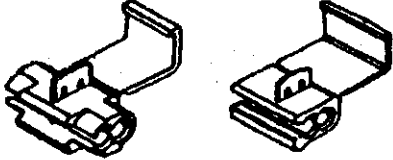
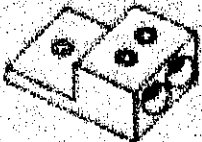
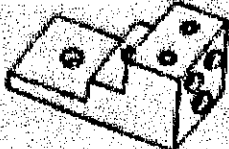
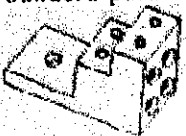


Figura 16 (Folleto 3M). Conectores fijos y móviles

<p>Terminal de ojal redondo.</p> 	<p>Terminal de horquilla.</p> 
<p>Terminal de horquilla de auto-trabado.</p> 	<p>Terminal de ojal ovalado.</p> 
<p>Terminal hembra.</p> 	<p>Terminal hembra totalmente aislado.</p> 
<p>Terminal macho totalmente aislado.</p> 	<p>Uniones tubulares.</p> 
<p>Conectores de resorte "Scotchlok"</p> 	<p>Conector tubular (de cobre o aluminio)</p> 
<p>Terminal de entallar (de cobre o aluminio).</p> 	<p>Conectores tipo carterita.</p> 
<p>Terminal tipo bandera para 2 conductores.</p> 	<p>Conector tipo bandera para 3 conductores.</p> 
<p>Terminal tipo bandera para 4 conductores.</p> 	

2.1.1.7 Diagramas de circuitos eléctricos domiciliarios

A continuación, aparecen los diagramas eléctricos más usados en las instalaciones domiciliarias. Se presentan en dos columnas: la primera es una representación didáctica del circuito, y la segunda es la representación del mismo circuito con la simbología utilizada en los planos eléctricos reales.

El primero de los diagramas (circuito simple) está dibujado con notas aclaratorias por razones didácticas para una mejor comprensión. Los demás diagramas ya no tienen las notas para simplificar el diagrama.












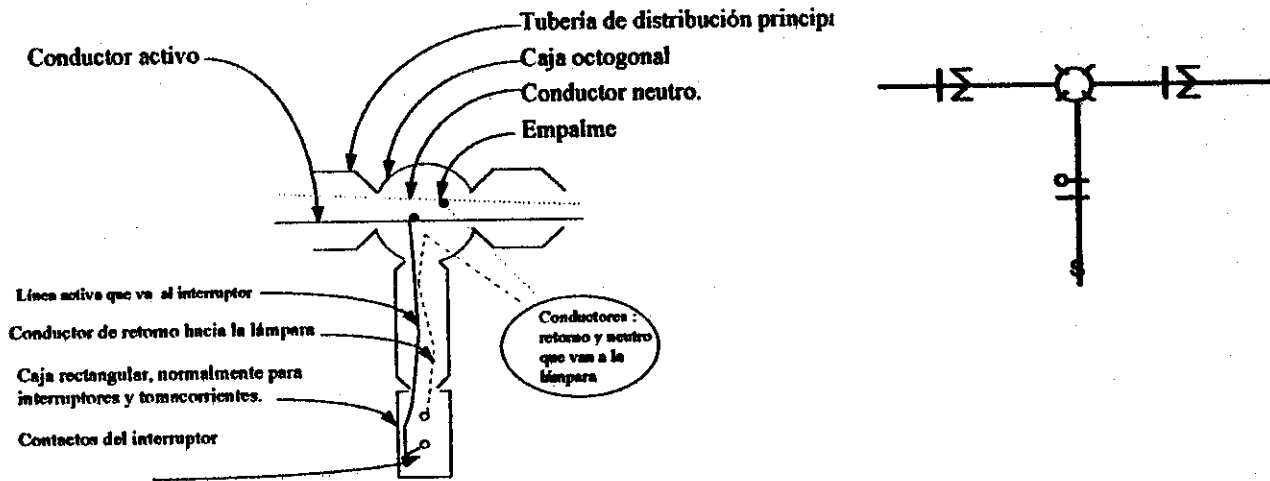
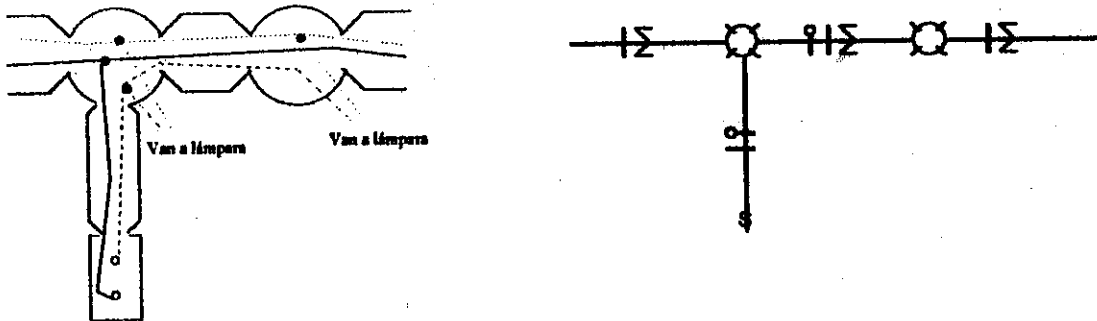
Simbología	
<p>----- Conductor de retomo</p> <p>..... Conductor neutro</p> <p>———— Conductor activo</p> <p>○ Contacto del interruptor</p> <p>● Empalme fijo</p>	<p> Luminaria</p> <p> Caja de distribución</p> <p> Conductor activo</p> <p> Conductor neutro</p> <p> Puentes</p> <p> Conductor de tierra</p> <p> Conductor de retorno</p> <p> Tomacorrientes</p> <p> Interruptor simple</p> <p> Interruptor de 3 vías</p> <p> Interruptor de 4 vías</p>

Figura 17. (sin fuente). Diagramas de circuitos eléctricos.

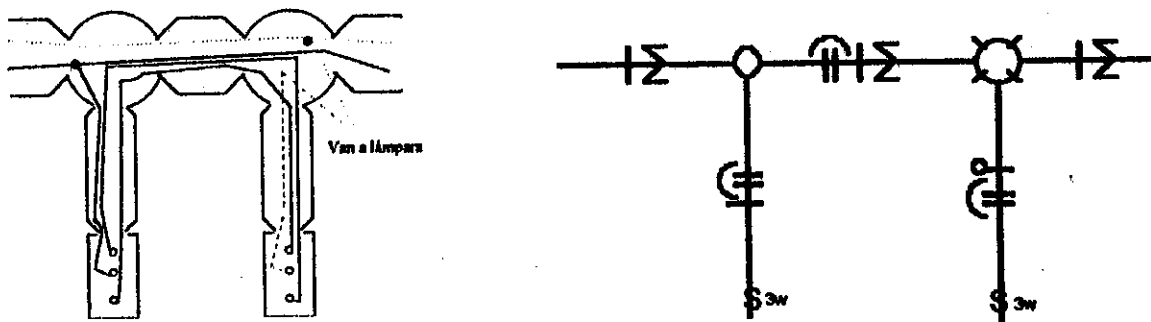
Circuito simple



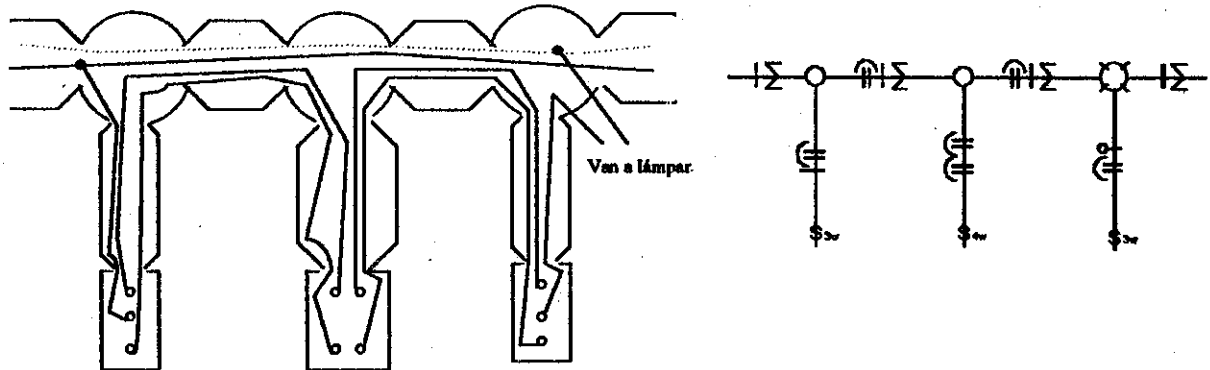
Circuito paralelo



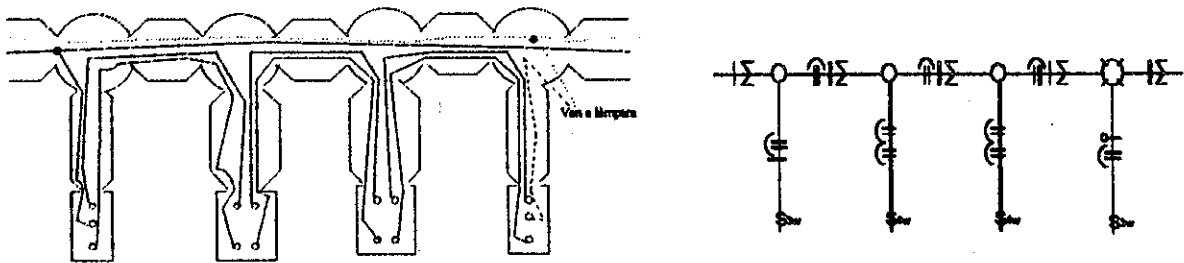
Circuito de 3 vías



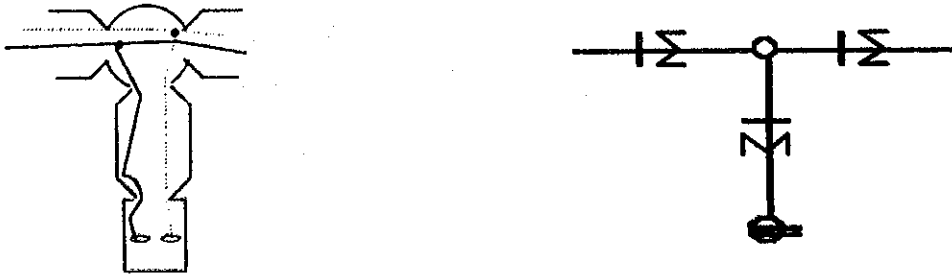
Circuito de 4 vías



Circuito de 4 vías con 4 llamadas



Tomacorriente



Circuito mixto

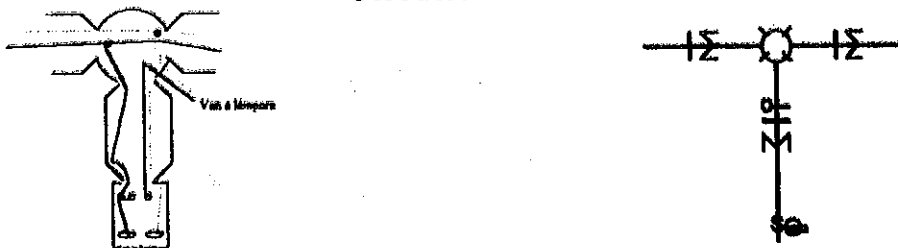
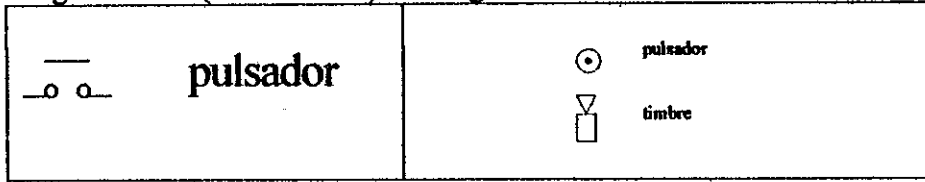
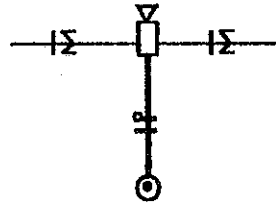
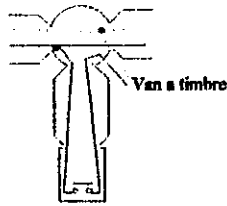


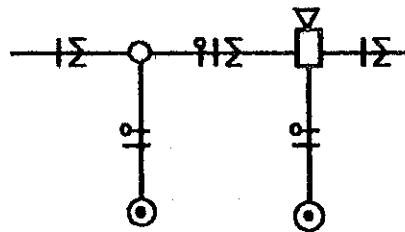
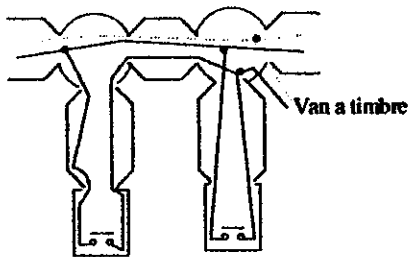
Figura 18. (sin fuente). Diagramas de señales sonoras.



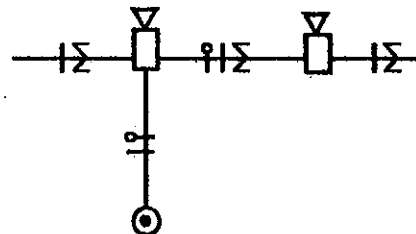
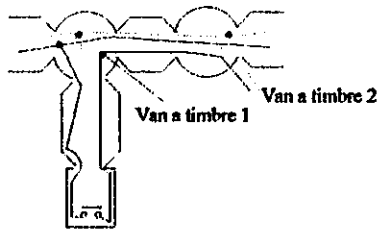
Timbre con una llamada



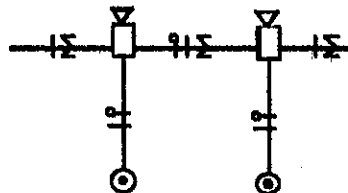
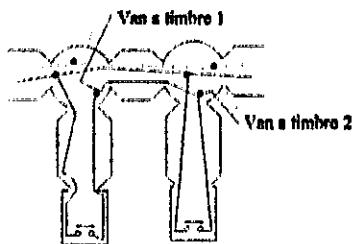
Timbre con dos o más llamadas



Una llamada para dos o más timbres

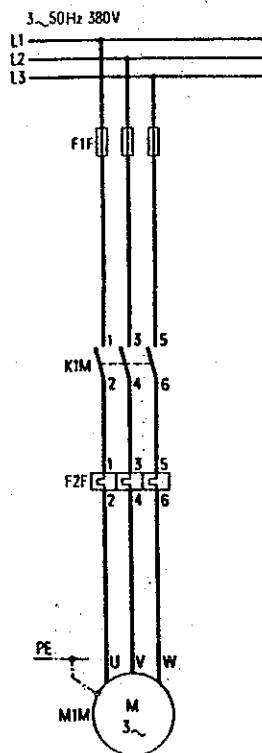


Dos llamadas o más, para dos o más timbres

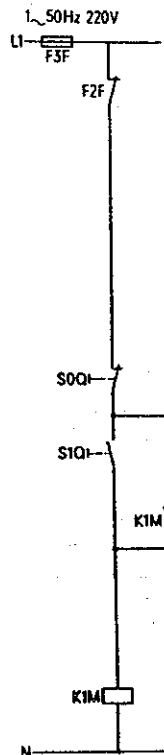


2.1.1.8 Diagramas de conexión de motores

Figura 19. (9,245).

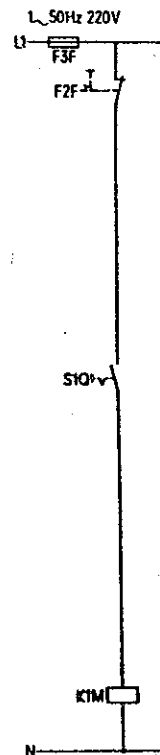


a) Circuito principal



b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

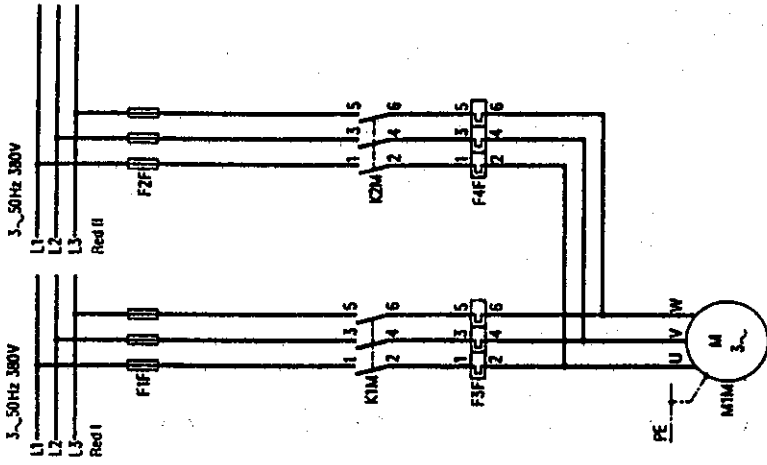
Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1 NA
 Pulsador SOQ: 1 NC
 Pulsador SIQ: 1 NA



b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

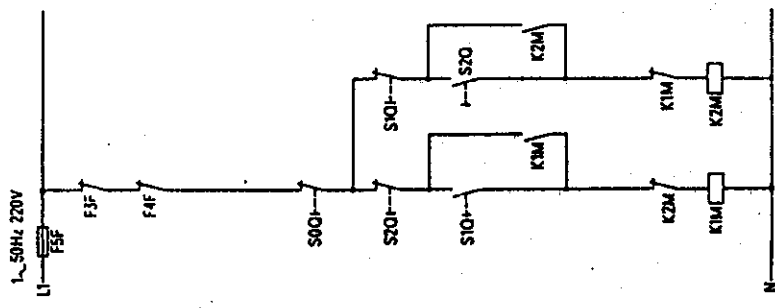
Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Interruptor de mando SIQ: 1 NA

Diagramas para la conexión y desconexión directa de motores trifásicos



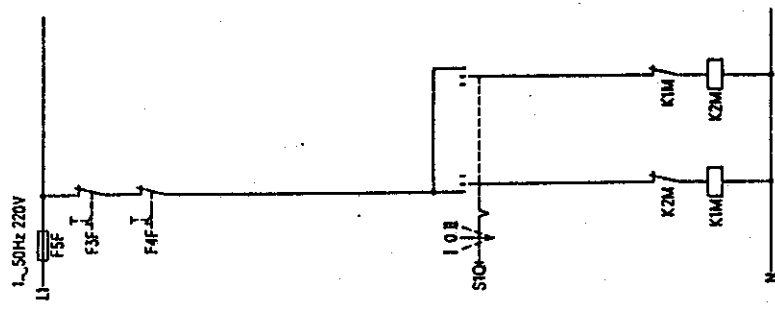
a) Circuito principal

Diagramas de conexión para conmutar la alimentación de motores trifásicos



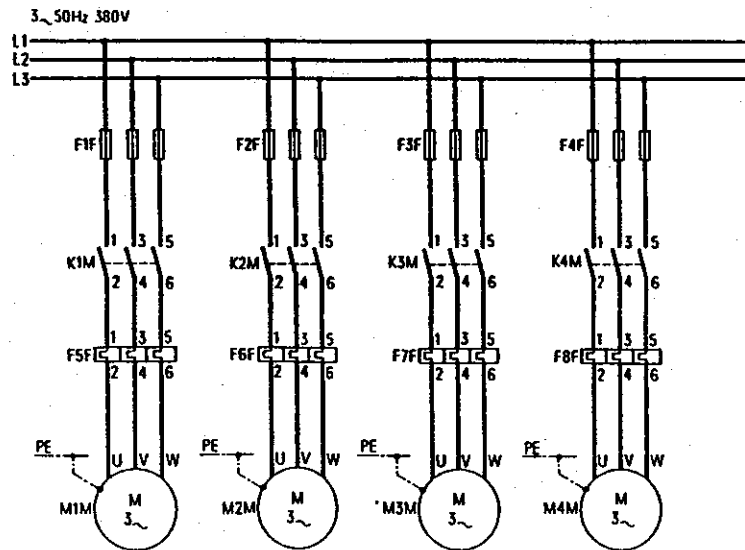
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1NA+1NC
 Contactor K2M: 1NA+1NC
 Pulsador S00: 1NC
 Pulsador S1Q: 1NA+1NC
 Pulsador S2Q: 1NA+1NC



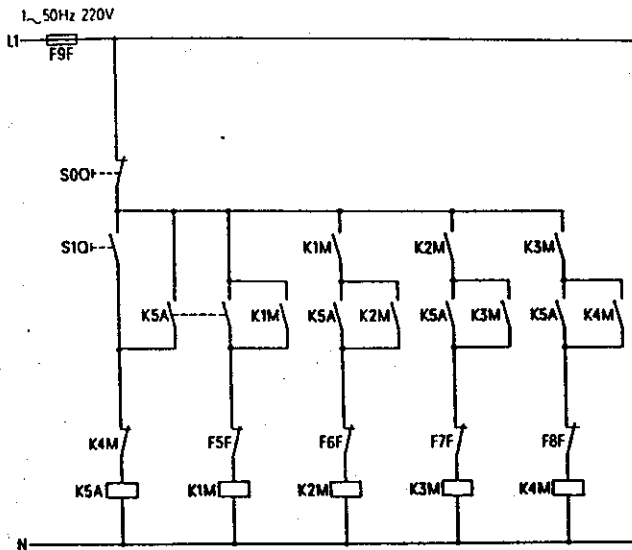
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactor K1M: 1NC
 Contactor K2M: 1NC
 Interruptor de mando S1Q: 2 contactos de conmutación con 3 posiciones



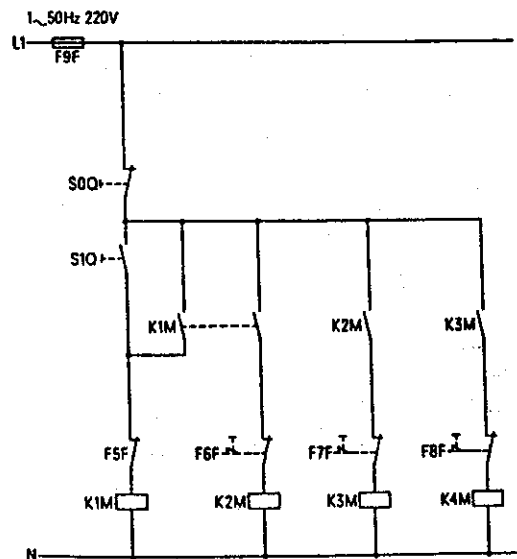
a) Circuito principal

Diagramas de conexión para el arranque automático de varios motores trifásicos en forma sucesiva



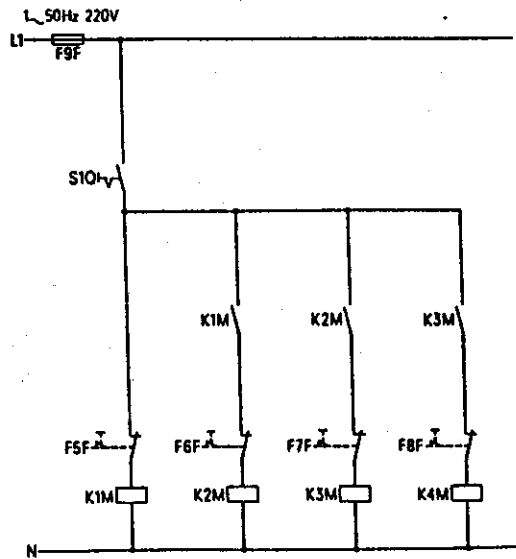
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores y contactor auxiliar, relés contra sobrecargas sin autobloqueo de reconexión

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores y contactor auxiliar:
 Contactores K1M, K2M, K3M: 2NA c/u
 Contactor K4M: 1NA + 1NC
 Contactor auxiliar K5A: 5NA
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsador S1Q: 1NA



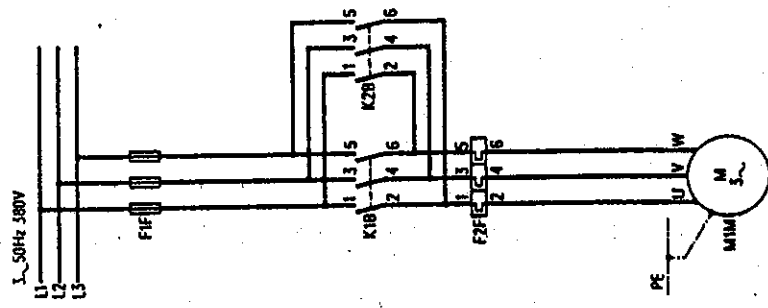
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores, sin contactor auxiliar, relés contra sobrecargas con autobloqueo de reconexión

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores, sin contactor auxiliar:
 Contactor K1M: 2NA
 Contactores K2M, K3M: 1NA c/u
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsador S1Q: 1NA



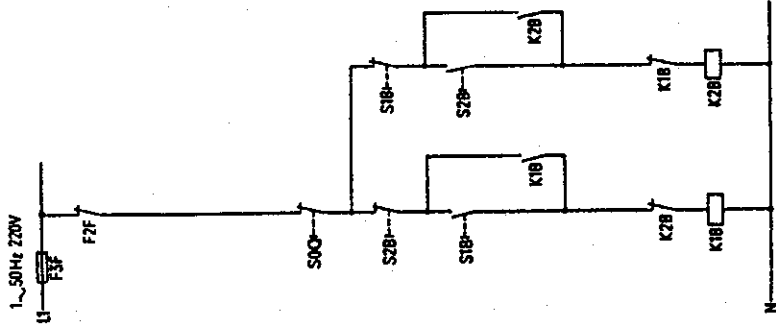
b3) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando, relés contra sobrecargas con autobloqueo de reconexión

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactores K1M, K2M, K3M: 1NA c/u
 Interruptor de mando S1Q: 1NA



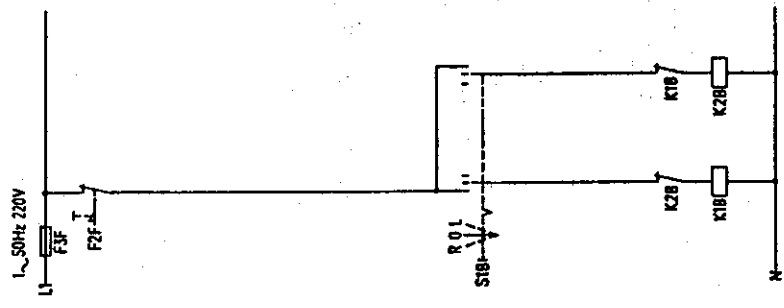
a) Circuito principal

Diagramas de conexión para la inversión del sentido de giro de motores trifásicos



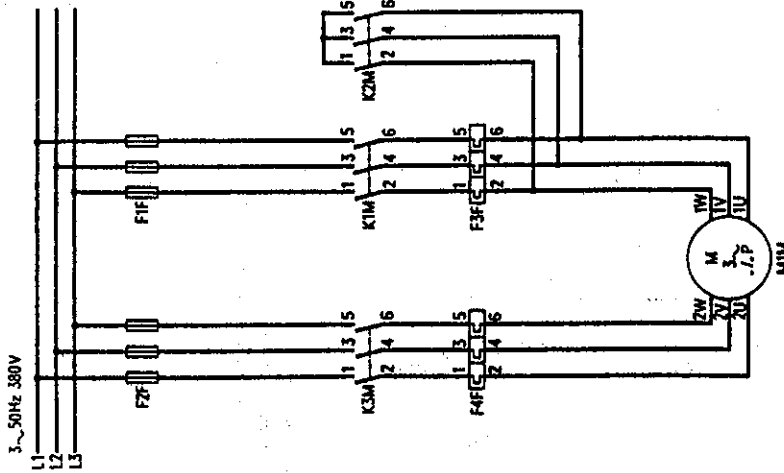
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactores K1B, K2B: 1NA + 1NC c/u
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsadores S1Q, S2Q: 1NA + 1NC c/u



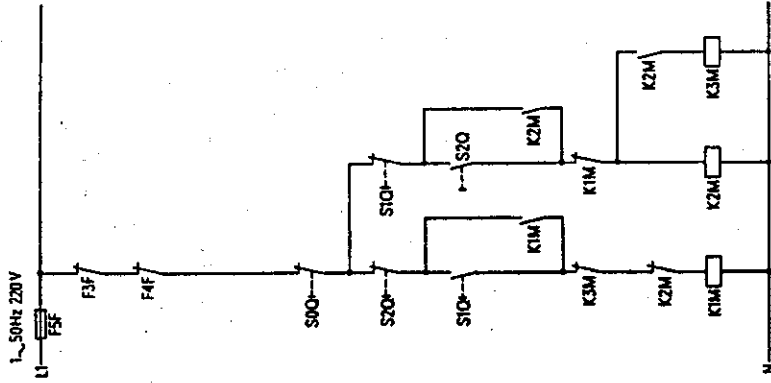
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactores K1B, K2B: 1NC c/u
 Interruptor de mando S1B:
 2 contactos de conmutación con 3 posiciones



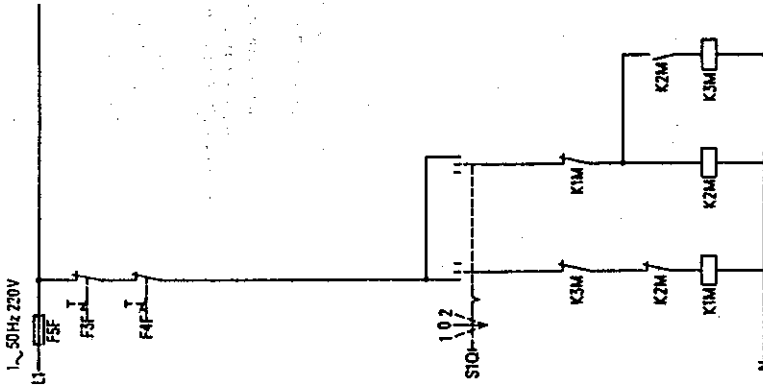
a) Circuito principal

Diagramas de conexión para un motor trifásico de polos conmutables, con un devanado (conexión Dahlander), dos velocidades, un sentido de giro



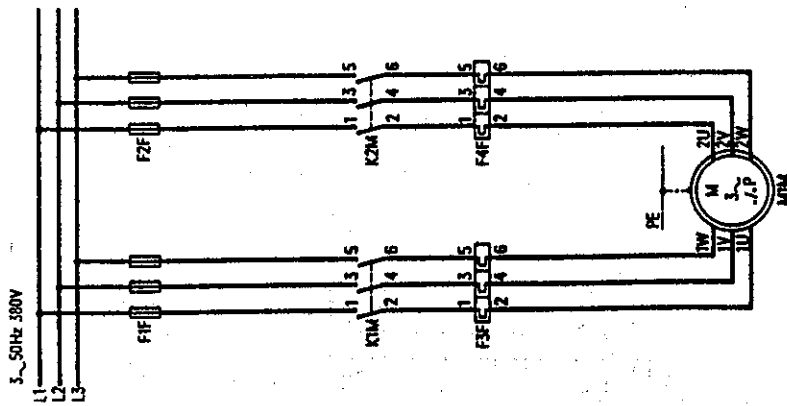
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1NA + 1NC
 Contactor K2M: 2NA + 1NC
 Contactor K3M: 1NC
 Pulsador S20: 1NA + 1NC c/u



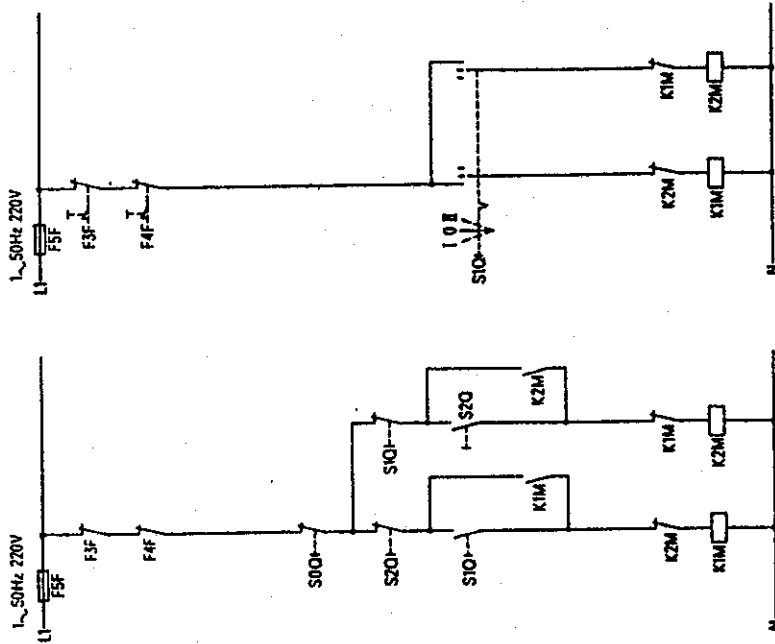
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactores K1M, K2M: 1NC c/u
 Contactor K2M: 1NA + 1NC
 Interruptor de mando S10: 2 contactos de conmutación con 3 posiciones



a) Circuito principal

Diagramas de conexión para un motor trifásico de polos conmutables, con dos devanados separados, dos velocidades, un sentido de giro

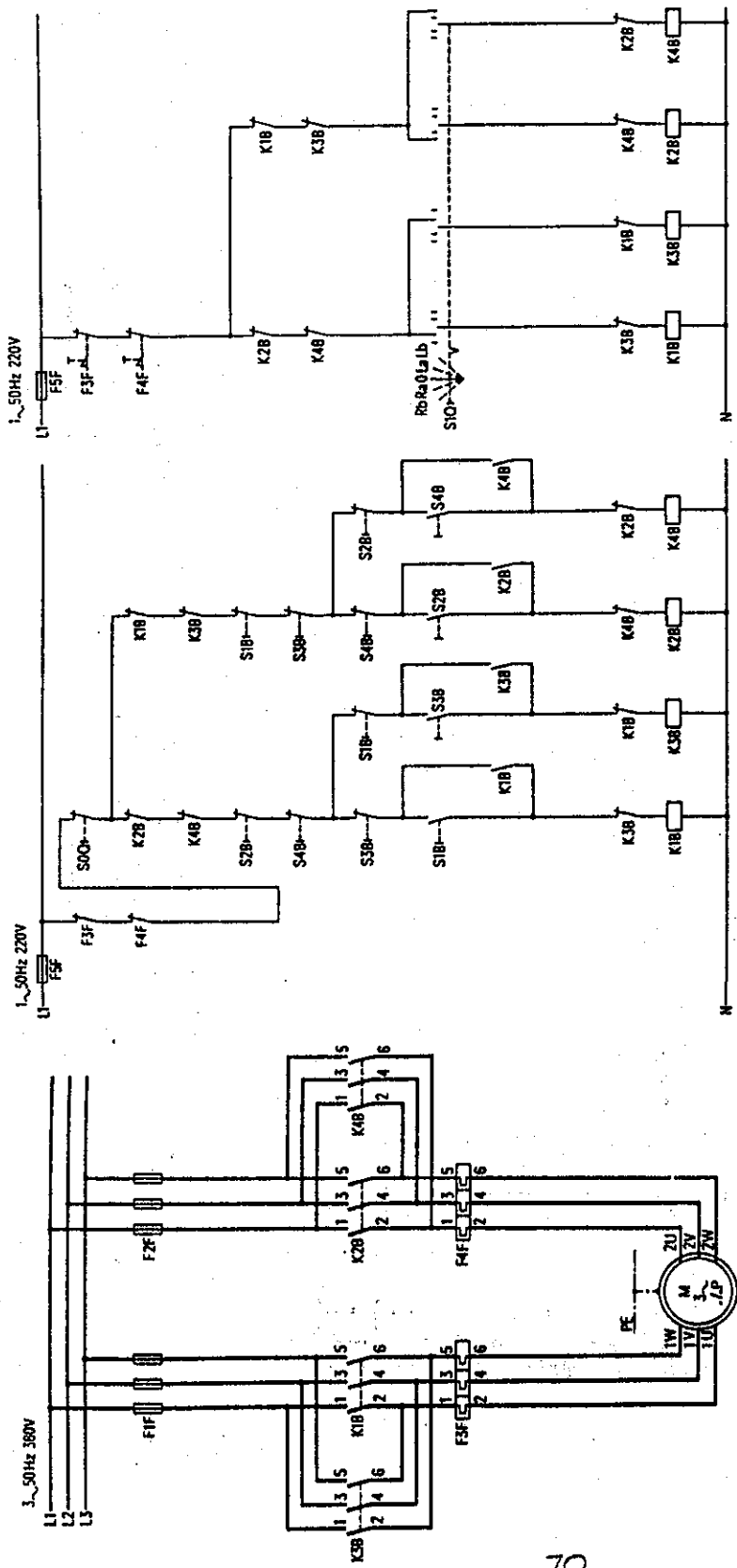


b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactores K1M, K2M: 1NA + 1NC c/u
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsadores S1Q, S2Q: 1NA + 1NC c/u

b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactores K1M, K2M: 1NC c/u
 Interruptor de mando S1Q:
 2 contactos de conmutación con 3 posiciones



a) Circuito principal

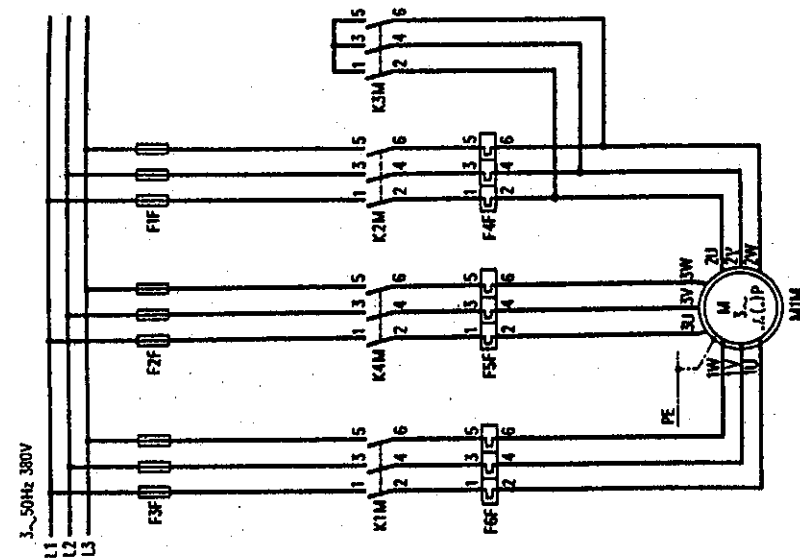
Diagramas de conexión de un motor trifásico de polos conmutables, con dos devanados separados, dos velocidades y dos sentidos de giro

b) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactores K1B, K2B, K3B, K4B:
 1NA + 2NC c/u
 Pulsadores S1B, S2B, S3B, S4B:
 1NA + 2NC c/u
 Pulsador S0Q: 1NC

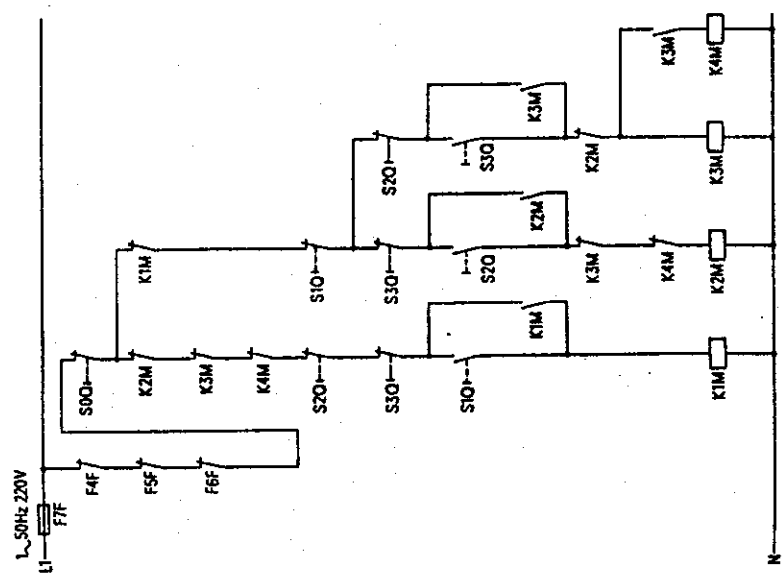
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactores K1B, K2B, K3B, K4B:
 2NC c/u
 Interruptor de mando SIQ:
 4 contactos de conmutación con 5 posiciones



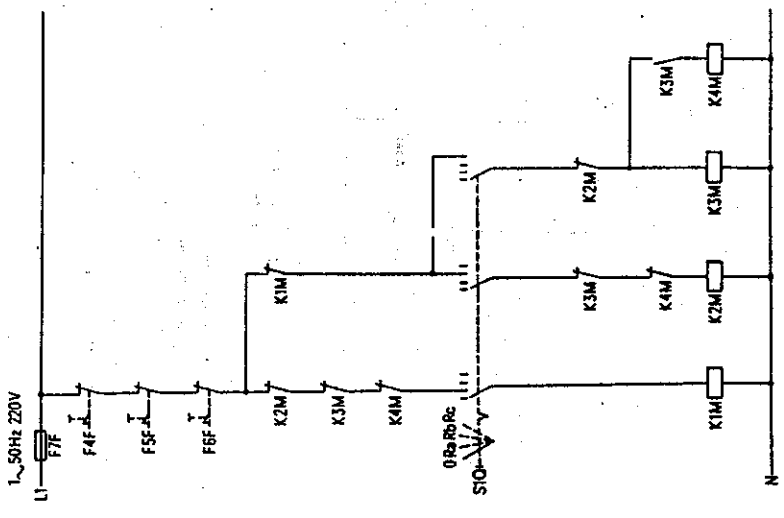
a) Circuito principal

Diagramas de conexión de un motor trifásico de polos conmutables, con dos devanados separados, tres velocidades, un sentido de giro (un devanado en conexión Dahlander, un devanado separado para la velocidad más baja)



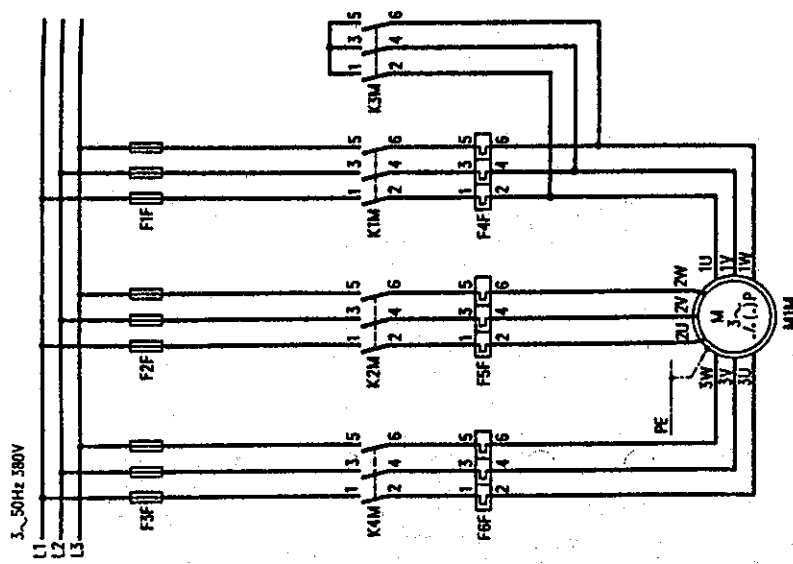
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1NA+1NC
 Contactor K2M: 1NA+2NC
 Contactor K3M: 2NA+2NC
 Contactor K4M: 2NC
 Pulsadores S2Q, S4Q: 1NA+2NC
 Pulsador S1Q: 1NA+1NC

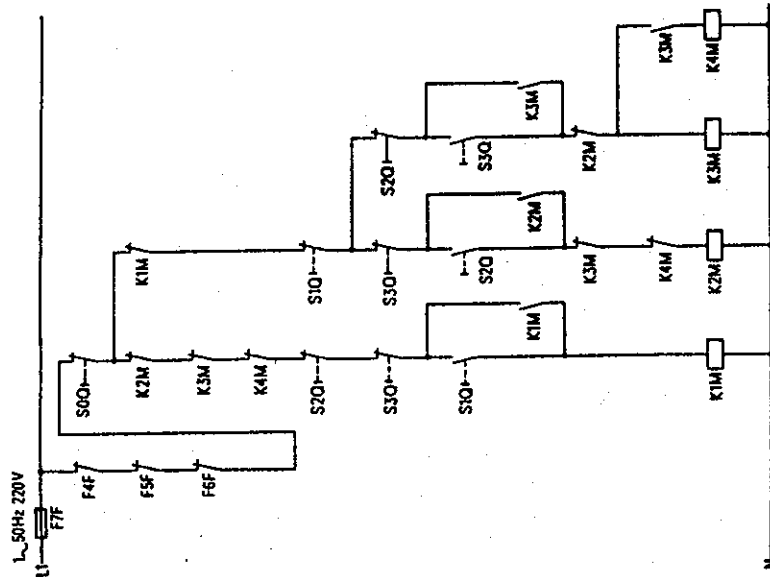


b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactor K1M: 1NC
 Contactores K2M, K4M: 2NC c/u
 Contactor K3M: 1NA+2NC
 Interruptor de mando S1Q: 3 contactos de conmutación con 4 posiciones

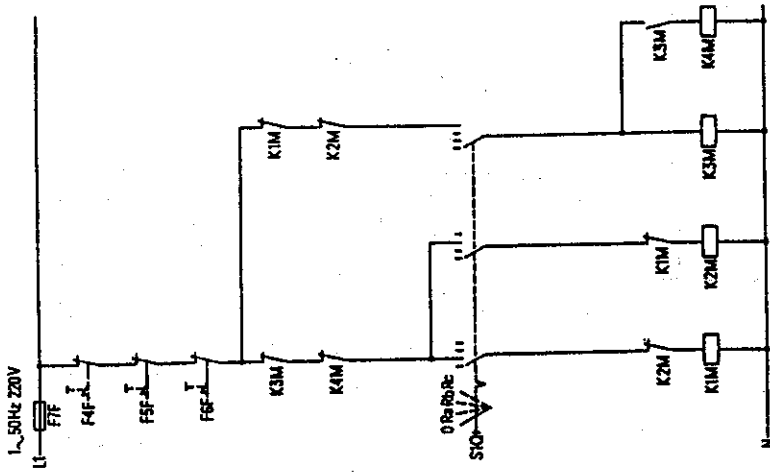


a) Circuito principal



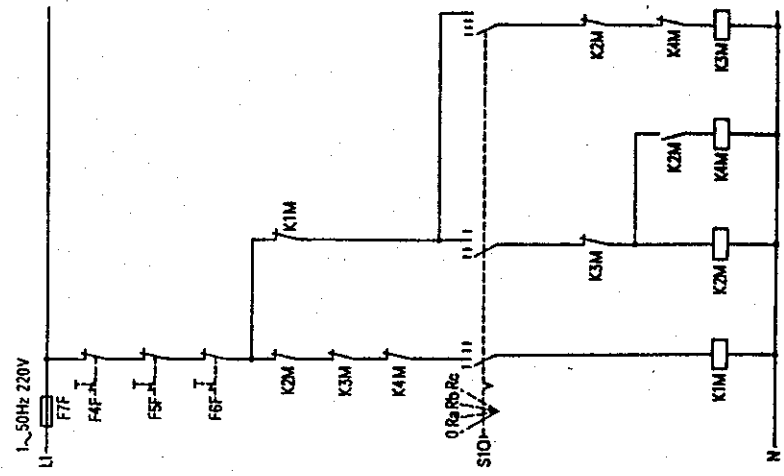
b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1NA+1NC
 Contactor K2M: 1NA+2NC
 Contactor K3M: 2NA+2NC
 Contactor K4M: 2NC
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsador S2Q: 1NA+1NC
 Pulsadores S3Q: 1NA+2NC



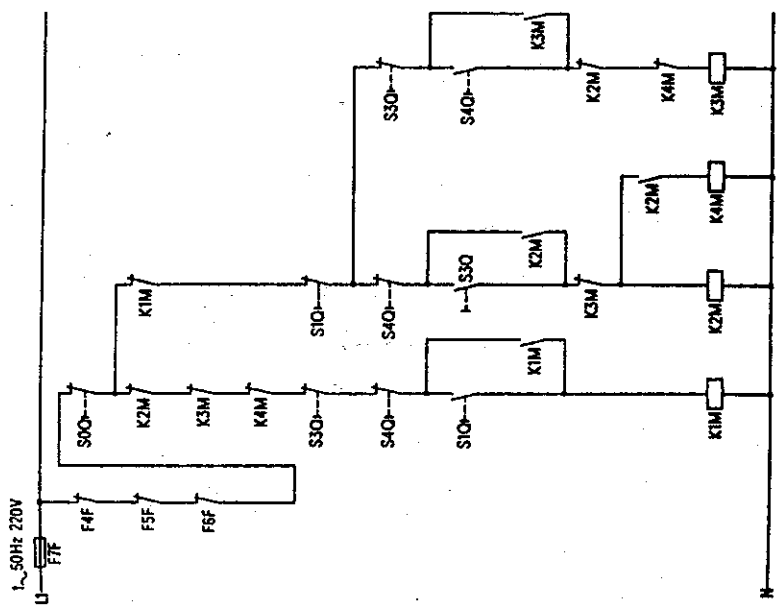
b2) Circuito auxiliar para accionamiento con interruptor de mando

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento con interruptor de mando:
 Contactores K1M, K2M: 2NC c/u
 Contactor K3M: 1NA+1NC
 Contactor K4M: 1NC
 Interruptor de mando S1Q:
 3 contactos de conmutación con 4 posiciones



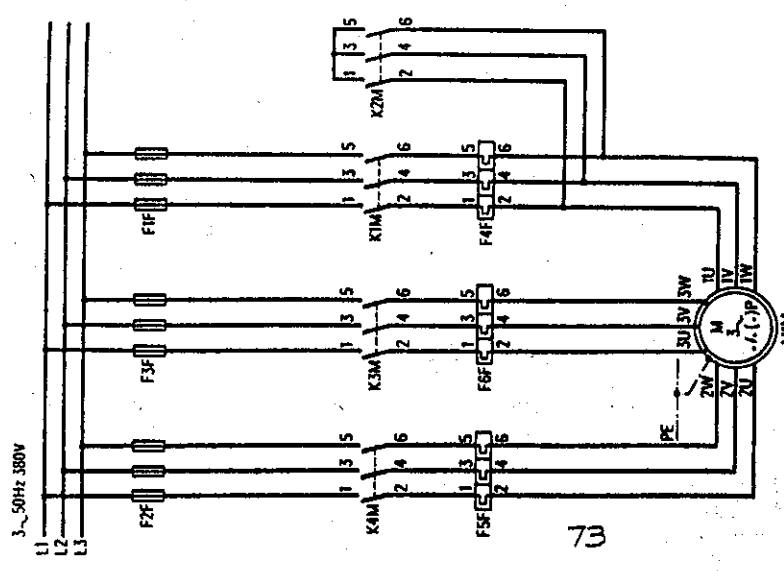
b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando

Contatos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando:
 Contactor K1M: 1NC
 Contactor K2M: 1NA+2NC
 Contactores K3M, K4M: 2NC c/u
 Interruptor de mando SIQ: 3 contactos de conmutación con 4 posiciones

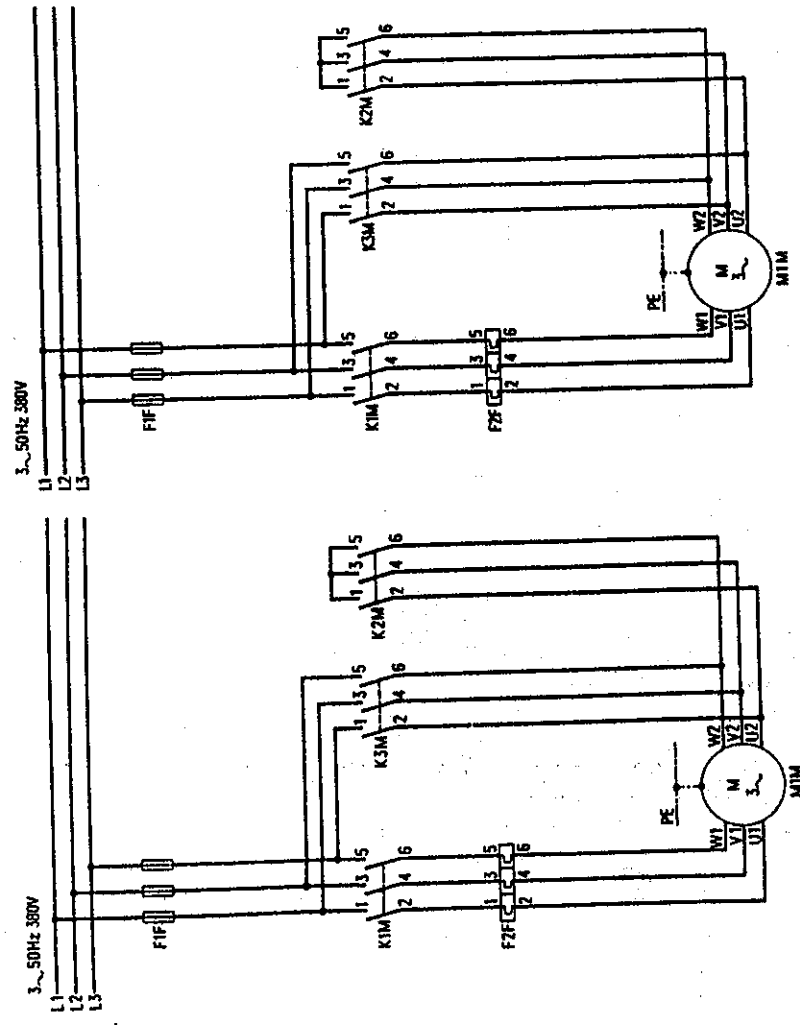


b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

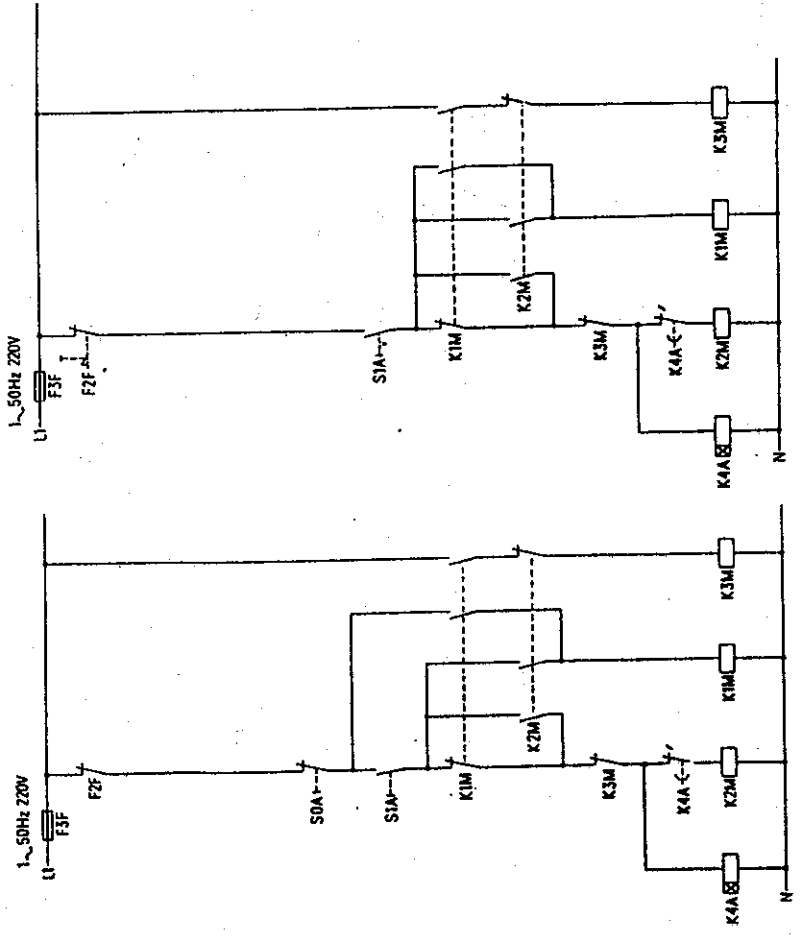
Contatos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactor K1M: 1NA+1NC
 Contactor K2M: 1NA+2NC
 Contactor K3M: 2NA+2NC
 Contactor K4M: 2NC
 Pulsador S0Q: 1NC
 Pulsador SIQ: 1NA+1NC
 Pulsadores S3Q, S4Q: 1NA+2NC c/u



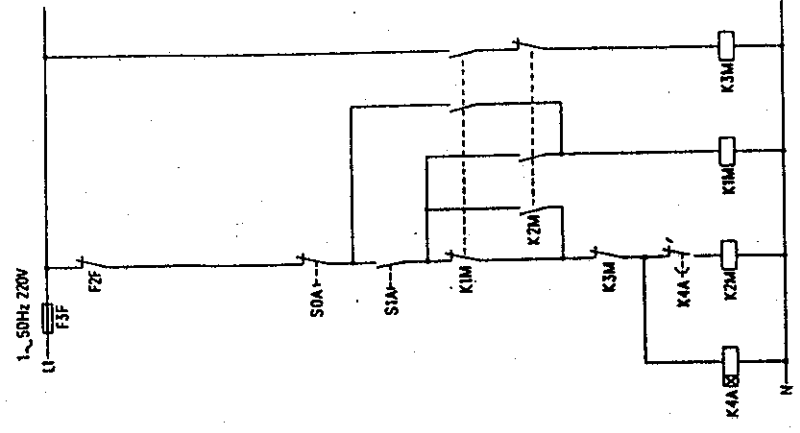
a) Circuito principal



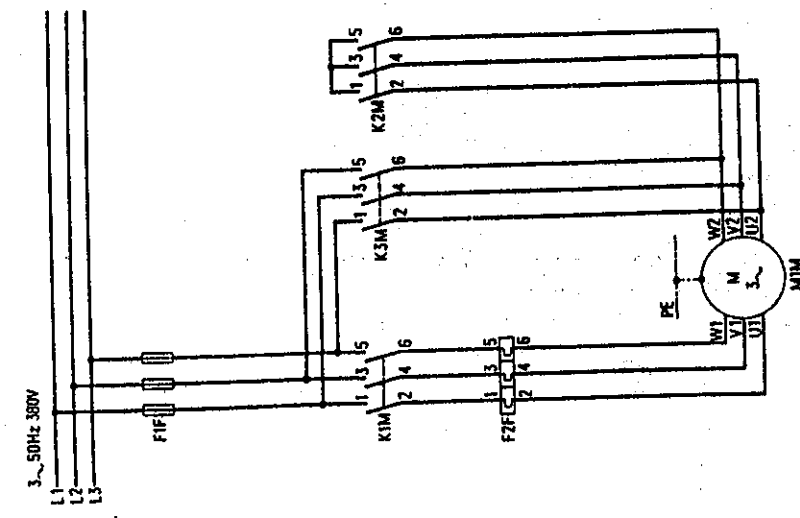
a2) Circuito principal para sentido de giro hacia la izquierda



b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores y relé de tiempo normal para el retardo de conmutación

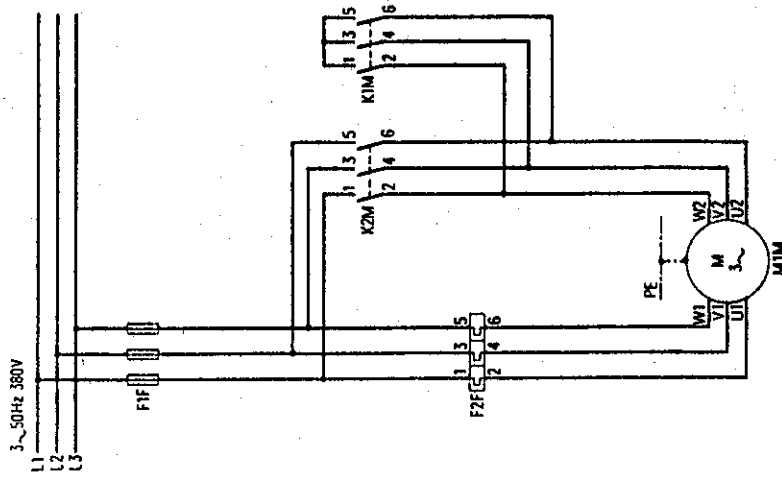


b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando (selector) y relé de tiempo normal para el retardo de conmutación

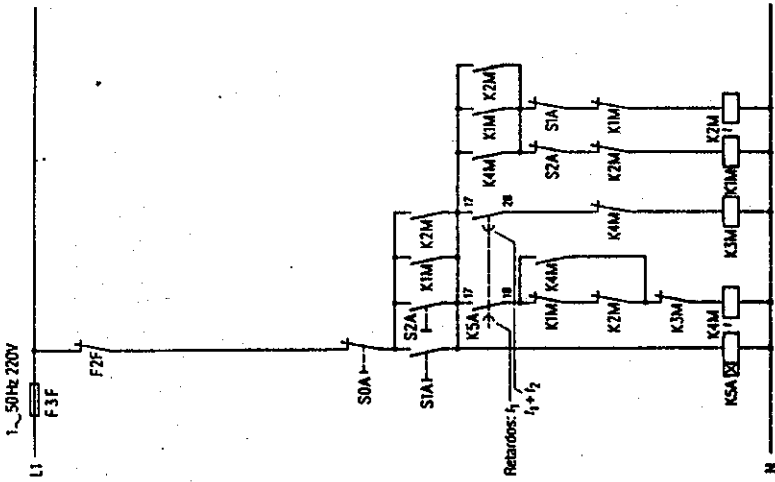


a1) Circuito principal para sentido de giro hacia la derecha

Diagramas de conexión para el arranque estrella-triángulo de motores trifásicos con contactor estrella, contactor triángulo y contactor de la red (véase el capítulo 3.2.2.1. parrafo conexión estrella-triángulo)



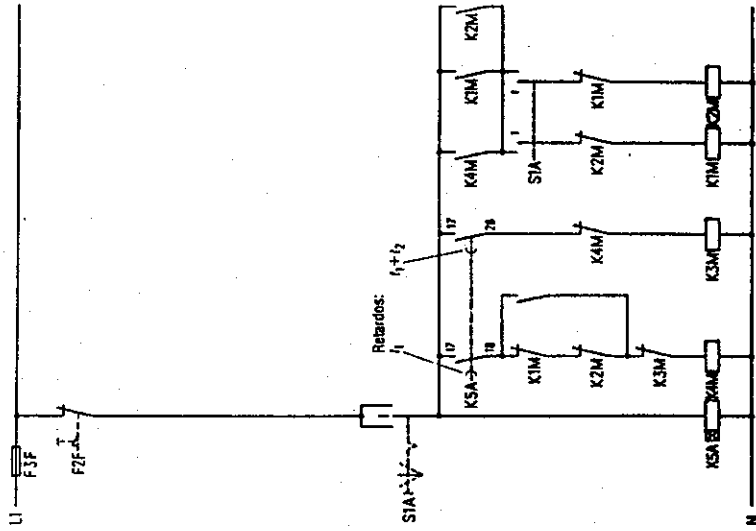
3) Circuito principal



b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

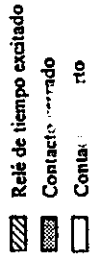
Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactores K1M, K2M: 2NA+2NC c/u
 Contactor K3M: 1NC
 Contactor K4M: 2NA+1NC
 Relé de tiempo K5A: 2NA
 Pulsador S0A: 1NC
 Pulsadores S1A, S2A: 1NA+1NC c/u

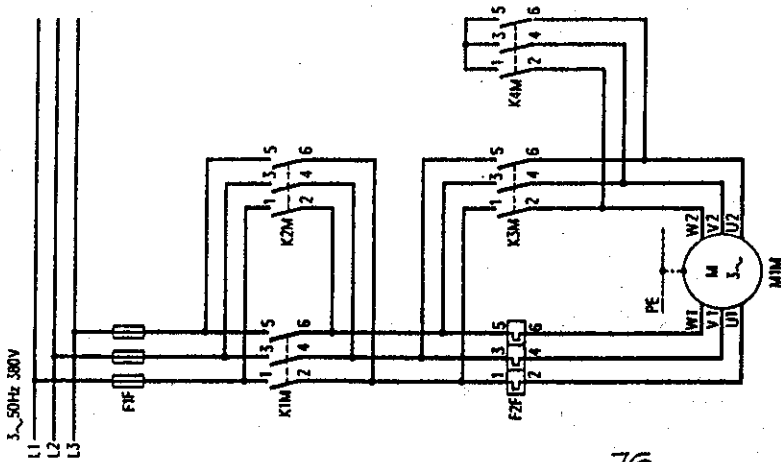
Programa de conmutación del relé de tiempo estrella-triángulo



b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando (selector)

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando (selector):
 Contactores K1M, K2M: 1NA+2NC c/u
 Contactor K3M: 1NC
 Contactor K4M: 2NA+1NC
 Relé de tiempo K5A: 2NA
 Interruptor de mando S1A: 1 contacto de conmutación con 3 posiciones





76

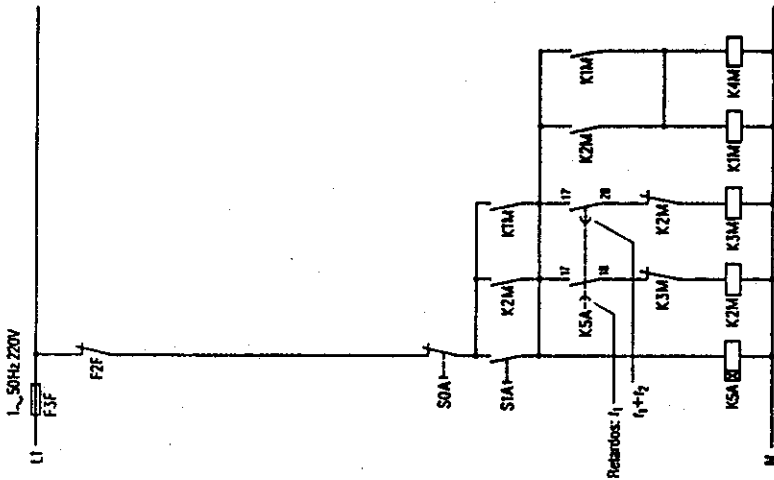
a) Circuito principal

Diagramas de conexión para el arranque estrella-triángulo de un motor trifásico, con dos sentidos de giro

Los contactos que no han sido mencionados realizan los enclavamientos entre el contactor estrella y los contactores triángulo.

Accionamiento por interruptor de mando

Con el interruptor S1A se conectan los contactores de igual forma como para el accionamiento por pulsadores, para que el motor arranque con sentido de giro a la derecha o a la izquierda o para desconectarlo.

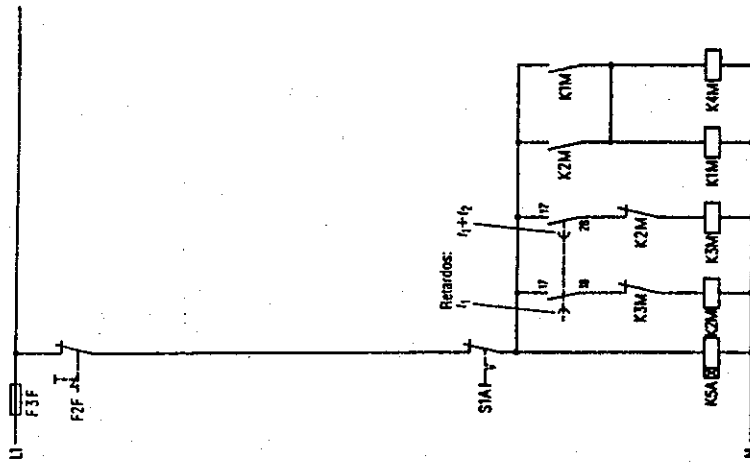


b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:

- Contactor K1M: 2NA
- Contactor K2M: 2NA+1NC
- Contactor K3M: 1NC
- Pulsador S0A: 1NC
- Pulsador S1A: 1NA
- Relé de tiempo K5A: 2NA

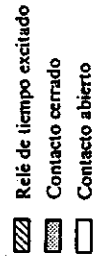
Programa de conmutación del relé de tiempo estrella-triángulo

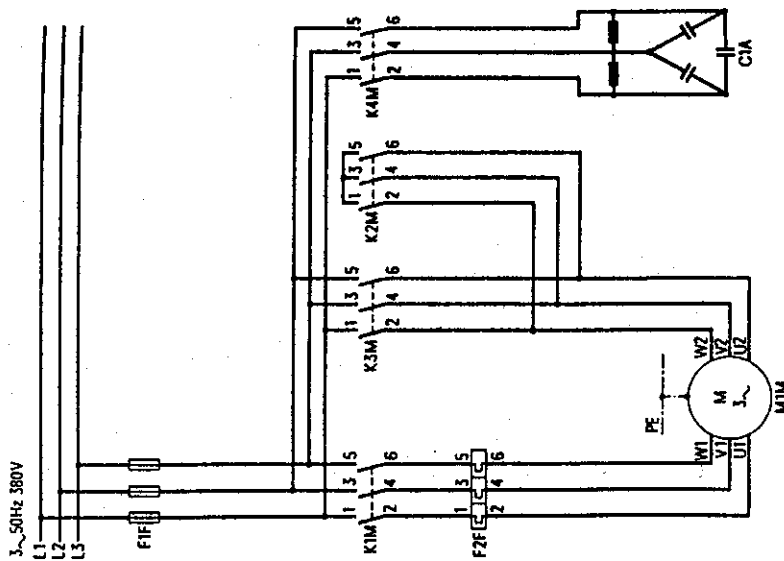


b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando (selector)

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando (selector):

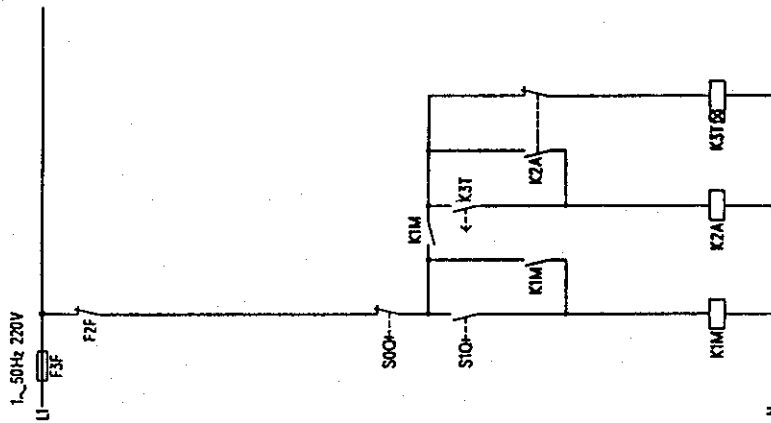
- Contactor K1M: 1NA
- Contactor K2M: 1NA+1NC
- Contactor K3M: 1NC
- Interruptor de mando S1A: 1NA
- Relé de tiempo K5A: 2NA





a) Circuito principal

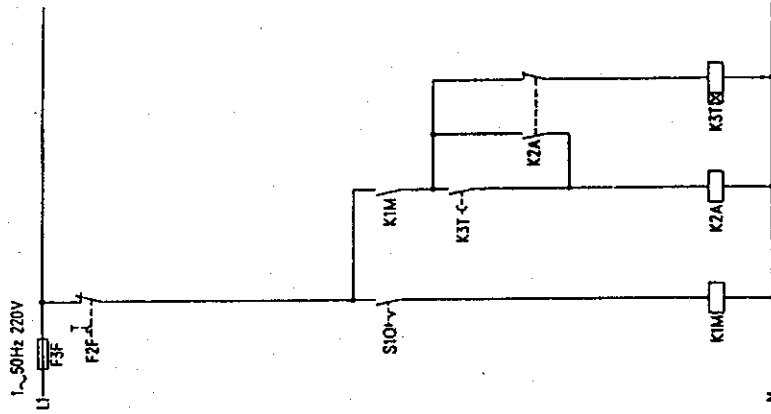
Diagramas de conexión para el arranque estrella-triángulo de motores trifásicos con compensación de energía reactiva



b1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:

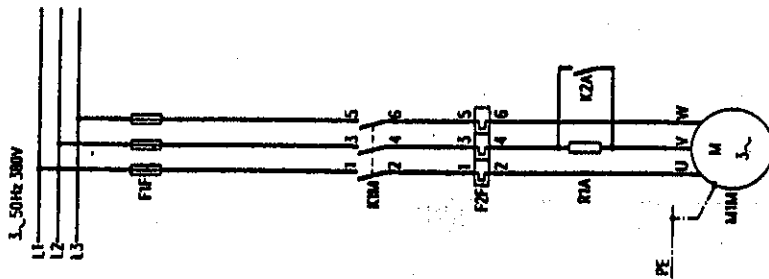
- Contacto K1M: 2NA
- Contacto K2A: 2NA + 1NC
- Relé de tiempo K3K: 1NA de cierre retardado
- Pulsador S00: 1NC
- Pulsador S1Q: 1NA



b2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando (selector)

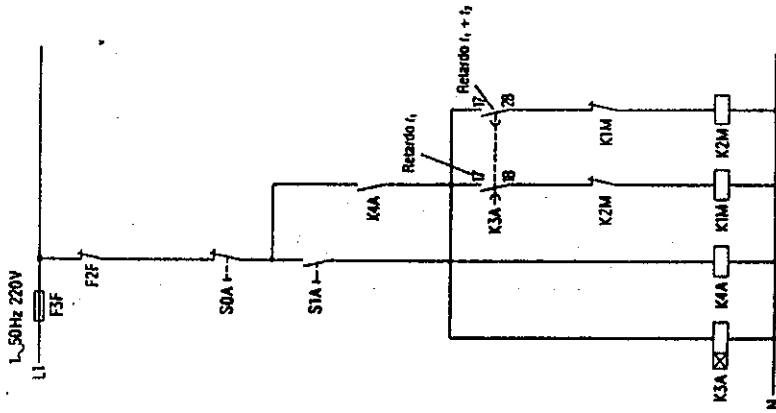
Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando (selector):

- Contacto K1M: 1NA
- Contacto K2A: 2NA + 1NC
- Relé de tiempo K3K: 1NA de cierre retardado
- Interruptor de mando S1Q: 1NA



a) Circuito principal

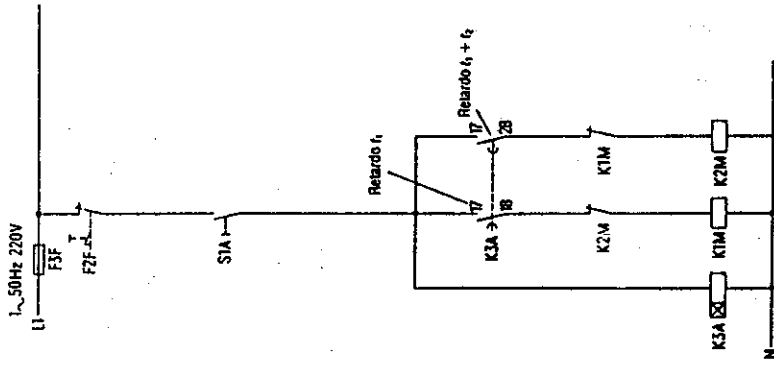
Diagramas de conexión para arranque suave de motores trifásicos con rotor de jaula, mediante resistencia en serie (conexión KUSA con relé de tiempo)



b) 1) Circuito auxiliar para accionamiento por pulsadores

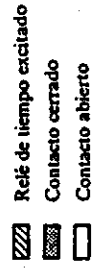
Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por pulsadores:
 Contactores K1M, K2M: 1NC c/u
 Contactor auxiliar K4A: 1NA
 Pulsador S0A: 1NC
 Pulsador S1A: 1NA
 Relé de tiempo K3A: 2NA

Programa de conmutación del relé de tiempo estrella-triángulo



b) 2) Circuito auxiliar para accionamiento por interruptor de mando (selector)

Contactos auxiliares necesarios para accionamiento por interruptor de mando (selector):
 Contactores K1M, K2M: 1NC c/u
 Interruptor de mando S1A: 1NA
 Relé de tiempo K3A: 2NA



2.1.1.9 Tierras

1 El concepto de resistencia a tierra

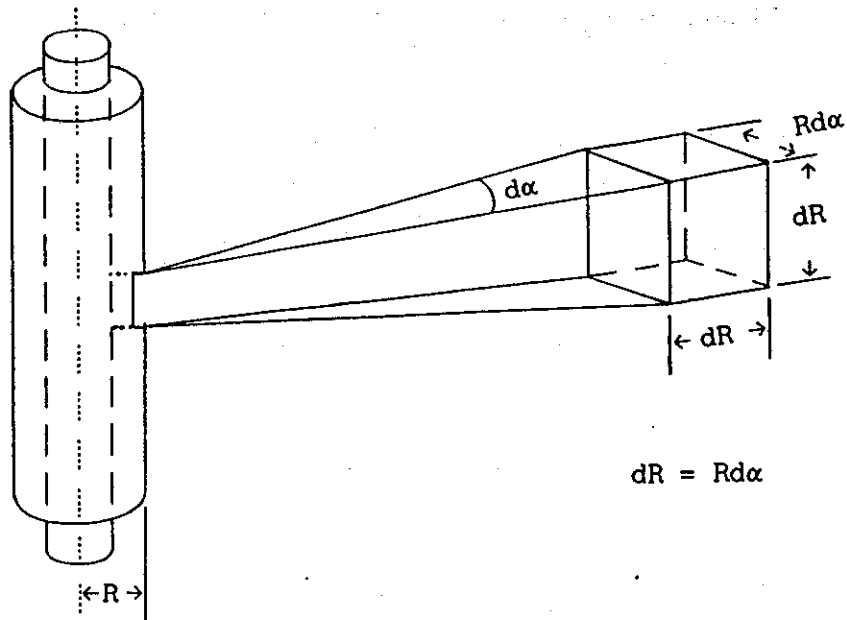
Eléctricamente, el globo terráqueo es considerado con potencial cero. No obstante, el material que la compone puede tener una resistividad eléctrica muy alta, así que para conseguir una toma de tierra adecuada, debe hacerse un estudio para tener la certeza de que la resistencia está dentro de límites adecuados (permitidos).

Según IEEE (1977), la resistencia a tierra es la que existe entre el electrodo de la toma de tierra que se desea considerar, y otro electrodo lejano de resistencia cero. Por lejano, se entiende que está a una distancia tal que la resistencia mutua de los electrodos considerados (cambio de voltaje producido en un electrodo por la circulación de un Amperio de corriente directa en el otro) es esencialmente cero.

El significado de la resistencia a tierra puede entenderse si se analiza el flujo de corriente que circula por una varilla o barra enterrada (verticalmente), y cómo se dispersa por la tierra que la rodea. La parte del suelo que está directamente en contacto con la varilla o barra tiene un papel muy importante en el camino de este flujo de corriente.

Considérese un tubo de un centímetro de espesor del material que rodea la varilla y divídase en secciones que tengan una altura y una longitud media de arco igual a un centímetro, tal como se muestra en la figura.

Figura 20. (10,187). Análisis de resistencia volumétrica



Si se pudiera medir la resistencia entre la superficie interior y exterior (suponiéndolas equipotenciales) de un elemento de esas dimensiones, se obtendría la definición de resistencia volumétrica unitaria : Ohms por centímetro cúbico. El volumen elemental se considera de material homogéneo y el flujo de corriente, uniforme.

La resistencia total de este tubo que rodea la varilla puede calcularse sumando en paralelo las resistencias de todos los elementos de un centímetro cúbico que lo componen.

El siguiente paso es hacer la misma operación para un segundo tubo de un centímetro de espesor que rodee al primero. Ahora la resistencia de los dos tubos es la suma de las obtenidas para cada uno de ellos. Se procede de igual manera para un tercer tubo del mismo espesor y así sucesivamente hasta el enésimo, y luego se suman todas las resistencias. Cuanto más lejanos estén los tubos de la varilla, el número de elementos unitarios de volumen será mayor, y la suma total de sus resistencias en paralelo será menor. Así se puede despreciar la resistencia de los tubos que estén muy alejados de la varilla o barra de tierra.

La resistencia a tierra de un sitio puede variar dentro de un rango muy amplio, ya que depende del tipo de material que tenga el suelo, de su contenido de humedad y de su temperatura. Para las instalaciones importantes se recomienda medir la resistividad de la tierra del lugar de la instalación para diseñar las tomas de tierra.

2 Valores aceptables

Este valor es aceptable en la práctica, cuando oscila entre 7.5 a 5 Ohms. Recuérdese cuanto más bajo sea el valor, mejor será la referencia a tierra.

En instalaciones donde se pueden presentar corrientes de fallas a tierra muy grandes, la resistencia a tierra deberá ser menor. Cuanto mayor sea la corriente de falla a tierra, mayor (más peligrosa) será la diferencia de potencial entre cualquier parte metálica conectada a la toma de tierra (electrodo enterrado), y el piso de los alrededores de ésta.

La caída de voltaje entre el electrodo de tierra y cualquier punto del suelo será igual a la resistencia entre ellos por la corriente (de la falla a tierra), que circula por esa trayectoria.

3 Cálculo de resistencia a tierra

a) Barra o varilla de longitud "L" y radio "a" (ambos en centímetros) enterrada verticalmente:

$$R = \{ \rho / 2\pi L \} \times \{ \ln(4L/a) - 1 \}$$

donde:

R: Resistencia a tierra en ohms.

ρ : Resistividad específica del suelo en ohms x cm.

b) Alambre de radio "a" y longitud 2 x L enterrado horizontalmente a s/2 de profundidad (todas las dimensiones en centímetros):

$$R = \{ \rho / 4\pi L \} \times \{ \ln(4L/a) + \ln(4L/s) - 2 + s/2L - s^2/16L^2 + s^4/512L^4 \dots \}$$

donde:

s: Profundidad a la cual está enterrado el alambre.

c) Alambre de diámetro "d" en anillo de diámetro "D", enterrado a s/2 de profundidad (todas las dimensiones en centímetros):

$$R = \{ \rho / 2\pi^2 D \} \times \{ \ln(8D/d) + \ln(4D/s) \}$$

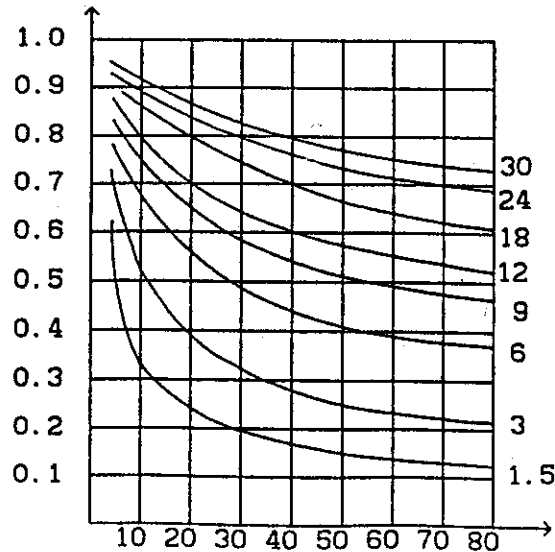
Por lo general, resulta necesario colocar varias barras o varillas para lograr una buena conexión a tierra. Sin embargo, si las varillas (u otros elementos metálicos) se entierran en una zona pequeña (cercanas entre sí), los flujos de corriente utilizarían las mismas trayectorias y disminuiría la capacidad de conducción del suelo.

En otras palabras, si se tienen "n" varillas con resistencia "r" por cada varilla, la resistencia a tierra no sería "r/n", sino que se vería afectada por un Coeficiente de Agrupamiento, que depende del número de varillas y de la separación entre ellas.

En la figura siguiente, se presenta este coeficiente considerando varillas de 3/4" de diámetro y 10 pies de longitud colocadas formando un cuadro. Lo números de las curvas indican las separaciones en metros.

El eje horizontal corresponde al número de varillas, y el eje vertical al respectivo coeficiente de agrupamiento.

Figura 21. (10,87). Coeficiente de agrupamiento.



El propósito del aterrizaje en un sistema eléctrico es proporcionar protección al personal, equipo y circuitos de los posibles daños por el exceso de voltaje.

Existen dos consideraciones distintas en el aterrizaje de los sistemas eléctricos: el aterrizaje de los conductores de un sistema eléctrico y el aterrizaje de las cajas o dispositivos que contienen alambrado en su interior; para evitar la posibilidad de que una falla de la aislamiento de los conductores pudiera establecer un potencial en la caja con riesgo de provocar un golpe eléctrico o producir un incendio

a) Aterrizaje de un sistema de alambrado

Esto consiste en el aterrizaje de uno de los conductores del sistema eléctrico para limitar el voltaje a tierra en el circuito, que pudiera producirse por descargas eléctricas o voltaje más altos para los cuales el circuito fue diseñado.

Otra razón para aterrizar uno de los conductores del sistema eléctrico, es limitar el máximo voltaje a tierra bajo las condiciones normales de operación; además, si el sistema opera con uno de sus conductores intencionalmente aterrizado, lo cual ayuda a la desconexión automática del circuito al momento de una falla.

La selección del conductor que deba de aterrizarse depende del tipo del sistema que se va a usar.

En el sistema monofásico de tres líneas, el punto medio del transformador, donde se conecta el neutro, es el que debe aterrizarse (véase sección 2.1.1.1.).

En el sistema trifásico de conexión estrella en el secundario del transformador, el punto neutro será el aterrizado (véase sección 2.1.1.1.).

En el sistema trifásico conexión Delta secundario 4 líneas, el punto neutro de uno de los transformadores será el aterrizado (véase sección 2.1.1.1.).

De acuerdo con el NEC en su sección 250-5-6 numeral 1, todos los sistemas de alambrado de corriente alterna en el interior deben de estar sólidamente aterrizados, de manera que el máximo voltaje a tierra no exceda de 150 V. Esta norma es obligatoria, excepto en los circuitos de control.

Los sistemas aterrizados son más económicos en su operación y mantenimiento. En tales sistemas, si una falla ocurre, se aísla automáticamente.

b) Aterrizaje del equipo

Todas las partes de metal de los equipos son: tubería, cajas, gabinetes, parte metálica de los motores eléctricos, etc., y deben estar sólidamente aterrizados y unidos entre sí; toda esta interconexión debe quedar aterrizada, ya sea en los transformadores o preferiblemente a la entrada del servicio por medio de un electrodo o varilla de puesta a tierra, debidamente hincada en el terreno y sólidamente conectada al

conductor de puesta a tierra por medio del conector adecuado, pues de nada o poco puede servir la conexión a tierra de un sistema si las conexiones o uniones no son sólidas.

Un buen sistema de aterramiento eléctrico es importante en cuanto provee la desconexión automática.

Las tierras se pueden realizar con varillas o electrodos de aterramiento, pueden ser de tubería galvanizada, cobre o lo que se llama copperfeld; esta última es una varilla de acero revestida de cobre, de un mínimo de 3/4" de diámetro y deben quedar hincadas en el terreno a una profundidad mínima de 8 pies en el sentido vertical. En terreno rocoso a menos de 4 pies de profundidad, la varilla puede ser enterrada en sentido horizontal en una zanja con una profundidad mínima de 4 pies.

4 Arreglo preliminar de los conductores de tierra

El arreglo preliminar de los conductores de tierra se decide sobre las siguientes bases:

a) Un conductor de tierra continuo debe rodear el área de la instalación, particularmente de la subestación eléctrica; para encerrar la mayor cantidad posible de terreno los conductores de tierra adicionales se colocan en líneas paralelas distribuidos uniformemente en forma de cuadrícula, con separaciones razonables. Eventualmente se puede usar en algunas áreas, placa de cobre en lugar de la malla cuadrículada, especialmente donde la magnitud de las corrientes de falla es elevada, o bien donde la resistividad del terreno es muy elevada, o también en salas

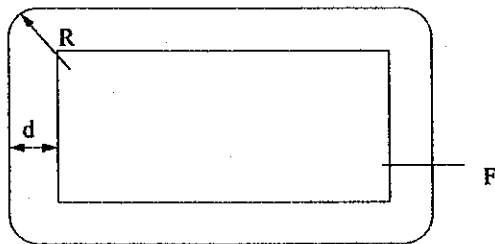
en donde se efectúen mediciones precisas, y se requiere un buen blindaje con poca interferencia.

b) Las varillas o electrodos se consideran como un complemento de la malla de tierras, y se deben distribuir de manera uniforme, y cercanos a puntos donde se encuentra el equipo instalado. Una regla práctica para determinar el número mínimo de electrodos (varillas de tierra), indica que se debe dividir la corriente de falla entre 500, es decir:

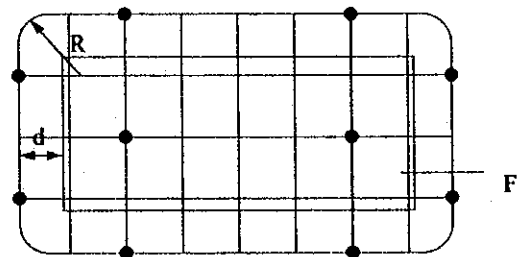
$$\text{Número mínimo de varillas (3/8" x 10 pies)} = \frac{I_{\text{falla}}}{500}$$

Por ejemplo, para una corriente de falla de 5,000 A el número de varillas es: $5,000/500 = 10$.

Figura 22. (10,87) .



Dispersor en anillo



Malla

- F: Area a proteger o a blindar.
- R: Radio (el más amplio posible).
- d: Distancia 1m.
- : Electrodos o varillas.

2.1.1.10 Conceptos de iluminación

Para tener una mejor comprensión del tema, se comenzará con algunas definiciones.

a) Coeficiente de Utilización (CU)

Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por una luminaria que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas de la luminaria. Por esta razón, el coeficiente de utilización lo debe proporcionar el fabricante de la luminaria, ya que éste depende de sus características físicas y de las lámparas de la misma. Debido a que existen estándares de formas para las luminarias, se tienen tablas que se pueden utilizar como aproximaciones bastante exactas.

b) Curva de Distribución

Es la representación gráfica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por una luminaria. Se presenta en coordenadas polares, y los valores están dados en candelas.

c) Luz

Es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaz de afectar o estimular la visión. La radiación visible es la que actúa sobre el ojo y lo estimula, y está comprendida aproximadamente entre las longitudes de onda de 3,800 a 7,800 Angstroms.

d) Flujo luminoso

Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente de iluminación en la unidad de tiempo. Su unidad es el lumen.

e) Nivel de iluminación

Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie. Su unidad es el Lux. Se utiliza también el pie-candela (en inglés footcandle) como unidad del nivel de iluminación. Se suele representar al nivel de iluminación con la letra E.

$$E = \frac{\phi}{A}$$

donde: E Es el nivel de iluminación en Lux
 ϕ Flujo luminoso en Lumen.
A Area iluminada en m²

Siendo 1 pie-candela = 10.76 luxes.

f) Lámpara

Es una fuente de iluminación las cuales son muy variadas, y se explicaran en detalle más adelante.

g) Luminaria

Aparato eléctrico que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas.

h) Brillantez

Desde el punto de vista visual es la más importante de todas las unidades, porque la visión es esencialmente una respuesta a las diferencias en brillantez en el campo de visión. La acción de leer, por ejemplo, depende de poder distinguir la brillantez entre la tinta y el papel en que está escrito.

Se define como la luz emitida en determinada dirección por el objeto que se está viendo, depende de la luz que reciba este objeto y de su poder de reflexión. Se puede expresar en "candelas por centímetro cuadrado" o en "metro-Lambert" (en el sistema inglés "foot-lambert").

i) Fosforescencia y fluorescencia

Se suelen usar indistintamente estos términos en la vida cotidiana, pero cada una de las expresiones se refiere a efectos ópticos muy distintos. La fosforescencia es la característica de algunos elementos de transformar la radiación ultravioleta en luz visible. Este es el efecto que se da en algunas lámparas de descarga. El color de la luz producida depende de la composición del fósforo. Mientras que la fluorescencia se refiere a la capacidad de algunos cuerpos de guardar energía, mientras está recibiendo radiación de energía y emitirla en forma de luz visible al cesar la radiación.

j) Índice de Rendimiento de Color (CRI)

Para indicar la apariencia que van a tener los objetos de color ante un observador normal cuando son iluminados por una lámpara determinada, se le ha asignado a este tipo de lámpara un número entre 1

y 100. Este número es llamado el Índice de Rendimiento del Color de la Lámpara.

El método de determinar este índice que usa las curvas de distribución de energía no será considerado aquí, porque es complicado y normalmente el trabajo es realizado por medio de un computador.

Lo importante es saber que a cada lámpara se le asigna un índice que está en relación con su propio objetivo. Cuando se desea determinar si una lámpara es apropiada para un fin determinado, sólo es necesario considerar las siguientes preguntas: ¿cuál es el color que esta lámpara produce?, ¿y lo hace bien?. En otras palabras, hay que averiguar el grado en que el color producido por la lámpara se aproxima al color de un cuerpo en su apariencia de colores.

El CRI indica la calidad relativa del rendimiento de color de una fuente de luz, cuando es comparada con una fuente de luz estándar de la misma cromaticidad (temperatura de color).

En general, cuanto más alto sea el número CRI, mejor serán las propiedades del rendimiento de color de la fuente de iluminación que está siendo medida. El CRI de dos fuentes tienen la misma temperatura de color correlacionada.

k) Temperatura de color

Temperatura del Color utiliza la escala Kelvin. Las temperaturas del color se pueden explicar de la forma siguiente: cuando un herrero calienta un pedazo de hierro, este emite color radiante. A medida que se

calienta más, se vuelve brillante y cambia de color, a un rojo intenso, y finalmente llega a lo que llamamos rojo vivo, que en realidad es casi blanco.

Cuando decimos que la temperatura del color es de 2,450K, queremos decir que el color del filamento se parece al color de un cuerpo negro calentado a esa temperatura.

La temperatura de color de las lámparas incandescentes es mayor en aquellas de mayor eficiencia. En general, para cualquier lámpara, la temperatura del color aumenta en proporción con los aumentos del voltaje del circuito.

D) Temperatura correlacionada del color

Este término se usa para lámparas incandescentes; pero cuando la utilizamos para lámparas fluorescentes, puede resultar confuso. Cuando se hace referencia a las lámparas fluorescentes o cualquier otro tipo que difiera de un cuerpo negro, el término correcto es "Temperatura correlacionada del color". Cuando decimos que una lámpara fluorescente tiene una temperatura de 3,000K, queremos decir que para el ojo humano la lámpara luce como un cuerpo negro, 3,000K. Aunque la lámpara luce como un cuerpo negro, los objetos de color iluminados por ellos pueden lucir diferentes. Este hecho ha motivado el uso de un nuevo sistema para clasificar la capacidad de las fuentes de luz para destacar los colores.

En conclusión, puede decirse que la temperatura correlacionada del color de una fuente de iluminación, da una descripción de la apariencia cromática de la fuente. Describe la aparente blancura de la lámpara.

Fuentes que tienen una baja temperatura correlacionada del color (2,700K a 3,500K), se dice que son cálidas en color. La mayoría de lámparas incandescentes tienen una temperatura de color entre los 2,700K y los 3,000K.

Las lámparas fluorescentes que tienen una alta temperatura correlacionada del color, se dice que son frías en color. La temperatura correlacionada del color de una fuente de iluminación contribuye a la apariencia visual del espacio iluminado.

1 Fuentes de luz

a) Fuentes incandescentes

Estas reciben comúnmente el nombre de bombillos o bujías incandescentes.

En general, el funcionamiento de un bulbo incandescente se puede definir como el paso de la corriente eléctrica a través de un filamento que se calienta por la resistencia que ejerce al paso de corriente. El efecto térmico producido por la corriente es de tal naturaleza que causa que el filamento brille.

La familia de bulbos incluye no sólo a los bombillos convencionales, sino también lámparas de tungsteno halógeno y lámparas de halógeno en bajo voltaje.

Dentro de los beneficios de las lámparas incandescentes se pueden citar los siguientes:

1. El uso de este bulbo es universal, ya que existen diferentes tipos, según sus potencias, voltajes, formas, colores y tamaños.
2. Los incandescentes tienen un menor costo inicial cuando se compara con otras fuentes de luz.
3. Los inconvenientes de los bulbos incandescentes radican en que son fuentes lumínicas ineficientes. Por ejemplo, en las bombillas sólo el 15% de la energía se convierte en luz, el resto se convierte en calor y generalmente tienen un promedio de vida más bajo.

b) Lámparas fluorescentes

El funcionamiento de una lámpara fluorescente es más complicado que el de un bombillo incandescente. Cada tipo de fluorescente requiere un voltaje de arranque diferente, por lo que se necesita usar un balastro (transformador), y en algunas ocasiones, también un arrancador (starter). Asimismo, se suelen utilizar difusores para dirigir y distribuir el flujo lumínico, según las necesidades de cada aplicación.

Funcionamiento: estas lámparas deben su nombre al efecto por el cual generan la luz, ya que contienen Fósforo, un gas inerte (Argón), y en cada extremo, un electrodo (filamento), que al conectarse con la corriente eléctrica, es conducida por el gas ionizado de un electrodo al otro, y forma un puente eléctrico o arco que hace fluorescer los fósforos.

El arco formado genera energía lumínica principalmente en tonos ultravioleta (no visible para el ser humano), por lo que el tubo se recubre de fósforo. El fósforo produce, por medio de la fluorescencia, una luz visible para el ser humano en tonalidades que varían, según el fósforo utilizado.

Fósforo y colores fluorescentes

Fósforo	Fluorescencia del color
Borato de cadmio	Rosado
Halofosfato de calcio	Blanco
Silicato de calcio	Anaranjado
Tungstato de calcio	Azul
Germanato de magnesio	Azul
Tugstato de magnesio	Blanco azulado
Halofosfato de estroncio	Verde claro
Silicato de cinc.	Verde

Se encuentran en el mercado tubos rectos, circulares, en forma de U, compactos "Twin Tube". etc.

Estas lámparas se pueden encontrar en varios colores, aunque se pueden dividir en tres grupos.

1 Lámparas fluorescentes de color cálido ("warm"); se llaman así porque resaltan los colores cálidos (rojo, naranja, amarillo), por ejemplo, el blanco cálido ("warm white" o WW).

2 Las fluorescentes de colores, "day light" se les da ese nombre porque resaltan los colores "fríos" (violeta, azul, verde).

3 Existen las fluorescentes considerados moderados, pues no producen un efecto "cálido" ni "frío"; ejemplo de este último es el blanco fresco (cool white).

4 Los Naturales imitan la luz del sol con una longitud de onda entre 400 y 550 nanómetros y 90 ó más de CRI

b.1 Balastos para tubos fluorescentes

Un tubo fluorescente no puede ser colocado directamente a una línea eléctrica, pues cada tipo de fluorescente necesita voltajes de arranque que dependen del largo, diámetro, construcción y gases del tubo. Una vez que el fluorescente arranca, la corriente debe ser estabilizada por el balastro.

Las funciones del balastro son:

1 Proveer la cantidad de energía controlada para que se produzca el encendido del fluorescente.

2 Controlar, regular y emitir un suministro adecuado de corriente eléctrica para que el fluorescente trabaje a su máxima eficiencia.

b.2 Tipos de arranque

Los balastos están diseñados para los cuatro tipos de circuitos en que funcionan los fluorescentes:

1 Precalentamiento (ph o pre-heat).

Estas lámparas fluorescentes requieren que sus electrodos se precalienten antes de iniciar su ciclo lumínico y necesitan de un

arrancador (starter). Estos sistemas son los más baratos, pero el encendido toma entre 5 y 10 segundos.

2 Arranque acelerado (qs o quick start)

También requieren que los electrodos se precalienten, pero el balastro viene diseñado para encender el tubo sin necesidad de un arrancador.

3 Arranque rápido (rs o rapid start)

Las lámparas fluorescentes de arranque rápido utilizan electrodos de bajo voltaje que son automáticamente precalentados por el balastro, y eliminar así la necesidad de un arrancador (starter). Este balastro calienta los electrodos por medio de un embobinado de calentamiento el cual, luego del arranque, continúa regulando la energía necesaria para mantener el funcionamiento del tubo.

Los sistemas de arranque rápido toman entre 2 y 5 segundos para encender.

4 Arranque instantáneo (is o instant start)

Este circuito enciende al tubo fluorescente, y da una descarga de alto voltaje entre los electrodos de la lámpara, sin necesidad de un arrancador (starter).

Como su nombre lo indica, en estos casos el sistema enciende instantáneamente.

b.3 Ruido

Los balastos magnéticos presentan un ruido por el efecto inherente de su construcción. Por su nivel ruido, los balastos se clasifican en categorías:

Categoría A: 20-24 decibeles, para instalarse en bibliotecas, estaciones de radio y TV, iglesias, salas de lectura, oficinas auditorios.

Categoría B: 25-30 decibeles, para residencias, oficinas, aulas nocturnas, auditorios.

Categoría C: 31-36 decibeles, para edificios comerciales, bodegas, supermercados.

Categoría D: 37-42 decibeles, para fábricas, oficinas y tiendas de alto tránsito.

b.4 Balastos ahorradores de energía

Estos son más eficientes que los convencionales, pues el diseño utilizado les permite lograr menores pérdidas. Estos funcionan con fluorescentes convencionales o con fluorescentes ahorradores de energía. (Ver cuadro siguiente).

Cuadro comparativo de 2 tubos fluorescentes F40

Consumo Fluorescente	Balastro convencional	Balastro ahorrador
Convencional	96W	86W
Ahorrador	82W	72W

b.5 Balastos electrónicos

Estos utilizan una tecnología completamente diferente a la de los balastos magnéticos.

Son fabricados con diseños de alta eficiencia que permiten altos beneficios: larga vida, ahorro energético (por medio de la inclusión de capacitores), bajos costos de mantenimiento, menores niveles de ruido, temperaturas de operación, más bajas y menor peso de los componentes. Su única desventaja es su costo inicial(Ver cuadro siguiente).

Balastos electrónicos

Consumo Fluorescente	Watts (1)	Watts(2)	kg
Balastro standar electromagnético	82	80	1.5
Balastro ahorrador de energía	72	62	1.6
Balastro electrónico	59	50	0.70

1. Para un sistema con dos tubos ahorradores de energía F40.
2. Temperatura del balastro con una temperatura ambiente de 25°C.

c) Tubos fluorescentes ahorradores de energía

Estos tubos han sido diseñados con la finalidad de conseguir un ahorro en el consumo de energía eléctrica, y tratan de mantener el mismo nivel de producción de luz. Es de notar que este diseño no elimina la instalación ya hecha, pues un fluorescente ahorrador utiliza el mismo balastro que el tubo convencional, aunque es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- 1 No utilizar fluorescentes ahorradores en circuitos de precalentamiento.

2 No deben utilizarse en temperatura inferiores a los 15°C y es necesario que se instalen a tierra para su óptimo mantenimiento y operación.

d) Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (H.I.D.)

Las lámparas de alta intensidad de descarga H.I.D. utilizan una amplia gama de fuentes de luz que pueden agruparse en cuatro familias: bulbos de sodio, bulbos de halogenuros metálicos, bulbos de mercurio y bulbos de luz mixta.

Bulbo de mercurio

En los bulbos de mercurio, la luz de una tonalidad blanca azulada, se produce por el paso de la corriente eléctrica, a través de mercurio vaporizado por el paso de una alta corriente. Aplicaciones típicas incluyen alumbrado de carreteras, industrias, parqueos, campos deportivos e iluminación arquitectónica. Esta lámpara actualmente está en desuso.

Bulbos de sodio

La luz de un bulbo de sodio de alta presión se produce cuando una corriente eléctrica pasa a través de vapor de sodio. El bulbo de sodio se puede aplicar cuando se requiera una fuente de luz de alta eficiencia, larga vida y donde el rendimiento de color no sea importante, ya que esta lámpara sólo es capaz de emitir una luz monocromática amarilla. El alumbrado de carreteras, industrias, parqueos e iluminación arquitectónica son alternativas de aplicación del bulbo.

Bulbos halogenuros metálicos.

Los bulbos de halogenuros metálicos son muy similares en construcción a los bulbos de mercurio; la diferencia reside en el hecho de que el arco contiene halogenuros metálicos. Esta lámpara es la fuente de luz blanca más eficiente en la actualidad, y presenta las siguientes ventajas: alta eficacia de hasta 125 lúmenes por watt, larga vida hasta 20,000 horas, un rendimiento de color excepcional de 65% C.R.I., y buen mantenimiento de lúmenes a través del tiempo. Están disponibles en rangos de 50 W a 1,500W.

Bulbos de luz mixta

Estos bulbos se diferencian de la lámpara de mercurio por el hecho de no utilizar un balastro externo. En lugar de balastro, utiliza un filamento interno de tungsteno conectado en serie con el arco de mercurio actuando como un dispositivo de control de corriente y como interruptor.

Los balastros para lámparas H.I.D. deben llevar a cabo dos funciones muy importantes

1 Arrancar, que es aplicar un alto voltaje a la lámpara a través de los gases iniciando una descarga y sosteniendo el voltaje requerido para el calentamiento de la lámpara.

2 Controlar o regular: cuando el bulbo arranca, al no tener un filamento que ofrezca resistencia, la corriente eléctrica puede crecer hasta provocar un accidente, por lo cual es necesaria la utilización del balastro como controlador y regulador de la corriente eléctrica que pasa a través del arco.

2.1.1.11 Métodos de cálculos de iluminación

Existen varios métodos de cálculo; el método que se va a usar se escoge en función de las características del lugar que se iluminará, de las luminarias que se tengan para el proyecto y de la calidad de iluminación.

Diseño de iluminación interior

1 Método de cavidad zonal (también llamado método de lumen).

2 Método de punto por punto.

1 Método de cavidad zonal

Este método, divide el local en tres cavidades. Estas son:

1. Cavidad de techo
2. Cavidad de local
3. Cavidad de piso.

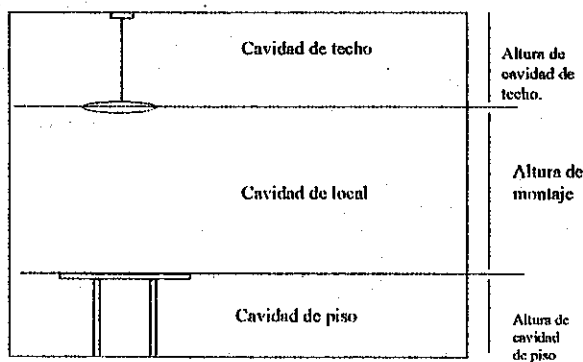
1 **Cavidad de techo:** es el área medida desde el plano de la luminaria al techo. Para luminarias colgantes habrá una cavidad de techo; para luminarias colocadas directamente en el techo o empotrados en el mismo, no existirá cavidad de techo.

2 **Cavidad de local:** es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del

piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde la luminaria al piso se considera como cavidad de local. En el lenguaje de iluminación, la distancia desde el plano de trabajo a la parte inferior de la luminaria es llamado "altura de montaje de la luminaria".

3 Cavidad de piso: se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cm. Para bancos de trabajo, se considera de 92 cm aproximadamente. En la siguiente figura, se ilustran las diferentes cavidades.

Figura 23. (sin fuente). Método de cavidad zonal.



La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara o luminaria es reflejada por todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminaria y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho, es muy importante determinar.

- a) Las dimensiones del local
- b) Las reflectancias del local referente a:
 - 1) Techo
 - 2) Paredes y
 - 3) Piso
- c) Características de la lámpara
- d) Características de la luminaria
- e) Efectos ambientales
 - 1) polvo y suciedad;
 - 2) temperatura
- f) Mantenimiento

Es muy importante recordar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema. Usar colores claros en las paredes, techos, y pisos, dará un nivel mayor de iluminación que si se usan colores oscuros. Lo anterior se aplica también a muebles dentro del local, materiales colgantes y alfombras.

En el método de cavidad zonal, se cumple la siguiente relación.

$$\text{Nivel de Iluminación} = \frac{\{ \text{No. de luminarias} \} \times \{ \text{lámpara/luminarias} \} \times \{ \text{lúmenes/lámpara} \} \times \{ \text{C.U.} \} \times \{ \text{F.M.} \}}{\text{área}}$$

Donde: Nivel de iluminación en luxes.

C.U. = Coeficiente de utilización. (adimensional)

F.M. = Factor de mantenimiento. (adimensional)

= L.L.D. x L.D.D.

L.L.D.: Depreciación de lúmenes de la lámpara.

L.D.D.: Depreciación de la luminaria.

área = Area en m².

La expresión anterior puede ser utilizada como una fórmula matemática para encontrar el número de luminarias necesarias, conociendo las lámparas, el luminaria y los factores de mantenimiento.

Se tratará ahora de cómo determinar los factores y/o donde encontrarlos.

Los fabricantes de lámparas publican datos en los cuales se indica el valor inicial de producción lumínica y el valor medio (promedio), o la depreciación de lúmenes de la lámpara, a través de las horas de vida. (L.L.D.).

Los fabricantes de luminarias publican datos sobre la pérdida de luz, debido al polvo y suciedad en la superficie de las luminarias y difusores (en caso de que se usen). También, normalmente, proporcionan

el Coeficiente de utilización para diferentes tamaños de local, usando diferentes reflectancias de las superficies.

Se ha establecido que el método de cavidad zonal provee un nivel de iluminación promedio uniforme en un local. Sin embargo, es válido siempre y cuando la luminaria se encuentre localizada correctamente y tenga una distribución adecuada en relación con la altura de montaje y espaciamiento entre luminarias, conforme a los valores recomendados.

Los fabricantes de luminarias especifican el espaciamiento máximo entre luminarias en relación con la altura de montaje. Este factor es conocido como la relación del "espaciamiento a altura de montaje" o S/M. H.

Pasos que se deben seguir para calcular un sistema de iluminación

1 Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Con esta información, se determinará la calidad y cantidad de luz que se necesita.

El Illuminating Engineering Society of North America indica los niveles de iluminación recomendados para trabajos específicos. (Ver capítulo V).

2 Determinar la fuente luminosa que va a usarse.

3 Determinar las características físicas y operacionales del área y cómo se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancia, localización del plano de trabajo, etc.

4 Seleccionar la luminaria que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar la luminaria que deberá usarse son:

- a) Altura de montaje
- b) Tipo de lámpara seleccionada
- c) Características de depreciación de la luminaria
- d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrada, abierta, cerrada, etc.)
- e) Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas)
- f) Costo, tamaño y peso

5 Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se pueden dividir en dos categorías:

- a) No recuperables.
- b) Recuperables.

Con el fin de simplificar los cálculos se usan solamente los factores que afectan en mayor proporción la pérdida de luz, a saber:

L.L.D.: Depreciación de lúmenes de la lámpara.
L.D.D.: Depreciación de la luminaria.

Multiplicando estos dos factores se obtendrá el factor de mantenimiento (F.M.).

Los factores de depreciación de los lúmenes de la lámpara y de la luminaria, debidos al polvo, se pueden determinar ya sea por los datos proporcionados por los fabricantes o por los datos proporcionados por el IES.

6 Determinar el coeficiente de utilización (C.U)

Indice de cuarto

$$I_c = \frac{\text{área}}{h_{cc}(\text{largo} + \text{ancho})}$$

Areas regulares.

$$RCR = \frac{5 \times h_{cc}(\text{largo} + \text{ancho})}{\text{área.}}$$

Areas irregulares.

$$RCR = \frac{2.5 \times h_{cc} \times \text{perímetro}}{\text{área.}}$$

Conociendo el I_c o el RCR y las reflectancias de las superficies del local se encuentra el C.U. en los datos técnicos proporcionados por el fabricante para la luminaria que se usará. (véase tablas).

8. Cálculo del número de luminarias requeridas: con los datos anteriores se debe aplicar la fórmula siguiente:

No. de luminarias =

Área x Nivel de Iluminación

$$\frac{\text{Área} \times \text{Nivel de Iluminación}}{(\text{No. de lámparas/luminaria}) \times (\text{lúmenes/lámpara}) \times (\text{C.U.}) \times (\text{F.M.})}$$

Diseño de iluminación exterior

Método aproximado (Watts/área)

El método simplificado de watts/pie es suficientemente preciso para aquellas luminarias que están localizadas sobre el área (o a un lado), que están iluminando. Se deben seguir las consideraciones dadas en las siguientes líneas. Los watts por pie cuadrado obtenidos en la gráfica siguiente, proporcionan una iluminación promedio con una variación del 20% dentro del valor esperado. Esto es suficientemente preciso, pues la diferencia entre la cantidad de luminarias obtenidas de la gráfica y el número que realmente se requiere para satisfacer los requisitos físicos del trabajo es mayor del 20%.

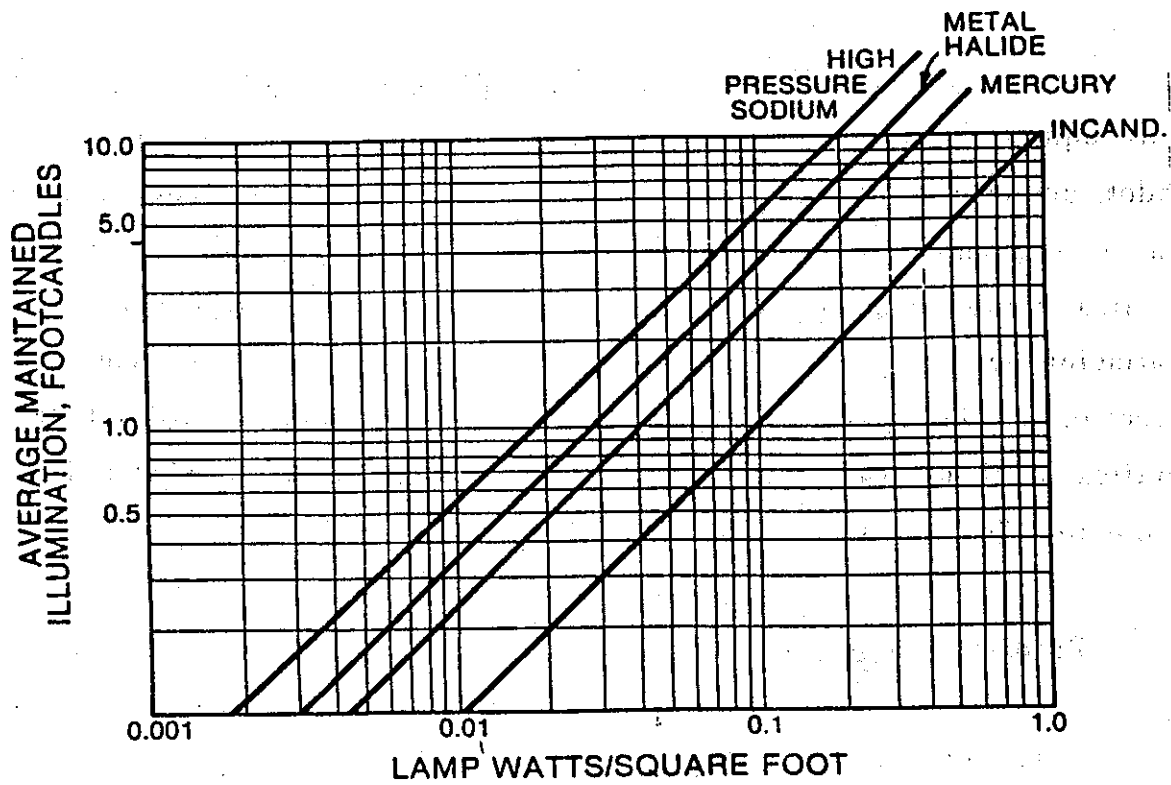
Pasos a seguir:

- 1 Determinar el nivel de iluminación necesario.
- 2 Localizar el nivel de footcandles que se requiere, en el lado izquierdo de la gráfica; seguir este punto horizontalmente hasta interceptar la línea diagonal gruesa que represente la lámpara escogida.
- 3 Para determinar los watts/square foot (Vatios/pie²), se traza una línea vertical de la diagonal gruesa hasta cortar la escala horizontal.

4 Multiplicar los watts/square foot por el total de pies cuadrados del área, para obtener el total de watts necesarios para iluminar dicha zona.

5 Dividir los watts totales entre los watts de la luminaria deseada, para obtener el número total de lámparas y luminarias requeridos.

Figura 24. (16,9030.10). Iluminación exterior



2.1.1.12. Potencia eléctrica

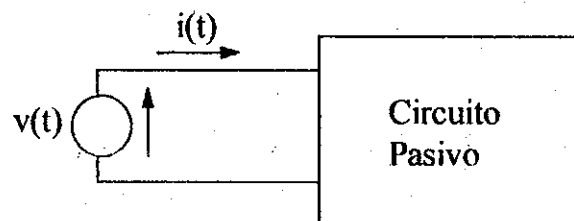
En los dispositivos eléctricos, uno de los parámetros que más interesa es el de la potencia. Por ejemplo, es importante conocer la potencia suministrada por un alternador, la potencia consumida por un motor eléctrico, la potencia emitida por una emisora de radio o televisión, etc.

La tensión aplicada al circuito de elementos pasivos de la figura es una función del tiempo. La intensidad que resulta es, igualmente, una función del tiempo, cuyo valor depende de los elementos que integren dicho circuito. El producto, en cada instante, de la tensión por la intensidad, se llama potencia instantánea y viene dada por

$$p = vi.$$

La potencia p puede tomar valores positivos o negativos, según el instante o el intervalo de tiempo que se considere. Una potencia p positiva significa una transferencia de energía de la fuente a la red, mientras que una potencia p negativa corresponde a una transferencia de energía de la red a la fuente.

Figura 24. (13,68). Potencia eléctrica



Potencia activa (P)

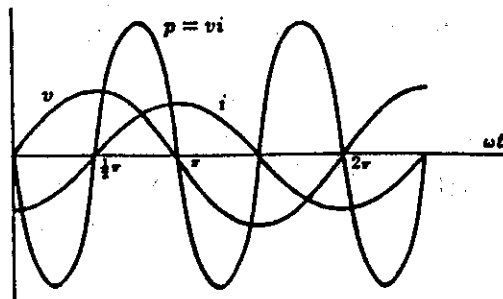
Consideremos el caso ideal en que el circuito pasivo contenga, exclusivamente, un elemento inductivo al que se le aplica una tensión senoidal de la forma $v = V_m \text{sen} \omega t$. La intensidad de corriente que circula es de la forma $i = I_m \text{sen}(\omega t - \pi/2)$. El valor de la potencia instantánea es

$$p = vi = V_m I_m (\text{sen} \omega t) \times (\text{sen}(\omega t - \pi/2)).$$

Como $\text{sen}(\omega t - \pi/2) = -\text{cos} \omega t$ y $2 \text{sen} X \text{cos} X = \text{sen} 2X$, se puede escribir

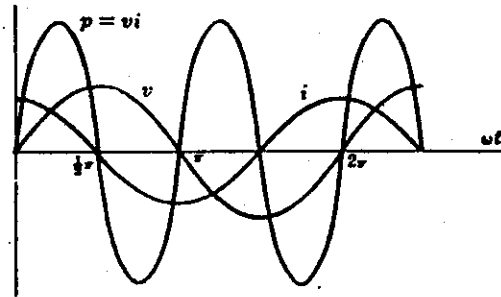
$$p = -(1/2) V_m I_m \text{sen} 2\omega t$$

En la figura siguiente, se pone de manifiesto este hecho. Cuando v e i son positivos, la potencia p es positiva, por lo que existirá una transferencia de energía de la fuente a la bobina. Cuando v e i son de signo contrario, la potencia es negativa, y la bobina devuelve a la fuente la energía que antes le había suministrado. La frecuencia de la potencia es el doble que la correspondiente a la tensión o la corriente, el valor medio de la potencia, que se representa por P , en un ciclo o período completo, es cero. Figura 25. (13,68). Potencia activa.



En el caso ideal, de que el circuito estuviese formado por un condensador puro de capacidad C , se obtendrían resultados análogos, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 26. (13,68). Potencia capacitiva.



Se aplica ahora una tensión $v = V_m \text{sen} \omega t$ a un circuito constituido por una sola resistencia. La intensidad de corriente que circula por ella es $i = I_m \text{sen} \omega t$ y la potencia correspondiente.

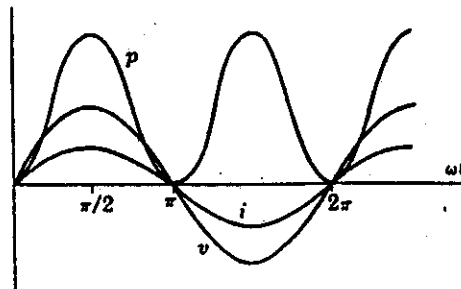
$$p = vi = V_m I_m \text{sen}^2 \omega t.$$

Ahora bien $\text{sen}^2 x = 1/2(1 - \cos 2x)$, con lo cual

$$p = (1/2)V_m I_m (1 - \cos 2\omega t)$$

resultado que se puede observar en la siguiente figura.

Figura 27. (13,68). Potencia resistiva.



En este caso, se ve que la frecuencia de la potencia es también el doble de la correspondiente a la tensión o a la corriente. Además, la potencia es siempre positiva y varía desde cero a un valor máximo $V_m I_m$. El valor medio de la potencia es $(1/2)V_m I_m$.

Finalmente, se considera el caso de un circuito pasivo general. Aplicando una tensión senoidal $v = V_m \text{sen} \omega t$, circula una corriente de intensidad $i = I_m \text{sen}(\omega t + \theta)$. El ángulo de fase θ será positivo o negativo, según el carácter inductivo o capacitivo, respectivamente, del circuito. La potencia instantánea es

$$v_i = V_m I_m \text{sen} \omega t \text{sen}(\omega t + \theta).$$

Ahora bien, $\text{sen} \alpha \text{sen} \beta = (1/2)(\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$ y $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$, con lo cual

$$p = (1/2)V_m I_m (\cos \theta - \cos(2\omega t + \theta)).$$

La potencia instantánea p consta de un término cosenoidal, $(1/2)V_m I_m \cos(2\omega t + \theta)$, cuyo valor medio es cero, y de un término constante, $(1/2)V_m I_m \cos \theta$. En estas condiciones, el valor medio de la potencia activa P es

$$P = (1/2)V_m I_m \cos \theta = VI \cos \theta.$$

en donde $V = V_m/\sqrt{2}$ e $I = I_m/\sqrt{2}$ son los valores eficaces de los fasores V e I , respectivamente. El término $\cos \theta$ se llama factor de

potencia (f.p.). El ángulo θ es el que forman V e I y está siempre comprendido entre $\pm 90^\circ$. De aquí se deduce que $\cos\theta$, y por tanto, P , es siempre positivo. Sin embargo, para indicar el signo de θ diremos que un circuito inductivo, en el que la intensidad de corriente está retrasada, respecto de la tensión, tiene un factor de potencia en retraso. Un circuito capacitivo, como la corriente está adelantada respecto de la tensión, tiene un factor de potencia en adelanto.

La unidad de potencia activa Watt (W); como múltiplo se emplea el kilowatt (kW), de manera que $1 \text{ kW} = 1,000\text{W}$.

Potencia aparente. (S)

El producto VI se llama potencia aparente y se representa por la letra mayúscula S . La unidad de S en el sistema mksa es el voltio-amperio (VA), y su múltiplo más empleado es el kilovoltio-amperio (kVA).

Potencia Reactiva (Q)

El producto $VI\sin\theta$ se llama potencia reactiva y se representa por la letra mayúscula Q . La unidad de Q en el sistema mksa es el voltio-amperio reactivo (VAR), y su múltiplo más empleado es el kilovoltio-amperio reactivo (kVAR).

Triángulo de potencias

Las expresiones de las potencias activa, aparente y reactiva se pueden representar geoméricamente mediante los lados de un triángulo que se llama triángulo de potencias.

Sea un circuito inductivo donde se representa el retraso de la corriente como indica la figura a, esto es, tomando la tensión V como referencia. En la figura. b, está representada la corriente con sus componentes activa y reactiva. La componente activa está en fase con la tensión V y la componente reactiva está en cuadratura con V , es decir, defasada 90° en retraso.

Figura 28. (13,68). Triángulo de potencia.

Figura a. Triángulo de potencias con cargas capacitivas

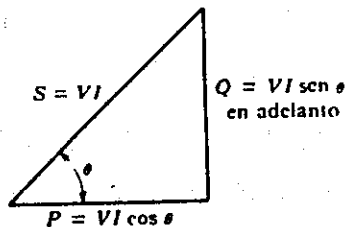
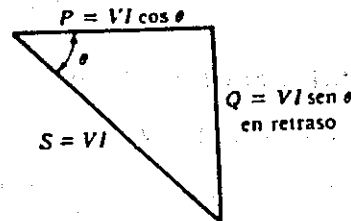
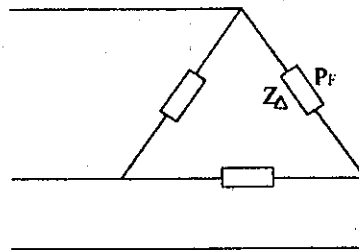


Figura b. Triángulo de potencias con cargas inductivas.



Para el caso de potencias trifásicas, se tienen las siguientes relaciones: Figura 29. (13,68). Potencia trifásica delta.



Como por las impedancias de las fases en cargas equilibradas, triángulo o estrella, circulan corrientes iguales, la potencia por fase es

un tercio de la potencia total. La tensión entre los extremos de la impedancia Z_A es la tensión compuesta entre líneas, y la corriente es la corriente de fase. El ángulo entre la tensión y la intensidad es el de la impedancia. Entonces, la potencia por fase es

$$P_F = V_L \times I_F \cos\theta$$

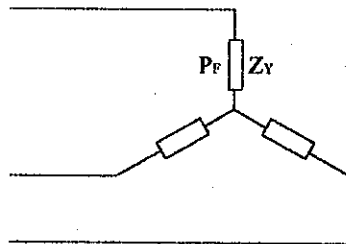
Y la potencia total

$$P_T = 3V_L \times I_F \cos\theta$$

Puesto que en las cargas equilibradas en Δ , $I_L = \sqrt{3} \times I_F$,

$$P_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \cos\theta. \quad \text{Ecuación a.}$$

Figura 30. (13,68). Potencia trifásica estrella.



Por las impedancias conectadas en la estrella de la figura, circulan las corrientes de línea, y la tensión en Z_Y es la tensión simple de fase. El ángulo entre ellas es el de la impedancia. Entonces, la potencia por fase es

$$P_F = V_F \times I_L \cos\theta$$

y la potencia total

$$P_T = 3 \times V_F \times I_L \cos\theta$$

Puesto que $V_L = \sqrt{3} \times V_F$,

$$P_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \cos\theta \quad \text{Ecuación b.}$$

Las ecuaciones a y b son idénticas, por tanto, la potencia total en cualquier carga trifásica equilibrada viene dada por $\sqrt{3} \times V_L \times I_L \cos\theta$, siendo θ el ángulo de la impedancia de carga o el ángulo en una impedancia equivalente en el caso en que varias cargas equilibradas sean alimentadas por el mismo sistema.

La potencia aparente total S_T y la potencia reactiva total Q_T están relacionadas con P_T , como se ve en las siguientes expresiones:

$$P_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \cos\theta$$

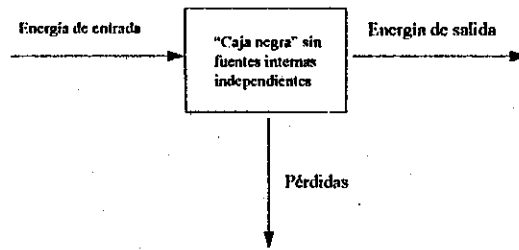
$$S_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L$$

$$Q_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \sin\theta.$$

2.1.1.13 Eficiencia

En cualquier dispositivo eléctrico se tienen pérdidas. En otras palabras, la potencia de salida de la máquina no es igual a la potencia de entrada, no toda la potencia de entrada; se convierte en potencia útil a la salida.

Figura 31. (sin fuente)



La conservación de la energía establece:

Entrada de energía = (salida de energía) + (energía perdida o almacenada en la caja negra).

Dividiendo los dos lados de la relación entre t se tiene.

$$\frac{W_{ent}}{t} = \frac{W_{sal}}{t} + \frac{W_{perdidos\ o\ almacenados\ en\ la\ caja\ negra}}{t}$$

Puesto que $P = W/t$, entonces se tiene.

$$P_{ent} = P_{sal} + P_{perdida\ o\ almacenada}$$

La eficiencia en la caja anterior está dada por la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$$

Al expresar la eficiencia, como porcentaje, se tiene:

$$\eta = \frac{P_{sal} \times 100\%}{P_{ent}}$$

$$\eta = \frac{P_{ent} - P_{perd} \times 100\%}{P_{ent}}$$

La máxima eficiencia posible es 100%, que ocurre cuando $P_o = P_i$ o bien cuando la potencia se pierde o se almacena en el sistema es cero.

Ejemplo:

Un motor de 2HP funciona con una eficiencia del 75%. ¿Cuál es la entrada de potencia en watts? Si la corriente de entrada es de 9.05A, ¿cuál es la tensión de entrada.

Solución.

$$\eta = \frac{P_{sal} \times 100\%}{P_{ent}}$$

$$0.75 = \frac{2 \times 746}{P_{ent}}$$

$$P_{ent} = \frac{1492}{0.75} = 1,989.33W$$

$$P = V \times I \quad \text{ó} \quad V = P/I = 1,990/9.05 = 219.82 \cong 220V.$$

2.1.1.14. Energía

La energía ganada o perdida por cualquier sistema se puede determinar con la siguiente ecuación

$$E = P \times t$$

De las unidades de la ec. anterior se determina que las unidades de la energía son: watts x segundo, pero ésta es una unidad muy pequeña, por lo que suele usarse el watt-hora o el kilowatt-hora.

$$E(\text{Wh}) = [\text{Potencia (W)}] \times [\text{tiempo(h)}]$$

$$E(\text{kWh}) = \frac{[\text{Potencia (W)}] \times [\text{tiempo(h)}]}{1,000}$$

Para calcular el pago por consumo ante la Empresa Eléctrica, se debe conocer el precio del kilovatio-hora.

Ejemplo 1:

Se supone que las lecturas de un contador son: La primera lectura fue 4,650 y la segunda 5,360, entonces el consumo durante el período estudiado fue de 710 kWh.

Suponiendo que el kilowatt-hora tuviera un valor de Q 0.65, el pago sería.

$$\text{Pago} = [710\text{kWh}] \times [Q0.65/\text{kWh}] = Q461.50$$

Ejemplo 2

Se tiene un motor eléctrico funcionando durante un periodo de 6 hrs. diarias, 6 días a la semana, 4 semanas al mes. Las características eléctricas del motor son: tensión nominal 208V, potencia 3HP. ¿Cuál sería el pago mensual a la empresa suministradora de la energía eléctrica, si el kilowatt-hora tiene un valor de Q0.65.

Solución.

Para resolver el problema es necesario calcular los kilowatt-hora del motor

$$\text{Potencia (W)} = 3\text{HP} \times \frac{746\text{W}}{1\text{HP}} = 2,238\text{W}.$$

$$E(\text{kWh}) = \frac{[\text{Potencia (W)}] \times [\text{tiempo(h)}]}{1,000} = \frac{[2,238 \text{ (W)}] \times [6\text{hrs} \times 6\text{días} \times 4\text{semanas}(\text{h})]}{1,000}$$

$$= \frac{322,272}{1,000} = 322.27\text{kWh}.$$

Finalmente se tiene que el pago mensual será:

$$\text{Pago} = [322.27\text{kWh}] \times [Q0.65/\text{kWh}] = Q209.48$$

2.1.1.15. Sistema por Unidad

Existe una forma de resolver circuitos que incluyen transformadores, la cual elimina la necesidad explícita de convertir los niveles de tensión en cada transformador del sistema. En lugar de ello, las conversiones se manejan automáticamente por el método mismo, sin que el usuario deba preocuparse por la transformación de impedancias; esto hace posible resolver fácilmente circuitos que contienen muchos transformadores con menores posibilidades de error. Este método de cálculo es conocido como Sistema Por Unidad (PU).

El PU tiene además ventajas muy importantes en maquinaria eléctrica y en transformadores: a medida que cambia el tamaño de estas máquinas, sus impedancias internas varían ampliamente. Así, una reactancia primaria de 0.1Ω puede ser excesivamente elevada para un transformador, o ridículamente bajo para otro: todo depende del voltaje del aparato y de su potencia. Sin embargo, resulta que, en un sistema por unidad basado en los valores nominales del equipo, las impedancias de máquinas y de transformadores varían dentro de rangos muy estrechos.

En el sistema de Por Unidad, no se utilizan las unidades del SI, sino como una fracción decimal de un valor tomado como base.

$$\text{Magnitud por unidad} = \frac{\text{magnitud real}}{\text{valor base correspondiente}}$$

Es costumbre seleccionar dos magnitudes base para definir un sistema por unidad, para ello, generalmente se toman el voltaje y la potencia aparente. Una vez seleccionados dichos valores, las restantes

magnitudes base quedan ligadas con ellos mediante las leyes comunes de los circuitos.

En un sistema de potencia, el voltaje y la potencia base se seleccionan en un punto específico del sistema. Los transformadores no afectan la magnitud de la potencia aparente base del sistema, puesto que en ellos la potencia aparente es igual en la entrada y en la salida. Sin embargo, el voltaje sí cambia al pasar por un transformador, de tal suerte que la magnitud de V_{base} varía con la relación de espiras en cada transformador del sistema. Como las magnitudes base cambian al pasar por un transformador, el proceso de referenciar las cantidades a un único nivel de tensión se realiza automáticamente durante la conversión a por unidad.

Ejemplo:

La siguiente figura muestra un sistema de potencia sencillo, el cual consta de un generador de 480V conectado a un transformador ideal de relación 1:10, una línea de transmisión, un transformador ideal de relación 20:1, y una carga. La impedancia de la línea de transmisión es de $20 + j60\Omega$, y la impedancia de la carga es de $10\angle 30^\circ\Omega$. Las bases del sistema se han seleccionado como 480V y 10kVA en el generador.

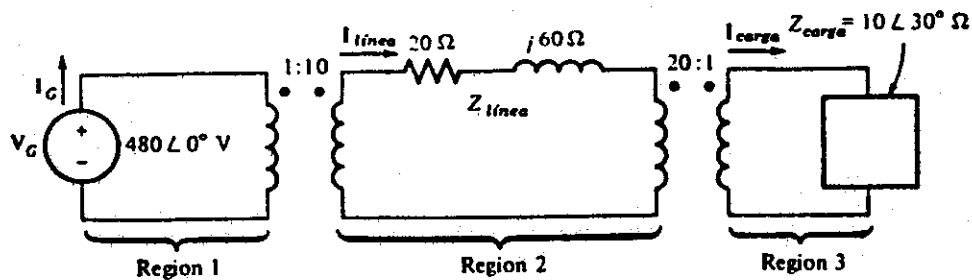
Hallar las magnitudes de voltaje, corriente, potencia e impedancia base en cada punto del sistema.

Hallar el circuito equivalente por unidad del sistema.

Calcular la potencia suministrada a la carga.

Calcular las pérdidas en la línea de transmisión

Figura 32. (15,615). Sistema de potencia.



Solución.

a) En la región del generador, $V_{base} = 480V$ y $S_{base} = 10kVA$, así que

$$I_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base 1}} = \frac{10,000}{480} = 20.83A$$

$$Z_{base} = \frac{V_{base 1}}{I_{base 1}} = \frac{480}{20.83} = 23.04\Omega$$

La relación de espiras del transformador T1 es $a = 1/10 = 0.1$. Por tanto, el voltaje de base en la región de la línea de transmisión es

$$\begin{aligned} V_{base 2} &= \frac{V_{base 1}}{a} \\ &= 4,800V \end{aligned}$$

Las magnitudes base restantes son

$$S_{\text{base } 2} = 10\text{kVA}$$

$$I_{\text{base } 2} = \frac{10,000\text{VA}}{4,800\text{V}} = 2.083\text{A}$$

$$Z_{\text{base } 2} = \frac{4,800\text{V}}{2.083\text{A}} = 2,304\Omega$$

La relación de espiras del transformador T2 es $a = 20/1 = 20$, así que el voltaje base en la región de carga es

$$V_{\text{base } 3} = \frac{V_{\text{base } 2}}{a} = 240\text{V}$$

Las magnitudes base restantes son

$$S_{\text{base } 3} = 10\text{kVA}$$

$$I_{\text{base } 3} = \frac{10,000\text{VA}}{240\text{V}} = 41.67\text{A}$$

$$Z_{\text{base } 3} = \frac{240\text{V}}{41.67\text{A}} = 5.76\Omega$$

b) Para convertir un sistema de potencia a Por Unidad, cada componente debe ser dividido por el valor base respectivo en esa región del sistema. El voltaje por unidad del generador es igual a su voltaje verdadero dividido por su voltaje base:

$$V_{G,pu} = \frac{480 \angle 0^\circ \text{V.}}{480 \text{V}} \cdot 1.0 \angle 0^\circ \text{pu.}$$

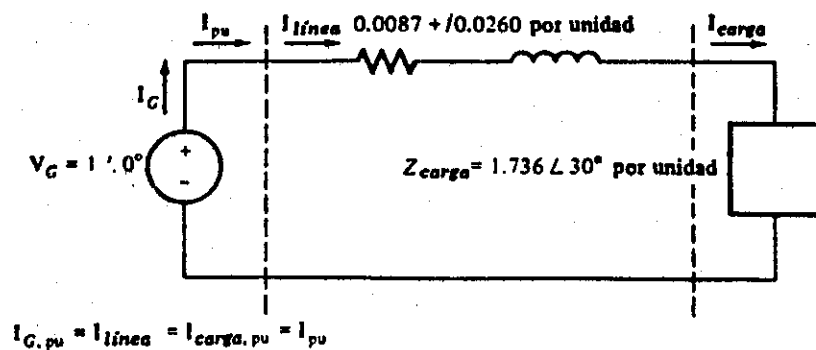
La impedancia por unidad de la línea de transmisión es el cociente entre el valor verdadero de su impedancia, y el valor de la impedancia base:

$$Z_{línea,pu} = \frac{20 + j60\Omega}{23.04\Omega} = 0.0087 + j0.0260\Omega, \text{ P.U.}$$

La impedancia por unidad de la carga es también igual a su propio valor dividido por el valor base

$$Z_{carga,pu} = \frac{10 \angle 30^\circ \Omega}{5.76 \text{V}} = 1.736 \angle 30^\circ \text{P.U.}$$

Figura 33. (15,615). Sistema de potencia en por unidad.



c) La corriente del sistema en por unidad es

$$I_{pu} = \frac{V_{pu}}{Z_{total,pu}}$$
$$I_{pu} = \frac{1.0 \angle 0^\circ \Omega}{(0.0087 + j0.0260\Omega) + (1.503 + j0.868\Omega)} = \frac{1.0 \angle 0^\circ \Omega}{1.512 + j0.894\Omega}$$
$$= \frac{1.0 \angle 0^\circ \Omega}{1.757 \angle 30.6^\circ \Omega} = 0.569 \angle -30.6^\circ \text{P.U.}$$

Por consiguiente, la potencia activa de la carga en por unidad es

$$P_{carga,pu} = (I_{pu})^2 R_{carga} = (0.569)^2 (1.503) = 0.487 \text{ P.U.}$$

y en magnitud real,

$$P_{carga} = P_{carga,pu} S_{base}$$
$$= (0.487)(10,000\text{VA}) = 4,870\text{W.}$$

d) La potencia en por unidad disipada en la línea es

$$P_{línea,pu} = (I_{pu})^2 R_{línea,pu}$$
$$= (0.569)^2 (0.0087) = 0.00282.$$

y en magnitud real,

$$P_{línea} = P_{línea,pu} S_{base}$$
$$= (0.00282)(10,000\text{VA}) = 28.2\text{W.}$$

Ejemplo 2:

Dibujar el circuito equivalente de un transformador. Tomense como base los valores nominales de la siguiente placa de datos.

75 kVA	65°C Rise
Serie 98A341608	Wt 860
HV 7620/13,200Y	1.4%Ω a 85 °C
LV 240/480	Hz: 60
MFG Agosto de 1,998	HV Aluminio/LV Aluminio.
37.5 galones de aceite.	

Solución. El diagrama equivalente se referirá al lado primario.

$$S_{\text{base}} = 75,000 \text{ VA}$$

$$V_{\text{base}} = 7,620 \text{ V}$$

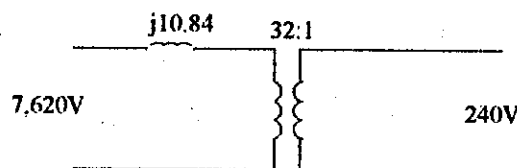
$$Z_{\text{base}} = \frac{(V_{\text{base}})^2}{S_{\text{base}}} = \frac{(7,620)^2}{75,000} = 774.19 \Omega$$

Por lo tanto:

$$Z_{\text{p.u.}} = \frac{Z_{\text{real}}}{Z_{\text{base}}}$$

$$Z_{\text{real}} = Z_{\text{p.u.}} \times Z_{\text{base}} = 0.014 \times 774.19 = 10.84 \Omega$$

Sustituyendo este valor se tiene el siguiente diagrama.



2.1.1.16 Diseño de instalaciones eléctricas domiciliarias

Aquí se darán algunas definiciones importantes:

a) Carga instalada

Es la suma de las potencias nominales de los aparatos y equipos que se encuentran conectados en una área determinada de la instalación; se expresa generalmente en kVA o kW.

b) Demanda

Es la potencia que consume realmente la carga, medida por lo general en intervalos de tiempo (por ejemplo intervalos de 1 hora), expresada en kW o kVA. Conviene aclarar que no es la potencia de los datos de placa sino aquella que realmente está consumiendo el equipo.

c) Densidad de carga

Es el cociente de la carga instalada y el área de la instalación considerada; se expresa en kVA/m^2 ; para los propósitos de planeación de una instalación se dan tablas con valores estimados típicos para cierto tipo de instalaciones eléctricas, en particular industriales.

d) Demanda Máxima

Es la máxima demanda que se tiene en una instalación o en un sistema durante un período de tiempo especificado -quince minutos- durante el mes.

e) Factor de demanda

Es el cociente de la demanda máxima de un sistema y la carga instalada en el mismo.

$$F. D. = \frac{\text{Demanda máxima (en W o en kW)}}{\text{Carga instalada(en W o en kW)}}$$

1 Los circuitos se pueden clasificar en grupos:

a) Circuitos de alumbrado general

Se agrupan en esta categoría a todas las salidas de iluminación y tomacorrientes controlados por interruptor. La corriente de estos circuitos oscila entre 0 a 15A con una tensión de 120V.

b) Circuitos de tomacorrientes

En esta categoría se pueden incluir todos los accesorios de potencias pequeñas: televisores, radios, grabadoras, equipos de sonido, deshumedecedores, secadoras de pelo, pequeños ventiladores colgantes y de pedestal, salidas para computadoras, para impresoras, rasuradores... La corriente de estos circuitos oscila entre 0 a 15A con una tensión de 120V.

c) Circuitos de tomacorrientes para cargas mayores

Aquí se pueden agrupar los accesorios de cocina, lavandería, jardín,... por ejemplo, secadoras, lavadoras, estufas eléctricas, bombas para agua, plantas eléctricas, microondas, refrigeradoras... La corriente de estos circuitos oscila entre 15 a 50A con una tensión de 120/240V monofásico.

d) Circuitos especiales

Teléfonos, señales sonoras, datos, alarmas, señales de cable y televisión.

2 Componentes básicos de una instalación eléctrica domiciliar

1. Entrada del servicio (comunmente llamada acometida) con la capacidad de corriente adecuada. Esta inicia en el contador y termina hasta el interruptor principal o tablero de distribución.

2. Interruptor general preferiblemente automático, de capacidad adecuada.

3 Centro de distribución, este dispositivo eléctrico tiene determinadas funciones, a saber:

- a) Distribución de la energía eléctrica entre los diferentes circuitos que componen la instalación.
- b) Proteger la instalación contra corto circuitos o sobrecargas.
- c) Desconectar del servicio el o los circuitos que se deseen para trabajos de mantenimiento, o cuando por otras razones así se requiera.

4 Circuitos con conductores de ampacidad adecuada, para prestar un servicio eficiente y confiable.

5 Tomacorrientes, estratégicamente localizados y bien distribuidos, a efecto de evitar en todo lo posible extensiones peligrosas (léase extensiones de cables paralelos o regletas de tomacorrientes).

6 Interruptores de pared, para control de luces y otros artefactos, convenientemente localizados, especialmente aquellos de dos o tres vías.

7 **Canalización de una adecuada capacidad, para que los conductores puedan tenderse con facilidad sin deteriorar su forro aislante.**

8 **En el caso de instalaciones visibles, colocar suficiente número de soportes, para que los conductores queden estables y que el conjunto sea agradable a la vista.**

9 **Canalización separada para teléfonos, señales sonoras, datos, alarmas, señales de cable y televisión...**

3 **Procedimiento general recomendado para el diseño de una instalación eléctrica residencial.**

1 **Obtener del arquitecto o ingeniero, un juego de copias heliográficas de planos: amueblado, elevaciones, cortes, detalles, etc.**

2 **Después de estudiar cuidadosamente los detalles arquitectónicos estructurales y eléctricos, conviene tener una reunión con el proyectista para resolver dudas, plantear sugerencias y/o mejoras en el proyecto.**

3 **Seleccionar el lugar para la acometida, ya sea ésta aérea o subterránea, localización del contador; tablero principal y sub-tableros en caso necesario y si las normas eléctricas los exigen.**

4. Seleccionar y localizar en el plano, el lugar más adecuado para las luminarias, tomacorrientes, interruptores y demás salidas presentes y futuras en los diferentes ambientes de la residencia, estos se pueden localizar utilizando la simbología eléctrica respectiva.

5. Calcular el número de circuitos de conformidad con la carga.

6. Dibujar en el plano el trazado de los conductores y tubería con anotaciones, por ejemplo, el calibre del conductor, el diámetro de la tubería, la altura de las cajas de tomacorrientes o interruptores, el número de circuito, la altura de la luminaria, el número de lámparas por luminaria. Esto se hace en los casos especiales pues, se debe recordar que ya está definida una nomenclatura.

7. Calcular el calibre de los conductores de acuerdo con la carga y la caída de tensión permisible, así como el diámetro de la tubería que se va a utilizar normalmente; en los proyectos residenciales, se utiliza tubería de 1/2", 3/4"; otros diámetros requieren accesorios especiales, por ejemplo, conectores o cajas de registro.

8. Seleccionar el tipo adecuado del tablero o tableros y las respectivas protecciones de cada circuito, teniendo cuidado de dejar algunos espacios libres para el futuro.

9. Calcular el calibre de los conductores para la entrada del servicio de acuerdo con la caída de tensión permisible.

10 Dibujar en el plano el entubado para los circuitos de teléfonos, datos, señales sonoras, alarmas, señales de cable y televisión..., teniendo en consideración los lugares de interconexión con el circuito de energía eléctrica para los casos como transformadores de timbres, etc.

11 La instalación de equipos se hará conforme a las normas y reglamentos eléctricos existentes.

4 Requisitos básicos para cada ambiente

La planificación de una instalación eléctrica nueva o la modificación de una instalación existente, requiere dedicación y cuidado en la compilación de los requisitos de cada ambiente y en la selección de los artefactos eléctricos, fijos o móviles, a efecto de que todo sea un conjunto armónico y preste un servicio eficiente con el máximo de seguridad.

1) **La cocina:** como mínimo debe haber una luz de techo, preferible una luz de pared sobre el fregadero e iluminación adecuada sobre la mesa de trabajo y la cocina eléctrica. Se instalarán tomacorrientes de uso especial -estufas, secadoras, lavatrastos, bomba de agua, extractor de aire, aire acondicionado, calentador de agua, refrigerador,...- y tomacorrientes de uso general. Los primeros se ubican según el plano amueblado y los segundos en las paredes a una altura un poco mayor de los muebles: 1.2 m.s.n.p., por ejemplo.

2) **Dormitorios:** en cuanto al alumbrado hay muchas ideas, pero la tendencia sigue siendo con luminarias céntricas o luces semidirectas.

Tomacorrientes controlados por interruptores de 3 vías desde la cabecera de la cama y desde la puerta, se suelen utilizar. También se suelen instalar sistemas de 3 vías para controlar la iluminación principal.

Es necesario también dejar salidas para teléfono y botón de llamada interna, salida para TV o cable...

Dependiendo del clima se puede prever una salida para aire acondicionado. Es importante recomendar un equipo que no sea ruidoso.

3) **Baño:** lo más importante de este ambiente es la luz del espejo, una sola luz concentrada en el cielo o pared no es recomendable. Para el espejo, la solución más adecuada es una luz a cada lado y preferible una en la parte superior del mismo; este arreglo mejora considerablemente la iluminación, especialmente para el maquillaje y peinado. Otro accesorio puede ser la instalación de un extractor de olores.

4) **Sala (Estudio, Biblioteca):** como centro familiar y social, sus actividades son variadas, así como los elementos que allí se encuentran, por lo tanto, requiere atención esmerada en la elaboración del proyecto de la instalación. El alumbrado general es imprescindible, de preferencia con luces en el techo, y a complementarlo con luces indirectas, semidirectas y una serie de adaptaciones de luces de pared y lámparas de pie. Los tomacorrientes de uso general deben colocarse y distribuirse de tal manera que queden accesibles, y que la distancia entre éstos en el sentido horizontal de la pared no esté a más de 1.8 m. Este último punto rige para todos los ambientes.

5) **Comedor:** generalmente la mesa principal ocupa el centro, por lo tanto, una luz central de techo iluminará esta área. Según el tamaño, puede ser que convengan luces de pared. En la mesa auxiliar y gabinete, deben instalarse tomacorrientes para los artefactos portátiles.

6) **Lavandería:** este ambiente requiere una instalación para: la lavadora, la secadora de ropa, además de planificarse una buena iluminación para evitar sombras molestas para el planchado.

7) **Corredores, pasillos, escaleras:** debe planificarse una iluminación que además de ser eficiente, sea decorativa, con sus interruptores convenientemente localizados, especialmente, los interruptores de dos o tres vías. Es conveniente dejar algunos tomacorrientes, por ejemplo, para el pulidor de pisos. En los descansos de las escaleras, en el techo o aun en la pared, hay que instalar luminarias que provean de buena iluminación y no molesten a la vista.

8) **Instalaciones exteriores:** la vida en el jardín al aire libre o en el patio puede complementarse con el uso de la electricidad; todo depende del tamaño y cómo esté dispuesto; de todas maneras, luces indirectas o reflectores de colores pueden dar un ambiente agradable. Los puntos de acceso deben estar bien iluminados, especialmente si hay gradas o losas decorativas. No olvidar tomacorrientes para uso general, a prueba de agua. Las luces exteriores en las esquinas de la casa, jardín, patio, no sólo hacen atractiva la casa, sino pueden ser un sistema de seguridad. En los caminamientos largos pueden colocarse lámparas de piso, sobre el nivel de piso o en poste, de 30 ó 40 cm de altura.

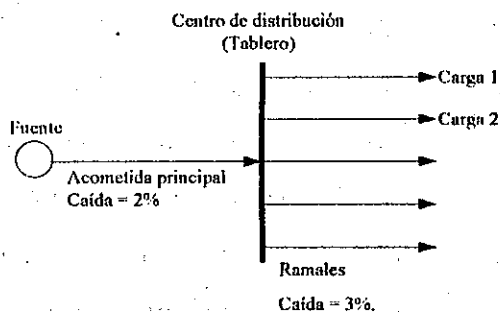
9) **Señales de llamadas (timbres):** Además del botón de presión (pulsador) de la calle, para llamadas del exterior, son necesarios los botones para llamadas desde el interior, a los cuartos de servicios.

10) **Intercomunicación y teléfono:** la comunicación de la calle debe quedar directamente a la cocina, por ser el lugar que constantemente está ocupado. Para el teléfono, es conveniente una salida en lugar céntrico, accesible, en la sala o hall, y convienen, así mismo dejar salida en los dormitorios.

5 Circuitos ramales y su alimentación

El calibre de los conductores de una acometida depende de la suma de las carga de los circuitos ramales, según las necesidades presentes y estimaciones para el futuro. Depende también de la caída de tensión hasta el punto final de la carga, que no ha de ser superior al 5%.

Figura 34. (sin fuente) Caídas de tensión permisibles.



Ramales de alumbrado general: la carga del alumbrado general se puede calcular en la base de vatios por metro o pies cuadrados; se determina por el área de la superficie a servir; ésta debe calcularse con

las dimensiones exteriores del edificio por construirse y según el número de pisos.

Ramales para cargas especiales: por ejemplo, estufas, secadoras, lavatrastos, bomba de agua, extractor de aire, aire acondicionado, calentador de agua, refrigerador,...

Para otras cargas que no estén contempladas en la iluminación general y cargas, debe incluirse una carga no menor que la carga unitaria especificada a continuación: armaduras en la cocina 300VA y en tomacorrientes de uso general 180VA (NEC 220-3-C-5).

La carga continua de un circuito ramal no debe exceder el 80% de la capacidad del circuito.(NEC 100-A).

6 Cálculo de Acometidas

Existen tres métodos para determinar el calibre de los conductores de la acometida. La acometida puede ser la principal, es decir, aquella que instala la empresa distribuidora de energía eléctrica o la acometida para un sub-tablero de distribución.

1 Método de factores de demanda.

La forma más usual y apropiada para calcular la capacidad de la acometida en una residencia es la que aplica factores de demanda a cada uno de los bloques de cargas similares de la siguiente forma:

Iluminación

Tomacorrientes de uso general

Tomacorrientes para cargas especiales.

2 Método de la Empresa Eléctrica de Guatemala

Efectuar la sumatoria de la totalidad de las cargas instaladas y aplicarle un factor de demanda global del 60%. Esta manera de calcular los conductores de acometida es utilizada por el personal de la Empresa Eléctrica de Guatemala. Este cálculo da una aproximación global de la demanda y debe tomarse como una referencia, ya que no toma en cuenta todos los factores internos que pueden llegar a afectar una instalación eléctrica.

3 Método de Cálculo del NEC

Designa como circuito de iluminación a todas las luminarias más los tomacorrientes de uso general.

Si no se tiene un diseño previo, se calcula la carga instalada considerando una densidad de carga de 32 VA/m^2 en el área de construcción del inmueble, más un circuito de 1,500VA que incluye todo el menaje de cocina.

a Para seleccionar el calibre de los conductores, se asigna un factor de demanda del 100% a los primeros 3kVA, de los 3.001kVA a 120kVA un factor de demanda del 35%, y para los que estén arriba de 120kVA un factor de 25%.

b A las cargas especiales después de haber sido agrupadas se les aplica el factor de demanda correspondiente.

c Se suman los resultados de los incisos a y b.

El resultado obtenido con cualquiera de estos tres métodos se conoce como Demanda Máxima Estimada (DME); se le llama así porque en ningún momento se puede llegar a conocer con exactitud cuál será la demanda del inmueble. En una acometida, no es necesario aplicarle el factor de seguridad del 80% al conductor. En acometidas residenciales, no se recomienda tener un conductor menor al calibre 10.

Para el cálculo de calibre del conductor neutro, se procede con la siguiente secuencia de cálculo:

a Se toma el 100% de la DME de las cargas instaladas en los circuitos de usos generales, iluminación y cargas especiales a 120V.

b Se toma el 70% de la DME de las cargas especiales conectadas a 240V.

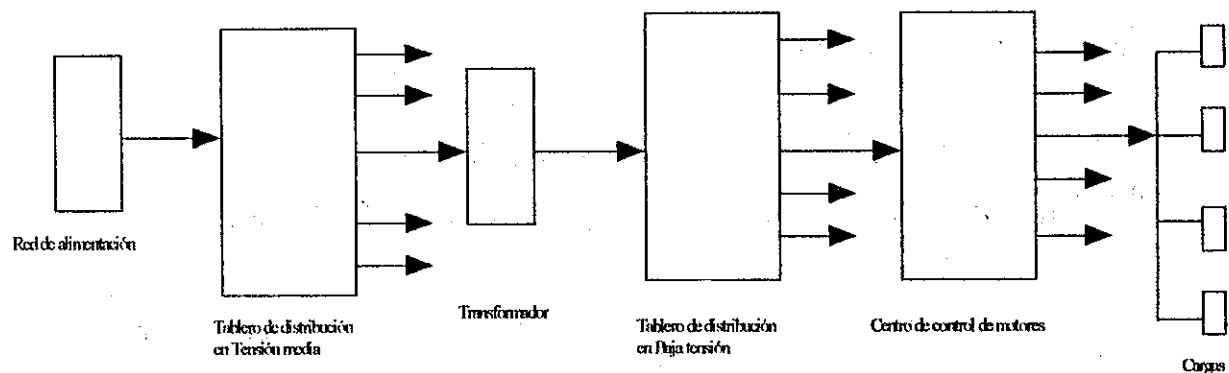
c Se suman las capacidades de los primeros dos incisos. En caso de que no existan cargas conectadas a 240V, se coloca un neutro de la misma capacidad de la línea.

2.1.1.17 Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales

Inicialmente se puede presentar el proyecto por medio de un diagrama de bloques; las partes fundamentales de la instalación eléctrica, establecidas por el usuario, que y llega hasta el sistema de alimentación de la compañía suministradora de energía eléctrica.

El proyecto, en la industria, comprende el dimensionamiento de todo el sistema; está dimensionado cuando se determinan las características de los elementos de cada uno de los bloques y las características de los elementos que los unen.

Figura 35. (sin fuente). Diagrama de bloques, instalación industrial.



Parámetros eléctricos necesarios de conocer en una instalación industrial:

- Potencia (kW, kVA)
- Voltaje y frecuencia (V, Hz)
- Corrientes nominales y corrientes de corto circuito (A)
- Factor de potencia (%)
- Tipo de servicio y características de la demanda.

Al proyectista, por lo general, se le proporciona la potencia, la ubicación y el tipo de servicio, a partir de esta información, calcula y suministra los demás datos eléctricos.

En procedimiento que se puede seguir es el siguiente:

- 1 Se determina la potencia total que demanda la instalación.
- 2 Se calculan los factores de demanda y se determina la potencia a transmitir por cada conductor de alimentación de los tableros.
- 3 Se selecciona el voltaje y sistema de distribución interna (véase el inciso 2.1.1.1.)
- 4 Se agrupan las cargas, según su uso, tamaño (potencia), y el voltaje nominal de alimentación de cada una, y se efectúa el dimensionamiento preliminar de la instalación. Es importante balancear las líneas con las cargas monofásicas 120V ó 240V.
- 5 Se verifican el factor de potencia.
(véase la sección 2.1.1.3.7.)

Selección de la tensión de alimentación

En la misma forma que existe un criterio general para determinar la capacidad del transformador de la subestación para una industria, existen ciertas reglas generales relacionadas con los voltajes más

convenientes que se van a utilizar en la industria. En forma indicativa, en las tablas siguientes se dan algunos de estos valores:

Potencia del Motor (HP)	Voltaje de Alimentación (Trifásico)
0 - 75	240
75 - 250	480
250 - 1,000	2,500
1,000 - 4,000	4,500
más de 5,000	13,200

Selección de Motores

Los fabricantes de equipo motorizado (por ejemplo: aire acondicionado, compresores, transportadores, ventiladores, etc.) especifican los tipos de motores y controles asociados que se requieren para una aplicación dada. Estos motores, por lo general, los seleccionan los ingenieros de aplicación de la compañía fabricante. Como medida general para la selección de los motores eléctricos, se deben tomar en consideración los siguientes factores:

- a) Potencia en la entrada o la salida, expresada en HP
- b) Características de la carga por accionar. Por ejemplo: si la carga será continua, si el motor arrancará a plena carga o la carga es se irá sumando de forma gradual...
- c) Velocidad nominal en RPM
- d) Tamaño de la carcasa
- e) Tipo de carcasa y condiciones ambientales
- f) Efecto del ciclo de trabajo

- g) Temperatura ambiente
- h) Elevación de temperatura en la máquina
- i) Voltaje nominal
- j) Requerimientos de mantenimiento y accesibilidad
- k) Frecuencia del sistema del cual se va a alimentar
- l) Número de fases

Ahora se aclaran algunas definiciones:

a) **Potencia a la salida:** también se le designa como potencia en la flecha y obviamente debe ser suficiente para accionar la carga que estará conectada a su eje. Este factor se complica ligeramente, por el hecho de que un motor debe soportar por períodos breves sobrecargas. Por ejemplo, se puede tener el caso de que un motor con potencia nominal de 10 HP a 1,750 RPM con un ciclo continuo de operación a 50°C de elevación de temperatura, debe producir o entregar 15 HP a 1,650 RPM, pero no en forma continua; esto quiere decir que su devanado debe admitir un sobrecalentamiento de 10 a 15 minutos sin daño alguno, por lo que no se selecciona para el valor de potencia que debe entregar por corto tiempo.

Otra condición puede ser que el ciclo de trabajo sea tal, que la mayor parte del tiempo opere el motor con cargas bajas, entonces la potencia se debe seleccionar para la consideración de carga a la que el motor opere la mayor parte del tiempo. Se considera que a menor carga, el motor es menos eficiente.

c) **Velocidad nominal:** la velocidad de placa de un motor en RPM está dada para sus condiciones normales de operación; se le puede requerir que opere a una velocidad diferente de la velocidad nominal; esto hace que la solución se pueda dar con distintos tipos de motores y elementos de control, por lo que constituye también un factor que se debe considerar en su selección.

La velocidad síncrona de un motor puede ser determinada, según la siguiente ecuación:

$$V = \frac{120 \times f}{P}$$

V: velocidad del motor en rpm.

f: Frecuencia eléctrica del sistema.

P: número de pares de polos en el motor.

Clasificación por velocidad: existe una clasificación por velocidad reconocida también por NEMA, que se agrupa como sigue:

Motores de velocidad constante, tienen una variación máxima de velocidad de 20% desde vacío a plena carga; dentro de esta categoría se encuentra la mayoría de motores de inducción.

Motores de velocidad variable, cuyo cambio desde vacío a plena carga en la velocidad, es mucho mayor del 20%; la mayoría de estos motores son los conocidos como del tipo universal.

Motores de velocidad ajustable, estos motores son los llamados de inducción con motor devanado.

Motores de velocidad ajustable-variable, son motores de inducción de rotor devanado, con medios externos de control, por ejemplo, con resistencias en el rotor.

d) Tamaño de la carcasa: el tamaño de la carcasa de los motores eléctricos se encuentra normalizado por la Asociación de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos de Norteamérica (NEMA), dicha clasificación ha sido adoptada por la mayoría de países que están dentro de su área de influencia comercial. Esta normalización se puede resumir como una serie de valores de diámetros de carcasa asociados a ciertas longitudes de las mismas, y relacionados con la temperatura de operación y aspectos particulares; se da una designación comercial a cada tipo, por ejemplo:

T son los que operan con altas temperaturas y usan materiales aislantes más resistentes a estas condiciones

A y B son totalmente cerrados y enfriados por ventilador

S significa con tamaño reducido de eje.

e) Tipo de carcasa: el tipo de carcasa se selecciona según las condiciones de operación, sean éstas consideradas como normales o especiales, por ejemplo: sumergido en agua, a prueba de goteo, a prueba de polvo, en ambiente explosivo,...

Efecto del ciclo de trabajo: el ciclo de trabajo afecta en forma considerable al ciclo de operación de los motores, ya que este puede ser continuo o alternativo, con carga aplicada en forma directa al eje o a través de mecanismos como poleas o cajas de engranes reductores de velocidad; el par en el motor varía y puede hacer variar al voltaje de alimentación.

g) **Temperatura ambiente:** los motores de inducción pueden usarse en ambientes poco comunes, por ejemplo, cercanos a hornos o equipos que operan con altas temperaturas, o bien sumergidos como es el caso de los motores de bombas para pozo profundo.

i) **Voltaje y corriente nominal:** según el voltaje y la corriente nominal que son función de la potencia del motor, se requieren distintas características en la fuente de alimentación.

Tamaños comunes de motores: los tamaños de motores se encuentran disponibles para los rangos de voltaje estándar de alimentación en corriente alterna; los factores como la eficiencia y costos se consideran, de tal manera que en la práctica general los tamaños de los motores están siempre limitados.

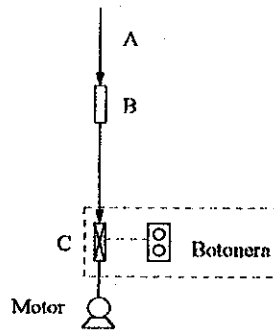
Para alimentación monofásica 240V el límite máximo es de 7.5HP

2.1.1.17.1

Instalación eléctrica de motores

En la instalación de motores, intervienen, principalmente los elementos que se indican en el diagrama siguiente:

Figura 36. (sin fuente). Instalación típica para un motor.



Circuitos derivados (A): los conductores que alimentan a cada motor de la instalación reciben el nombre de circuito derivado y van desde el tablero de distribución o del CCM a cada motor. Estos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%, de manera que el calibre del circuito derivado se calcula con una corriente

$$I = 1.25 \times I_{\text{plena carga}}$$

Con este valor, se busca en las tablas de ampacidad de conductores el calibre del conductor apropiado. Si hubiera necesidad de calcular la caída de tensión, se debe seguir el procedimiento visto en la sección de instalaciones domiciliarias.

Protección del circuito derivado (B): la protección del circuito derivado se hace generalmente por medio de un interruptor termomagnético y se debe calcular para una corriente que puede ser la

corriente de arranque o una corriente de corto circuito. El objeto de esta protección es proteger al conductor, no al motor, debe permitir el arranque del motor, sin que se abra el circuito. Se selecciona de acuerdo con tablas proporcionadas por fabricantes.

Protección del motor (C): tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas. Se hace para evitar que el motor se sobrecaliente, y le permite al motor solamente una sobre carga del 25%, de manera que se selecciona con la siguiente ecuación:

$$I = 1.25 \times I_{\text{Plena carga}}$$

Este accesorio se puede unir a un control del motor a larga distancia.

Al conjunto de protección y control se le llama Arrancador. Para dimensionarlo, se utilizan tablas que los fabricantes de estos equipos eléctricos proporcionan.

2.1.1.17.2. Centro de Control de Motores (CCM)

Un Centro de Control de Motores CCM es esencialmente un tablero que se usa en primer término para montar las componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados. Desde luego que no necesariamente todas las componentes se deben incluir en el centro de control, por ejemplo, la protección del alimentador se puede

instalar en el tablero principal, o bien, la estación de botones se puede localizar en otro lugar más conveniente.

El número de secciones en un CCM depende del espacio que tiene cada una de sus componentes.

El CCM ofrece las siguientes ventajas:

- Permite que los aparatos de control se alejen de lugares peligrosos.
- Permite centralizar el equipo en el lugar más apropiado.
- Facilita el mantenimiento y el costo de instalación es menor.

Para diseñar el CCM se debe considerar la siguiente información:

1. Elaborar una lista de los motores que estarán contenidos en el CCM. para cada motor deben estar las indicaciones siguientes:

- Potencia en HP o kW.
- Voltaje de operación.
- Corriente nominal a plena carga.
- Forma de arranque (tensión plena o tensión reducida).
- Si tiene movimiento reversible.
- Lámparas indicadoras.

2. Elaborar un diagrama unifilar de los motores, con la información principal de cada uno.

3. Tomando como referencia los tamaños normalizados para CCM, se puede hacer un arreglo preliminar de la disposición de sus

componentes, de acuerdo con el diagrama unifilar, y considerando ampliaciones futuras.

4. Las especificaciones principales son las siguientes:
 - Características del gabinete y dimensiones principales.
 - Generalmente son del tipo auto soportado (esta característica indica que el tablero estará diseñado para montarse en piso), de frente muerto (Indica que las barras están protegidas para que el personal de mantenimiento no tenga acceso directo), con puertas al frente para permitir el acceso al equipo.

Arrancadores: normalmente son del tipo magnético, con control remoto y/o local por medio de botones y elementos térmicos para protección de los motores.

Interruptores: por lo general, son del tipo termomagnético en caja moldeada de plástico con operación manual y disparo automático, y que pueden ser accionados exteriormente por medio de palancas.

Barras de conexiones: cada centro de control de motores tiene sus barras alimentadoras que son normalmente de cobre electrolítico; estas barras se encuentran en la parte superior y las conexiones se hacen en la parte inferior, en las barras de salida.

2.1.1.17.3. La subestación eléctrica

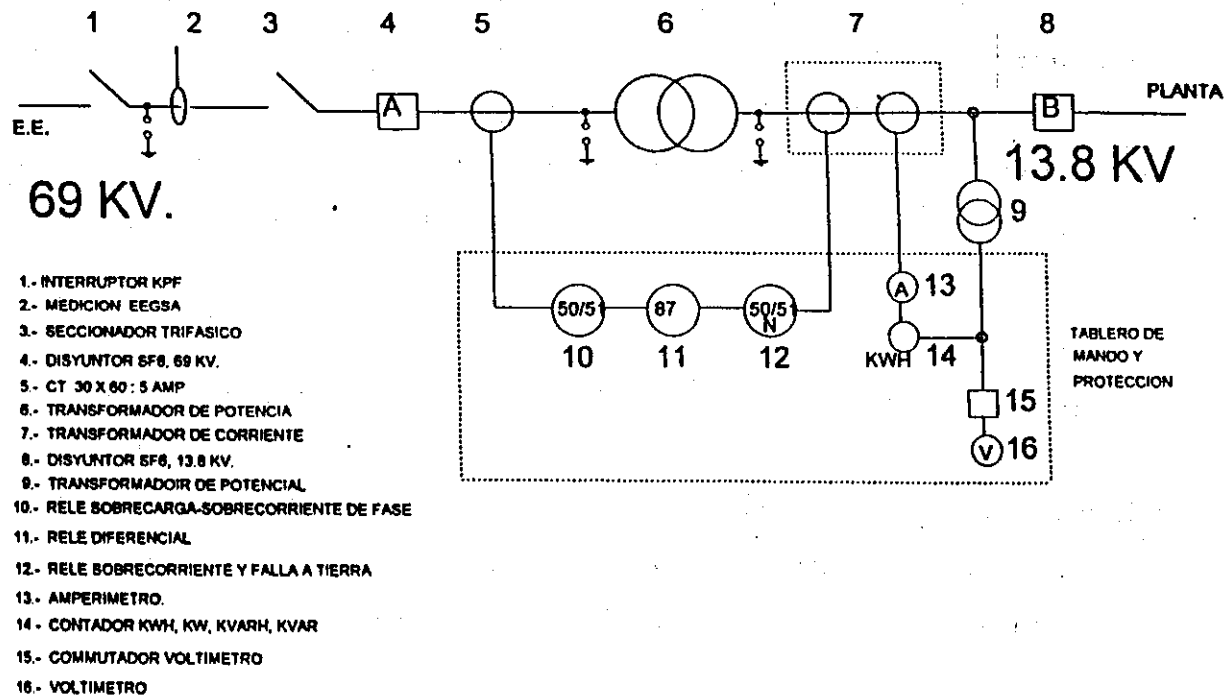
Para la transformación de la energía eléctrica de un nivel de voltaje a otro más adecuado, se usa un conjunto de equipos que no sólo transforman, sino también controlan y regulan la energía eléctrica, y que reciben el nombre de Subestación Eléctrica.

Las subestaciones más usadas son las denominadas abiertas y las de tipo compacto.

Las llamadas subestaciones abiertas son de hecho las subestaciones principales en industrias en donde se manejan cargas, en tanto que las compactas se usan en industrias menores, edificios, apartamentos y comercios principalmente.

Diagrama unifilar de una subestación eléctrica típica para 69kV

Figura 37. (sin fuente). Diagrama unifilar de protección.



Entre otros equipos se tiene:

1 Interruptor KPF: este es un seccionador trifásico de alta tensión; se utiliza para maniobras sin carga. Es un equipo de desconexión para trabajos de mantenimiento o para interrupciones permanentes del servicio, llamado también interruptor de aire.

2 Equipo de medición: lo instala la empresa de distribución eléctrica.

3 Seccionador Trifásico o de barras: este equipo desconecta en grupo (el sistema trifásico) y sin carga; su propósito es permitir la conexión de equipos de medición portátiles que permitan verificar al equipo instalado por la compañía suministradora. Como se puede observar, tiene la misma función que el Interruptor KPF.

4 Disyuntor de SF₆ : los interruptores en gas se usan normalmente en alta tensión y extra alta tensión (hasta 765kV); utilizan un gas inerte en el módulo de interrupción. Por cada polo, puede haber dos o tres módulos o secciones, según el nivel de tensión (tres en 765kV); estos módulos están conectados en serie.

Las cámaras de extinción operan dentro de un gas llamado hexafluoruro de azufre, que tiene una capacidad dieléctrica superior a otros fluidos dieléctricos conocidos. Esto hace más compactos y más durables los interruptores desde el punto de vista de mantenimiento. Este gas es químicamente estable e inerte; su peso específico es de 6.14 g/l. Alcanza unas tres veces la rigidez dieléctrica del aire, a la misma

presión. A la temperatura de $2,000^{\circ}\text{K}$ conserva todavía alta conductividad térmica, que ayuda a enfriar el plasma creado por el arco eléctrico, y al pasar por cero la onda de corriente, facilita la extinción del arco.

Estos interruptores son usados principalmente en las instalaciones de los sistemas eléctricos de potencia.

5 Transformadores de corriente: estos se utilizan para hacer mediciones y para instalar equipo de protección. Su función eléctrica principal es reducir la corriente del lado de potencia a valores pequeños que son utilizados por el equipo de medición y control.

6 Transformador de Potencia: es el elemento principal de la subestación, ya que cumple con la función de reducir el voltaje de alimentación de la compañía suministradora a los voltajes de utilización de las cargas; constituyen junto con el disyuntor general los elementos centrales de la subestación eléctrica y generalmente se encuentra sumergido en aceite dieléctrico.

7 Véase inciso 5

8 Véase inciso 4

9 Transformador de potencial: estos transformadores tiene la misma función que los transformadores de corriente, pero la reducción en este caso se hace sobre el parámetro de tensión eléctrica.

10 y 12 Relés de sobrecorriente

Relevador instantáneo de sobrecorriente: Es un relevador que funciona instantáneamente al alcanzar la corriente un valor excesivo o si la corriente aumenta con demasiada rapidez, lo cual es señal de que ha habido una falla en el aparato o en el circuito protegido.

Relevador de sobrecorriente de tiempo para corriente alterna: es un relevador de acción retardada que funciona cuando la corriente alterna de un circuito excede de un valor determinado. El retraso puede variar en función inversa a la intensidad de la corriente o puede ser en función de tiempo definido. La N indica protección al neutro.

11 Relé diferencial: es un relevador de protección que funciona bajo una diferencia de ángulo de fase, o de otra diferencia cuantitativa de dos corrientes o de otras magnitudes eléctricas.

Capacidad del transformador

Como se indicó antes, se calcula a partir del valor de la potencia instalada (P_I) y el factor de demanda

$$P_T = P_I \times F_D$$

Esta potencia se expresa normalmente en kVA, y debe entregarla por un tiempo especificado en condiciones de voltaje y frecuencia de diseño, sin exceder los límites de temperatura que establece la norma. Para el caso de los transformadores en aceite, la temperatura promedio

de un devanado no debe exceder de 65°C sobre una temperatura entre 30°C y 40°C .

Los transformadores se diseñan para una temperatura ambiente promedio de 30°C y opera a una altura de 1,000 m.s.n.m. A altitudes superiores a la de diseño, el aire se enrarece y la capacidad de disipación de calor disminuye y por lo tanto su capacidad en kVA, en un valor de aproximadamente 0.4% por cada 100m. de exceso de los 1,000m.

Se pueden operar los transformadores a sus potencias nominales a alturas superiores a los 1,000 m.s.n.m., siempre que la temperatura ambiente promedio máxima no exceda de $3^{\circ}\text{C}/1,000\text{m}$ por abajo de 30°C Tabla XXX. (7,549). Cambio en la capacidad nominal de transformadores por variación de temperatura y altitud:

Altura de operación sobre el nivel del mar (m)	Temperatura promedio máxima ($^{\circ}\text{C}$)
1,000	30
2,000	27
3,000	24
4,000	21

2 Impedancia

Los valores óhmicos de la resistencia y de la reactancia de dispersión de un transformador, dependen de si se miden en el lado de alto o de bajo voltaje. Si estos valores se expresan en por unidad, se entiende que los kilovolt-amper base serán el valor nominal del transformador. El voltaje base será el voltaje nominal del devanado de bajo voltaje, si los valores óhmicos de la resistencia y de la reactancia de

dispersión están referidos a este lado del transformador. De la misma manera, el voltaje base se tomará como el valor nominal del lado de alto voltaje, si los valores óhmicos se refieren a este lado del transformador. La impedancia en por unidad de un transformador es la misma, sin importar si se determina desde los valores óhmicos referidos a los lados de alto o de bajo voltaje de los transformadores.

El valor de impedancia es una de las características de placa de los transformadores; su valor se expresa en por ciento y representa la caída de voltaje, expresada en por ciento para el circuito equivalente del transformador; este valor de impedancia permite:

- Calcular el valor de la regulación.
- Intervenir para el cálculo de las corrientes de corto circuito.
- Analizar las condiciones de operación en paralelo con otro(s) transformador(es).

3 Frecuencia de operación

Accesorios.

Se deben especificar los accesorios especiales para el transformador, según sea su capacidad; estos accesorios pueden ser entre otros: termómetro indicador de la temperatura del aceite dieléctrico interior, cambiador de derivaciones (taps), tanque conservador compensador, indicador de nivel de aceite, ganchos de sujeción, etc.

PRÁCTICAS

3.1 Prácticas

Hay que recordar el enfoque principal del laboratorio, que es dar al estudiante la visión técnica de las instalaciones eléctricas. Las primeras prácticas son justificables porque hay estudiantes, en su mayoría, que han egresado de instituciones donde no han recibido formación técnica.

Se plantean un total de 13 sesiones de Laboratorio: una sesión para dar información general y para la formación de grupos, las restantes doce sesiones para el desarrollo de las prácticas:

SESIÓN DE LABORA TORIO

PRÁCTICA PREVISTA

1. Información general del laboratorio y conformación de grupos.
2. Introducción a las Instalaciones Eléctricas (Enfoque técnico).
3. Circuitos eléctricos domiciliarios.
4. Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3.
5. Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3. (continuación).
6. Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3. (continuación).
7. Simbología eléctrica y diagramas de circuitos entubados.
8. Normas eléctricas de la Empresa Eléctrica.
9. Instalación eléctrica residencial.
10. Instalación eléctrica industrial (taller de mantenimiento).
11. Diseño de iluminación interior.
12. Diseño de iluminación interior (polideportivo).
13. Instalación en una oficina de computadoras.

Las prácticas se presentan con un formato estándar:

FORMATO DE PRESENTACIÓN DE PRÁCTICAS

TITULO	PRÁCTICA No.
DESCRIPCIÓN:	
OBJETIVO:	
PRÁCTICAS QUE SE VAN A REALIZAR:	
EVALUACIÓN:	
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA:	
OBSERVACIONES:	

Es necesario que el auxiliar del laboratorio explique la importancia que tiene cada una de las prácticas. Debe también plantear la importancia de unir la teoría con el campo profesional.

3.2 Visitas técnicas

Estas visitas son muy importantes en su formación. Se pueden realizar a las obras que se desarrollan en la ciudad. La gestión la realiza el ingeniero titular del curso, aunque le da seguimiento el auxiliar.

Los lugares son tan variados, como lo son los proyectos del capítulo IV.

3.3 Calendarización de las prácticas

SESION DE LABORATORIO	PRACTICA PREVISTA
1. Semana	Información general del laboratorio y conformación de grupos.
2. Semana	Introducción a las Instalaciones Eléctricas (enfoque técnico).
3. Semana	Circuitos eléctricos domiciliarios (diagramas esquemáticos ver alema).
4. Semana	Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3.
5. Semana	Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3. (continuación).
6. Semana	Realización, en tableros, de los circuitos de la práctica # 3. (continuación).
7. Semana	Simbología eléctrica y diagramas de circuitos entubados.
8. Semana	Normas eléctricas de la Empresa Eléctrica.
9. Semana	Instalación eléctrica residencial.
10. Semana	Instalación eléctrica industrial (taller de mantenimiento).
11. Semana	Diseño de iluminación interior.
12. Semana	Diseño de iluminación interior (polideportivo).
13. Semana	Instalación eléctrica en una Oficina.

3.4 Equipo de laboratorio

Cantidad	Descripción
1	Proyector de acetatos.
1 *	Multímetro digital.
1 *	Amperímetro de gancho.
1	Medidor de tierras de gancho.
1	Megger.
1	Trazador de circuitos.
1 *	Dobladora de tubo ducton.
1 *	Dobladora de tubo conduit.
1	Luxómetro.
1	Barreno de pedestal.
1	Barreno de mano.
1	Juego de ponchadores.

1	Pistola para remaches, clavos o tarugos.
1	Remachadora
1	Lámpara de mercurio.
1	Lámpara de haluros metálicos.
1	Lámpara de vapor de sodio a alta presión.
1	Lámpara de halógeno
1	Lámpara fluorescentes
1	Contador de energía eléctrica electrónico
1	Contador de energía eléctrica de agujas
1	Caja para contador polifásica clase 200
1	Caja para contador clase 100
1	Tablero monofásico, 120/240V, 4 hilos, x número de espacios.
1	Tablero trifásico 120/240 5 hilos x número de espacios.
1	Tablero trifásico tipo industrial, 120/240V, 5 hilos con Interruptor termomagnético principal.
1	Tablero múltiple de interruptores.
1	Contactador y/o arrancador monofásico.
1	Contactador y/o arrancador trifásico.
1	Transferencia manual.
1	Condulet LB, LR, LL, T, ...
1	Muestrario de conductores -cables o alambres-
1	Muestrario de tipos de tubería.
1	Muestrario de accesorios de canalizaciones.

* Un dispositivo por cada grupo de 3 personas.

El resto del equipo y material puede estar sólo como muestrario.

3.5 Prácticas propuestas

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS (ENFOQUE TÉCNICO).		PRÁCTICA No 1
DESCRIPCIÓN: 1 Herramientas básicas del electricista: Alicate para electricista. Pinza para electricista. Destornilladores, de castigadera recta y de cruz. Pela-alambres. Probador de líneas. Corta alambres. Navaja. Alicate para argollas. Encaminador. 2 Conductores. Conductores rígidos: calibres, cubierta y uso. Conductores flexibles: calibres, cubierta y uso. Conductores especiales de uso industrial: calibres, cubierta y uso. 3 Uniones fijas (empalmes). Prolongación. Derivación "alambre". Derivación "alambre"-cable. Cola de ratón. Electrodoméstico. 4 Uniones movibles (argollas). 5 Encintado de uniones. Véase la teoría en el capítulo II.		
OBJETIVO: Conocer las herramientas básicas y algunas tareas del electricista. Esta práctica y otras que vendrán más adelante (4 en total) son especialmente importantes para los egresados de institutos y colegios, que no hayan tenido un enfoque técnico en su formación.		
PRÁCTICAS A REALIZAR: Hacer 3 o más empalmes de cada uno de los tipos señalados en la descripción de la práctica -incisos 3 y 4-.		
EVALUACIÓN: La nota de esta práctica corresponde a la entrega de los empalmes.		
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA:		
AUXILIAR: <ul style="list-style-type: none"> • Proyector de acetatos. • Acetatos de la práctica (Ver sección: Figuras de Prácticas en el capítulo IV). 	ESTUDIANTE: <ul style="list-style-type: none"> • Alicate para electricista. • Pinza para electricista. • Pela-alambres o navaja. • Corta alambres. • Alicate para argollas. • Cinta de aislar. • 1m de conductor rígido calibre 12 forrado, no importa el tipo. • 1m de cable calibre 12 forrado, no importa el tipo. 	

CIRCUITOS ELÉCTRICOS DOMICILIARES		PRÁCTIC A No. 2
DESCRIPCIÓN: Es importante comprender el circuito en su funcionamiento básico, para después entender los circuitos "entubados" y finalmente los circuitos en planos eléctricos. (Véase los circuitos básicos de una residencia en el Capítulo II sección 2.1.1.7).		
OBJETIVO: Que Conozcan los circuitos domiciliarios y puedan leer un plano eléctrico domiciliario.		
PRÁCTICAS A QUE SE VAN A REALIZAR: <ul style="list-style-type: none"> • Clase magistral para la explicación de la simbología eléctrica , el funcionamiento de los circuitos y la aplicación de cada circuito. • Ejecución en formatos A - 4 de todos los circuitos. 		
EVALUACIÓN: <ol style="list-style-type: none"> 1. Examen corto, consiste en la realización de un diagrama de los circuitos vistos. 2. Entrega de los formatos. 		
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA:		
AUXILIAR: <ul style="list-style-type: none"> • Proyector de acetatos. • Acetatos de la práctica (Ver sección: Figuras de Prácticas en el capítulo IV). 	ESTUDIANTE: <ul style="list-style-type: none"> • Planos A-4. • Instrumentos de dibujo. 	

REALIZACIÓN, EN TABLEROS, DE LOS CIRCUITOS DE LA PRÁCTICA # 2.	PRÁCTICA No.3, 4 y 5.
DESCRIPCIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Se pretende realizar una comprobación experimental de los diagramas de la práctica # 2. • Además ampliar los conocimientos técnicos, utilizando la herramienta vista en la práctica # 1; también (quizá por primera vez) algunos accesorios eléctricos: interruptores, tomacorrientes, pulsadores, plafoneras.... 	
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar las herramientas de electricista. • Capacitar al estudiante en la realización de circuitos eléctricos. • Conocer los circuitos de fuerza, iluminación y señales sonoras. 	
PRÁCTICAS A REALIZAR: <p>Realizar en tres prácticas los circuitos vistos en la práctica anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuito simple de iluminación. • Circuito paralelo de iluminación. • Circuito de tres vías de iluminación. • Circuito de cuatro o más vías de iluminación. • Circuito de tomacorriente. • Circuito mixto -iluminación y fuerza-. • Circuito de timbre con una llamada. • Circuito de timbre con dos o más llamadas. • Circuito de dos o más timbres con una sola llamada. • Circuito de dos o más timbres con una o más llamadas. 	
EVALUACIÓN: <p>La evaluación consiste en la presentación de los circuitos en tableros. Es recomendable que estas prácticas se hagan por grupos para reducir los costos (2 ó 3 personas, no más).</p>	
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA:	
AUXILIAR: <ul style="list-style-type: none"> • Proyector de acetatos. • Acetatos de la práctica (Ver sección: Figuras de Prácticas en el capítulo IV). 	ESTUDIANTE: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Alicates para electricista. • Pinza para electricista. • Destornilladores, de castigadera recta y de cruz. • Pela-alambres navaja. • Corta alambres. • Alicates para argollas. • Encaminador. Material: <ul style="list-style-type: none"> 2 m Conductor rígido calibre 10 forrado. 10m Conductor rígido calibre 12 forrado. 10m Conductor rígido para timbre, calibre 22. 2 Plafoneras. 1 Interruptores simples de sobreponer. 2 Interruptores de 3 vías de sobreponer. 2 Interruptores de 4 vías de sobreponer. 1 Tomacorriente polarizado de sobreponer. 2 Timbres eléctricos. 2 Pulsadores de sobreponer. 2 Bombillas incandescentes 120V, 25W.

SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA Y DIAGRAMAS DE CIRCUITOS ENTUBADOS.		PRÁCTICA No. 6.
DESCRIPCIÓN Estos diagramas son los que se utilizan en los planos eléctricos. Se debe interpretar adecuadamente la simbología para comprender el funcionamiento de un circuito implementado en la práctica. Esta forma de presentar los circuitos es más general que la anterior. Al realizarlos en formatos, se utilizará la simbología de nuestro medio.		
OBJETIVO Utilizar la simbología convencional; una de las vistas en el capítulo 5		
PRÁCTICAS A QUE SE VAN A REALIZAR Hacer los diagramas en formatos A-4 .		
EVALUACIÓN Consiste en la entrega de los formatos de la práctica.		
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA		
AUXILIAR: <ul style="list-style-type: none"> • Proyector de acetatos. • Acetatos de la práctica (Ver sección: Figuras de Prácticas en el capítulo IV). 		ESTUDIANTE: <ul style="list-style-type: none"> • Planos A-4. • Instrumentos de dibujo.

NORMAS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA.		PRÁCTICA No. 7
DESCRIPCIÓN Este laboratorio tendrá un desarrollo teórico. Se deben hacer las aclaraciones pertinentes respecto al Manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala. Es importante recalcar que en nuestro medio lamentablemente no se utilizan las normas en el diseño e implementación de las instalaciones eléctricas.		
OBJETIVO: Conocer el manual de normas y utilizarlo bajo la supervisión de una persona con experiencia.		
PRÁCTICAS QUE SE VAN A REALIZAR: No hay.		
EVALUACIÓN: Esta práctica podría evaluarse con un examen parcial.		
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA:		
AUXILIAR: Manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico.		ESTUDIANTE: Manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL.	PRÁCTICA No. 8
DESCRIPCIÓN: Hacer una descripción de la práctica según el plano correspondiente.	
PRÁCTICAS A REALIZAR: <ul style="list-style-type: none"> • Hacer un estudio de los diseños realizados en el capítulo IV, el cual consiste en: <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los requerimientos de la persona propietaria del proyecto, del diseñador -arquitecto o ingeniero-, del ambiente del local... • Estudiar las soluciones dadas al problema. • Estudiar y analizar la memoria de cálculo eléctrico. • Estudiar también la cuantificación del material del diseño. 	
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar el diseño eléctrico de un caso de la vida real. • Aplicar las normas eléctricas al diseño anterior. • Conocer la forma en que se presentan las cotizaciones de una instalación. 	
EVALUACIÓN: Hacer el diseño eléctrico del problema planteado en el capítulo IV.	
EQUIPO NECESARIO PARA LA PRÁCTICA: AUXILIAR: <ul style="list-style-type: none"> • Proyector • Acetatos de la práctica (Véase sección: Figuras de Prácticas en el capítulo IV). 	

INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL (TALLER DE MANTENIMIENTO).	PRÁCTICA No. 9
OBSERVACIONES: Tiene el mismo formato de la práctica 8 (Véase diseño en el capítulo IV).	

DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR.	PRÁCTICA No. 10
OBSERVACIONES: Tiene el mismo formato de la práctica 8 (Véase diseño en el capítulo IV).	

DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR (POLIDEPORTIVO)	PRÁCTICA No. 11
OBSERVACIONES: Tiene el mismo formato de la práctica 8 (Véase diseño en el capítulo IV).	

INSTALACIÓN EN UNA OFICINA -CON COMPUTADORAS-	PRÁCTICA No. 12.
OBSERVACIONES: Tiene el mismo formato de la práctica 8 (Ver diseño en el capítulo IV).	

PROYECTOS

4.1 Desarrollo de proyectos

El desarrollo de cada proyecto consiste fundamentalmente en:

- 1 Diseño (planos)
- 2 Cálculo eléctrico del diseño
- 3 Cálculo de materiales (listado descriptivo)
- 4 Aplicar las normas eléctricas a casos de la vida real

Los proyectos desarrollados son:

- 1 Instalación eléctrica residencial
- 2 Instalación eléctrica industrial (taller)
- 3 Diseño de iluminación Interior en una oficina
- 4 Diseño lumínico interior. (Polideportivo)
- 5 Instalación eléctrica en una oficina.

PROYECTO 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL

Este proyecto incluye los sistemas de iluminación, fuerza e instalaciones especiales (Teléfono, sonido, timbre e intercomunicador).

El proyectista (en este caso particular) proporciona la siguiente información:

- Plano de planta de la casa; en ésta se indica la posición de las luminarias, tomacorrientes y salidas especiales. Véase plano A-1.
- Además, la información general sobre las características arquitectónicas y requisitos mínimos de la instalación.

Información general del proyecto.

- La casa tiene losa fundida
- La canalización debe ser empotrada en la pared
- Los materiales eléctricos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tubería de PVC
- Conductores eléctricos tipo THHN
 - calibre 12 AWG para circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general.
 - calibre 14 AWG para el sistema de tierra o el calculado, según el diseñador.
- Todos los tomacorrientes deben estar polarizados
- Accesorios marca Bticino Magic
- Cajas de registro:

plásticas: las octogonales y rectangulares.

galvanizadas: las cajas cuadradas.

- Acometida aérea
- Independencia entre los circuitos de fuerza e iluminación
- Las cargas específicas de cocina y lavandería de preferencia con circuitos individuales
- Finalmente, se considerarán las sugerencias que el diseñador plantee.

Memoria de cálculo

Paso primero:

En las instalaciones domiciliarias, se considera principalmente el aspecto decorativo; por eso será el diseñador arquitectónico el que elija la cantidad de luminarias, su tipo y su ubicación. Por esta razón, no se realizará ningún cálculo lumínico en este proyecto.

En relación con las cargas de fuerza, el ingeniero diseñador debe solicitar, sin excepción, un listado de cargas especiales.

Para las instalaciones especiales, se suele dejar sólo la canalización, y se deja al personal que vende o distribuye los equipos el diseño del cableado de los sistemas (Teléfonos, TV, Intercomunicador, Red de datos, etc.).

Paso segundo:

(Canalización, véase plano A-2).

Para hacer esta canalización, se considera primero la tubería que servirá para hacer la distribución eléctrica principal. Esta es la que une las cajas de registro; después se procede a entubar desde las cajas de distribución hacia los interruptores o tomacorrientes.

Paso tercero:

Ahora se puede hacer una distribución de cargas, considerando los métodos y restricciones dados en el inciso 2.1.1.16.

Para hacer los cálculos se puede utilizar una planilla de tabulación como la Planilla 1.

Tabla XXXI. (sin fuente). Planilla 1.

DESCRIPCIÓN	CARGA (VA)	(V)	PRINCIPAL: 2 x 125 A				CONDUCTOR	F.D.	D.M.E. (VA)	A (A)	B (A)	F.D.	D.M.E. (VA)
			No. DE HILOS: 4										
	FASES												
	A (A)	B (A)	F	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
1 1er. Nivel, por ingreso	120	120	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2 1er. Nivel, por cocina y comedor	1,750	120	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
3 1er. y 2do. Niveles, sala y dormitorios: principales	1,800	120	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
4 2do. Nivel, por dormitorios 2 y 3.	1,800	120	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	1,450	120	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	6,600	120	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
SUB-TOTAL													
5 Secadora	4,000	240	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
6 Lavadora	1,500	240	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7 Tomacorrientes 240V en garaje	4,800	240	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8 Calentador	5,000	240	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
9 Estufa	3,000	240	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
SUB-TOTAL	18,300	240	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
10 1er. Nivel, por ingreso	1,800	120	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11 1er. Nivel, por sala principal	1,620	120	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
12 1er. Nivel, cocina	1,500	120	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
13 2do. Nivel, por dormitorio principal	1,440	120	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
14 2do. Nivel, por dormitorios 2 y 3	1,620	120	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	7,980	120	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
SUB-TOTAL													
15 Jetina	1,400	120	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
16 Refrigerador	1,500	120	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	2,900	120	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
SUB-TOTAL													
GRAN-TOTAL	35,780		151	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149

Col A1 Col A2 Col A3 Col A4 Col A5 Col A6 Col A7 Col A8 Col A9 Col A10 Col A11 Col A12 Col A13 Col A14 Col A15 Col A16 Col A17
 F: FACTOR, DIS: DISTANCIA, F.D: FACTOR DE DEMANDA, D.M.E: DEMANDA MÁXIMA ESTIMADA.

El encabezado de la planilla es importante, porque determina los requisitos mínimos para especificar el tablero de la instalación eléctrica. A continuación se describe el contenido de las casillas de la planilla.

TABLERO: Puede ser de varios tipos:

Centro de Carga: se le llama también tablero tipo domiciliario.

- No tiene interruptor principal.
- Los flipones de los ramales suelen tener un máximo de 125A de corriente nominal.
- Los flipones son del tipo enchufe, y se enclavan a presión en las barras.
- La corriente de corto circuito de los ramales es del orden de 10kA.

Semi-industrial:

- Adicionalmente a las características del anterior, tiene un interruptor principal para proteger las barras del tablero.

Industrial:

- Este tablero prácticamente no tiene límite de corriente en los flipones ramales.
- Los flipones normalmente son atornillables y la corriente de cortocircuito suele ser mayor de 10kA.
- Se utilizan especialmente en la industria o en centros comerciales.
- Puede o no tener flipon principal.

TENSIÓN: pueden ser de 120V, 240V, 120/240V ó 600V; este último valor se utiliza especialmente en los tableros industriales para un servicio trifásico 480V ó un servicio monofásico 277V.

INTERRUPTOR PRINCIPAL: puede tenerlo o no. Si lo tiene, se especifica como un flipon cualquiera, y se da su valor nominal en amperios y el número de polos. Su valor se determina en el paso sexto.

BARRAS DEL TABLERO: son barras de cobre o aluminio y tienen una ampacidad determinada. Sus valores están estandarizados.

Para especificar las barras, se utiliza la corriente de diseño de la acometida (Véase paso quinto). Además, es necesario consultar los catálogos de las marcas disponibles en el mercado.

No. DE POLOS: al igual que el anterior, éste es un valor estandarizado para determinarlo; se calcula primero el número de ramales y después, en la práctica, se usa el factor $3/2$ para determinar el número por ejemplo: en el tablero del presente diseño se están utilizando un total de 16 flipones 11 flipones unipolares y 5 bipolares, para hacer un total de 21 polos; si se usa el factor se tiene:

$$3/2 \times 21 = 32,$$

por esta razón, se escogió un tablero de 30 polos, que es el más próximo.

NÚMERO DE HILOS: se llaman hilos a las barras del tablero que están aisladas eléctricamente.

Ejemplos:

Tablero monofásico 120V sin circuitos polarizados. Este tiene 2 hilos: una barra será para conectar el conductor activo y otra para el conductor neutro.

Tablero monofásico 120V con circuitos polarizados. Este tiene 3 hilos: una barra será para conectar el conductor activo, otra para el conductor neutro y la tercera para la tierra física.

Tablero monofásico 120/240V. Este tablero es de 3 hilos: una barra para cada conductor activo (L1 y L2) y la tercera para el conductor neutro.

El anterior puede ser de 4 hilos también; la cuarta barra será para la conexión de todos los conductores de polarización o de tierras físicas.

Tablero trifásico. Puede ser de 3 hilos, si el sistema no tiene cargas monofásicas.

Puede ser de 4 hilos, si tiene cargas monofásicas.

Puede ser de 5 hilos, si además de neutral tiene barra de tierra física.

Paso cuarto:

Con la canalización y la planilla del tablero completa, se procede a "cablear" los distintos circuitos. (Véase plano final).

Paso quinto:

Se calcula ahora la acometida eléctrica.

Esta se puede calcular con uno de los tres métodos vistos en la sección 2.1.1.16. Una vez obtenido el resultado (una corriente de diseño) se procede a calcular el calibre del conductor de acometida. Este calibre debe ser escogido, considerando la ampacidad y la caída de tensión en el conductor (ver sección 2.1.1.3.1., página 12).

Método de factores de demanda (sección 2.1.1.16.).

Utilizando este método, (ver Planilla 1, columnas A12, A13, A14 y A15) se tiene una corriente de diseño de 103A.

Por el criterio de Ampacidad, usando cable tipo THHN, se observa que el calibre a seleccionar debe ser 3 AWG, pero en el mercado local no se suele comercializar este calibre, por lo que se escoge el inmediato superior, 2 AWG

Por el Criterio de Caída de Tensión, se calcula ahora el área mínima del conductor para tener una caída de tensión permisible.

La distancia aproximada del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_r} = \frac{2 \times 16 \times 103}{57 \times 0.02 \times 240} = 12.1 \text{ mm}^2$$

Esta sección corresponde a un conductor de calibre # 6 AWG.

En conclusión, se utilizará el conductor calibre # 2 AWG, que es el mayor de los dos resultados obtenidos.

Para el cálculo del conductor neutro, se procede con el método recomendado en la sección 2.1.1.16 con los valores de la Planilla 1, columna A13.

$$\begin{aligned} \text{Carga de diseño} &= 1 \times \Sigma \text{DME}_{\text{de cargas de 120V}} + 0.7 \times \Sigma \text{DME}_{\text{de cargas en 240V}} \\ &= 1 \times (6,600 + 4,788 + 1,752) + 0.7 \times (11,580) \\ &= 1 \times 13,140 + 0.7 \times 11,580 \\ &= 13,140 + 8,106 \\ &= 21,246 \text{VA.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{neutro}} &= 21,246 / 240 \\ &= 88.53 \text{A} \end{aligned}$$

Por el criterio de ampacidad y seleccionando el conductor tipo THHN, se debe utilizar un conductor de calibre # 4 AWG. (Ver Tabla 1).

Por el criterio de caída de tensión se calcula ahora el área mínima del conductor, para tener una caída de tensión permisible.

La distancia del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$\begin{aligned} s &= \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f} \\ s &= \frac{2 \times 16 \times 88.53}{57 \times 0.02 \times 240} = 10.35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Esta sección corresponde al cable # 6 AWG (Véase Tabla 23).

En conclusión, se utilizará el conductor calibre # 4 AWG, que es el mayor de los dos resultados obtenidos.

Finalmente se deben utilizar

2 conductores THHN # 2 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 4 AWG para el conductor neutro.

El diámetro de la tubería se puede calcular usando la Tabla 13. Según esta tabla, la tubería recomendada para los tres conductores es de 1" de diámetro.

Por razones prácticas, se podría escoger una tubería de mayor diámetro, porque en ocasiones la canalización tiene vueltas en su trayectoria, que dificultan el paso de los conductores o futuras ampolaciones.

Método de la Empresa Eléctrica de Guatemala

(véase sección 2.1.1.16.)

Utilizando este método, (Planilla 1, columna A4) se tiene una carga de 35,780VA.

El 60% es 21,468VA.

$$I_{\text{de diseño}} = 21,468/240 = 89.45 \text{ A.}$$

Por el criterio de Ampacidad usando cable tipo THHN, se debe utilizar un conductor de calibre # 4 AWG. (Véase Tabla I).

Por el criterio de caída de tensión se calcula ahora el área mínima del conductor para tener una caída de tensión permisible.

La distancia del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_r}$$

$$s = \frac{2 \times 16 \times 89.45}{57 \times 0.02 \times 240}$$

$$= 10.46\text{mm}^2$$

Esta sección corresponde a un conductor de calibre # 6 AWG (Véase Tabla XXIII).

Como siempre; se escoge el mayor calibre obtenido; se concluye que el conductor debe ser calibre # 4 AWG para los conductores activos.

Para el cálculo del conductor neutro se prosigue como en el método anterior.

$$\text{Carga de diseño} = 1 \times \Sigma \text{DME de cargas de 120V} + 0.7 \times \Sigma \text{DME de cargas en 240V}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{DME de cargas de 120V} &= 0.6 \times (17,480 \text{ VA}) \\ &= 10,488 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{DME de cargas en 240V} &= 0.6 \times (18,300 \text{ VA}) \\ &= 10,980 \text{ VA} \end{aligned}$$

Sustituyendo en la fórmula anterior, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Carga de diseño} &= 1 \times 10,488 + 0.7 \times 10,980 \\ &= 10,488 + 7,686 \\ &= 18,174 \text{VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{neutro}} &= 18,174/240 \\ &= 75.73 \text{A} \end{aligned}$$

Por el criterio de Ampacidad, para conductor tipo THHN, se debe utilizar un conductor de calibre # 6 AWG (Ver Tabla I).

Por el criterio de caída de tensión, se calcula ahora el área mínima del conductor, siempre para los 75.73 A, para tener una caída de tensión permisible.

La distancia del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$\begin{aligned} s &= \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f} = \frac{2 \times 16 \times 75.73}{57 \times 0.02 \times 240} \\ &= 8.86 \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Esta sección corresponde a un conductor de calibre # 8 AWG.

Como siempre, se escoge el mayor calibre obtenido, y se concluye que el conductor neutro debe ser calibre # 6 AWG

Finalmente se deben utilizar

2 conductores THHN # 4 AWG para los conductores activos y

1 conductor THHN # 6 AWG para el conductor neutro.

El diámetro de la tubería se puede calcular usando la Tabla XIII. Según esta tabla, la tubería recomendada es de 1" de diámetro.

Al igual que en el caso anterior, se podría escoger una tubería de mayor diámetro por las razones ya expuestas.

Método de Cálculo del NEC (sección 2.1.1.16.)

a Se tiene una carga de iluminación y tomacorrientes de uso general, igual a 14,580VA (Véase Planilla 1, columna A4).

Siguiendo la recomendación (a) del numeral 3 se la sección 2.1.1.16, se tiene

$$\begin{aligned} \text{Entonces la carga es} &= \text{Los primeros 3kVA al 100\%, y el resto al 35\%.} \\ &= 3,000 + 0.35 \times (14,580 - 3,000) \\ &= 3,000 + 4,053. \\ &= 7,053 \text{ VA.} \end{aligned}$$

b Las cargas especiales en 240V (Véase Planilla 1, columna A17).

Ahora se deben sumar los resultados parciales a y b,

$$7,053 + 13,340 = 20,393 \text{ VA}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{de diseño}} &= 20,393/240 \\ &= 84.97 \text{ A.} \end{aligned}$$

Por el criterio de ampacidad se debe utilizar un conductor de calibre # 4 AWG. (Véase Tabla I).

Por el criterio de caída de tensión se calcula ahora el área mínima del conductor para tener una caída de tensión permisible.

La distancia aproximada del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f} = \frac{2 \times 16 \times 84.97}{57 \times 0.02 \times 240} = 9.94 \text{ mm}^2$$

Esta sección corresponde a un conductor de calibre # 6 AWG.

Como siempre se escoge el mayor calibre obtenido, se concluye que el conductor debe ser calibre # 4 AWG

Para calcular el conductor neutro se procede de la siguiente forma. (véase Planilla 1, columna A13).

$$\text{Carga de diseño} = 1 \times \Sigma \text{DME de cargas de 120V} + 0.7 \times \Sigma \text{DME de cargas en 240V}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{DME de cargas de 120V} &= 3,000 + 0.35 \times (17,480 - 3,000) \\ &= 3,000 + 5,068. \\ &= 8,068 \text{ VA.} \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{DME de cargas en 240V} = 11,580 \text{ VA.}$$

Sustituyendo en la fórmula anterior, se tienen:

$$\begin{aligned} \text{Carga de diseño} &= 1 \times 8,068 + 0.07 \times 11,580 \\ &= 8,068 + 8,106 \\ &= 16,174 \text{ VA.} \end{aligned}$$

$$I_{\text{neutro}} = 16,174 / 240 = 67.39 \text{ A}$$

Por el criterio de ampacidad, se debe utilizar un conductor de calibre # 6 AWG. (Véase Tabla I).

Por el criterio de caída de tensión se calcula ahora el área mínima del conductor para tener una caída de tensión permisible.

La distancia aproximada del tablero hasta el lugar del contador es de 16m.

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f} = \frac{2 \times 16 \times 67.39}{57 \times 0.02 \times 240} = 7.88 \text{ mm}^2$$

Esta sección corresponde a un conductor de calibre # 8 AWG (véase Tabla XXIII).

Como siempre se escoge el mayor calibre obtenido, se concluye que el conductor debe ser calibre # 6 AWG.

Finalmente, se deben utilizar

2 conductores THHN # 4 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 6 AWG para el conductor neutro.

El diámetro de la tubería se puede calcular usando la Tabla XIII. Según esta tabla, la tubería recomendada es de 1" de diámetro.

Al igual que en el caso anterior, se podría escoger una tubería de mayor diámetro por las razones explicadas anteriormente.

Resumen

Método de Factores de Demanda

2 conductores THHN # 2 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 4 AWG para el conductor neutral.

Método de la Empresa Eléctrica de Guatemala

2 conductores THHN # 4 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 6 AWG para el conductor neutro.

Método de Cálculo del NEC

2 conductores THHN # 4 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 6 AWG para el conductor neutral.

Observando los resultados obtenidos por los diferentes métodos, se puede ver que los valores son diferentes.

Los tres se han calculado correctamente y lógicamente es necesario hacer un análisis particular para optar por uno de los resultados, suponiendo que se hayan realizado los tres, Ninguno de los métodos es mejor que los otros, sencillamente son opciones para el cálculo, por lo que se recomienda usar el que presente los calibres mayores (en este caso el de los factores de demanda).

El método del NEC cumple con las normas americanas de diseño, y lógicamente es aceptado en nuestro medio.

En el caso del método de factores de demanda, se puede considerar el más exacto, puesto que como ya se dijo, éste parte del hecho de hacer

un estudio en cada diseño, considerando el factor de demanda de cada una de las tomas de energía en la instalación eléctrica.

El método de la Empresa Eléctrica es solamente una aproximación.

Paso sexto:

El flipon principal se calcula utilizando los valores de la Planilla 1, columnas A14 y A15.

$$\begin{aligned}\text{Protección} &= 1.25 \times 103\text{A} \\ &= 128.75\text{A}\end{aligned}$$

Pero comercialmente, sólo hay flipones de 125A; por esta razón se escoge un flipon de 2 x 125A.

Paso séptimo:

El juego de planos contiene:

- Plano de iluminación.
- plano de fuerza.
- plano de instalaciones especiales.
- planilla de tableros. (se suele incluir en el plano de fuerza).
- planilla de luminarias. (se suele incluir en el plano de fuerza).

Paso octavo:

Después de realizado el diseño, puede realizarse una cuantificación de los materiales que se van usar para la implementación del proyecto.

En este ejemplo, solamente se hará un listado descriptivo de los materiales que se van a utilizar.

Para realizar la cuantificación, se hacen algunas consideraciones:

- a) Cuando la tubería está instalada en cielo, se debe tomar en cuenta la tubería extra para hacer las bajadas a los interruptores, tableros, luminarias de pared...
- b) Cuando la tubería está empotrada en el piso, hay que considerar la tubería para subir desde el piso hasta las cajas de los tomacorrientes.
- c) Se debe considerar un porcentaje de desperdicios, porque en planos hay detalles que no se consideran.

ILUMINACION

DESCRIPCIÓN

TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
CAJA OCTAGONAL DE PVC
CAJA RECTANGULAR DE METAL
INTERRUPTOR SIMPLE
INTERRUPTOR 3 WAY
INTERRUPTOR 4 WAY
TOMACORRIENTES POLARIZADOS (DADO)
PLACA SIMPLE
PLACA DOBLE
PLACA TRIPLE
CONDUCTOR 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
SIERRAS (para metal diente ordinario)
PEGAMENTO (para PVC)
CINTA ELECTRICA PARA AISLAR

TOMACORRIENTES 120V

DESCRIPCIÓN

CAJA RECTANGULAR DE METAL
TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
TOMACORRIENTE POLARIZADO (DADO)
PLACA DOBLE
CINTA ELECTRICA PARA AISLAR
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)
CONDUCTOR 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
CONDUCTOR 14 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)

TOMACORRIENTES 240V

DESCRIPCIÓN

TUBO PVC DE 1"
COPLA PVC DE 1"
VUELTA PVC DE 1"
CONECTOR DUCTON 1"
CAJA 4 x 4" DE METAL
TOMACORRIENTE 220V. TIPO ARANA
PLACA CROMADA PARA TOMA 50A.
PIES TUBO BX DE 3/4"
CONECTOR BX CURVO DE 3/4"
PLACA 4 x 4" CIEGA
INTERRUPTOR 2 POLOS 20 A.
CINTA ELECTRICA PARA AISLAR
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)
CONDUCTOR 10 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
PLACA LEVITON SIMPLE ACERADA

TIMBRE

DESCRIPCIÓN

CAJA RECTANGULAR DE METAL
TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
PLACA SIMPLE
CINTA ELECTRICA PARA AISLAR
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)
PULSADOR TICINO
TIMBRE DIN DON
CONDUCTOR 14 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)

SONIDO

DESCRIPCIÓN

PLACA SIMPLE
TAPON CON AGUJERO
CAJA RECTANGULAR DE METAL
TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
ALAMBRE GALVANIZADO
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)

TELEVISIÓN

DESCRIPCIÓN

PLACA SIMPLE
TAPON CON AGUJERO
CAJA RECTANGULAR DE METAL
TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
ALAMBRE GALVANIZADO.
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)

TELÉFONOS

DESCRIPCIÓN

PLACA SENCILLA TICINO
ARMADURA PARA TELEFONO
CAJA RECTANGULAR DE METAL
TUBO PVC DE 3/4"
COPLA PVC DE 3/4"
VUELTA PVC DE 3/4"
CONECTOR PVC DE 3/4"
ALAMBRE GALVANIZADO
CABLE TELEFONICO DE 2 PARES PARA USO INTERIOR
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)

ACOMETIDA

DESCRIPCIÓN

TUBO PVC DE 1"
COPLA PVC DE 1"
CONECTOR DUCTON 1"
VUELTA PVC DE 1"
TUBO CONDUIT GALV. 2"
CONDUCTOR 1/0 AWG THHN
CONDUCTOR 2 AWG THHN
VARILLA COBRE 5/8" x 8' C/MORDAZA
TUBO PVC DE 1/2"
CONECTOR PVC DE 1/2"
CONDUCTOR 8 AWG THHN
PEGAMENTO (para PVC)
SIERRAS (para metal diente ordinario)

TABLERO

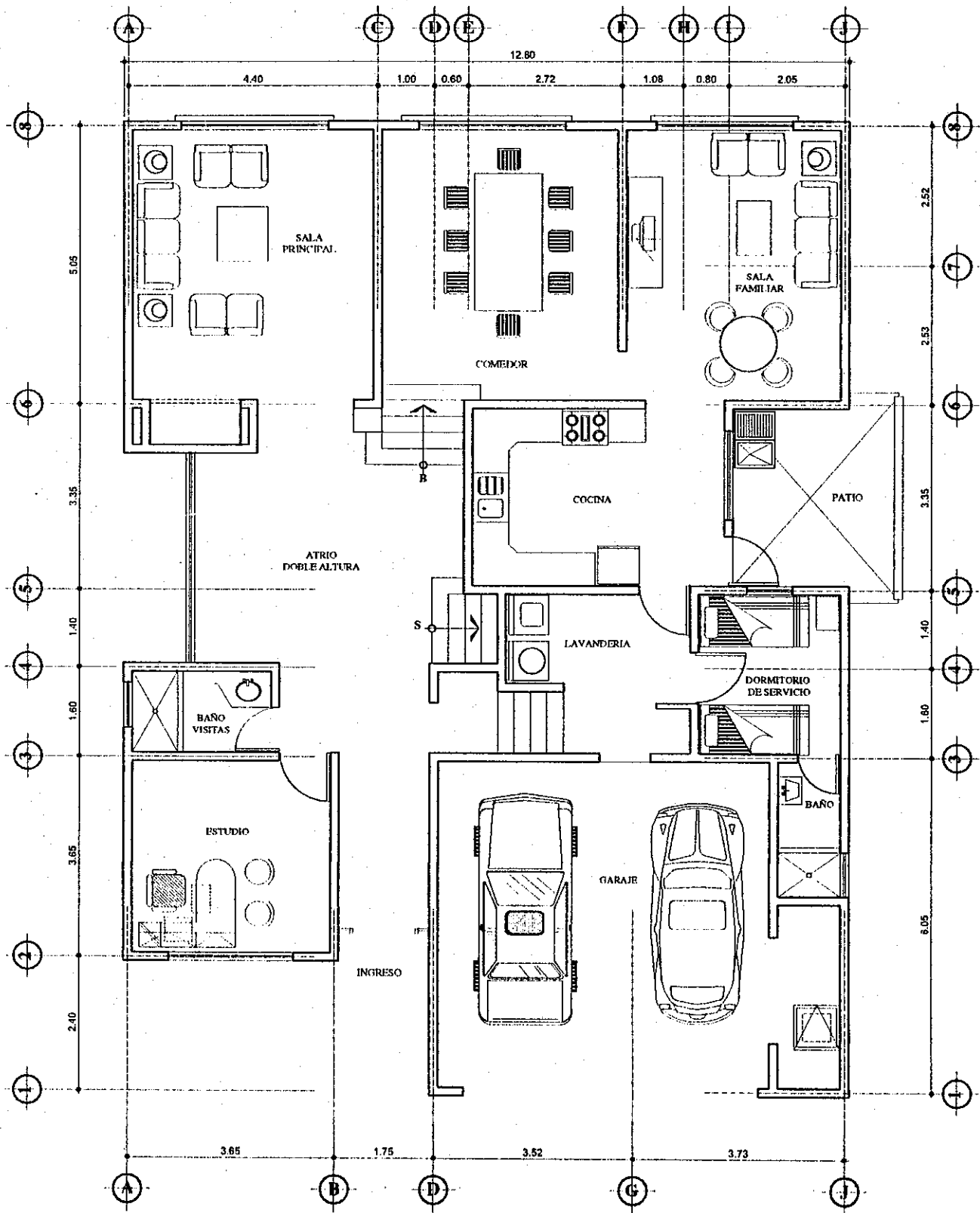
DESCRIPCIÓN

TABLERO SEMI-INDUSTRIAL MONOFASICO 120/240V, 30 POLOS
CON PRINCIPAL DE 2 x 125A
FLIPONES 1 x 15 A.
FLIPONES 1 x 20 A.
FLIPONES 2 x 30 A.

PLANOS

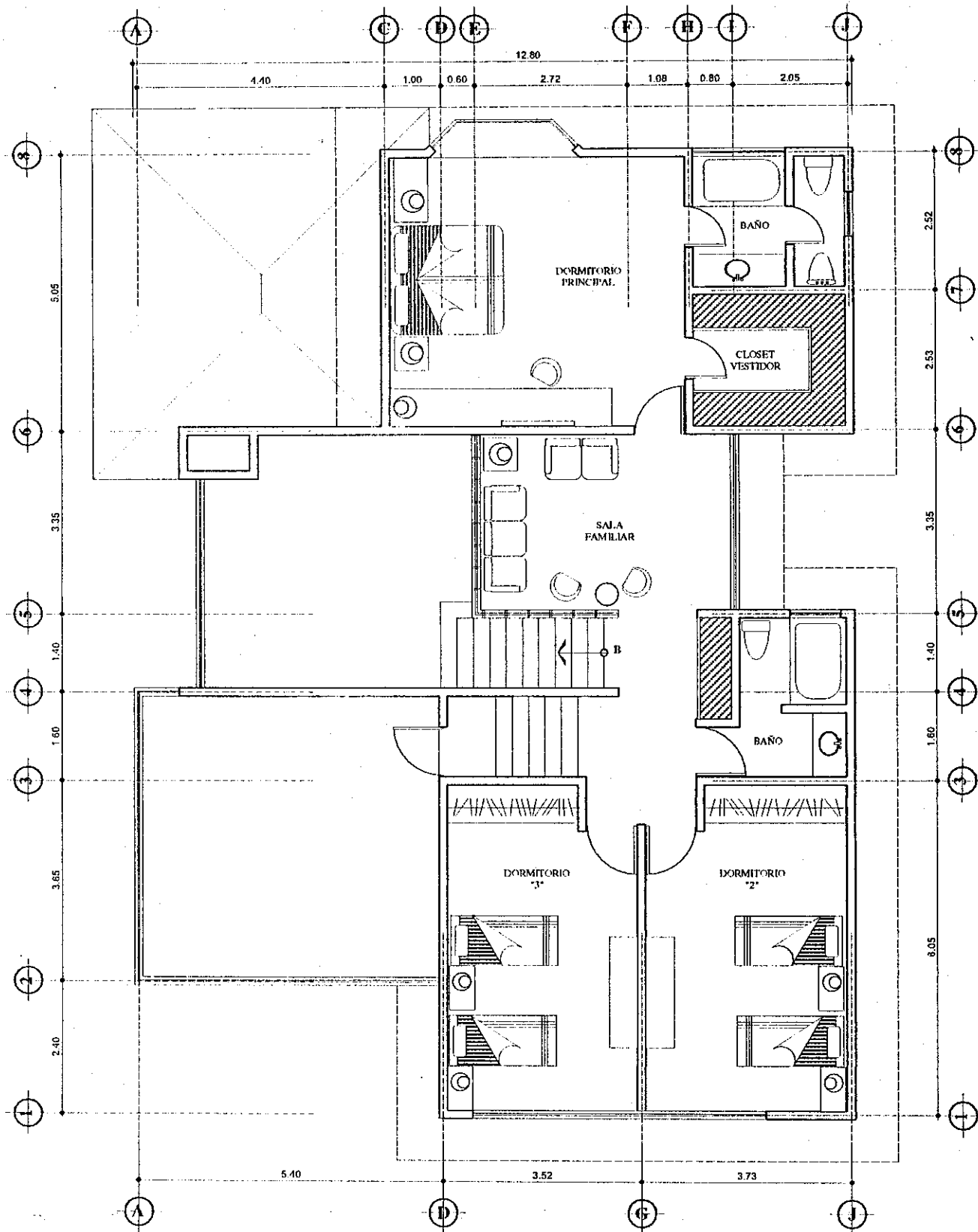
A continuación aparece el juego de planos, en cada uno se indica la escala.

- 1 Plantas amuebladas
- 2 Ubicación de lámparas
- 3 Ubicación de tomacorrientes
- 4 Ubicación de Teléfonos y TV
- 5 Planos de iluminación
- 6 Planos de fuerza
- 7 Planos de Teléfonos y TV (Instalaciones especiales).



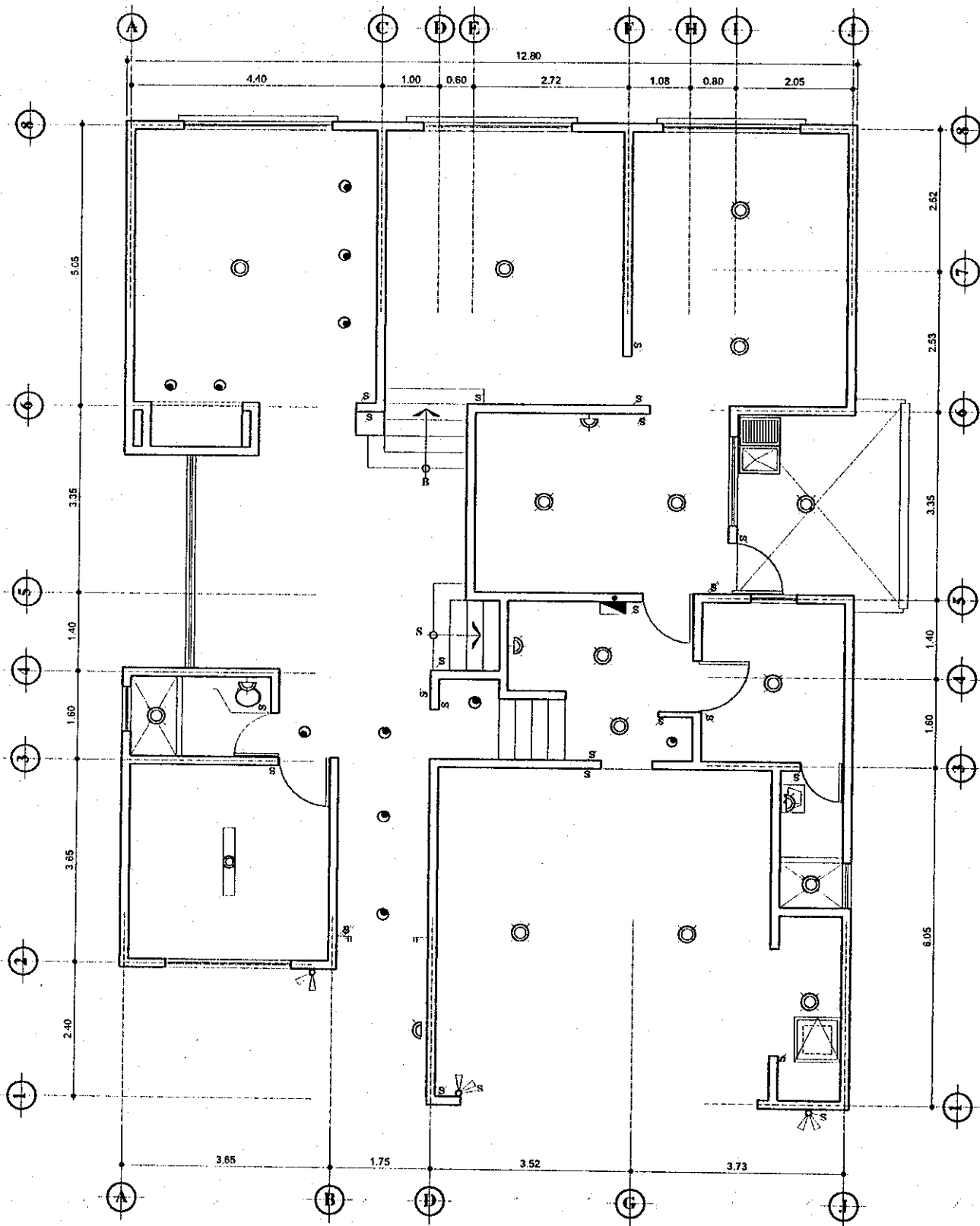
PLANTA BAJA AMUEBLADA

ESCALA: 1/100



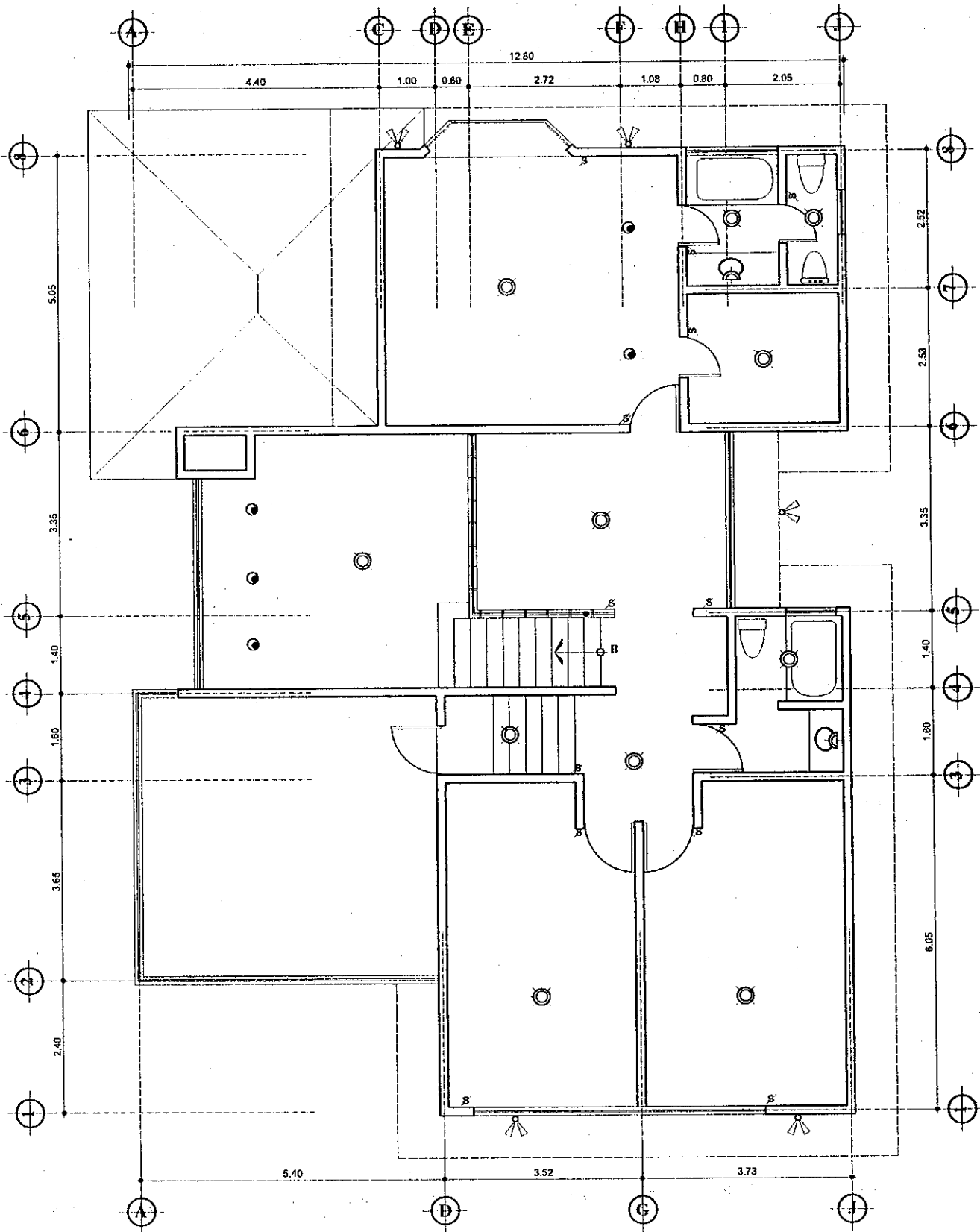
PLANTA ALTA AMUEBLADA

ESCALA: 1/100



UBICACION DE LAMPARAS PLANTA BAJA

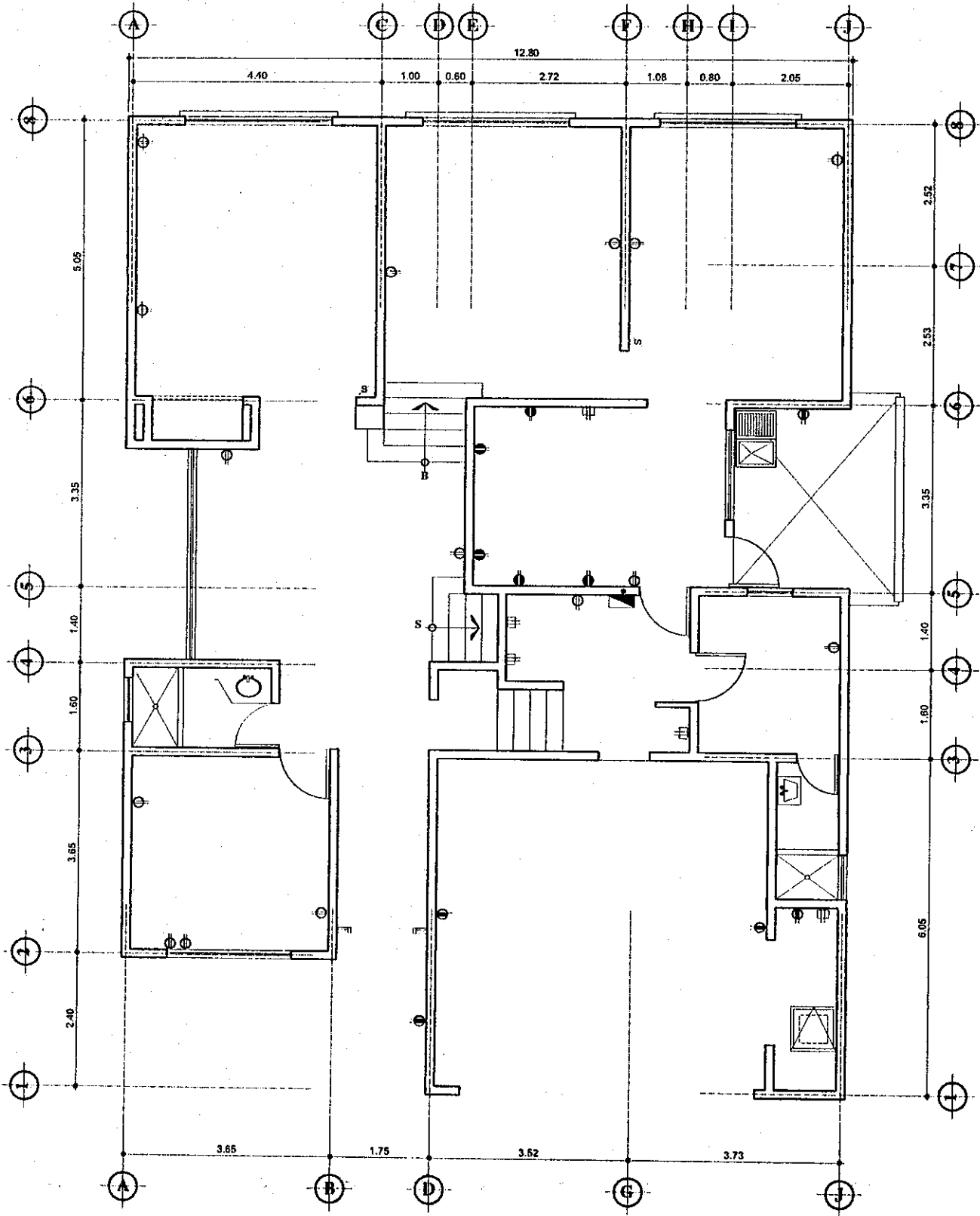
ESCALA: 1/100



UBICACION DE LAMPARAS PLANTA ALTA

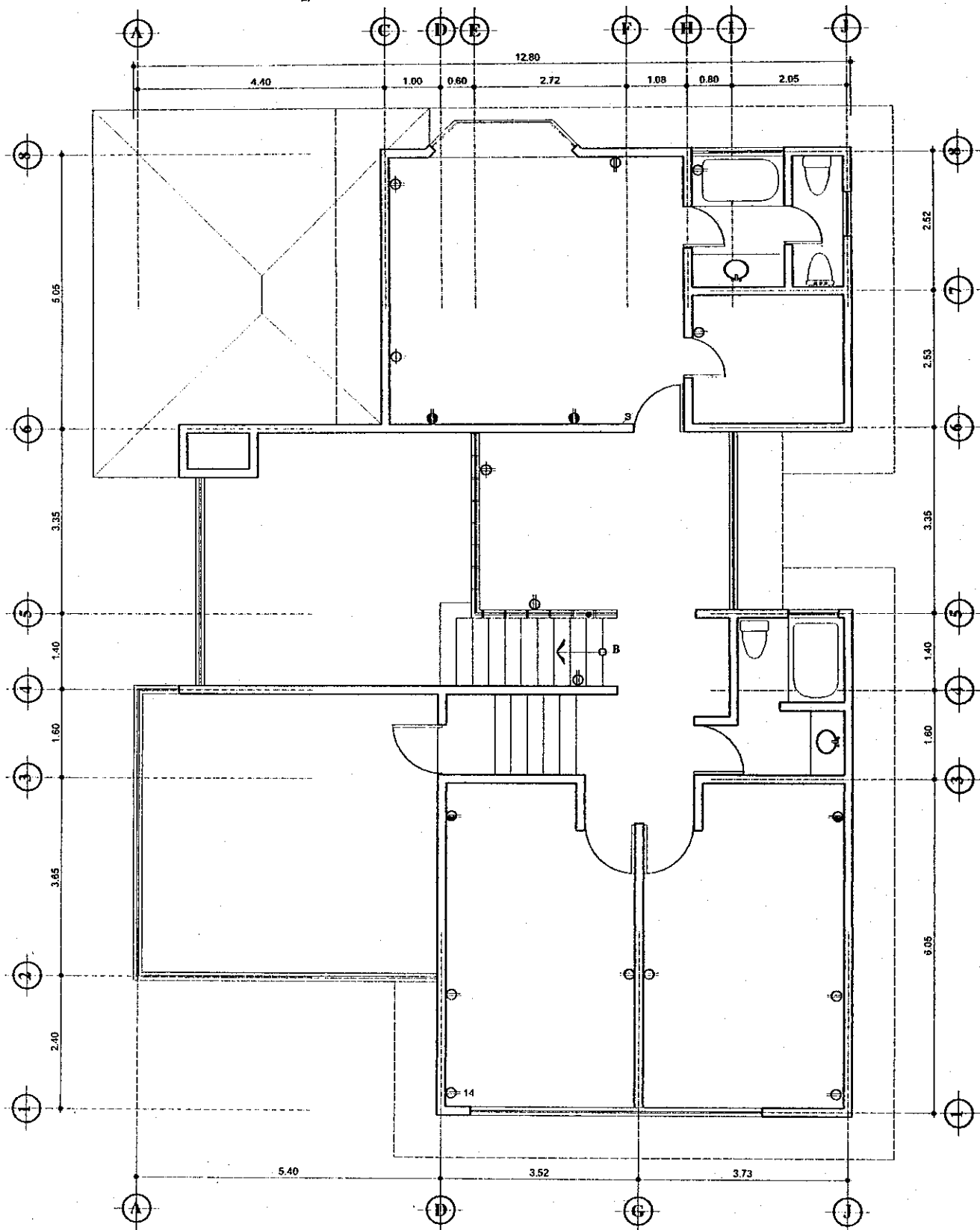
ESCALA: 1/100

FIGURA 41



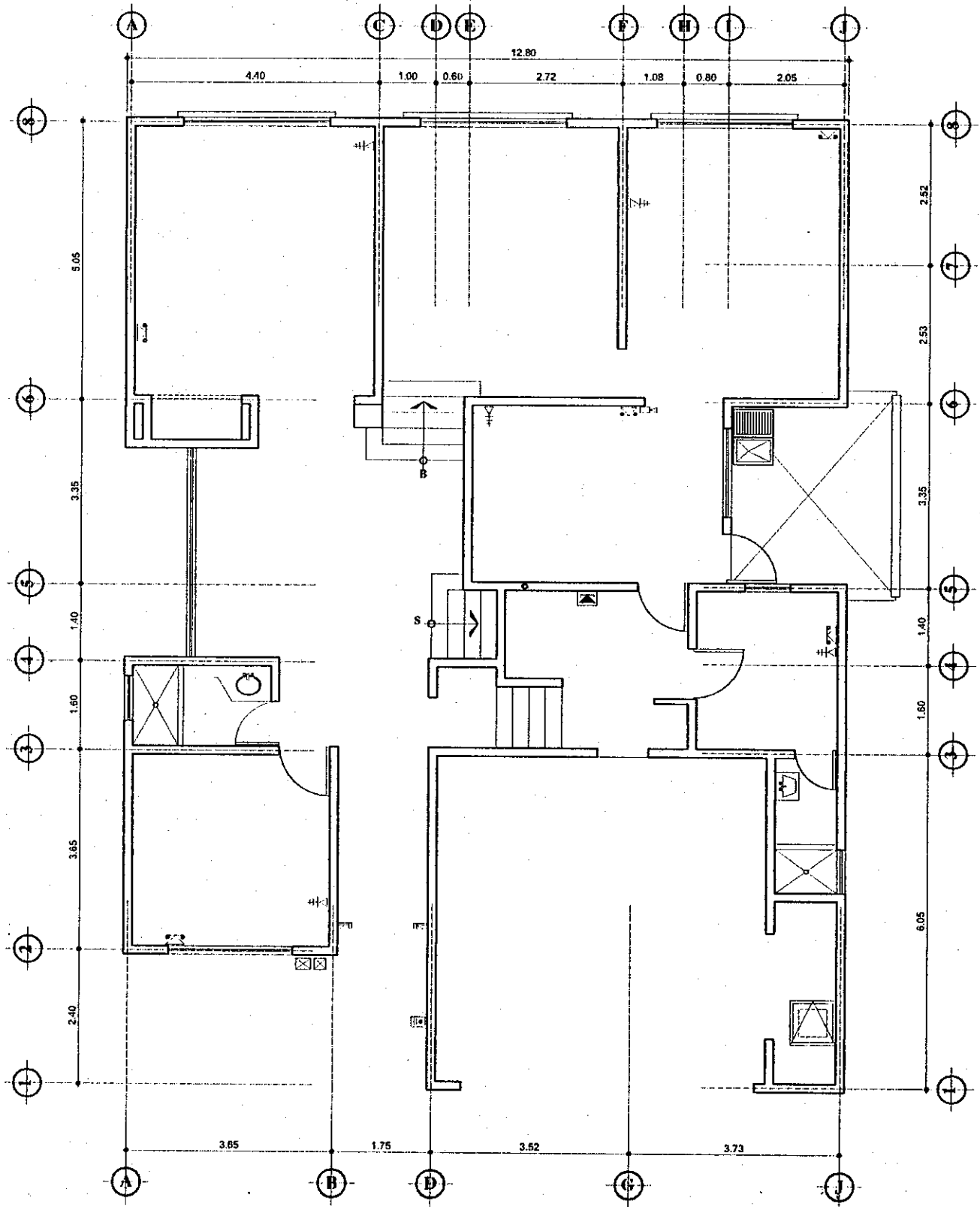
UBICACION DE TOMACORRIENTES PLANTA BAJA

ESCALA: 1/100



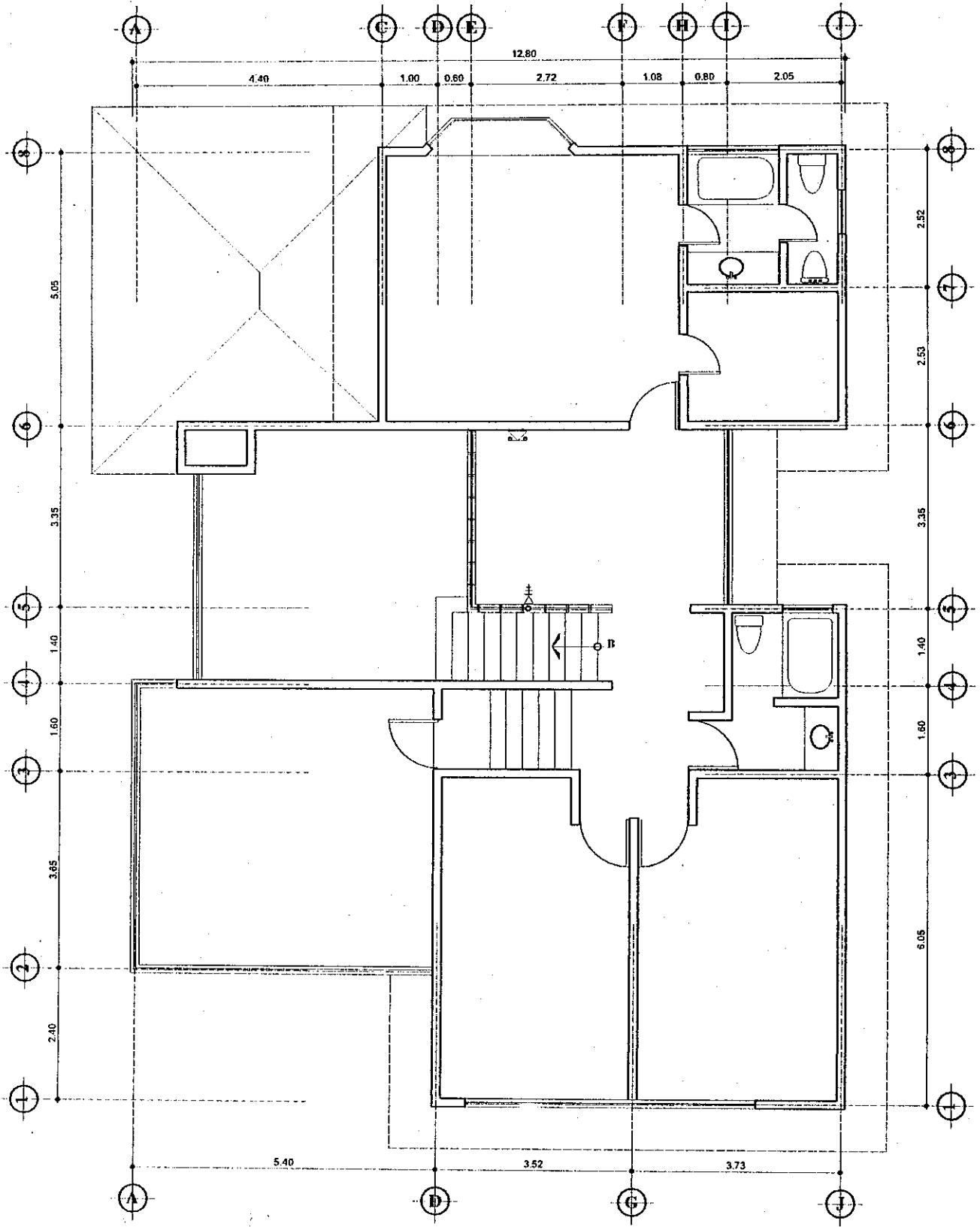
UBICACION DE TOMACORRIENTES PLANTA ALTA

ESCALA: 1/100



UBICACION DE TELEFONO Y TELEVISION PLANTA BAJA

ESCALA: 1/100



UBICACION DE TELEFONO Y TELEVISION PLANTA ALTA

ESCALA: 1/100

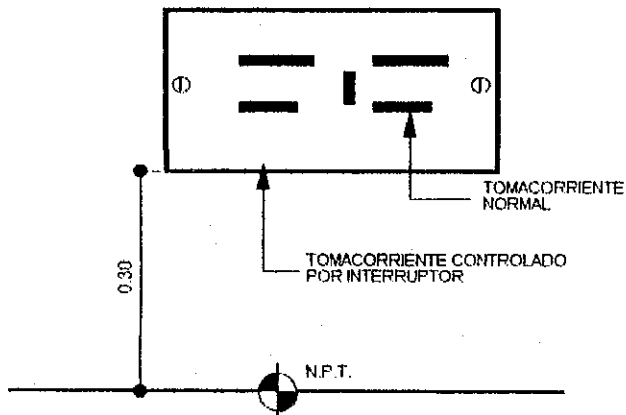
Tabla XXXII. (sin fuente). Esta planilla se debe pegar en el tablero respectivo, servirá para tareas de mantenimiento.

TABLERO SEMI-INDUSTRIAL		VOLTAJE: 120/240V	PRINCIPAL: 2 x 125A
BARRAS DE 225A		No. DE POLOS: 30	No. DE HILOS: 4

CIR.	DESCRIPCION	CARGA (VA)	FASES		FLIP-ON	CONDUCTOR
			A (A)	B (A)		
1	1er. Nivel, por ingreso	1,750	15		1x20 . 2 cond. # 12.	
2	1er. Nivel, por cocina y comedor	1,800	15		1x20 . 2 cond. # 12.	
3	1er. y 2do. Niveles, sala y dormitorio: principales	1,600	13		1x20 . 2 cond. # 12.	
4	2do. Nivel, por dormitorios 2 y 3.	1,450	12		1x15 . 2 cond. # 12.	
5	Secadora	4,000	17	17	2x20 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
6	Lavadora	1,500	6	6	2x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
7	Tornacorriente 240V en garaje	4,800	20	20	2x30 . 2 cond. # 10 + 1 cond. # 14.	
8	Calentador	5,000	21	21	2x30 . 2 cond. # 10 + 1 cond. # 14.	
9	Estufa	3,000	13	13	2x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
10	1er. Nivel, por ingreso	1,800	15	15	1x20 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
11	1er. Nivel, por sala principal	1,620	14	14	1x20 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
12	1er. Nivel, cocina	1,500	13	13	1x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
13	2do. Nivel, por dormitorio principal	1,440	12	12	1x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
14	2do. Nivel, por dormitorios 2 y 3	1,620	14	14	1x20 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
15	Jetina	1,400	12	12	1x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
16	Refrigerador	1,500	13	13	1x15 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14.	
TOTALES		35,780	151	149		

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION.
	OJO DE BUEY DIRIGIBLE EN LOSA
	SALIDA PREVISTA P/ ILUMINACION EN LOSA
	REFLECTOR P/ INTEMPERIE CON SENSOR DE MOVIMIENTO A 2.20mts. S.N.P.T.
	SALIDA PLAMPARA DE PARED A 1.60mts. S.N.P.T.
	REFLECTOR P/ INTEMPERIE A 2.20mts. S.N.P.T.
	LAMPARA P/ EMPOTRAR EN CIELO FALSO DE 2' X 4' 4 X 40W CON DIFUSOR PRISMATICO LAMPS DAY LIGHT
	CAJA DE DISTRIBUCION EN LOSA
	INDICA INTERRUPTORES: SIMPLE, DOBLE, Y TRIPLE RESPECTIVAMENTE
	INDICA INTERRUPTORES: # (NUMERO) DE CIRCUITO, LITERAL LAMPARA
	INTERRUPTOR 3 VIAS, y 4 VIAS, RESPECTIVAMENTE
	INDICAN CONDUCTORES: LINEA, NEUTRO, Y TIERRA, RESPECTIVAMENTE.
	INDICAN CONDUCTORES: RETORNO, Y PUENTES RESPECTIVAMENTE.
	TUBERIA EMPOTRADA EN LOSA O PARED, PVC DE 3/4"
	TUBERIA EMPOTRADA EN PISO, PVC DE 3/4"

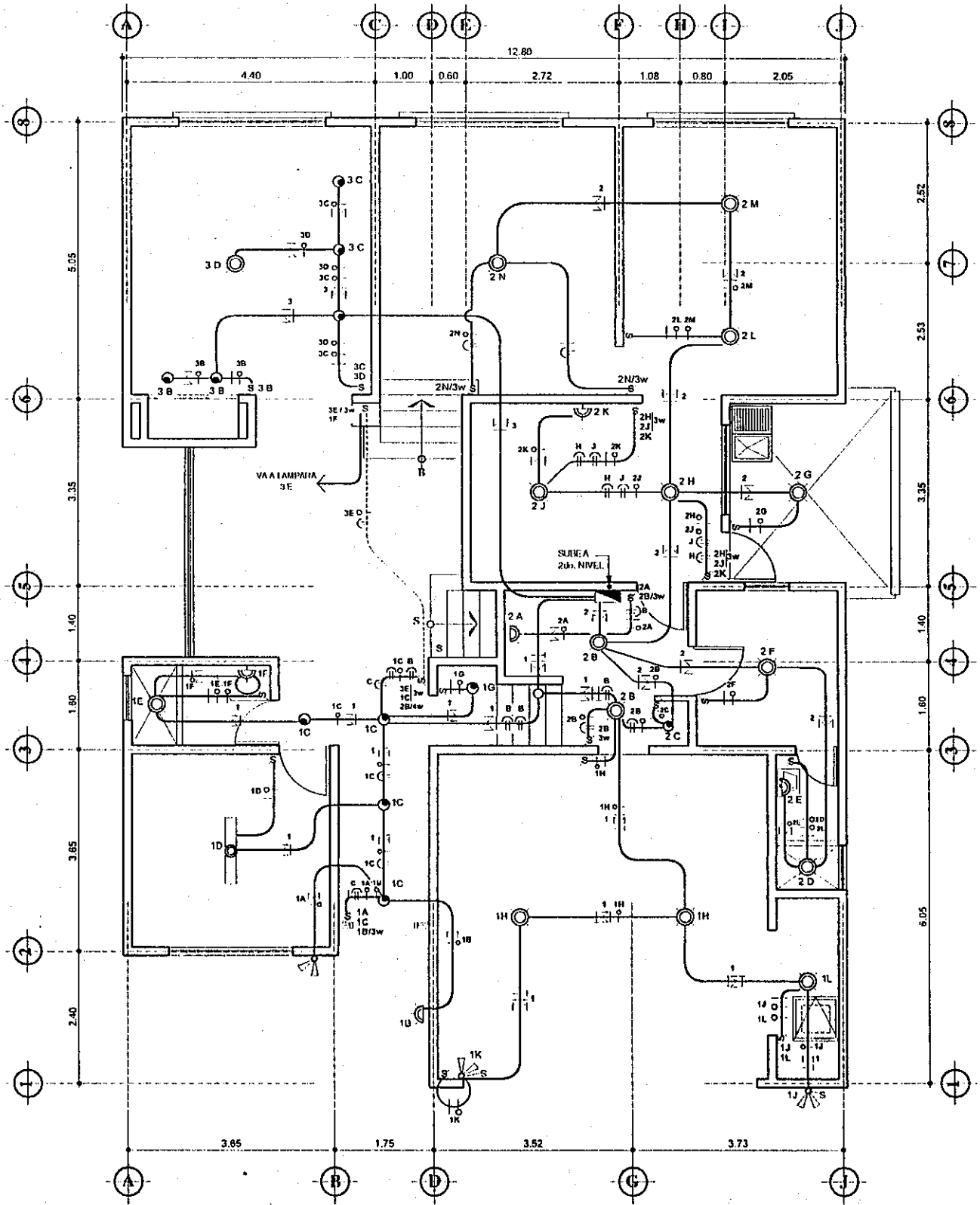
SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION.
	TOMACORRIENTE DE 120V DOBLE POLARIZADO A 0.30mts. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DE 220 V. A 0.30mts. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DE 120V DOBLE POLARIZADO A 0.30mts. S.N.P.T. CON PLACA P/ INTEMPERIE
	CONDUCTORES POSITIVO Y NEGATIVO
	CONDUCTOR TIERRA FISICA
	TUBERIA CONDUCCIDA EN SUELO O PARED 3/4"
	TOMACORRIENTE DE 120V DOBLE POLARIZADO A 1.20 mts. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE CONTROLADO A 0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DE 120V DOBLE POLARIZADO A 1.80 mts. S.N.P.T.



DETALLE DE TOMACORRIENTE CONTROLADO

SIN ESCALA

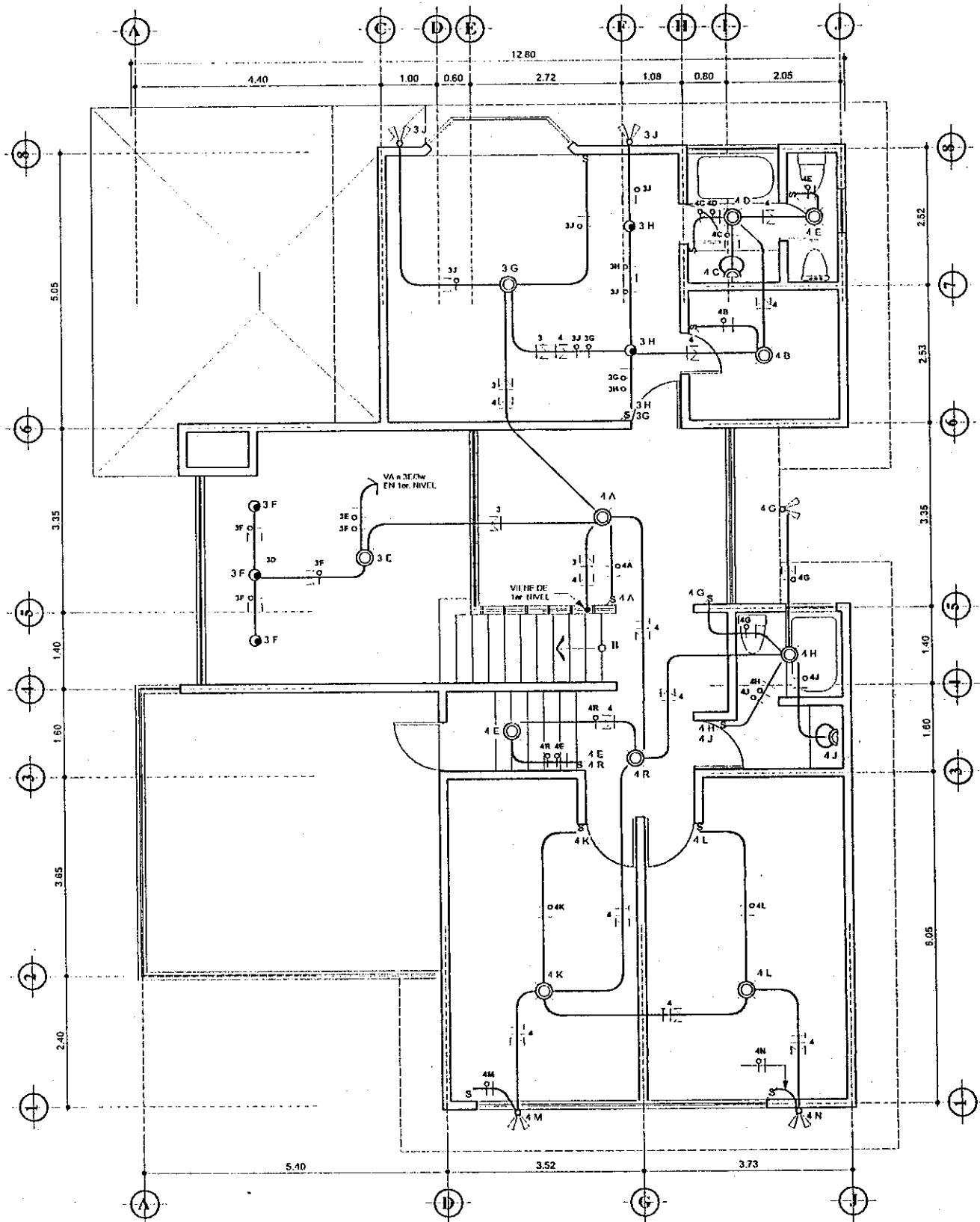
FIGURA 46



INST. ELECTRICA DE ILUMINACION PLANTA BAJA

ESCALA: 1/100

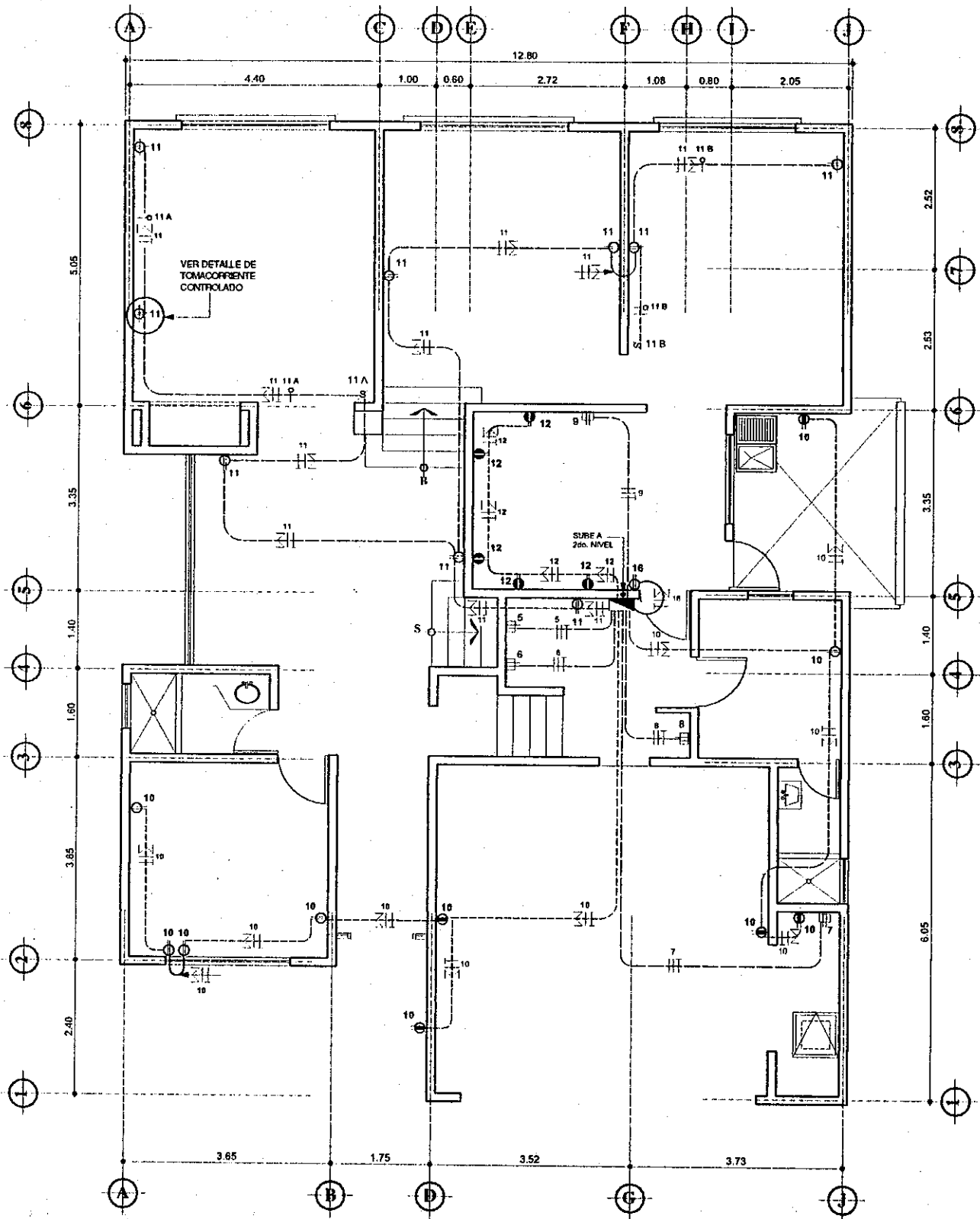
FIGURA 47



INST. ELECTRICA DE ILUMINACION PLANTA ALTA

ESCALA: 1/100

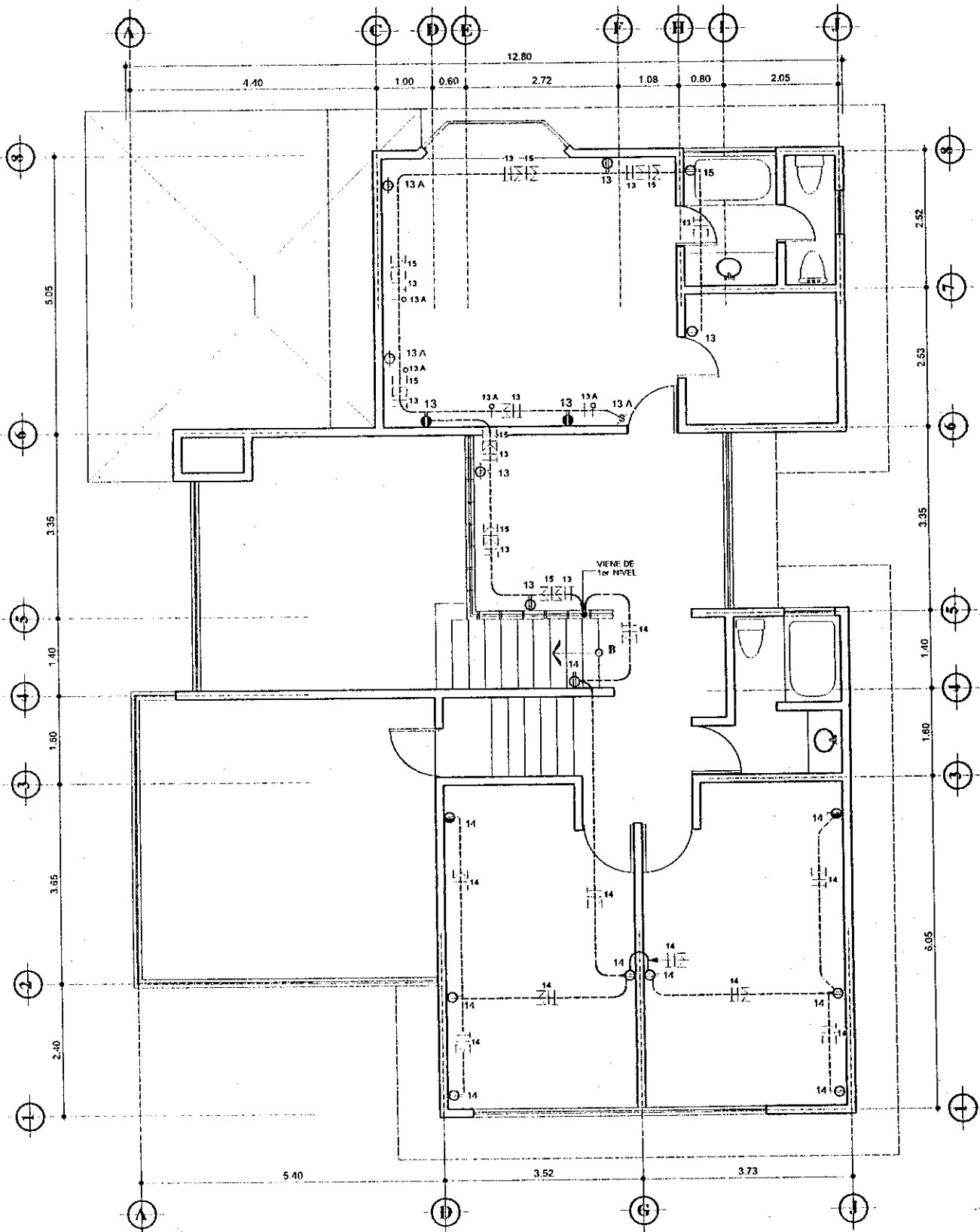
FIGURA 48



INST. ELECTRICA DE FUERZA PLANTA BAJA

ESCALA: 1/100

FIGURA 49



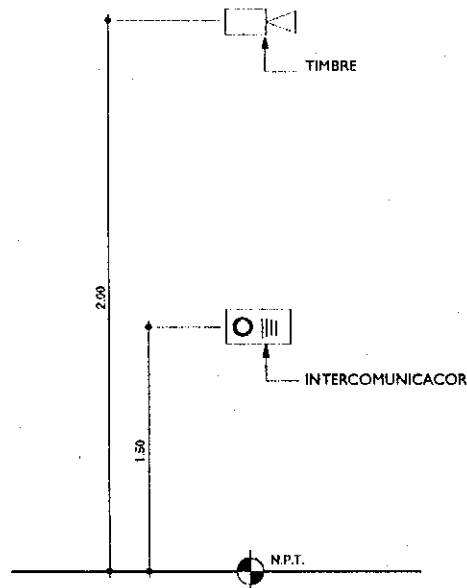
INST. ELECTRICA DE FUERZA PLANTA ALTA

ESCALA: 1/100

FIGURA 50

SIMBOLOGIA

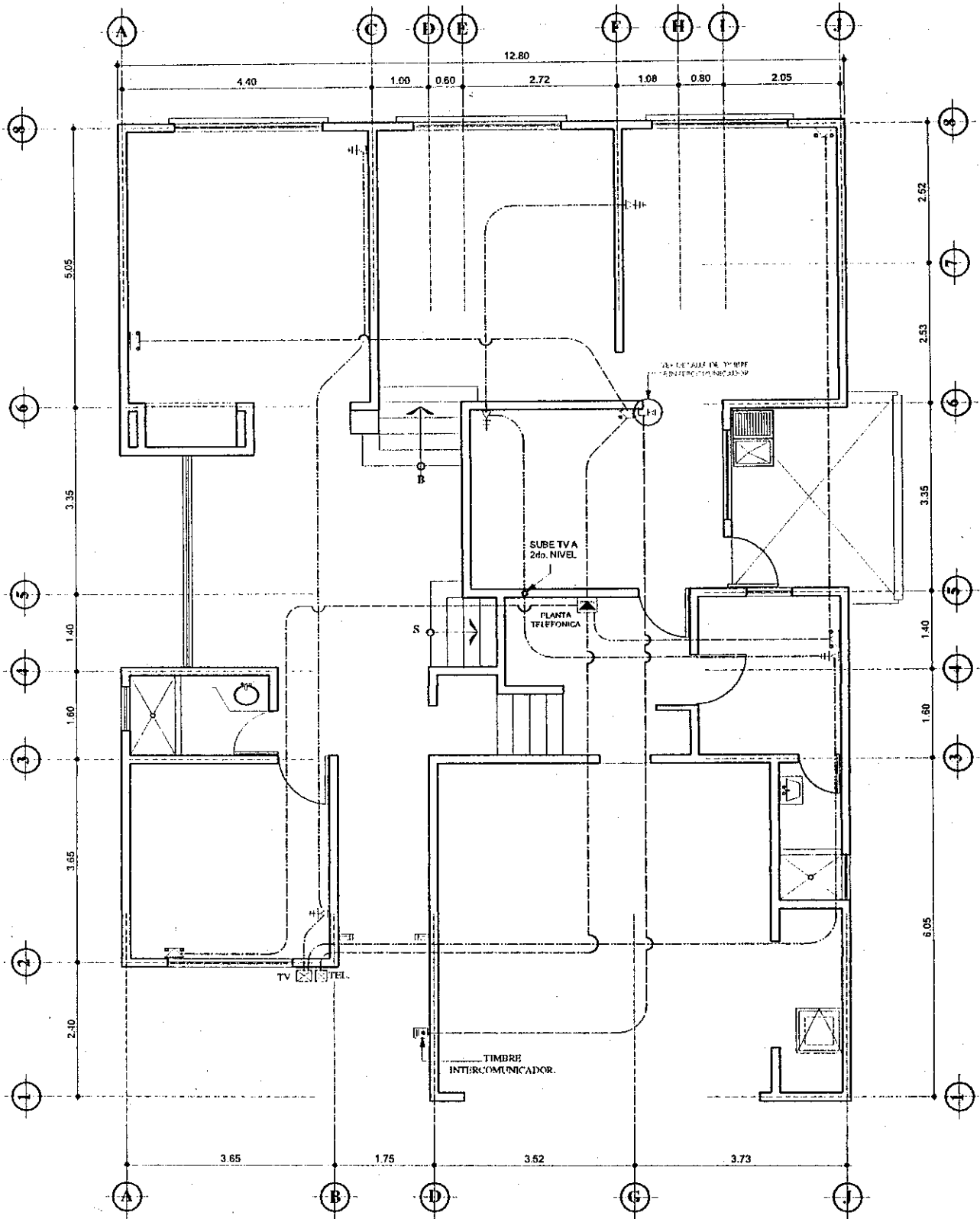
TV	ACOMETIDA PARA SEÑAL DE TELEVISION
TEL.	ACOMETIDA PARA SEÑAL DE TELEFONO
	TIMBRE E INTERCOMUNICADOR
	PLANTA TELEFONICA
	INDICA TELEFONO
	INDICA SALIDA DE TV
	TIMBRE
	TUBERIA CONDUCCIDA EN SUELO, PARED O LOSA PVC Ø 3/4" PVC Ø 3/4" PARA TELEFONO Y TELEVISION



DETALLE DE TIMBRE E INTERCOMUNICADOR

SIN ESCALA

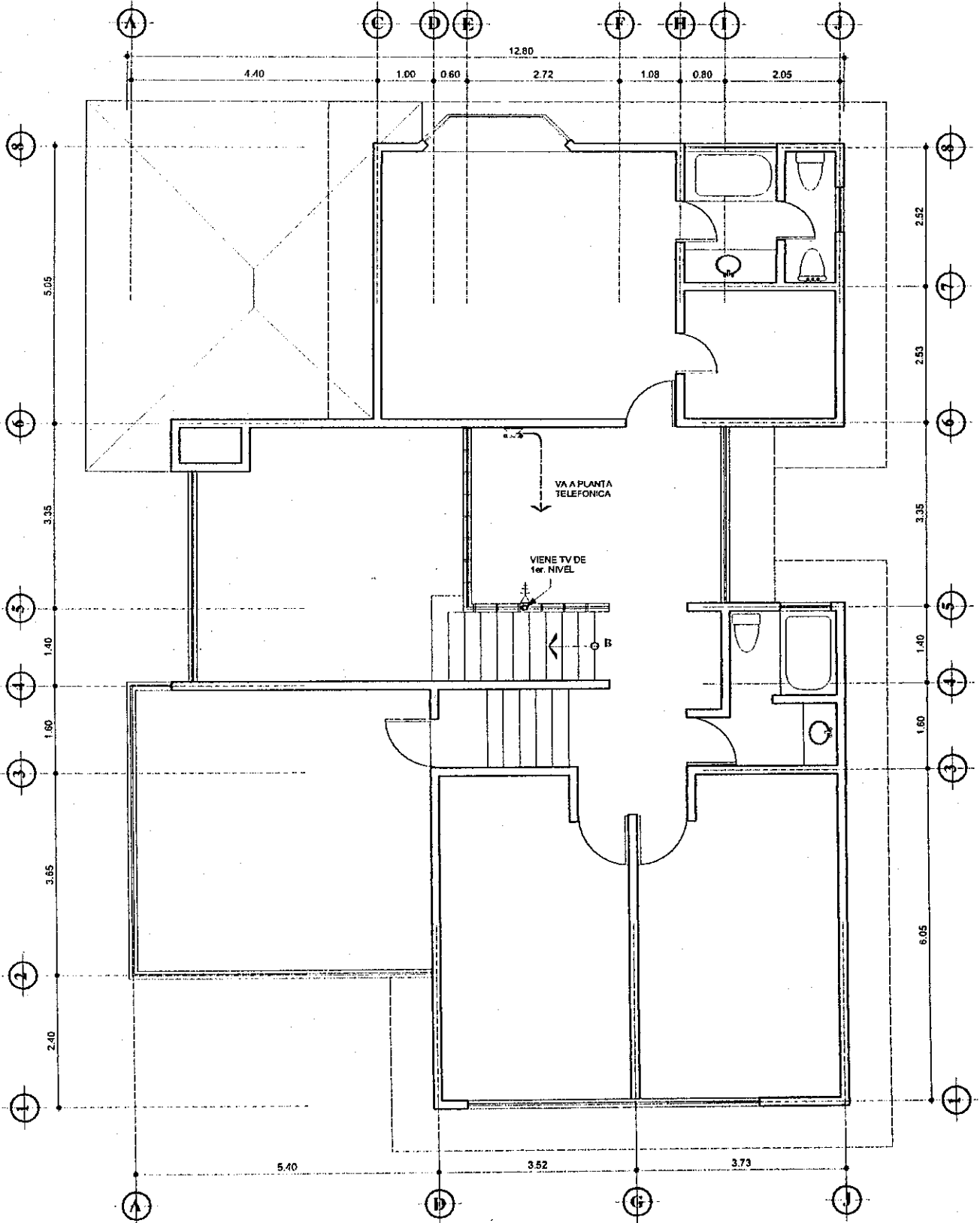
FIGURA 51



INSTALACIONES ESPECIALES PLANTA BAJA

ESCALA: 1/100

FIGURA 52



INSTALACIONES ESPECIALES PLANTA ALTA

ESCALA: 1/100

FIGURA 53

PROYECTO 2:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL (TALLER)

Consiste en la instalación del sistema de fuerza general y alimentación de motores para el equipo del taller.

Información proporcionada por el proyectista:

El propietario proporcionó la información y requisitos siguientes:

- a) Un plano del taller, en una copia heliográfica, donde se indica la posición de los equipos eléctricos.
- b) Un plano de elevación para poder diseñar el sistema de iluminación.
- c) Listado de equipo que se va a instalar y sus características eléctricas.
- d) Especificaciones sobre los requisitos mínimos de los materiales que se van a utilizar.

Cargas eléctricas trifásicas en 480V. (Véase planilla de tablero P)

Ítem	Equipo	Consumo de corriente (A)
1	Torno de 5.50 x 1.8m	30
2	Torno de 5.50 x 1.7m	30
3	Torno de 3.00 x 1.2m	20
4	Torno de 3.00 x 1.01m	20
6	Tomacorriente	30
7	Tomacorriente	30
8	Transformador de 50kVA	70

Cargas eléctricas trifásicas en 480V. (Véase planilla de tablero A)

Item	Equipo	Consumo de corriente (A)
1	Esmeril 1	15
2	Esmeril 2	15
3	Taladro 1	15
4	Taladro 2	15
5	Cepillo	15
6	Fresadora 1	15
7	Sierra de disco	20
8	Fresadora 2	15
9	Barreno	15
10	Sierra de cinta	15
11	Cortadora	15
12	Sierra de vaivén	15

Cargas eléctricas monofásicas en 240V.

Item	Equipo	Consumo de corriente (A)
1	Esmeril 1	15
2	Esmeril 2	15
3	Roscadora 1	15
4	Roscadora 2	15
5	Banco de pruebas	30
6	Horno de motores	30
7	Tomacorrientes 1	30
8	Tomacorrientes 2	30
9	Tomacorrientes 3	30
10	Tomacorrientes 4	30

Además del listado anterior, se necesitan las siguientes cargas:

Instalación de 2 centros de carga, cada uno con:

1 tomacorriente trifásico de 64A. en 480V

1 tomacorriente monofásico de 30A en 240V

1 tomacorriente monofásico de 20A en 120V

Instalación de 13 centros de carga, cada uno con:

1 tomacorriente trifásico de 32A. en 480V

1 tomacorriente monofásico de 30A en 240V

1 tomacorriente monofásico de 20A en 120V

Instalación de 2 tomacorrientes monofásicos de 120V en recepción.

Instalación de 1 tomas monofásicos en 120V en bodega de la oficina.

Instalación de 1 tomacorrientes monofásicos en 120V en de baños.

Instalación de 12 tomas monofásicos en 120V en la bodega de materiales.

El diseñador debe estudiar, con gran cuidado, los detalles arquitectónicos de la construcción, la información eléctrica, y proceder a realizar los cálculos eléctricos, según el procedimiento recomendado en inciso 2.1.1.15 del capítulo II.

Por razones didácticas y de claridad en el desarrollo de este diseño, no se realizará el cálculo de iluminación

Memoria de Cálculo:

Paso primero:

Con la información proporcionada se puede determinar un bosquejo de lo que será el diagrama unifilar de la instalación.

Figura 54. (sin fuente).

Diagrama Unifilar.

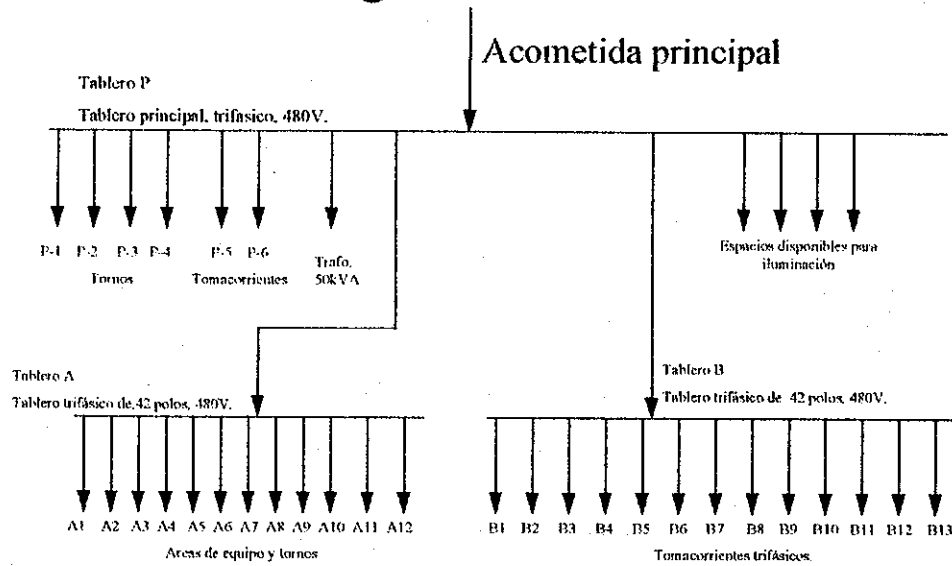
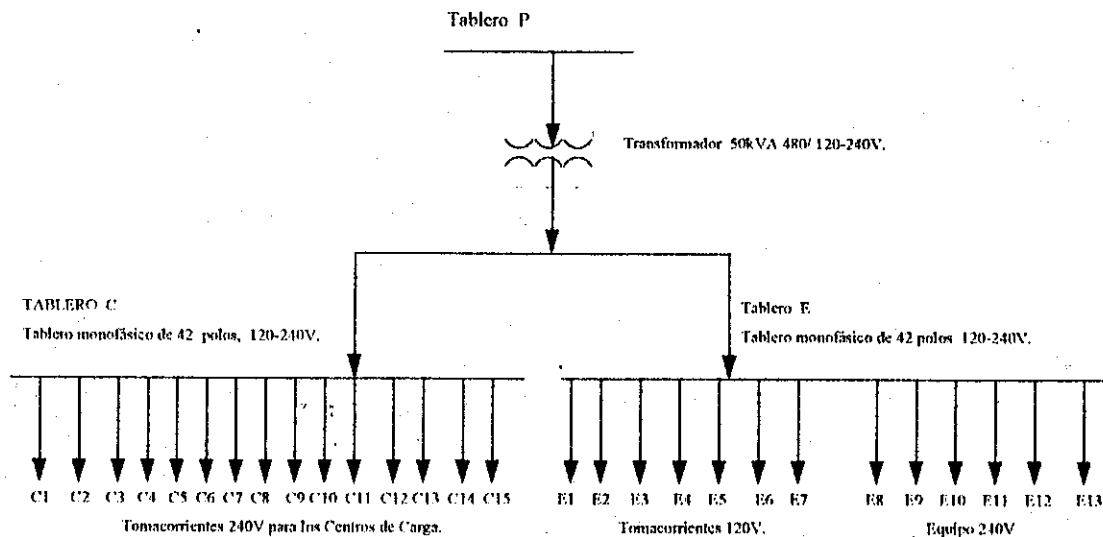


Diagrama Unifilar (continuación)



Paso segundo:

Como ya se conoce la ubicación de cada uno de los equipos, se puede seleccionar la mejor posición de los tableros de distribución. Esta ubicación está en función del centro de carga y del espacio físico con el que se cuenta en la construcción.

Paso tercero:

Ubicados los tableros, se procede a diseñar la canalización adecuada.

En la instalación que se está diseñando, se seleccionó una distribución principal con canaleta metálica instalada en un plano de montaje de 3m SNP; la canaleta será suspendida con varilla roscada de 1/4" y soporte de riel Unistrut P-4000 (véase detalle de los columpios).

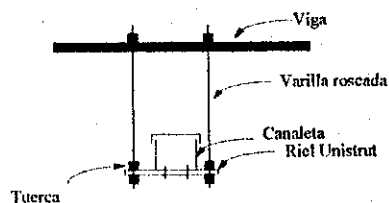


Figura 55. (sin fuente).

Esta distribución con canaleta es la más recomendable en talleres y áreas industriales por su gran versatilidad para hacer modificaciones.

Para alimentar cada una de las cargas, se hace una bajada del plano de montaje a la carga con tubería conduit. Esta tubería le proporciona protección mecánica a los conductores. La unión de la tubería al equipo (si son motores) se debe hacer con tubería flexible BX o LT. (Se hace con BX si no hay peligro de contaminación de los conductores con líquidos o ácidos y con LT si los hay).

Los diámetros de la tubería se seleccionan utilizando las tablas que aparecen en el capítulo 5. La canaleta se debe dimensionar, según el plano, porque en éste puede verse qué cantidad de conductores pasan por cada tramo de canaleta.

Normalmente se dimensiona la canaleta para el mayor número de conductores que pasen en alguno de los tramos; con esto se facilita la cuantificación y la compra de los materiales.

Paso cuarto:

Ahora se pueden calcular las protecciones de cada uno de los alimentadores para las distintas cargas (ver columna 7 de las planillas de tableros X).

Se utilizó la expresión:

$$I_{\text{protección}} = I_{\text{nominal}} \times 1.25$$

Paso quinto:

Se pueden calcular ahora los calibres de los conductores que alimentarán a cada una de las cargas.

Para poder seleccionar los calibres se siguen los criterios de ampacidad del conductor y el de caída de tensión.

Para el criterio de ampacidad se utiliza la Tabla I.

El propietario del proyecto solicitó expresamente al diseñador utilizar cable THHN en toda la instalación.

Para el criterio de caída de tensión se deben conocer las distancias del tablero a cada una de las cargas (véase columna 9 en cada planilla de tableros "X") Estas distancias se pueden medir en el plano.

Se harán ahora los cálculos para el primer equipo del tablero principal, de igual forma se procede con todos los demás equipos. (véase planilla de tableros "X", columna 10).

Selección del conductor por ampacidad: se tiene una corriente de 30A, entonces, según tablas, se debe utilizar un conductor THHN # 8 AWG.

Selección del conductor por caída de tensión: usando la ecuación:

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f}, \text{ sustituyendo los valores se tiene:}$$

$$s = \frac{1.7321 \times 25 \times 30}{57 \times 0.03 \times 480} = 1.58\text{mm}^2 \text{ (Conductor calibre \# 10 AWG).}$$

Por lo tanto, se utilizarán conductores THHN # 8 AWG para la alimentación. Con los demás equipos y circuitos se procede de igual forma. Los resultados aparecen en la planilla de tableros "X".

Paso sexto:

Se puede ahora calcular:

- a) El calibre de los conductores de alimentación de los tableros,

- b) Las dimensiones de las barras de los tableros,
 - c) La protección principal de los conductores y
 - d) La acometida principal.
- a) **Calibre de los conductores de alimentación de cada tablero.**

Se utilizan las planillas de tableros "Z" con la Demanda Máxima Estimada.

Tablero B

Según la columnas 7, 8 ó 9 de la planilla "Z", (se toma el mayor) y se tiene una $I = 481A$.

En la Tabla 1 se tiene:

Cable THHN 600MCM = 475A

Cable THHN 700MCM = 520A

En vista de que el conductor 700 MCM es muy difícil de manipular, mecánicamente hablando, se optará por usar dos conductores por fase.

Cable THHN 4/0MCM = 260A, como se tienen 2 conductores entonces 520A.

Cable THHN 250MCM = 290A, como se tienen 2 conductores entonces 580A.

Cable THHN 300MCM = 320A, como se tienen 2 conductores entonces 640A.

Pero es necesario aplicar el factor de reducción de ampacidad por número de conductores en una tubería.

$$\text{Factor}(6 \text{ conductores}) = 0.8 \text{ entonces para } 4/0 = 2 \times 260 \times 0.8 = 416.$$

$$\text{Factor}(6 \text{ cond.}) = 0.8 \text{ entonces para } 250\text{MCM} = 2 \times 290 \times 0.8 = 464.$$

$$\text{Factor}(6 \text{ cond.}) = 0.8 \text{ entonces para } 300\text{MCM} = 2 \times 320 \times 0.8 = 512.$$

Finalmente, se utilizarán dos conductores 250MCM por fase, porque éstos son los que más se acercan al valor buscado.

Para el conductor de tierra utilizar la Tabla I.

Para el conductor neutro, se selecciona en la práctica a un 70% .

$$I_{\text{neutro}} = 0.70 \times 481 = 336\text{A}$$

$$I_{\text{neutro}} = 0.60 \times 481 = 288\text{A}$$

Se tomará el último valor y se utilizará un conductor 250MCM para el neutral.

Es importante recordar que si la distancia del lugar de alimentación de la acometida hasta el tablero es considerable (10 metros), debe tomarse el criterio de caída de tensión también.

En este caso no es así; por esta razón, no se consideró.

Para las alimentaciones de los otros tableros, se procede de igual forma, y se obtienen los siguientes resultados.

Sub-tablero A	I = 111A
Conductor activo	THHN # 2
Conductor neutro	THHN # 6
Conductor de tierra física	Cable desnudo # 8
Sub-tablero C	I = 125A
Conductor activo	THHN # 2
Conductor neutro	THHN # 6
Conductor de tierra física	Cable desnudo # 6
Sub-tablero E	I = 135A
Conductor activo	THHN # 2
Conductor neutro	THHN # 6
Conductor de tierra física	Cable desnudo # 6
Sub-tablero F	I = 79A
Conductor activo	THHN # 4
Conductor neutro	THHN # 8
Conductor de tierra física	Cable desnudo # 8

Para dimensionar las barras de los tableros, se utilizan los mismos valores tomados para la selección de las alimentaciones. Se debe recordar que también hay que adaptarse a las dimensiones estándar que hay en el mercado.

Estos valores aparecen en las planillas de tableros "X": en la casilla Barras de:.

Para dimensionar las protecciones se utilizan las expresiones siguientes

$$I_A = 1.25 \times I_{PCM \text{ mayor}} + F.D. \times \sum I_{PC \text{ de otros motores}} + F.D. \times I_{\text{Otras cargas}}$$

(Véase las columnas 12, 13 ó 14 de la planilla de tableros "Z").

Tablero Principal (P)	I = 509A	Flip-on de 3 x500A
Sub-tablero A	I = 124A	Flip-on de 3 x125A
Sub-tablero C	I = 155A	Flip-on de 3 x150A
Sub-tablero E	I = 164A	Flip-on de 2 x170A
Sub-tablero F	I = 99A	Flip-on de 2 x100A

Tabla XXXIII. (sin fuente). Planillas de tableros "X"

TABLERO PRINCIPAL (P)

TABLERO TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE: 277/480V	PRINCIPAL: 3 x 500
BARRAS DE: 500A	No. DE POLOS: 42	

CIR.	DESCRIPCION		FASES			F ¹	1.25 x l	FLIP-ON	D ²	CONDUCTOR
			I _A	I _B	I _C					
1	Torno de 5.50 x 1.8m	P-1	30	30	30	1.25	38	3x40	25	4 cond. # 8
2	Torno de 5.50 x 1.7m	P-2	30	30	30	1.25	38	3x40	22	4 cond. # 8
3	Torno de 3.00 x 1.2m	P-3	20	20	20	1.25	25	3x30	19	4 cond. # 10
4	Torno de 3.00 x 1.01m	P-4	20	20	20	1.25	25	3x30	15	4 cond. # 10
5	Transformador de 50kVA		104	104		1.25	130	2x125	58	2 cond. # 2 + 1 cond. # 4 + 1 cond. # 8
6	Tomacorriente	P-5	55	55	55	1.25	69	3x70	44	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
7	Tomacorriente	P-6	55	55	55	1.25	69	3x70	-	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8	Tablero A		180	180	180	1.25	225	3x225	-	3 cond. # 2/0 + 1 cond. # 2 + 1 cond. # 6
9	Tablero C		180	180	180	1.25	225	3x255	-	3 cond. # 2/0 + 1 cond. # 2 + 1 cond. # 6
10	Iluminación 1									15
11	Iluminación 2									15
12	Iluminación 3									15
13	Iluminación 4									15
TOTAL			674	674	630					

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

SUB-TABLERO A

TABLERO TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE: 277/480V	PRINCIPAL: 3x125 A
BARRAS DE: 125A	No. DE POLOS: 42	

CIR.	DESCRIPCION		FASES			F	1.25x l	FLIP-ON	D	CONDUCTOR
			A	B	C					
1	Esmeril 1	A-1	15	15	15	1.25	19	3x20	26	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
2	Esmeril 2	A-2	15	15	15	1.25	19	3x20	24	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
3	Taladro 1	A-3	15	15	15	1.25	19	3x20	19	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
4	Taladro 2	A-4	15	15	15	1.25	19	3x20	13	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
5	Cepillo	A-5	15	15	15	1.25	19	3x20	7	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
6	Fresadora 1	A-6	15	15	15	1.25	19	3x20	13	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
7	Sierra de disco	A-7	20	20	20	1.25	25	3x30	15	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
8	Fresadora 2	A-8	15	15	15	1.25	19	3x20	14	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
9	Barreno	A-9	15	15	15	1.25	19	3x20	8	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
10	Sierra de cinta	A-10	15	15	15	1.25	19	3x20	16	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
11	Cortadora	A-11	15	15	15	1.25	19	3x20	12	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
12	Sierra de vaiven	A-12	15	15	15	1.25	19	3x20	15	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
TOTAL			185	185	185					

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

¹ F: factor de protección p/cálculo del flipon.

² D: distancia en metros.

SUB-TABLERO B

TABLERO TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE: 277/480V	PRINCIPAL: 3 x 150 A
BARRAS DE: 150A	No. DE POLOS: 42	

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F	1.25xI	FLIP-ON	D	CONDUCTOR
		A	B	C					
1	Tomacorriente B-1	32	32	32	1.25	40	3x40	69	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
2	Tomacorriente B-2	32	32	32	1.25	40	3x40	62	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
3	Tomacorriente B-3	32	32	32	1.25	40	3x40	62	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
4	Tomacorriente B-4	32	32	32	1.25	40	3x40	44	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
5	Tomacorriente B-5	32	32	32	1.25	40	3x40	30	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
6	Tomacorriente B-6	32	32	32	1.25	40	3x40	7	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
7	Tomacorriente B-7	32	32	32	1.25	40	3x40	11	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8	Tomacorriente B-8	32	32	32	1.25	40	3x40	8	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
9	Tomacorriente B-9	32	32	32	1.25	40	3x40	16	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
10	Tomacorriente B-10	32	32	32	1.25	40	3x40	19	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
11	Tomacorriente B-11	32	32	32	1.25	40	3x40	25	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
12	Tomacorriente B-12	32	32	32	1.25	40	3x40	18	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
13	Tomacorriente B-13	32	32	32	1.25	40	3x40	28	3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
TOTAL		416	416	416					

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

SUB-TABLERO C

TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA	VOLTAJE: 120/240V	PRINCIPAL: 2 x 170 A
BARRAS DE: 225A	No. DE POLOS: 42	

CIR.	DESCRIPCION	FASES		F	1.25xI	FLIP-ON	D	CONDUCTOR
		A	B					
1	Tomacorrientes 240V C-1	30	30	1.25	37.5	2x40	26	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
2	Tomacorrientes 240V C-2	30	30	1.25	37.5	2x40	13	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
3	Tomacorrientes 240V C-3	30	30	1.25	37.5	2x40	51	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
4	Tomacorrientes 240V C-4	30	30	1.25	37.5	2x40	44	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
5	Tomacorrientes 240V C-5	30	30	1.25	37.5	2x40	44	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
6	Tomacorrientes 240V C-6	30	30	1.25	37.5	2x40	35	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
7	Tomacorrientes 240V C-7	30	30	1.25	37.5	2x40	21	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8	Tomacorrientes 240V C-8	30	30	1.25	37.5	2x40	12	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
9	Tomacorrientes 240V C-9	30	30	1.25	37.5	2x40	21	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
10	Tomacorrientes 240V C-10	30	30	1.25	37.5	2x40	23	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
11	Tomacorrientes 240V C-11	30	30	1.25	37.5	2x40	27	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
12	Tomacorrientes 240V C-12	30	30	1.25	37.5	2x40	30	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
13	Tomacorrientes 240V C-13	30	30	1.25	37.5	2x40	36	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
14	Tomacorrientes 240V C-14	30	30	1.25	37.5	2x40	28	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
15	Tomacorrientes 240V C-15	30	30	1.25	37.5	2x40	38	2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
TOTAL		450	450					

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

SUB-TABLERO E

TABLERO TIPO CENTRO DE CARGA	VOLTAJE: 120/240V	PRINCIPAL: 2 x 100 A
BARRAS DE: 100A	No. DE POLOS: 42	

CIR.	DESCRIPCION	FASES		F	1.25x1	FLIP-ON	D	CONDUCTOR
		A	B					
1	Tomacorrientes E-1	10		1.25	13	1x20	60	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
2	Tomacorrientes E-2		8	1.25	10	1x20	35	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
3	Tomacorrientes E-3		10	1.25	13	1x20	19	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
4	Tomacorrientes E-4	10		1.25	13	1x20	24	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
5	Tomacorrientes E-5		15	1.25	19	1x20	41	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
6	Tomacorrientes E-6	10		1.25	13	1x20	50	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
7	Esmeril 1 E-7	15	15	1.25	19	2x20	62	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
8	Esmeril 2 E-8	15	15	1.25	19	2x20	59	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
9	Rosadora 1 E-9	15	15	1.25	19	2x20	55	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
10	Rosadora 2 E-10	15	15	1.25	19	2x20	57	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
11	Banco de pruebas E-11	30	30	1.25	38	2x40	20	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
12	Horno de motores E-12	30	30	1.25	38	2x40	17	2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
13	Iluminación E-13	10		1.25	13	1x20		2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
TOTAL		150	153					

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

Tabla XXXIV. (sin fuente). Planilla para cálculos eléctricos "Z".

TABLERO PRINCIPAL (P)

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F.D.	A	B	C	TIPO DE CARGA	F	FASES		
		A	B	C							A	B	C
1	Torno de 5.50 x 1.8m	B-1	30	30	30	0.3	9	9	9 De propósito general	1.25	38	38	38
2	Torno de 5.50 x 1.7m	B-2	30	30	30	0.3	9	9	9 De propósito general	0.3	9	9	9
3	Torno de 3.00 x 1.2m	B-3	20	20	20	0.3	6	6	6 De propósito general	0.3	6	6	6
4	Torno de 3.00 x 1.01m	B-4	20	20	20	0.3	6	6	6 De propósito general	0.3	6	6	6
5	Transformador de 50kVA		104	104		0.9	94	94	0 De operación continua	0.9	94	94	0
6	Tomacorriente	B-5	55	55	55	0.3	17	17	17 De propósito general	0.3	17	17	17
7	Tomacorriente	B-6	55	55	55	0.3	17	17	17 De propósito general	0.3	17	17	17
8	Tablero A		180	180	180	0.9	162	162	162 De operación continua	0.9	162	162	162
9	Tablero C		180	180	180	0.9	162	162	162 De operación continua	0.9	162	162	162
10	Iluminación 1				15	1	0	0	15 Alumbrado	1	0	0	15
11	Iluminación 2				15	1	0	0	15 Alumbrado	1	0	0	15
12	Iluminación 3				15	1	0	0	15 Alumbrado	1	0	0	15
13	Iluminación 4				15	1	0	0	15 Alumbrado	1	0	0	15
TOTAL			674	674	630	D.M.E.	481	481	447		509	509	476

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10 Col 11 Col 12 Col 13 Col 14

SUB-TABLERO A

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F.D.	A	B	C	TIPO DE CARGA	F	FASES		
		A	B	C							A	B	C
1	Esmecil 1	A-1	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
2	Esmecil 2	A-2	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
3	Taladro 1	A-3	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
4	Taladro 2	A-4	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
5	Cepillo	A-5	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
6	Fresadora 1	A-6	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
7	Sierra de disco	A-7	20	20	20	0.6	12	12	12 Para procesos semicontinuos	1.25	25	25	25
8	Fresadora 2	A-8	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
9	Barreno	A-9	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
10	Sierra de cinta	A-10	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
11	Cortadora	A-11	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
12	Sierra de vaivén	A-12	15	15	15	0.6	9	9	9 Para procesos semicontinuos	0.6	9	9	9
TOTAL			185	185	185	D.M.E.	111	111	111		124	124	124

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10 Col 11 Col 12 Col 13 Col 14

SUB-TABLERO B

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F.D.	FASES			TIPO DE CARGA	F	FASES		
		A	B	C		A	B	C			A	B	C
1	Tomacorriente B-1	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	1.25	40	40	40
2	Tomacorriente B-2	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
3	Tomacorriente B-3	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
4	Tomacorriente B-4	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
5	Tomacorriente B-5	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
6	Tomacorriente B-6	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
7	Tomacorriente B-7	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
8	Tomacorriente B-8	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
9	Tomacorriente B-9	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
10	Tomacorriente B-10	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
11	Tomacorriente B-11	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
12	Tomacorriente B-12	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
13	Tomacorriente B-13	32	32	32	0.3	10	10	10	De propósito general	0.3	10	10	10
TOTAL		416	416	416	D.M.E.	125	125	125		TOTAL	155	155	155

col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

Col 11 Col 12 Col 13 Col 14

SUB-TABLERO C

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F.D.	FASES			TIPO DE CARGA	F	FASES		
		A	B			A	B	C			A	B	
1	Tomacorrientes 240V C-1	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	1.25	38	38	0
2	Tomacorrientes 240V C-2	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
3	Tomacorrientes 240V C-3	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
4	Tomacorrientes 240V C-4	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
5	Tomacorrientes 240V C-5	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
6	Tomacorrientes 240V C-6	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
7	Tomacorrientes 240V C-7	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
8	Tomacorrientes 240V C-8	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
9	Tomacorrientes 240V C-9	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
10	Tomacorrientes 240V C-10	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
11	Tomacorrientes 240V C-11	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
12	Tomacorrientes 240V C-12	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
13	Tomacorrientes 240V C-13	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
14	Tomacorrientes 240V C-14	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
15	Tomacorrientes 240V C-15	30	30		0.3	9	9	0	Soldadoras de arco	0.3	9	9	0
TOTAL		450	450		D.M.E.	135	135	0		TOTAL	164	164	0

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

Col 11 Col 12 Col 13 Col 14

SUB-TABLERO E

CIR.	DESCRIPCION	FASES			F.D.	FASES			TIPO DE CARGA	F	FASES		
		A	B			A	B	C			A	B	
1	Tomacorrientes E-1	10			0.6	6	0	0	Tomacorriente monofásico	0.6	6	0	0
2	Tomacorrientes E-2		8		0.6	0	5	0	Tomacorriente monofásico	0.6	0	5	5
3	Tomacorrientes E-3		10		0.6	0	6	0	Tomacorriente monofásico	0.6	0	6	6
4	Tomacorrientes E-4	10			0.6	6	0	0	Tomacorriente monofásico	0.6	6	0	0
5	Tomacorrientes E-5		15		0.6	0	9	0	Tomacorriente monofásico	0.6	0	9	9
6	Tomacorrientes E-6	10			0.6	6	0	0	Tomacorriente monofásico	0.6	6	0	0
7	Esmeril 1 E-7	15	15		0.3	5	5	0	Para procesos semicontinuos	0.3	5	5	5
8	Esmeril 2 E-8	15	15		0.3	5	5	0	Para procesos semicontinuos	0.3	5	5	5
9	Rosadora 1 E-9	15	15		0.3	5	5	0	Para procesos semicontinuos	0.3	5	5	5
10	Rosadora 2 E-10	15	15		0.3	5	5	0	Para procesos semicontinuos	0.3	5	5	5
11	Banco de pruebas E-11	30	30		0.3	9	9	0	Para procesos semicontinuos	1.25	38	38	38
12	Horno de motores E-12	30	30		0.8	24	24	0	Horno de inducción	0.8	24	24	24
13	Iluminación E-13	10			1	10	0	0	Alumbrado	1	10	0	0
TOTAL		150	153		D.M.E.	79	71	0		TOTAL	98	99	0

Col 1 Col 2 Col 3 Col 4 Col 5 Col 6 Col 7 Col 8 Col 9 Col 10

Col 11 Col 12 Col 13

Memoria de materiales.

TOMACORRIENTES

Caja gris de sobreponer
Tomacorriente Eagle doble polarizado de 20A
Placa doble metálica
Tubo conduit de 3/4"
Vuelta conduit de 3/4"
Copla conduit de 3/4"
Niple bushin de 3/4"
Abrazadera hanger de 3/4"
Tarugo s-8
Tornillo 8 x 1.1/2"
CONDUCTOR 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
CONDUCTOR 14 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Sierras para metal diente fino.
Broca para concreto de 5/16"
Cinta Scotch 33
Cinta temflez 1600

CENTROS DE FUERZA

Caja metálica de 12" x 8" de 4" de profundidad con tapadera.
Tomacorriente Eagle doble polarizado de 20A
Placa doble metálica
Tomacorriente tipo estufa, 50A, 240V
Placa para tomacorriente tipo estuga
Tomacorriente horario 64A, 480V, 7 horas, trifásicos, 4 hilos
Tomacorriente horario 32A, 480V, 7 horas, trifásicos, 4 hilos
CONDUCTOR 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
CONDUCTOR 10 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
CONDUCTOR 8 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
CONDUCTOR 6 AWG THHN
Tubo conduit de 1.1/4"
Copla conduit de 1.1/4"
Vuelta conduit de 1.1/4"
Niple bushing conduit de 1.1/4"
Abrazadera hanger de 1.1/4"

ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS

Tubo conduit de 1.1/2"

Copla conduit de 1.1/2"

Vuelta conduit de 1.1/2"

Niple bushing de 1.1/2"

Cable THHN del calibre correspondiente a la corriente

LT de 1.1/2"

Conector recto para LT de 1.1/2"

Conector curvo para LT de 1.1/2"

TABLEROS

Los tableros se deben especificar, según las planillas de tableros.

A continuación aparecen, los planos correspondientes; en cada uno se indica la escala.

Como se mencionó anteriormente, las planillas de tableros deben incluirse en los planos. En este caso, no se hace así por cuestiones de espacio; por esta razón, las planillas aparecen en hojas independientes.

TABLERO PRINCIPAL (P)

TABLERO:	TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE:	277/480V	PRINCIPAL:	3 x 500A
BARRAS DE:	500 A	No. DE POLOS:	42	No. DE BARRAS:	5

CIR.	DESCRIPCION		FASES			FLIP-ON	CONDUCTOR
			I _A	I _B	I _C		
1	Torno de 5.50 x 1.8m	P-1	30	30	30		3x40 4 cond. # 8
2	Torno de 5.50 x 1.7m	P-2	30	30	30		3x40 4 cond. # 8
3	Torno de 3.00 x 1.2m	P-3	20	20	20		3x30 4 cond. # 10
4	Torno de 3.00 x 1.01m	P-4	20	20	20		3x30 4 cond. # 10
5	Transformador de 50kVA		104	104			2x125 2 cond. # 2 + 1 cond. # 4 + 1 cond # 8
6	Tomacorriente	P-5	55	55	55		3x70 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
7	Tomacorriente	P-6	55	55	55		3x70 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8	Tablero A		180	180	180		3x225 3 cond. # 2/0 + 1 cond. # 2 + 1 cond # 6
9	Tablero C		180	180	180		3x255 3 cond. # 2/0 + 1 cond. # 2 + 1 cond # 6
10	Illuminación 1						15
11	Illuminación 2						15
12	Illuminación 3						15
13	Illuminación 4						15
TOTAL.			674	674	630		

SUB-TABLERO A

TABLERO:	TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE:	277/480V	PRINCIPAL:	3 x 125
BARRAS DE:	225A	No. DE POLOS:	42	No. DE BARRAS:	5

CIR.	DESCRIPCION		FASES			FLIP-ON	CONDUCTOR
			A	B	C		
1	Esmeril 1	A-1	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
2	Esmeril 2	A-2	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
3	Taladro 1	A-3	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
4	Taladro 2	A-4	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
5	Cepillo	A-5	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
6	Fresadora 1	A-6	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
7	Sierra de disco	A-7	20	20	20		3x30 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
8	Fresadora 2	A-8	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
9	Barreno	A-9	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
10	Sierra de cinta	A-10	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
11	Cortadora	A-11	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
12	Sierra de vaiven	A-12	15	15	15		3x20 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
TOTAL			185	185	185		

SUB-TABLERO B

TABLERO:	TIPO INDUSTRIAL	VOLTAJE:	277/480V	PRINCIPAL:	3 x 150A
BARRAS DE:	150A	No. DE POLOS:	42	No. DE BARRAS:	5

CIR.	DESCRIPCION		FASES			FLIP-ON	CONDUCTOR
			A	B	C		
1	Tomacorriente	B-1	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
2	Tomacorriente	B-2	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
3	Tomacorriente	B-3	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
4	Tomacorriente	B-4	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
5	Tomacorriente	B-5	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
6	Tomacorriente	B-6	32	32	32		3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10

7 Tomacorriente	B-7	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8 Tomacorriente	B-8	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
9 Tomacorriente	B-9	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
10 Tomacorriente	B-10	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
11 Tomacorriente	B-11	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
12 Tomacorriente	B-12	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
13 Tomacorriente	B-13	32	32	32	3x40 3 cond. # 8 + 1 cond. # 10
TOTAL.		416	416	416	

SUB-TABLERO C

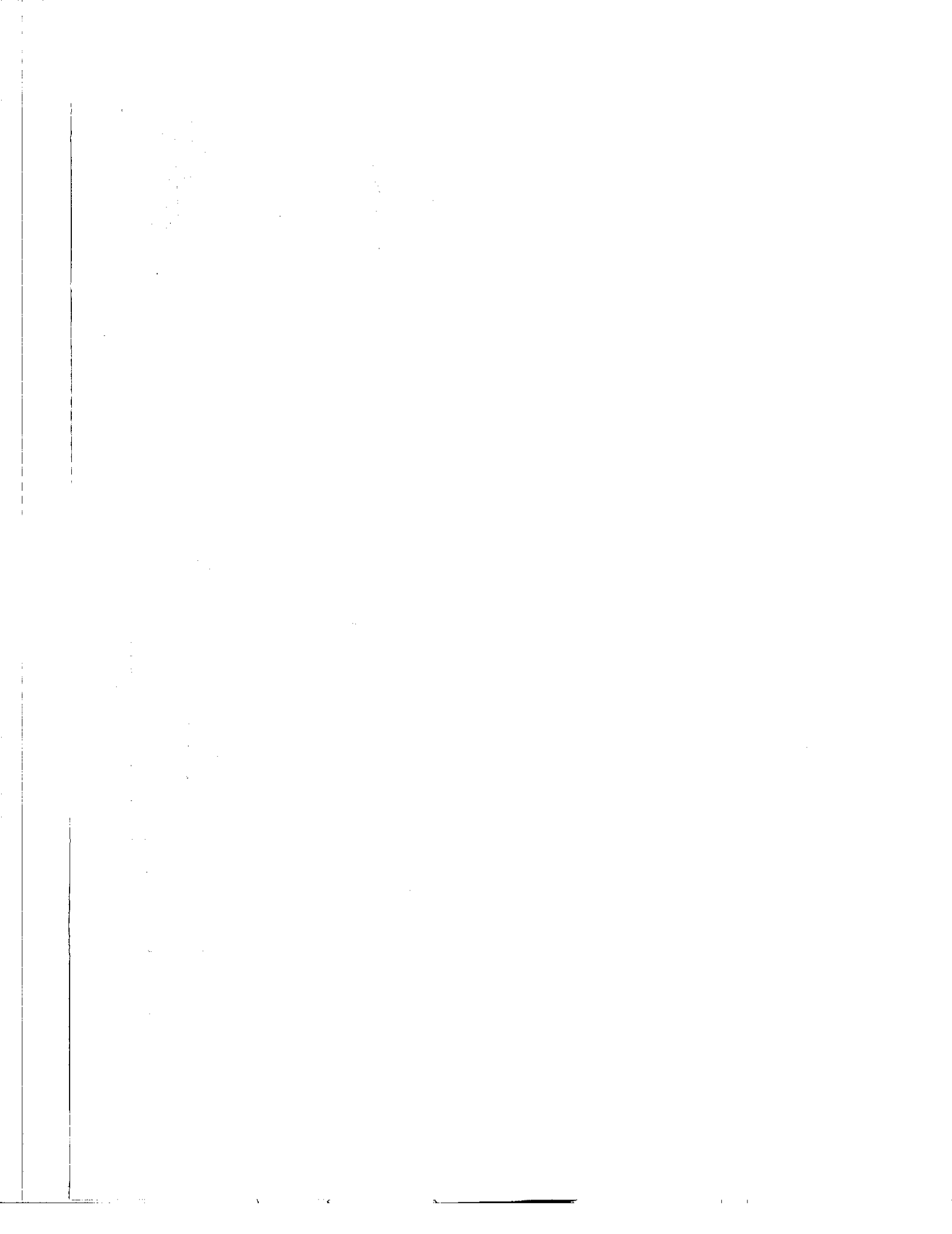
TABLERO:	CENTRO DE CARGA	VOLTAJE:	120/240V	PRINCIPAL:	2 x 170A
BARRAS DE:	225A	No. DE POLOS:	42	No. DE BARRAS:	4

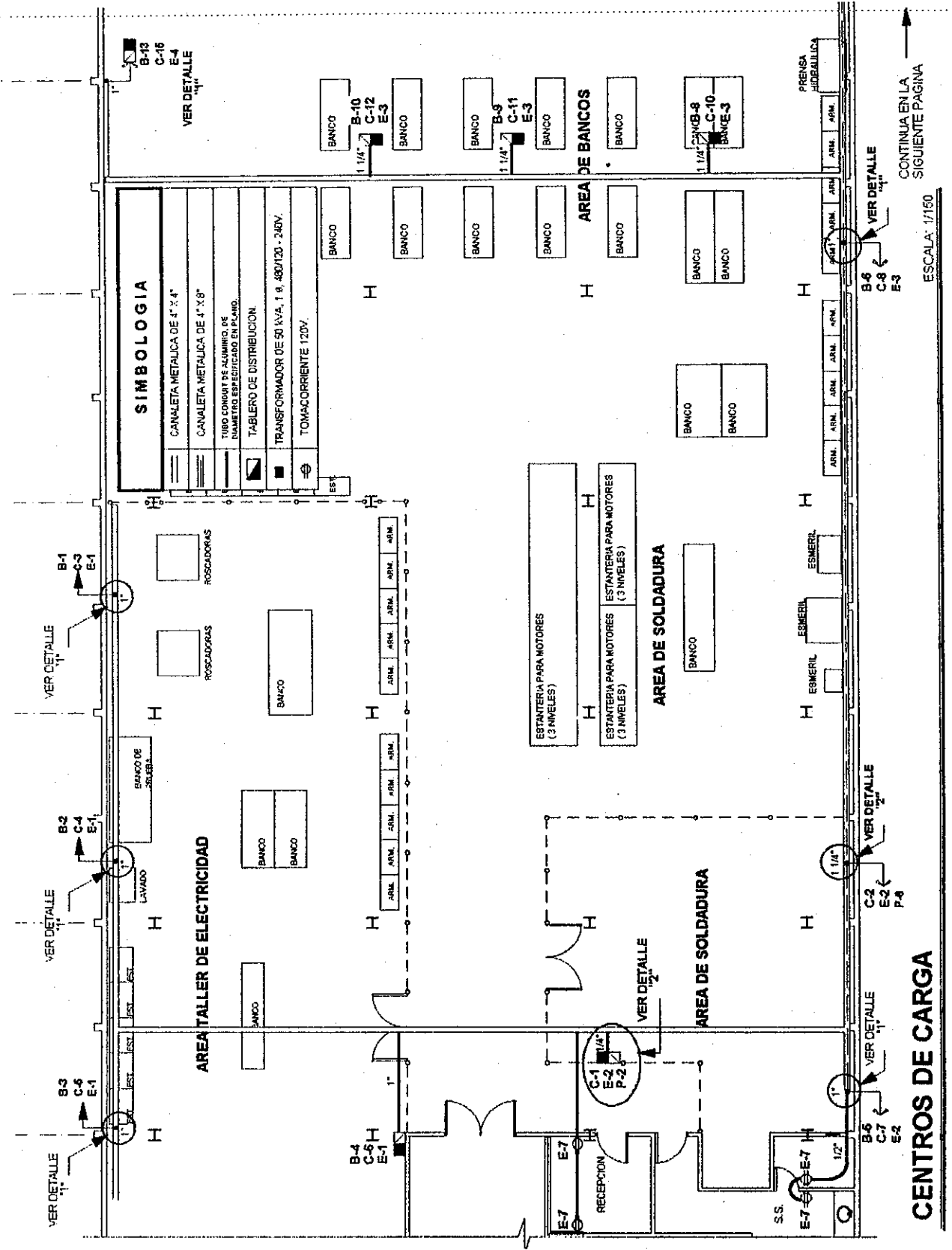
CIR.	DESCRIPCION		FASES		FLIP-ON	CONDUCTOR
			A	B		
1	Tomacorrientes 240V	C-1	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
2	Tomacorrientes 240V	C-2	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
3	Tomacorrientes 240V	C-3	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
4	Tomacorrientes 240V	C-4	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
5	Tomacorrientes 240V	C-5	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
6	Tomacorrientes 240V	C-6	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
7	Tomacorrientes 240V	C-7	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
8	Tomacorrientes 240V	C-8	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
9	Tomacorrientes 240V	C-9	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
10	Tomacorrientes 240V	C-10	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
11	Tomacorrientes 240V	C-11	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
12	Tomacorrientes 240V	C-12	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
13	Tomacorrientes 240V	C-13	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
14	Tomacorrientes 240V	C-14	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
15	Tomacorrientes 240V	C-15	30	30		2x40 2 cond. # 8 + 1 cond. # 10
TOTAL			450	450		

SUB TABLERO E

TABLERO:	CENTRO DE CARGA	VOLTAJE:	120/240V	PRINCIPAL:	2 x 100
BARRAS DE:	100A	No. DE POLOS:	42	No. DE BARRAS:	4

CIR.	DESCRIPCION		FASES		FLIP-ON	CONDUCTOR
			A	B		
1	Tomacorrientes	E-1	10			1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
2	Tomacorrientes	E-2		8		1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
3	Tomacorrientes	E-3		10		1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
4	Tomacorrientes	E-4	10			1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
5	Tomacorrientes	E-5		15		1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
6	Tomacorrientes	E-6	10			1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
7	Esmeril 1	E-7	15	15		2x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
8	Esmeril 2	E-8	15	15		2x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
9	Roscadora 1	E-9	15	15		2x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
10	Roscadora 2	E-10	15	15		2x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
11	Banco de pruebas	E-11	30	30		2x40 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
12	Horno de motores	E-12	30	30		2x40 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
13	Iluminación	E-13	10			1x20 2 cond. # 10 + 1 cond. # 12
TOTAL			150	153		





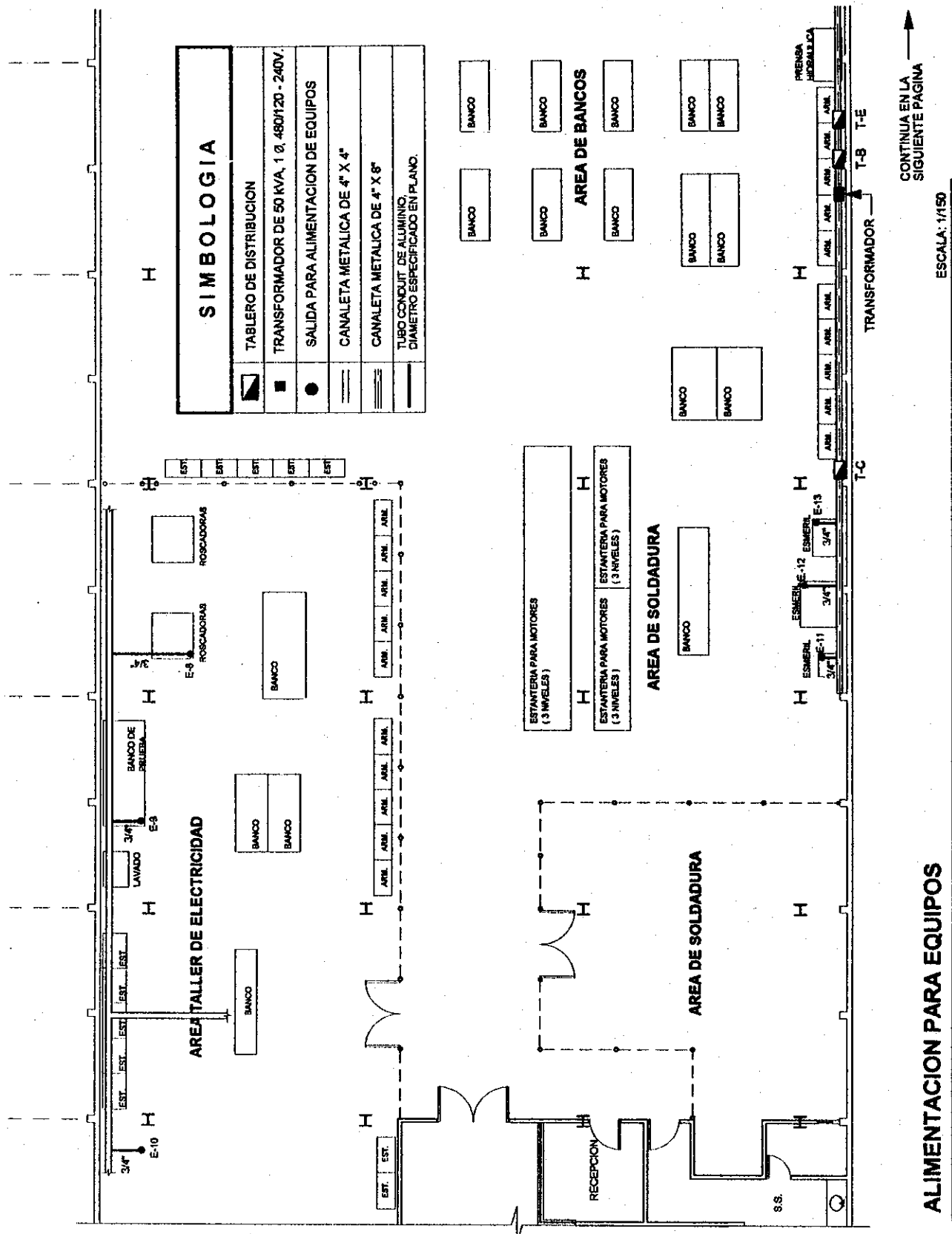
SIMBOLOGIA

[Symbol]	CANALETA METALICA DE 4" X 4"
[Symbol]	CANALETA METALICA DE 4" X 8"
[Symbol]	TUBO CONGINT DE ALUMINIO, DE DIAMETRO ESPECIFICADO EN PLANO.
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION.
[Symbol]	TRANSFORMADOR DE 50 WVA, 1 Ø, 480V/230 - 240V.
[Symbol]	TOMACORRIENTE 120V.

CONTINUA EN LA SIGUIENTE PAGINA

ESCALA: 1/160

CENTROS DE CARGA



SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TRANSFORMADOR DE 50 KVA. 1 Ø. 480/120 - 240V.
	SALIDA PARA ALIMENTACION DE EQUIPOS
	CANAleta METALICA DE 4" X 4"
	CANAleta METALICA DE 4" X 8"
	TUBO CONDUIT DE ALUMINIO DIAMETRO ESPECIFICADO EN PLANO.

AREA TALLER DE ELECTRICIDAD

ESTANTERIA PARA MOTORES
(3 NIVELES)

H

ESTANTERIA PARA MOTORES
(3 NIVELES)

H

AREA DE SOLDADURA

AREA DE SOLDADURA

ALIMENTACION PARA EQUIPOS

FIGURA 57.

CONTINUA EN LA SIGUIENTE PAGINA

ESCALA: 1/150

PROYECTO 3

DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR EN UNA OFICINA

Para este proyecto, el ingeniero constructor proporciona una planta amueblada de la oficina y una descripción de las áreas y sus necesidades eléctricas.

También se suministra un listado de cargas especiales y la localización de las mismas.

La pared perimetral es de block de 20cm x 20cm x 10cm, y se ha dividido el ambiente con muros de tablayeso, los muros terminan hasta el cielo falso.

Aunque la parte de block de la oficina está ya terminada, se permitirá hacer los trabajos de albañilería que sean necesarios para la canalización eléctrica.

Este proyecto servirá para hacer dos tipos de diseños: el diseño lumínico primero, y después el diseño de fuerza e instalaciones especiales (teléfonos y datos).

Memoria de cálculo

Según lo visto en la sección 2.1.1.11, se puede proceder a calcular la iluminación en las distintas áreas de la oficina.

Se utilizará el método de cavidad zonal.

Paso primero:

El trabajo que se va a realizar es de "trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado discontinuo. (Según tablas el NI correspondiente es de 400 Luxes).

Paso segundo:

Se utilizarán lámparas fluorescentes de color day light.

Paso tercero:

Las dimensiones de las diferentes áreas pueden verse en la planta amueblada.

Las Reflectancias son:

Suelo = 10%
Paredes = 80% color crema
Cielo = 80% color crema.

La altura del plano de trabajo es de 0.75 metros.

La altura del cielo o montaje de las lámparas es de 2.50 metros.

Paso cuarto:

La luminaria que se va a utilizar queda restringida en este caso por el tipo de cielo falso que se usará.

Se usarán luminarias para lámparas fluorescentes de 40W tipo U. La luminaria es de 2' x 2' para empotrar en cielo falso, de 2 x 40W.

Paso quinto:

El F.M. en la práctica es de 70%.

Paso sexto:

Se debe calcular ahora el RCR.

$$RCR = \frac{5 \times hcc \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{área}}$$

En este caso, se puede usar una hoja electrónica, debido a que todos los ambientes tienen datos similares.

hcc	largo	ancho	área	RCR
1.75	5.1	3.6	18.36	RCR(áreaA) = 4.1
1.75	3.3	3.2	10.56	RCR(áreaB) = 5.4
1.75	7.8	5.1	39.78	RCR(áreaC) = 2.8
1.75	7.8	5.1	39.78	RCR(áreaD) = 2.8
1.75	3.9	2.6	10.14	RCR(áreaE) = 5.6
1.75	3.6	2.3	8.28	RCR(áreaF) = 6.2
1.75	6.9	3.1	21.39	RCR(áreaG) = 4.1

Las unidades en la tabla anterior son metros

Paso séptimo:

Con la información anterior, se puede determinar finalmente el No. de luminarias por ambiente.

$$\text{No. de luminarias} = \frac{\text{Área} \times \text{Nivel de Iluminación}}{(\text{No. de lámparas/luminarias}) \times (\text{lúmenes/lámpara}) \times (\text{C.U.}) \times (\text{F.M.})}$$

área	NI	No. de lámparas por luminaria	Lúmenes por lámpara	C.U.	F.M.	No. de luminarias
18.36	400	2	2,600	0.61	0.70	No. de luminarias(área A) = 3
10.56	400	2	2,600	0.54	0.70	No. de luminarias(área B) = 2
39.78	400	2	2,600	0.69	0.70	No. de luminarias(área C) = 6
39.78	400	2	2,600	0.69	0.70	No. de luminarias(área D) = 6
10.14	400	2	2,600	0.48	0.70	No. de luminarias(área E) = 2
8.28	400	2	2,600	0.48	0.70	No. de luminarias(área F) = 2
21.39	400	2	2,600	0.61	0.70	No. de luminarias(área G) = 4

Paso octavo:

Una vez determinado el No. de luminarias, se procede a ubicarlas en el plano.

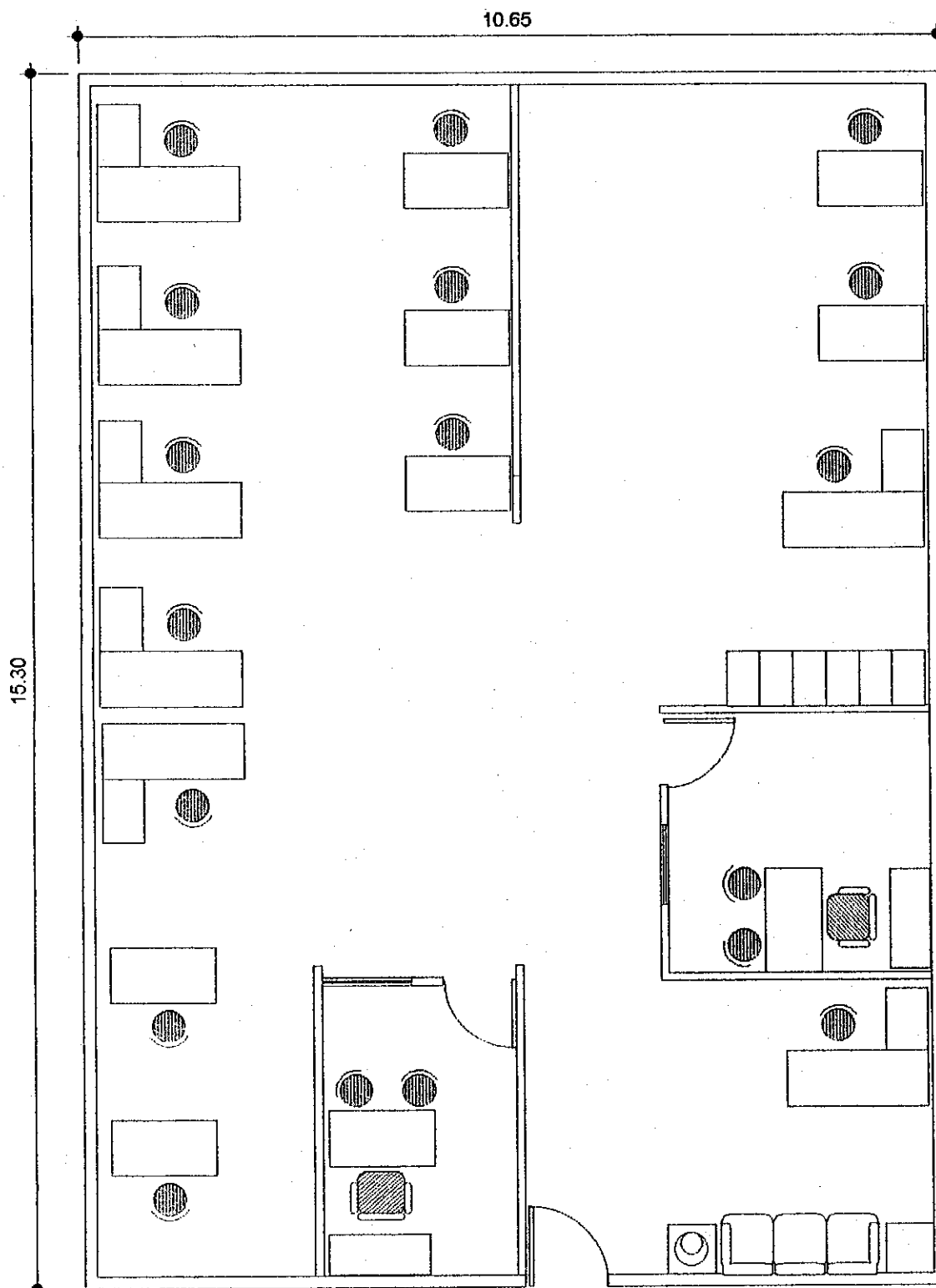
Paso noveno:

Ahora se procede a "entubar" y "cablear" los diferentes circuitos (véase plano adjunto).

Paso décimo:

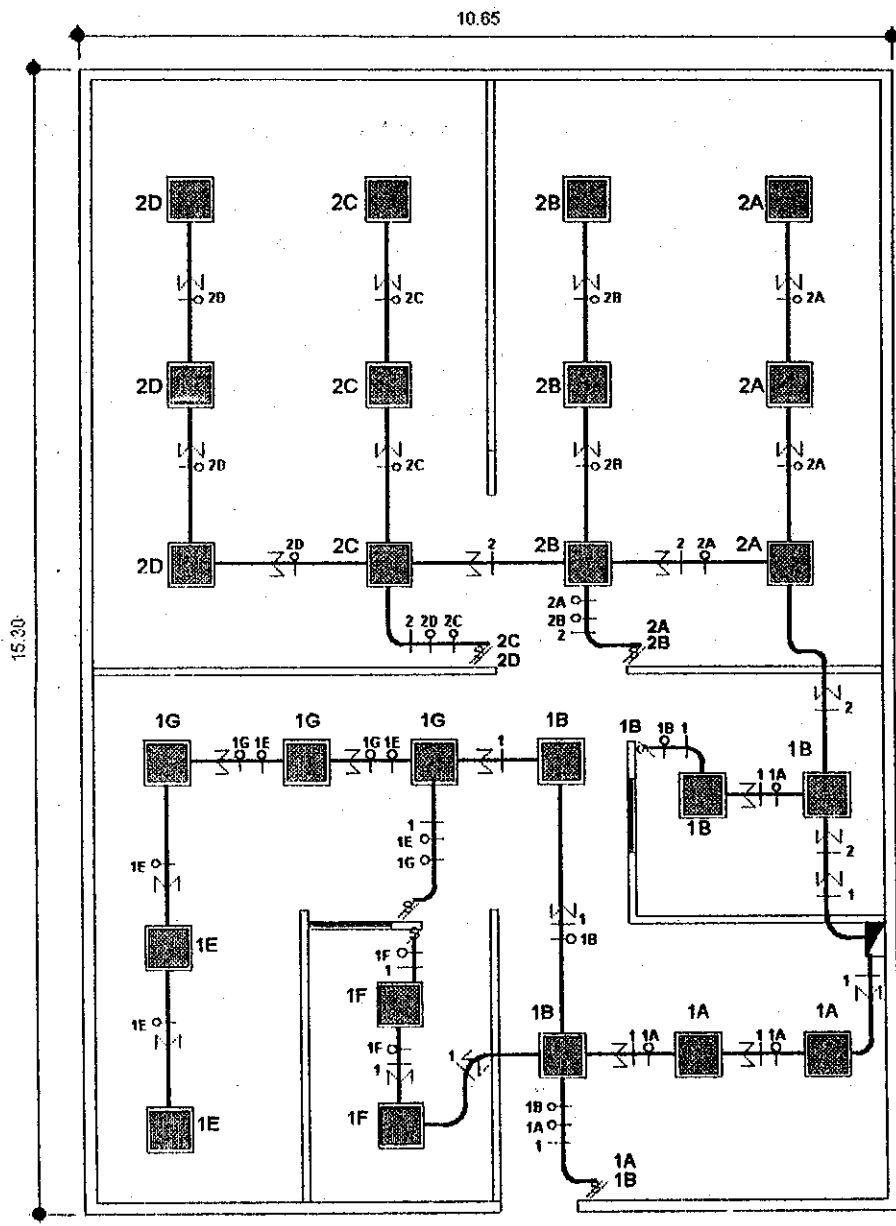
La descripción de materiales, cálculo de tablero, protecciones y conductores se hará en el proyecto 5.

A continuación, aparecen los planos correspondientes.



PLANTA AMUEBLADA

ESCALA: 1/75



ILUMINACION

ESCALA: 1/100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION.
	LUMINARIA DE 2' x 2' DE 2 x 40 W TIPO II.
	INDICA INTERRUPTORES: SIMPLE Y DOBLE RESPECTIVAMENTE
	INDICAN CONDUCTORES: LINEA, NEUTRO, Y TIERRA, RESPECTIVAMENTE.
	INDICA CONDUCTOR DE RETORNO
	TUBERIA EMPOTRADA EN LOSA O PARED, PVC DE 3/4"

PROYECTO 4: DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

Este proyecto considera únicamente el diseño de iluminación.

El lugar a iluminar es un gimnasio escolar; el propietario solamente proporciona un plano en planta del gimnasio.

Información general.

El techo está montado sobre una estructura metálica de vigas y columnas (véase bosquejo), es de color rojo

Tiene paredes laterales de 3 metros de altura.

Las gradas para el público están localizadas a los lados de la cancha.

Para las alturas (véase bosquejo).

Las paredes son de ladrillo visto (color rojo o "natural").

No se necesita iluminación específica en el área del público. El sistema de iluminación servirá principalmente para iluminar el área de la cancha.

Memoria de cálculo:

En este diseño, hay varias consideraciones prioritarias.

1 Es importante considerar el color de la lámpara y tipo de luminaria que se va a utilizar.

Por lo visto en la sección 2.1.1.10, solo se tienen 4 opciones:

- Lámparas de Mercurio.
- Lámparas Incandescentes.
- Lámparas Fluorescentes.
- Lámparas de Haluro Metálico.

Como se ha visto, las lámparas de mercurio están en desuso.

Las incandescentes presentan una carga eléctrica y generación de calor muy grandes.

La vida útil estas lámparas es muy corta; no hay que olvidar que se instalarán a una altura muy grande, lo que encarece excesivamente el mantenimiento.

Las lámparas fluorescentes tienen la limitante de que tienen una altura de montaje determinada, la cual es muy pequeña en comparación con la altura de montaje del presente proyecto.

Por estas razones, se puede ver que la opción más recomendable es usar lámparas de Haluro Metálico.

Por otro lado, debido al tamaño del lugar, el método más recomendable es el de punto por punto.

Este método es muy exacto, pero a la vez muy difícil de realizar manualmente; por esta razón, se deben hacer los cálculos con un programa de computadora. (HUBBELL. SpecWriter for Windows: Indoor Estimator. Version 4.0.

Paso primero:

La información necesaria para hacer los cálculos es la siguiente:

- Una planta o las dimensiones del área a iluminar.
- Actividad que se realizará:
 - Juegos de basquetbol a nivel amateur.
 - Esta actividad (según las tablas) requiere un NI de 300 luxes.
 - Altura de montaje (ver bosquejo).
- Dimensiones de todo el local (ver bosquejo).
- Color de las paredes, piso y techo (rojo, café y rojo respectivamente).
- Tipo de luminaria. En este caso, se escogieron 2 tipos de luminaria: Enduralume y Prismpack HOLOPHANE.

Se escogió esta opción porque durante el encuentro podría ocurrir un corte de energía eléctrica (no hay que olvidar que las lámparas de HID descarga tienen un tiempo considerable de encendido y reencendido).

Las luminarias Prispack tienen una lámpara halógena de encendido instantáneo. Con esta lámpara se intenta tener un pronto restablecimiento de la iluminación en el gimnasio al momento de hacer la transferencia a la planta eléctrica de emergencia.

La lámpara escogida es de 400W de Haluro Metálico.

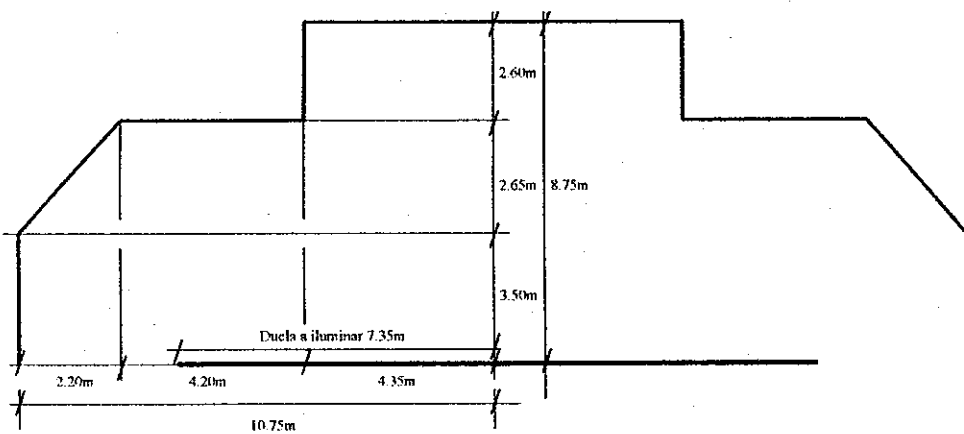


Figura 60. (sin fuente). Bosquejo del gimnasio, para alturas y distancias.

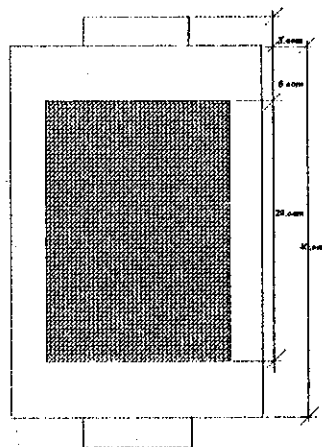


Figura 61. (sin fuente) Planta del gimnasio

Paso segundo:

Con la información anterior, se procede a realizar los cálculos necesarios. Una vez corrido el programa de cálculo lumínico, se tienen los resultados siguientes:

Luminaria Enduralume Tipo I.
Luminaria Prismpack Tipo II.

Número de luminarias: 12.
Número de luminarias tipo I 6.
Número de luminarias tipo II 6.

En la siguiente tabla, aparecen los valores del NI en luxes del área que se va a iluminar.

Tabla XXXV. (sin fuente). Iluminación en luxes del gimnasio.

147	206	276	248	279	228	166
205	271	382	360	385	316	226
208	292	383	373	389	337	234
167	236	294	277	294	354	193
123	166	200	202	203	179	134
132	187	213	232	217	201	148
138	188	218	233	223	203	151
137	183	215	218	219	193	153
137	179	216	220	220	194	149
137	193	218	239	224	206	152
125	173	202	215	206	187	138
134	196	226	230	229	206	155
194	271	352	332	354	300	216
214	181	396	375	399	325	235
179	157	337	325	341	294	202
89	142	165	163	167	152	112

Paso tercero:

Una vez ha sido calculado el número de luminarias, se procede a la ubicación en el plano.

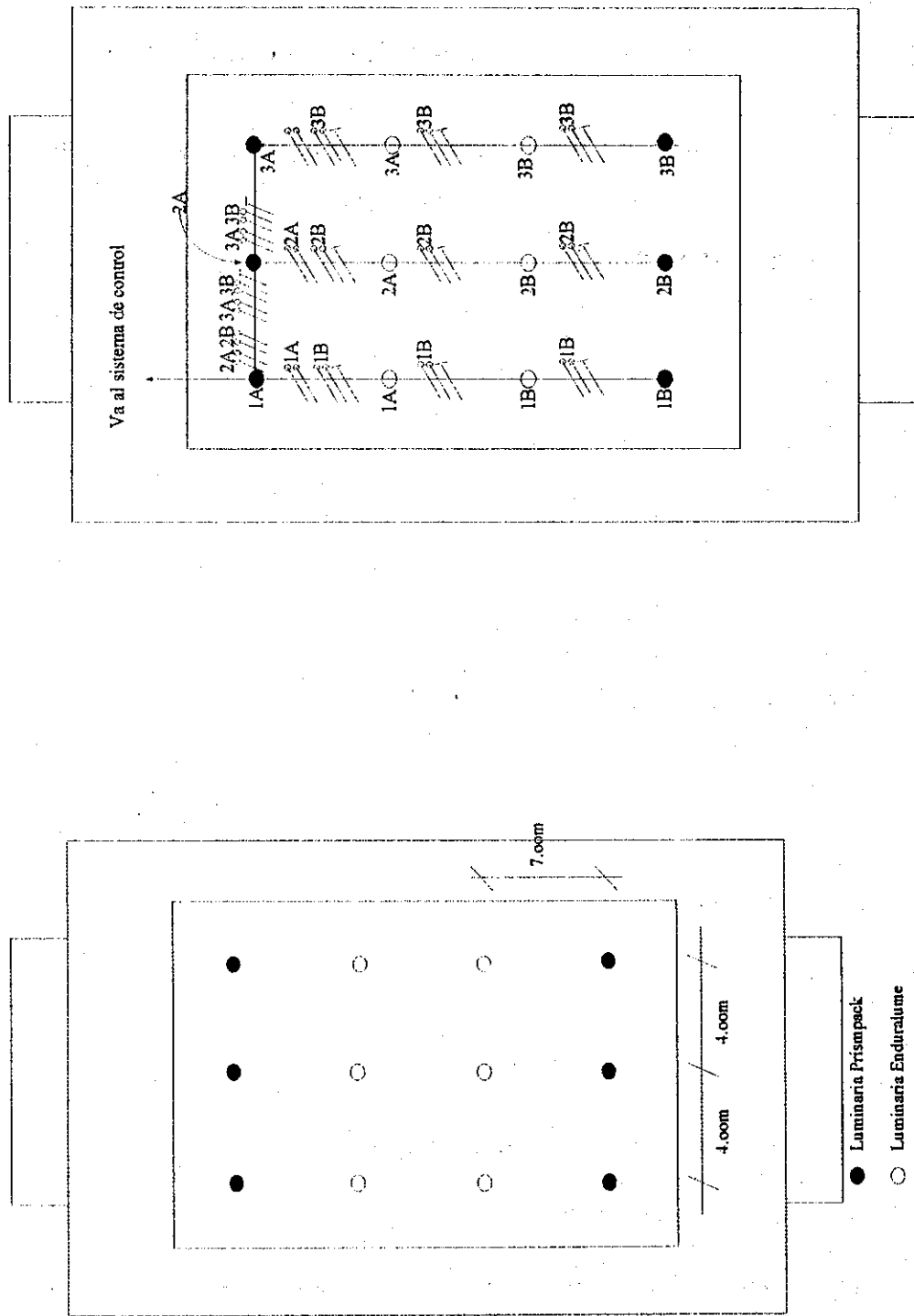


Figura 62. (sin fuente). Ubicación de luminarias y plano de cableado.

Paso cuarto:

Realizar el cableado respectivo (véase cableado en la figura 4.25)

Paso quinto:

Cuantificación de materiales. A continuación, aparece un listado descriptivo de los materiales a utilizar en este proyecto.

ILUMINACIÓN (Descripción de materiales)

Luminaria Prismpack
Luminaria Enduralume
Tubo ducton de 3/4"
Coplas ducton de 3/4"
Vuelta ducton de 3/4"
Abrazaderas Hanger de 3/4"
Caja cuadrada de 4" x 4"
Condulet T de 3/4"
Tarugos S-10
Tornillos 10 x 1-1/2"
Tornillo 8 x 1" con tuerca.
Conductor # 10 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Conductor # 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Cable TSJ 3 x 16 AWG
Conector para TSJ
Cinta Scotch 33
Cinta Temflex
Tablero trifásico de 12 polos, de 4 hilos.
Varilla de cobre de 5/8" x 8 pies.
Tubo PVC de 1/2"
Copla PVC de 1/2"
Vuelta PVC de 1/2"
Conector PVC de 1/2"
Abrazadera Hanger de 1/2"

SISTEMA DE CONTROL (Descripción de materiales)

Contactador 240V, 3 polos, con bobina de 120V
Caja de 4" x 6" x 8" tipo pesado con tapadera
Caja rectangular para sobreponer.
Conector dúcton de 3/4"
Interruptor Bticino con llave
Cable TFF # 16 AWG
Placa triple.

PROYECTO 5: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA OFICINA

Esta es la segunda parte del Proyecto 3. Ahora se diseñan los sistemas de fuerza e instalaciones especiales (teléfonos y red de datos).

Para hacer el diseño del sistema de fuerza, el propietario requiere instalar un sistema de tomacorrientes normales y un sistema de tomacorrientes regulados (Se llama tomacorrientes regulados a aquellos que son alimentados por un UPS).

Otra variante, respecto al proyecto 1 (Instalación Domiciliar), es el uso de canaleta, y también que no tenga cargas especiales.

Se incluye en este diseño la canalización necesaria para un sistema de Red de datos.

Memoria de cálculo:

Paso primero:

Se dejará por cada puesto de trabajo un tomacorriente regulado, una salida para PC y una salida para teléfono.

Paso segundo:

La canalización se debe hacer independiente para evitar que se generen ruidos eléctricos en las señales de red de datos y teléfonos, además esto, asegura que no se tengan daños físicos al momento de hacer alguna modificación o alguna reparación en cualquiera de los sistemas.

Canalización para tomacorrientes.

Canalización para red de datos.

Canalización para teléfonos.

La canalización entre el cielo falso y la losa se hará con tubería de PVC eléctrico de 3/4" de diámetro.

Para la canalización de los puntos de trabajo que están cerca de los muros perimetrales se usará canaleta plástica. Entre los tabiques se puede usar tubería de PVC.

Paso tercero:

Para hacer la distribución de cargas, se usarán las siguientes planillas.

Tabla XXXVI. (sin fuente). Planilla de circuitos normales

TABLERO:		VOLTAJE:		PRINCIPAL:									
BARRAS DE:		No. DE POLOS:		No. DE HILOS:									
CIR.	DESCRIPCION	(VA)	V	FASES									
				A (A)	B (A)								
				F	1.25*I	FLIP-ON	CONDUCTOR		F.D.	D.M.E.	A	B	
1	Iluminación por ingreso	1352	120	11		1.25	14	1x20 . 2 cond. # 12.	1	1352		11	
2	Iluminación en oficinas de archivos y escritorios	1248	120	10		1.25	13	1x20 . 2 cond. # 12.	1	1248		10	
3	Tomacorrientes normales	900	120	8		1.25	9	1x15 . 2 cond. # 12.	1	900		8	
4	Cafétera	900	120	8		1.25	9	1x15 . 2 cond. # 12.	1	900		8	
5	UPS	6000	240	25		1.25	31	2x30 . 3 cond. # 10	1	6000	25	25	
TOTALES		5,200		44	43					5,200	44	43	
Col A1	Col A2	Col A3	Col A4	Col A5	Col A6	Col A7	Col A8	Col A9	Col A10	Col A11	Col A12	Col A13	Col A14

Tabla XXXVII. (sin fuente). Planilla de circuitos regulados.

TABLERO:		VOLTAJE:		PRINCIPAL:									
BARRAS DE:		No. DE POLOS:		No. DE HILOS:									
CIR.	DESCRIPCION	(VA)	V	FASES									
				A (A)	B (A)								
				F	1.25*I	FLIP-ON	CONDUCTOR		F.D.	D.M.E.	A	B	
A	Tomas recepción + computo + archivos	1620	120	14		1.25	17	1x20 . 2 cond. # 12 + 1 cond. # 14	1	1620		14	
B	Tomacorrientes escritorios	1440	120	12		1.25	15	1x20 . 2 cond. # 12.	1	1440		12	
C	Tomacorrientes gerencia + pasillos	1800	120	15		1.25	19	1x20 . 2 cond. # 12.	1	1800		15	
TOTALES		4,860		26	15					4,860	26	15	
Col A1	Col A2	Col A3	Col A4	Col A5	Col A6	Col A7	Col A8	Col A9	Col A10	Col A11	Col A12	Col A13	Col A14

Paso cuarto:

Con la canalización seleccionada y las cargas distribuidas, se puede hacer el cableado correspondiente.

Paso quinto:

Se calcula ahora la acometida para el tablero.

Utilizando el método de factores de demanda, véase columnas A13 y A14 de las planillas de los tableros normal y regulados se tienen corrientes de 43A en el tablero normal y una corriente de 26A en el tablero de tomacorrientes regulados.

Se calcula ahora la caída de tensión.

La distancia aproximada del tablero normal hasta el lugar del contador es de 30m.

$$s = \frac{K \times L \times I^2}{\rho \times \% \times E_f} = \frac{2 \times 30 \times 43^2}{57 \times 0.02 \times 240} = 9.43 \text{mm}^2$$

Por el criterio de corriente, el conductor debe ser calibre # 8 AWG para los conductores activos, según las tablas de ampacidad, Tabla I.

Por el criterio de caída de tensión podría ser calibre # 6 AWG.

En conclusión, se utilizará el conductor calibre # 6 AWG.

Si se hubiese escogido el calibre # 8 AWG, se tendría una caída de tensión de:

$$s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_r}$$

$$8.4 = \frac{2 \times 30 \times 43}{57 \times \% \times 240} \quad \text{Caída de Voltaje} = 2.5\%$$

Para el cálculo del conductor neutro, se procede con el método recomendado por el NEC (ver sección 2.1.1.15).

$$\begin{aligned} \text{Carga de diseño} &= 1. \times \Sigma \text{DME de cargas de 120V} + 0.7 \times \Sigma \text{DME de cargas en 240V} \\ &= 1 \times (1,352 + 1,248 + 900 + 900) + 0.7 \times (6,000) \\ &= 1 \times 4,400 + 0.7 \times 6,000 \\ &= 4,400 + 4,200 \\ &= 8,600 \text{VA.} \end{aligned}$$

$$I_{\text{neutro}} = 8,600 / 240 = 35.83 \text{A}$$

Con esta corriente, (Tabla 1) se utilizar un conductor calibre # 8 AWG.

Finalmente:

2 conductores THHN # 6 AWG para los conductores activos y
1 conductor THHN # 8 AWG para el conductor neutral.

El diámetro de la tubería se puede calcular usando la Tabla XIII.

Para este caso, la tubería recomendada es de 3/4" de diámetro.

Por razones prácticas, se podría escoger una tubería de mayor diámetro porque en ocasiones la canalización tiene vueltas en su trayectoria, que dificultan el paso de los conductores.

Es importante observar que el factor de demanda de los tomacorrientes es igual a 1 porque se han instalado según los puestos de trabajo, lo que implica que todos los tomacorrientes se utilizarán simultáneamente.

Los cálculos, para los conductores del tablero regulado, se pueden hacer con las corrientes en la planilla del tablero de tomacorrientes regulados.

3 conductores THHN # 10 AWG para los conductores activos y para el conductor neutro.

Para calcular las protecciones y los conductores por circuitos (véase columnas A9 y A10 de las dos planillas anteriores).

Las protecciones principales de los tableros son:

Flip-on principal de tablero normal $1.25 \times 44 = 55A$. Por lo tanto, se utilizará una protección de $2 \times 60A$.

El tablero regulado no tiene protección principal, debido a la cercanía del flip-on, que está instalado en el tablero normal.

Flip-on principal de tablero regulado es $1.25 \times 25 = 31A$. Por lo tanto, se utilizará una protección de $2 \times 30A$.

Paso sexto:

A continuación, aparecen las planillas finales de los tableros para circuitos normales y para los circuitos regulados.

Tabla XXXVIII. (sin fuente). Tablero Normal

TABLERO CENTRO DE CARGA	VOLTAJE: 120/240V	PRINCIPAL: 2 x 60A
BARRAS DE 125A	No. DE POLOS: 12	No. DE HILOS: 4

CIR.	DESCRIPCION	(VA)	FASES		FLIP-ON	CONDUCTOR
			A (A)	B (A)		
1	Iluminación por ingreso	1,352	11		1x20	2 cond. # 12.
2	Iluminación en oficinas de archivos y escritorios	1,248		10	1x20	2 cond. # 12.
3	Tomacorrientes normales	900	8		1x15	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14. AWG
4	Cafetera	900		8	1x15	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14. AWG
5	UPS	6,000	25	25	2x30	3 cond. # 10 + 1 cond. # 12. AWG
TOTALES		5,200	44	43		

Tabla XXXIX. (sin fuente). Tablero regulado.

TABLERO CENTRO DE CARGA	VOLTAJE: 120/240V	PRINCIPAL: 2 x 30A
BARRAS DE 125A	No. DE POLOS: 3	No. DE HILOS: 4

CIR.	DESCRIPCION	(VA)	FASES		FLIP-ON	CONDUCTOR
			A (A)	B (A)		
A	Tomas recepción + computo + archivos	1,620	14		1x20	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
B	Tomacorrientes escritorios	1,440	12		1x20	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
C	Tomacorrientes gerencia + pasillos	1,800		15	1x20	2 cond. # 12 + 1 cond. # 14
TOTALES		4,860	26	15		

Paso séptimo:

Listado descriptivo de materiales.

ILUMINACIÓN

- Caja octogonal plástica
- Caja rectangular plástica
- Interruptor simple
- Placa simple
- Placa doble
- Tubo PVC de 3/4"
- Copla PVC de 3/4"
- Vuelta PVC de 3/4"

Conector PVC de 3/4"
Pegamento para PVC
Abrazadera Hanger de 3/4"
Clavo para losa
Fulminante para clavo
Conector para cable TSJ de 3/8"
Cable TSJ de 2 x 14 AWG
Alambre galvanizado
Luminaria de 2 x 2 pies de 2 x 40W tipo U con difusor prismático.
Conductor # 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Cinta Scotch 33
Cinta Temflex 1600
Sierra para metal diente ordinario.

TOMACORRIENTES (Regulados o Normales)

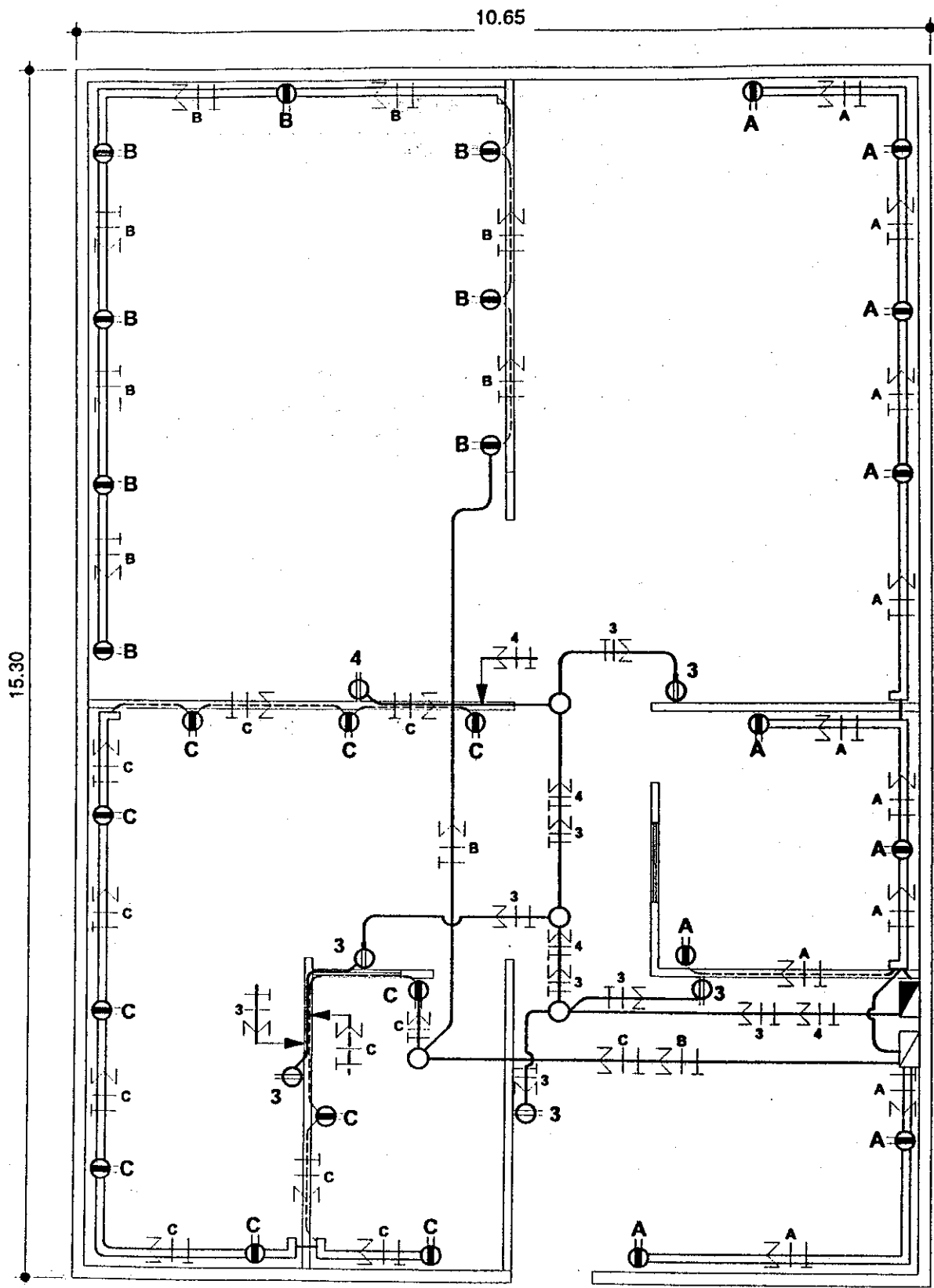
Caja cuadrada de 6" x 6" con tapadera
Caja octogonal plástica
Caja rectangular plástica
Tomacorriente polarizado dado
Placa doble
Tubo PVC de 3/4"
Copa PVC de 3/4"
Vuelta PVC de 3/4"
Conector PVC de 3/4"
Pegamento para PVC
Canaleta plástica decorativa de 34mm x 34 mm.
Vuelta horizontal para canaleta de 34mm x 34 mm
Vuelta vertical para canaleta de 34mm x 34 mm
Final para canaleta de 34mm x 34 mm
Union para canaleta de 34mm x 34 mm
Abrazadera Hanger de 3/4"
Clavo para losa
Fulminante para clavo
Conductor # 12 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Conductor # 14 AWG THHN (puede ser cable o alambre rígido)
Cinta Scotch 33
Cinta Temflex 1600
Sierra para metal diente ordinario.

DATOS Y TELÉFONOS

Caja cuadrada de 6" x 6 " con tapadera
Caja octogonal plástica
Caja rectangular plástica
Tubo PVC de 3/4"
Coplá PVC de 3/4"
Vuelta PVC de 3/4"
Conector PVC de 3/4"
Pegamento para PVC
Canaleta plástica decorativa de 34mm x 34 mm.
Vuelta horizontal para canaleta de 34mm x 34 mm
Vuelta vertical para canaleta de 34mm x 34 mm
Final para canaleta de 34mm x 34 mm
Union para canaleta de 34mm x 34 mm
Abrazadera Hanger de 3/4"
Clavo para losa
Fulminante para clavo
Sierra para metal diente ordinario.

Paso octavo:

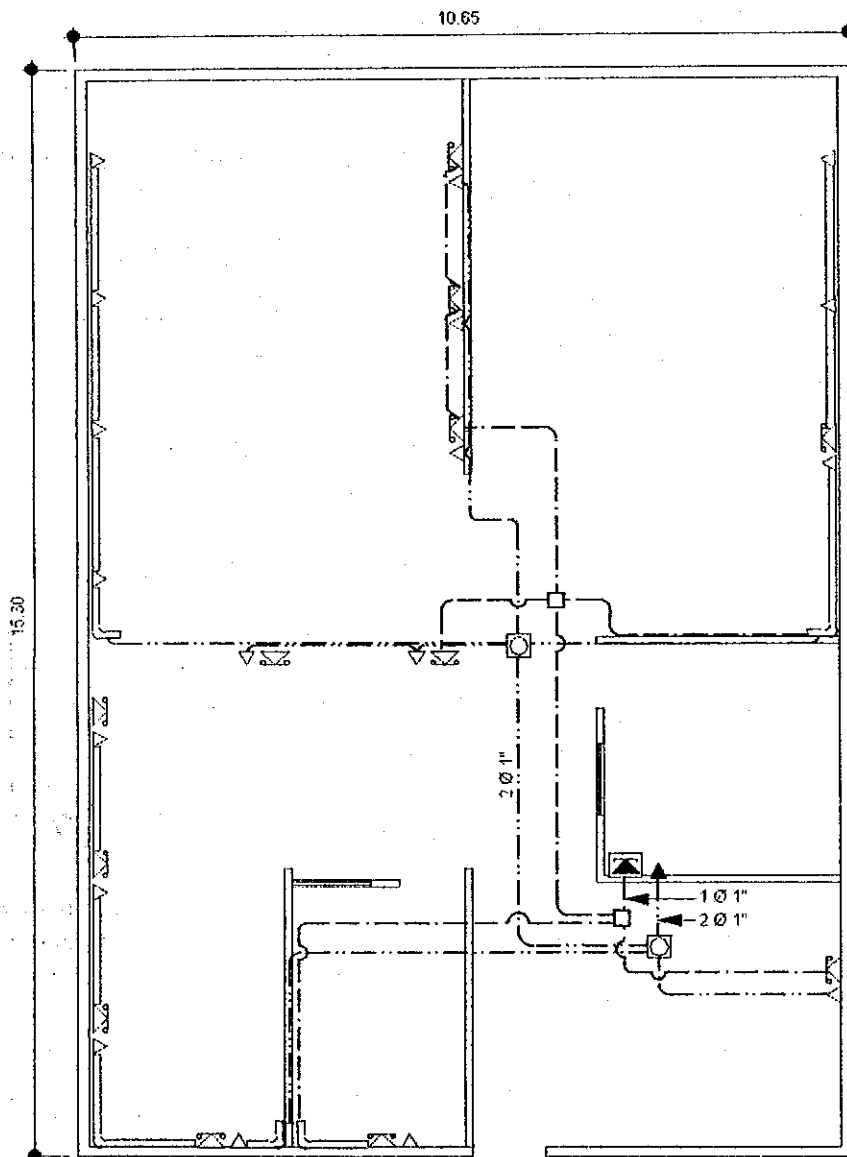
A continuación, los planos finales del proyecto:



INSTALACIÓN ELECTRICA - FUERZA.

FIGURA 63.

ESCALA 1/75



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION.
	TABLERO REGULADO.
	TOMACORRIENTE REGULADO 120V. A 0.30mts. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE NORMAL 120V. A 0.30mts. S.N.P.T.
	INDICAN CONDUCTORES, LINEA, NEUTRO, RESPECTIVAMENTE.
	CONDUCTOR TIERRA FISICA
	TUBERIA PVC Ø 3/4" CONDUCCIDA EN PARED
	TUBERIA PVC Ø 3/4" CONDUCCIDA EN CAJA O PARED
	CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAHALETA

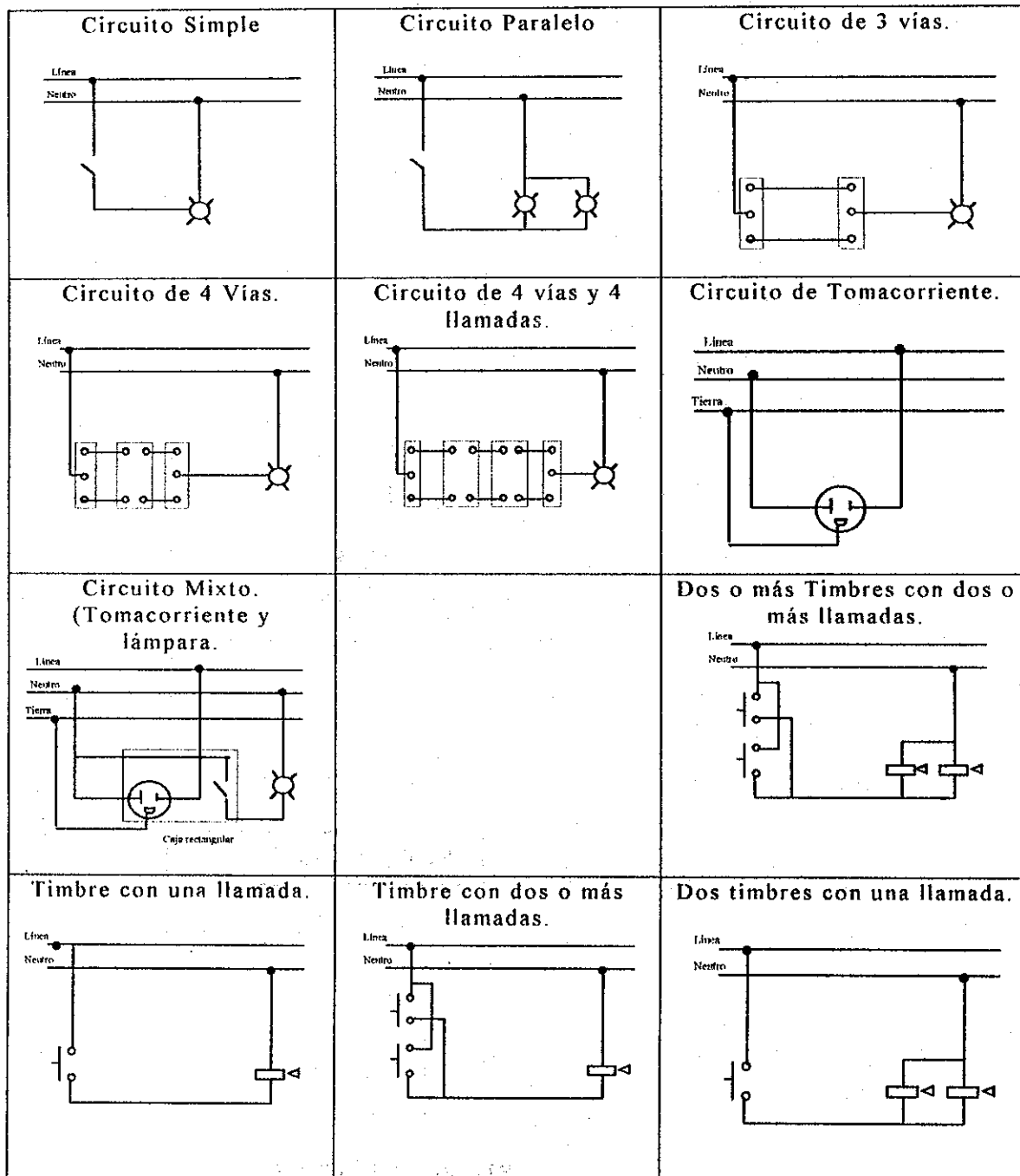
SIMBOLOGIA	
	PUNTA TELEFONICA
	SALIDA DE TELEFONO A 0.30mts. S.N.P.T.
	SALIDA PARA SERVIDOR DE RED A 0.30mts. S.N.P.T.
	SALIDA DE RED A 0.30mts. S.N.P.T.
	TUBERIA PVC Ø 3/4" PARA RED
	TUBERIA PVC Ø 3/4" PARA TELEFONO
	CAJA DE REGISTRO DE 6" x 6"
	INDICA CAHALETA

INSTALACIONES - ESPECIALES

ESCALA: 1/100

FIGURA 64.

Figura 65. (sin fuente). Material de apoyo para los auxiliares de la asignatura



5. INFORMACIÓN TÉCNICA

5.1 Tablas técnicas

TABLA I: Tabla NEC 310-16 AMPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERÍA

Calibre AWG MCM	Conductores de cobre				Conductor de aluminio				Calibre AWG MCM
	60 °C (140 °F)	75 °C (167 °F)	85 °C (185 °F)	90 °C (194 °F)	60 °C (140 °F)	75 °C (167 °F)	85 °C (185 °F)	90 °C (194 °F)	
	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	
	RUW T TW UF	RJHW RH RHW RUH THW THWN XHHW USE ZW	V MH	TA,TBS SA, AVB SIS FEP FEPB RHH THHN XHHW	RUW T TW UF	RH RHW RUH THW THWN XHHW USE	V,MH	TS,TBS SA,AVB SIS RHH THHN XHHW	
18	-	-	-	14	-	-	-	-	18
16	-	-	118	18	-	-	-	-	16
14	20	20	25	25	-	-	-	-	14
12	25	25	30	30	20	20	25	25	12
10	30	35	40	40	25	30	30	35	10
8	40	50	55	55	30	40	40	45	8
6	55	65	70	75	40	50	55	60	6
4	70	85	95	95	55	65	75	75	4
3	85	100	110	110	65	75	85	85	3
2	95	115	125	130	75	90	100	100	2
1	110	130	145	150	85	100	110	115	1
1/0	125	150	165	170	100	120	130	135	1/0
2/0	145	175	190	195	115	135	145	1150	2/0
3/0	165	200	215	225	130	155	170	175	3/0
4/0	195	230	250	260	150	180	195	205	4/0
250	215	255	275	290	170	205	220	230	250
300	240	285	310	320	190	230	250	255	300
350	260	310	340	350	210	250	270	280	350
400	280	335	365	380	225	270	295	305	400
500	320	380	415	430	260	310	335	350	500
600	355	420	460	475	285	340	370	385	600
700	385	460	500	520	310	375	405	420	700
750	400	475	515	535	320	385	420	435	750
800	410	490	535	555	330	395	430	450	800
900	435	520	565	585	355	425	465	480	900
1000	455	545	590	615	375	445	485	500	1000
1250	495	590	640	665	405	485	525	545	1250
1500	520	625	680	705	435	520	565	585	1500
1750	545	650	705	735	455	545	595	615	1750
20000	560	665	725	750	470	560	610	630	20000

TABLA II: TABLA NEC. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA.

Temp. ambient. °C									Temp. ambient. ° F
21-25	1.08	1.05	1.04	1.04	1.08	1.05	1.04	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	79-86
31-35	.91	.94	.95	.96	.91	.94	.95	.96	88-95
36-40	.82	.88	.9	.91	.82	.88	.90	.91	97-104
41-45	.71	.82	.85	.87	.71	.82	.85	.87	106-113
46-50	.58	.75	.80	.82	.58	.75	.80	.82	115-122
51-55	.41	.67	.74	.76	.41	.67	.74	.76	124-131
56-60		.58	.67	.71		.58	.67	.71	133-140
61-70		.33	.52	.58		.33	.52	.58	142-158
70-80			.3	.41			.30	.41	160-176

TABLA III. (1,12). Factor de relleno

Factor de relleno	Número de conductores en la tubería.
53%	Para un conductor.
31%	para dos conductores.
43%	para tres conductores.
40%	para cuatro o más conductores.

TABLA IV. (1,12). Factor de corrección por número de conductores.

No. de conductores	Factor
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
más de 43	50

TABLA V. (1,12). Factores de demanda.

Factores de Demanda para instalaciones tipo domiciliar	
Dispositivo Eléctrico	Factor
Lámpara incandescente	100
Tomacorriente	60
Estufa eléctrica	80
Bomba hidroneumática	40
Calentador	60
Refrigerador	40
Lavadora	60
Secadora	60
Lavatrastos	40
Extractor de aire	40

TABLA VI. (1,12). Factores de demanda industriales.

Factores de demanda industriales típicos	
Carga	Factores de demanda en %
Motores	
- De propósito general	30
- Para procesos semicontinuos	60
- De operación continua	90
Resistencias de calefacción	80
Hornos de inducción	80
Hornos de arco	100
Alumbrado	100
Soldadoras de arco	30
soldadoras de resistencia	20

TABLA VII. (NEC., 1,992). Factores de demanda.

Multifamiliares de x número de unidades	Factor de demanda en Porcentaje	Multifamiliares de x número de unidades	Factor de demanda en Porcentaje
3-5	45	26-27	34
6-7	44	28-30	33
8-10	43	31	32
11	42	32-33	31
12-13	41	34-36	30
14-15	40	37-38	29
16-17	39	39-42	28
18-20	38	43-45	27
21	37	46-50	26
22-23	36	51-55	25
24-25	35	56-61	24
26-27	34	62 y más	23

TABLA VIII. (1,12). Potencias estimadas.

Potencia (VA) estimada para algunos aparatos domiciliarios	
Equipo	Potencia (VA)
asador	800
aspiradora	500
batidora	250
cafetera	800
calefactor	1,200
calentador de agua	2,500
congelador	350
Extractor de jugos	85
incinerador	600
lavadora	700
licuadora	100
máquina de coser	75
parrilla	1,500
plancha	1,000
planchadora	1,500
pulidora	200
radio	180
reloj	2
refrigerador	300
secador	265
televisión	300
tostador	1,150
tocadiscos	75
ventilador	100

TABLA IX. (1,12). Densidad de carga

Densidades de carga diversificada para varios tipos de industrias (demandas estimadas)	
Tipo de industria	VA/m ²
Química	108 - 161
Electrónica industrial	64-108
Fundiciones (excluyendo grandes hornos)	118 - 161
Industria de vidrio	16- 91
Maquinaria pesada	75 - 138
Maquinaria ligera	118 - 160
Fabricación de metales y ensamble	32 - 85
Industria de pequeños dispositivos	48 - 105
Industria textil	130

TABLA X. (7,549) Varillas para sistemas de tierras

Varilla para sistemas de tierras			
Calibre del conductor del servicio de la acometida		Electrodo de aterramiento.	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 /0	2/0 3/0	6	4
2/0 a 3/0	4/0 a 250 MCM	4	2
mayor de 3/0 a 350 MCM	mayor de 250 MCM A 500 MCM	2	1/0
mayor de 350 MCM a 600 MCM	mayor de 500 MCM a 900 MCM	1/0	3/0
mayor de 600 a 1100 MCM	mayor de 900 MCM a 1750 MCM	2/0	4/0
mayor de 1100 MCM	mayor de 1750 MCM	3/0	250 MCM

TABLA XI. (7,549). Conductores para puesta a tierra.

Calibre de los conductores para puesta a tierra de equipos, y canalizaciones interiores.		
Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del equipo conductor, etc. No mayor de (Amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra (AWG o MCM)	
	Cobre	Aluminio
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1,000	2/0	4/0
1,200	3/0	250 MCM
1,600	4/0	350
2,000	250 MCM	400
2,500	350	500
3,000	400	600
4,000	500	800

TABLA XII. (7,549). Selección de voltaje de alimentación

Selección de voltaje de alimentación	
Potencia del Motor (HP)	Voltaje de Alimentación (Trifásico)
0 - 75	240
75 - 250	480
250 - 1,000	2,500
1,000 - 4,000	4,500
más de 5,000	13,200

TABLA XIII: (NEC, 1992). MAXIMO NUMERO DE CONDUCTORES POR TUBO

TIPO	CALIBRE	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2	3	3.1/2	4	5	6	
TW, RUH, XIIIW	14	9	15	25	44	60	99	142						
	10	5	9	15	26	36	60	85						
	8	2	4	7	12	17	28	40	131	176				
RHW RHH Y THW	14	6	10	16	29	40	65	93	143	192				
	12	4	8	13	24	32	53	76	117	157				
	10	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
	8	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133		
TW, THW, FEPB, RHH	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141	
	3	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	63	91	
	1/0		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49	
	2/0		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41	
	3/0		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35	
	4/0		1	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29	
	250			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23	
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	14	20	
	350			1	1	1	1	3	4	6	8	12	18	
	400			1	1	1	1	2	4	5	7	11	16	
	500			1	1	1	1	1	3	4	6	9	14	
	600			1	1	1	1	1	3	4	5	7	11	
	700			1	1	1	1	1	2	3	4	7	10	
	750			1	1	1	1	1	2	3	4	6	9	
	THWN, THHN, FEP, FEPB, PFA, Z, XIIIW	14	13	24	39	69	94	15						
		12	10	18	29	51	70	4	164					
10		6	11	18	32	44	14	104						
8		3	5	9	16	22	4	51	160	106	136			
6		1	4	6	11	15	73	37	57	76	98	154		
4		1	2	4	7	9	36	22	35	47	60	94	137	
3		1	1	3	6	8	26	19	29	39	51	80	116	
2		1	1	3	5	7	16	16	25	33	43	67	97	
1			1	1	3	5	13	12	18	25	32	50	72	
1/0			1	1	3	4	11	10	15	21	27	42	61	
2/0			1	1	2	3	8	8	13	17	22	35	51	
3/0			1	1	1	3	7	7	11	14	18	29	423	
4/0			1	1	1	2	6	6	9	12	15	20	35	
250			1	1	1	1	5	4	7	10	12	17	28	
300				1	1	1	4	4	6	8	11	15	24	
350				1	1	1	3	3	5	7	9	13	21	
400			1	1	1	3	3	5	6	8	11	19		
500			1	1	1	2	2	4	5	7	9	16		
600			1	1	1	1	1	3	4	5	8	13		
700			1	1	1	1	1	3	4	5	7	11		
750			1	1	1	1	1	2	3	4	7	11		
XIIIW	6	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	128	185	
	600				1	1	1	1	3	4	5	9	13	
	700				1	1	1	1	3	4	5	7	11	
	750				1	1	1	1	2	3	4	7	10	
RHW, RHH	14	3	6	10	18	25	41	58	90	121	155			
	12	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132			
	10	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110			
	8	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137	
	6	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41	64	93	
	4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	50	72	
	3	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	44	63	
	2		1	1	3	4	6	9	14	19	24	38	56	
	1		1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42	
	1/0		1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37	
	2/0			1	1	1	3	5	8	11	14	22	32	
	3/0			1	1	1	3	4	7	9	12	19	28	
	4/0			1	1	1	2	4	6	8	10	16	24	
	250			1	1	1	1	3	5	6	8	13	19	
	300			1	1	1	1	3	4	5	7	11	17	
	350			1	1	1	1	2	4	5	6	10	15	
400			1	1	1	1	1	3	4	6	9	14		
500			1	1	1	1	1	3	4	5	8	11		
600			1	1	1	1	1	2	3	4	6	9		
700			1	1	1	1	1	1	3	3	6	8		

TABLA XIV. (7,549). CORRIENTE EN MOTORES ELECTRICOS TRIFÁSICOS

HP	CORRIENTE EN AMP.				HP	CORRIENTE EN AMP.			
	208V	230V	460V	575V		208V	230V	460V	575V
1/4	1.11	.96	.48	.38	30	88	80	40	32
1/3	1.34	1.18	.59	.4	40	114	104	52	41
1/2	2.2	2	1	.8	50	143	130	65	52
3/4	3.1	2.8	1.4	1.1	60	169	154	77	62
1	4	3.6	1.8	1.4	75	211	192	96	77
1.1/2	5.7	5.2	2.6	2.1	100	273	248	124	99
2	7.5	6.8	3.4	2.7	125	343	312	156	125
3	10.6	9.6	4.8	3.9	150	396	360	180	144
5	16.7	15.2	7.6	6.1	200		480	240	192
7.1/2	24	22	11	9	250		602	301	242
10	31	28	14	11	300			362	288
15	46	42	21	17	350			413	337
20	59	54	27	22	400			477	382
25	75	68	34	27	500			590	472

TABLA XI. (7,549) CORRIENTE EN MOTORES ELÉCTRICOS. MONOFÁSICOS

CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES MONOFÁSICOS CA			CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES MONOFÁSICOS CD		
HP	115V	230V	HP	120V	240V
1/6	4.4	2.2	1/4	3.1	1.6
1/4	5.8	2.9	1/3	4.1	2
1/3	7.2	3.6	1/2	5.4	2.7
1/2	9.8	4.9	3/4	7.6	3.8
3/4	13.8	6.9	1	9.5	4.7
1	16	8	1.1/2	13.2	6.6
1.1/2	20	10	2	17	8.5
2	24	12	3	25	12.2
3	34	17	5	40	20
5	56	28	7.1/2	48	29
7.1/2	80	40	10	76	38
10	100	50			

TABLA XVI. (7,549). Corriente de arranque.

Corriente de arranque para motores jaula de ardilla					
220V, Trifásicos			440V, trifásicos		
Potencia	I nominal	I de arranque	Potencia	I nominal	I de arranque
1/2	2.04	11	1/2	1.04	5.5
3/4	2.87	15	3/4	1.33	7.5
1	3.53	24	1	1.69	12
1.5	5.02	35	1.5	2.47	17.5
2	6.43	45	2	3.18	22.5
3	9.12	60	3	4.57	30
5	14.38	90	5	7.15	45
7.5	20.78	120	7.5	10.51	60
10	26.9	150	10	13.8	75
15	39.16	220	15	19.8	110
20	51.14	290	20	26	145
25	62.8	365	25	31.5	182.5
30	74.57	435	30	37.3	217.5
40	99.63	580	40	49.8	290
50	124.4	725	50	61.5	362.5
60	145	870	60	73.5	435
75	179.8	1085	75	91	542.5
100	237.7	1450	100	124.5	725
125	296	1815	125	153	907.5
150	353	2170	150	181.5	1085
200	467	2900	200	242	1450

TABLA XVII. (7,549). Cambio en la capacidad de un transformador.

Cambio en la capacidad nominal de Transformadores por variación de temperatura y altitud	
Altura de operación sobre el nivel del mar (m)	Temperatura promedio máxima (°C)
1000	30
2000	27
3000	24
4000	21

TABLA XVIII. (7,549).

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS.

kVA	Impedancia %	VOLTAJE					
		208		240		480	
		Corriente nominal	Corriente de corto circuito	Corriente nominal	Corriente de corto circuito	Corriente nominal	Corriente de corto circuito
112.5	2.25	312	14,491	271	13,128	135	6,540
150	3	416	14,699	361	13,477	180	6,720
225	4.5	625	15,139	541	14,186	271	7,106
300	5	834	18,326	722	17,328	361	8,664
500	5	1,388	30,536	1,203	28,872	601	14,424
750	5.75	2,080	40,373	1,804	38,590	902	19,295
1,000	5.75	2,780	53,830	2,406	51,467	1,203	25,734
1,500	5.75	4,162	80,745	3,610	77,201	1,805	38,590
2,000	5.75			4,812	102,914	2,406	51,467
2,500	5.75			6,010	128,647	3,008	64,324

TABLA XIX. (11,85). Coeficientes de reflexión.

Superficies de pintura		
Tono	Color	Reflexión en %
Muy claro	Blanco nuevo	88
	Blanco viejo	76
	Azul verde	76
	Crema	81
	Azul	65
	Miel	76
	Gris	83
Claro	Azul verde	72
	Crema	79
	Azul	55
	Miel	70
	Gris	73
Mediano	Azul verde	54
	Amarillo	65
	Miel	63
	Gris	61
Obscuro	Azul	8
	Amarillo	50
	Cafe	10
	Gris	25
	Verde	7
	Negro	3

TABLA XX y XXI. (11,85). Coeficientes de reflexión.

Superficies demadera		Acabados metálicos	
Color	Reflexión %	Color	Reflexión %
Maple	43	Blanco polarizado	70-85
Nogal	16	Esmalte horneado	
Caoba	12	Aluminio pulido	75
Pino	48	Aluminio mate	75
		Aluminio claro	79-59

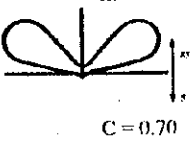
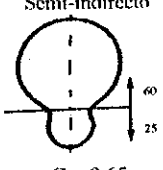
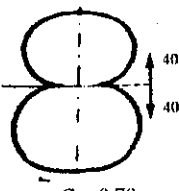
TABLA XXII. (11,85). Coeficientes de reflexión.

Acabados de construcción aparentes	
Color	Reflexión %
Roca basáltica	18
Cantera clara	18
Tabique muy pulido	48
Tabique rojo vidriado	30
Tabique pulido	40
Tabique rojo barnizado	30
Cemento	27
Concreto	40
Mármol blanco	45
Vegetación	25
Asfalto limpio	7
Adoquín de roca ígnea	17
Grava	13
Pasto (verde oscuro)	6
Pizarra	8

TABLA XXIII. ALAMBRES MACISOS NORMALIZADOS DE COBRE RECOCIDO

CALIBRE	DIA METRO		SECCION TRANSVERSAL			OHMIOS POR 1000 PIES		OHMIOS (A 25 °C)		LIBRAS POR 1000 PIES	KG POR KM
	Mils	mm	Circular-mils	Pulg ²	mm ²	a 25°C	a 65°C	por milla	por km		
0000	460	11.7	212,000	0.166	107.3	0.05	0.0577	0.264	0.164	641	953.8
000	410	10.4	168,000	0.132	85.2	0.0630	0.0727	0.333	0.206	508	755.9
00	365	9.3	133,000	0.105	67.6	0.0795	0.0917	0.420	0.261	403	599.6
0	325	8.2	106,000	0.0829	53.5	0.100	0.116	0.528	0.328	319.9	474.6
2	258	6.5	66,400	0.0521	33.6	0.159	0.184	0.839	0.521	201	299
4	204	5.2	41,700	0.0328	21.2	0.253	0.292	1.335	0.830	126	187.5
6	162	4.1	26,300	0.0206	13.3	0.403	0.465	2.13	1.322	79.5	118.3
8	128	3.2	16,500	0.0130	8.4	0.641	0.739	3.38	2.103	50	74.4
10	102	2.6	10,400	0.00815	5.2	1.02	1.18	5.38	3.34	31.4	46.7
12	81	2	6,530	0.00513	3.3	1.62	1.87	8.55	5.31	19.8	29.4
14	64	1.6	4,110	0.00323	2.1	2.58	2.97	13.62	8.46	12.4	18.4
16	51	1.3	2,580	0.00203	1.31	4.09	4.73	21.6	13.41	7.82	11.63
18	40	1	1,620	0.00128	0.82	6.51	7.51	34.4	21.35	4.92	7.32
20	32	0.8	1,020	0.000802	0.517	10.4	11.9	54.9	34.10	3.09	4.6

TABLA XXIV. (Anuario de Colegio de Ingenieros, 1,986). Coeficientes de Utilización

Sistema de alumbrado Curva polar Distribución de flujo Coeficiente de depreciación C		Coeficiente de Utilización						
		Cielo	70%			50%		
		Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Indirecto  C = 0.70		Indice del local K	Coeficiente de Utilización					
		0.6	.24	.19	.14	.17	.14	.11
		0.8	.3	.25	.2	.22	.18	.15
		1	.35	.3	.25	.26	.22	.18
		1.25	.4	.34	.29	.30	.26	.22
		1.5	.43	.38	.33	.32	.28	.24
		2	.48	.43	.39	.36	.32	.29
		2.5	.52	.47	.43	.38	.35	.32
		3	.54	.5	.46	.4	.37	.34
		4	.57	.54	.5	.43	.4	.37
		5	.59	.56	.53	.44	.42	.39
Semi-indirecto  C = 0.65		Indice del local K	Coeficiente de Utilización					
		0.6	.22	.17	.13	.17	.14	.11
		0.8	.27	.23	.19	.22	.18	.15
		1	.32	.27	.23	.26	.22	.19
		1.25	.36	.32	.28	.29	.26	.22
		1.5	.40	.35	.31	.32	.28	.25
		2	.44	.40	.36	.36	.32	.29
		2.5	.48	.44	.40	.38	.35	.32
		3	.5	.46	.42	.40	.37	.34
		4	.53	.49	.46	.43	.40	.37
		5	.55	.52	.49	.45	.42	.39
Misto  C = 0.70		Indice del local K	Coeficiente de Utilización					
		0.6	.25	.21	.17	.23	.19	.16
		0.8	.31	.26	.22	.28	.24	.21
		1	.36	.32	.28	.33	.29	.26
		1.25	.41	.36	.33	.37	.33	.30
		1.5	.45	.40	.36	.40	.36	.33
		2	.50	.46	.42	.44	.41	.38
		2.5	.53	.49	.46	.47	.44	.41
		3	.55	.52	.49	.49	.46	.44
		4	.58	.56	.53	.52	.49	.47
		5	.61	.58	.55	.54	.51	.49

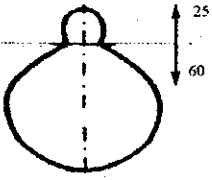
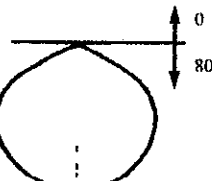
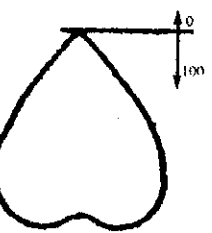
<p>Semi-directo</p>  <p>C = 0.70</p>	<p>Indice del local K</p>	<p>Coefficiente de Utilización</p>																																																												
	<p>0.6 0.8 1 1.25 1.5 2 2.5 3 4 5</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>.33</td><td>.28</td><td>.24</td><td>.31</td><td>.26</td><td>.24</td></tr> <tr><td>.40</td><td>.35</td><td>.31</td><td>.38</td><td>.33</td><td>.30</td></tr> <tr><td>.47</td><td>.41</td><td>.37</td><td>.44</td><td>.39</td><td>.36</td></tr> <tr><td>.52</td><td>.47</td><td>.43</td><td>.49</td><td>.45</td><td>.41</td></tr> <tr><td>.56</td><td>.51</td><td>.47</td><td>.53</td><td>.49</td><td>.45</td></tr> <tr><td>.62</td><td>.57</td><td>.54</td><td>.58</td><td>.54</td><td>.51</td></tr> <tr><td>.65</td><td>.61</td><td>.58</td><td>.60</td><td>.57</td><td>.54</td></tr> <tr><td>.68</td><td>.64</td><td>.61</td><td>.63</td><td>.60</td><td>.57</td></tr> <tr><td>.70</td><td>.67</td><td>.65</td><td>.66</td><td>.63</td><td>.61</td></tr> <tr><td>.72</td><td>.70</td><td>.68</td><td>.68</td><td>.65</td><td>.63</td></tr> </tbody> </table>	.33	.28	.24	.31	.26	.24	.40	.35	.31	.38	.33	.30	.47	.41	.37	.44	.39	.36	.52	.47	.43	.49	.45	.41	.56	.51	.47	.53	.49	.45	.62	.57	.54	.58	.54	.51	.65	.61	.58	.60	.57	.54	.68	.64	.61	.63	.60	.57	.70	.67	.65	.66	.63	.61	.72	.70	.68	.68	.65	.63
.33	.28	.24	.31	.26	.24																																																									
.40	.35	.31	.38	.33	.30																																																									
.47	.41	.37	.44	.39	.36																																																									
.52	.47	.43	.49	.45	.41																																																									
.56	.51	.47	.53	.49	.45																																																									
.62	.57	.54	.58	.54	.51																																																									
.65	.61	.58	.60	.57	.54																																																									
.68	.64	.61	.63	.60	.57																																																									
.70	.67	.65	.66	.63	.61																																																									
.72	.70	.68	.68	.65	.63																																																									
<p>Directo</p>  <p>C = 0.65</p>	<p>Indice del local K</p>	<p>Coefficiente de Utilización</p>																																																												
	<p>0.6 0.8 1 1.25 1.5 2 2.5 3 4 5</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>.34</td><td>.28</td><td>.23</td><td>.33</td><td>.27</td><td>.24</td></tr> <tr><td>.42</td><td>.36</td><td>.31</td><td>.41</td><td>.35</td><td>.31</td></tr> <tr><td>.48</td><td>.42</td><td>.38</td><td>.47</td><td>.42</td><td>.37</td></tr> <tr><td>.55</td><td>.48</td><td>.44</td><td>.53</td><td>.48</td><td>.44</td></tr> <tr><td>.59</td><td>.53</td><td>.49</td><td>.57</td><td>.52</td><td>.48</td></tr> <tr><td>.64</td><td>.60</td><td>.55</td><td>.63</td><td>.59</td><td>.55</td></tr> <tr><td>.68</td><td>.64</td><td>.60</td><td>.66</td><td>.63</td><td>.59</td></tr> <tr><td>.71</td><td>.67</td><td>.63</td><td>.69</td><td>.66</td><td>.63</td></tr> <tr><td>.75</td><td>.71</td><td>.69</td><td>.73</td><td>.70</td><td>.68</td></tr> <tr><td>.77</td><td>.74</td><td>.72</td><td>.75</td><td>.73</td><td>.71</td></tr> </tbody> </table>	.34	.28	.23	.33	.27	.24	.42	.36	.31	.41	.35	.31	.48	.42	.38	.47	.42	.37	.55	.48	.44	.53	.48	.44	.59	.53	.49	.57	.52	.48	.64	.60	.55	.63	.59	.55	.68	.64	.60	.66	.63	.59	.71	.67	.63	.69	.66	.63	.75	.71	.69	.73	.70	.68	.77	.74	.72	.75	.73	.71
.34	.28	.23	.33	.27	.24																																																									
.42	.36	.31	.41	.35	.31																																																									
.48	.42	.38	.47	.42	.37																																																									
.55	.48	.44	.53	.48	.44																																																									
.59	.53	.49	.57	.52	.48																																																									
.64	.60	.55	.63	.59	.55																																																									
.68	.64	.60	.66	.63	.59																																																									
.71	.67	.63	.69	.66	.63																																																									
.75	.71	.69	.73	.70	.68																																																									
.77	.74	.72	.75	.73	.71																																																									
<p>Directo (con lámparas a espejo)</p>  <p>C = 0.70</p>	<p>Indice del local K</p>	<p>Coefficiente de Utilización</p>																																																												
	<p>0.6 0.8 1 1.25 1.5 2 2.5 3 4 5</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>.53</td><td>.46</td><td>.42</td><td>.52</td><td>.46</td><td>.42</td></tr> <tr><td>.63</td><td>.57</td><td>.52</td><td>.62</td><td>.56</td><td>.52</td></tr> <tr><td>.71</td><td>.65</td><td>.60</td><td>.70</td><td>.64</td><td>.60</td></tr> <tr><td>.78</td><td>.72</td><td>.68</td><td>.76</td><td>.71</td><td>.68</td></tr> <tr><td>.82</td><td>.77</td><td>.73</td><td>.81</td><td>.76</td><td>.72</td></tr> <tr><td>.88</td><td>.84</td><td>.80</td><td>.87</td><td>.85</td><td>.80</td></tr> <tr><td>.92</td><td>.88</td><td>.84</td><td>.90</td><td>.86</td><td>.84</td></tr> <tr><td>.94</td><td>.91</td><td>.88</td><td>.92</td><td>.90</td><td>.87</td></tr> <tr><td>.97</td><td>.94</td><td>.92</td><td>.95</td><td>.93</td><td>.91</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>.97</td><td>.95</td><td>.98</td><td>.96</td><td>.94</td></tr> </tbody> </table>	.53	.46	.42	.52	.46	.42	.63	.57	.52	.62	.56	.52	.71	.65	.60	.70	.64	.60	.78	.72	.68	.76	.71	.68	.82	.77	.73	.81	.76	.72	.88	.84	.80	.87	.85	.80	.92	.88	.84	.90	.86	.84	.94	.91	.88	.92	.90	.87	.97	.94	.92	.95	.93	.91	1.0	.97	.95	.98	.96	.94
.53	.46	.42	.52	.46	.42																																																									
.63	.57	.52	.62	.56	.52																																																									
.71	.65	.60	.70	.64	.60																																																									
.78	.72	.68	.76	.71	.68																																																									
.82	.77	.73	.81	.76	.72																																																									
.88	.84	.80	.87	.85	.80																																																									
.92	.88	.84	.90	.86	.84																																																									
.94	.91	.88	.92	.90	.87																																																									
.97	.94	.92	.95	.93	.91																																																									
1.0	.97	.95	.98	.96	.94																																																									

TABLA XXV. (11,85). Lámparas fluorescentes.

Lámparas fluorescentes										
Watt	Tipo	Acabado	Lumenes Iniciales	Vida	*	**	Base	Bulbo	Longitud	Encendido
22	Circular	Luz de día	895	12,000	41	0.72	4 alfileres	T - 9	20.96	Rapido
22	Circular	B. Frio de lujo	875	12,000	40	0.72	4 alfileres	T - 9	20.96	Rapido
22	Circular	B. Calido de lujo	785	12,000	36	0.72	4 alfileres	T - 9	20.96	Rapido
32	Circular	Blanco frio	1,850	12,000	58	0.82	4 alfileres	T - 9	30.48	Rapido
32	Circular	Luz de día	1,590	12,000	50	0.82	4 alfileres	T - 9	30.48	Rapido
40	Circular	Blanco frio	2,650	12,000	66	0.77	4 alfileres	T - 9	40.64	Rapido
17	Tubular	Blanco calido	1,400	20,000	82	0.80	Mediana 2 alfileres		60.20	Rapido
17	Tubular	Blanco frio	1,400	20,000	82	0.80	Mediana 2 alfileres		60.20	Rapido
20	Tubular	Blanco calido	1,300	20,000	65	0.85	Mediana 2 alfileres		60.96	Con arrancador
20	Tubular	Blanco frio	1,300	9,000	65	0.85	Mediana 2 alfileres		60.96	Con arrancador
20	Tubular	Luz de día	1,075	9,000	54	0.85	Mediana 2 alfileres		60.96	Con arrancador
21	Tubular	Luz de día	1,030	7,500	49	0.85	Slimline un alfiler		60.96	Instantaneo
30	Tubular	Luz de día	1,900	7,500	63	0.81	Mediana 2 alfileres		60.00	Con arrancador
32	Tubular	Blanco calido	3,050	20,000	95	0.81	Mediana 2 alfileres		122	Rapido
32	Tubular	Blanco frio	3,050	20,000	95	0.82	Mediana 2 alfileres		122	Rapido
32	Tubular	Blanco calido	3,050	15,000	95	0.82	Mediana 2 alfileres		122	Instantaneo
32	Tubular	Blanco frio	3,050	15,000	95	0.83	Mediana 2 alfileres		122	Instantaneo
32	Tubular	B. Frio de lujo	2,700	12,000	84	0.83	Slimline un alfiler		116.8	Instantaneo
32	Tubular	Blanco calido	2,700	12,000	84	0.84	Slimline un alfiler		116.8	Instantaneo
34	Tubular	Blanco ligero	2,700	20,000	79	0.84	Mediana 2 alfileres		121.9	Rapido
34	Tubular	Blanco frio	2,700	20,000	79	0.80	Mediana 2 alfileres		121.92	Rapido
39	Tubular	B. Frio de lujo	3,200	12,000	82	0.80	Slimline un alfiler		117	Instantaneo
39	Tubular	B. Calido de lujo	3,200	12,000	82	0.82	Slimline un alfiler		117	Instantaneo
39	Tubular	Blanco frio	3,100	12,000	77	0.82	Slimline un alfiler		121.92	Instantaneo
39	Tubular	Luz de día	2,600	12,000	64	0.82	Slimline un alfiler		121.92	Instantaneo
40	Tubular	Blanco frio	3,150	12,000	79	0.83	Mediana 2 alfileres		121.92	Rapido
40	Tubular	Luz de día	2,600	12,000	65	0.83	Mediana 2 alfileres		121.92	Rapido
31	Tubular	Blanco frio	2,800	20,000	90	0.90	Mediana 2 alfileres		57.15	Rapido
32	Tubular	Blanco frio	3,000	20,000	94	0.80	Mediana 2 alfileres		57.15	Rapido
40	Tubular	Blanco frio	2,900	12,000	73	0.84	Mediana 2 alfileres		57.15	Rapido
59	Tubular	Blanco frio	6,000	15,000	102	0.84	Slimline un alfiler		243.84	Instantaneo
60	Tubular	B. Frio de lujo	6,100	12,000	102	0.82	Slimline un alfiler		243.84	Instantaneo
60	Tubular	Blanco calido	6,100	12,000	102	0.82	Slimline un alfiler		243.84	Instantaneo
75	Tubular	Blanco frio	6,300	12,000	84	0.89	Slimline un alfiler		243.84	Instantaneo
75	Tubular	Luz de día	5,450	12,000	73	0.89	Slimline un alfiler		243.84	Instantaneo

* Eficiencia

** Factor de Depreciación (L.L.D)

TABLA XXVI. (12,2). Lámparas fluorescentes

Tabla de lámparas fluorescentes						
Producto	Largo		Watts	Descripción	Vida prom.	Lumenes prom.
F20T12/CW	24"	609.6mm	20	Blanco fresco	9,000	1,240
F20T112/WW	24"	609.6mm	20	Blanco calido	9,000	1,260
F20T12/D	24"	609.6mm	20	Luz de día	9,000	1,075
F30T12/D	24"	609.6mm	20	Luz de día	18,000	1,900
F40CW	48"	1,219.2mm	40	Blanco fresco	20,000	3,100
F40D	48"	1,219.2mm	40	Luz de día	20,000	2,700
F40CW/RS/SS	48"	1,219.2mm	34	Ahorrador de energía	20,000	2,775
F40WW/RS/SS	48"	1,219.2mm	34	Ahorrador de energía	20,000	2,825
F40D/RS/SS	48"	1,219.2mm	34	Ahorrador de energía	20,000	2,350
F48T12/CW	48"	1,219.2mm	39	Blanco fresco	9,000	2,940
F48T12/D	48"	1,219.2mm	39	Luz de día	9,000	2,500
F48T12/CW/SS	48"	1,219.2mm	32	Super saver-blanco fresco	9,000	2,550
F72T12/CW	72"	1,828.8mm	55	Blanco fresco	12,000	4,500
F72T12/D	72"	1,828.8mm	55	Luz de día	12,000	3,900
F96T12/CW	96"	2,438.4mm	75	Blanco fresco	12,000	6,300
F96T12/WW	96"	2,438.4mm	75	Blanco calido	12,000	6,400
F96T12/D	96"	2,438.4mm	75	Luz de día	12,000	5,400
F96T12/CW/SS	96"	2,438.4mm	60	Ahorrador de energía	12,000	5,400
F96T12/WW/SS	96"	2,438.4mm	60	Ahorrador de energía	12,000	5,500
F96T12/D/SS	96"	2,438.4mm	60	Ahorrador de energía	12,000	4,700

5.2 Catálogos

Figura 66. (6,9). Accesorios eléctricos domiciliare tipo dado

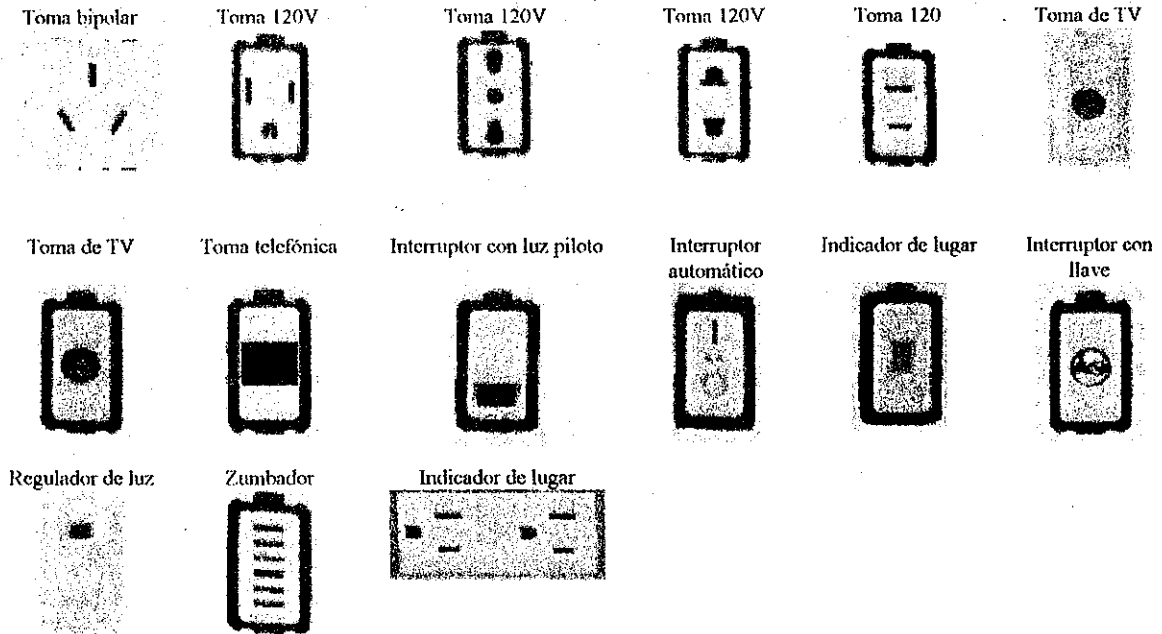
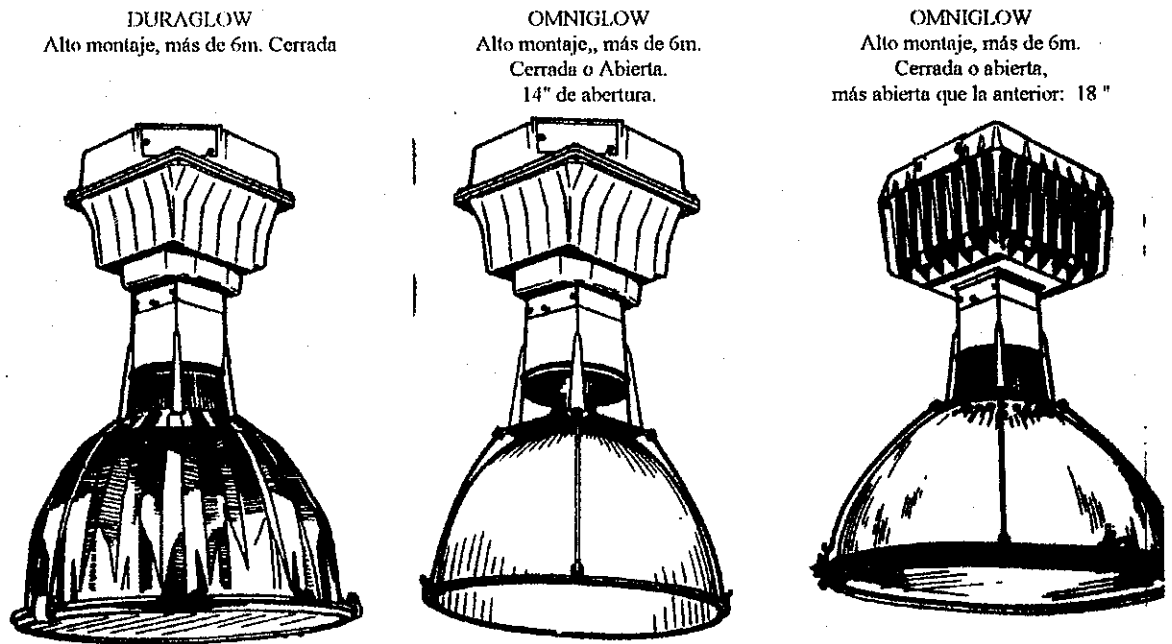
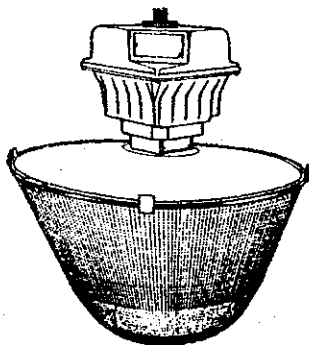


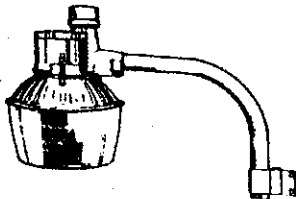
Figura 67. (16, 9030.10). Luminarias General Electric.



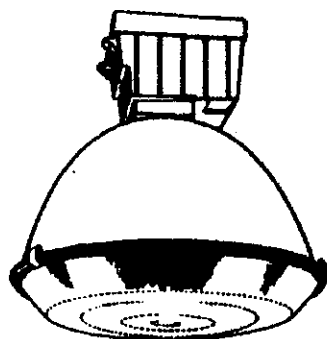
VERSABEAM
 Alto o mediano montaje, 5 a 11m.
 Cerrada



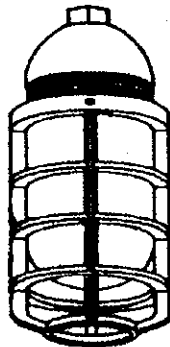
Lámpara de uso exterior.
 Abierta



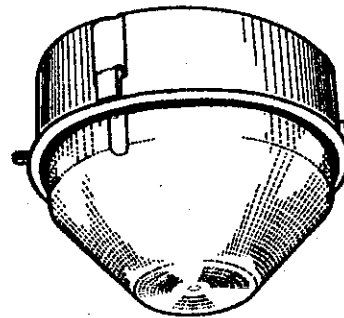
UNIMOUNT
 Bajo montaje, 2 a 6 m.
 Cerrada



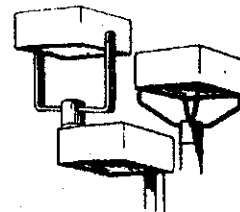
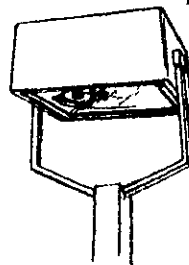
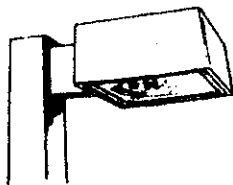
Lámpara para áreas peligrosas
 (polvos explosivos)



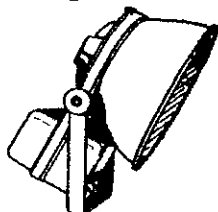
GARAGE-GARD
 Bajo montaje,
 Cerrada.



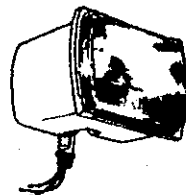
Iluminación de áreas de parqueos



ULTRA SPORT
 Alto montaje, áreas deportivas
 grandes.



Reflector para áreas periféricas
 residenciales.



5.3 Fórmulas

$$1 \quad P = RI^2$$

donde: ω Potencia, en Vatios.
 I Corriente eléctrica, en amperios.
 R Resistencia eléctrica del conductor, en ohmios.

$$2 \quad F = a/A$$

donde: F Factor de relleno.
 a área del total de los conductores, considerando el aislamiento.
 A área interior del tubo.

$$3 \quad s = \frac{K \times L \times I}{\rho \times \% \times E_f}$$

donde: s Sección del conductor, en mm².
 K Constante: 2 Si el sistema es monofásico.
 $\sqrt{3}$ Si el sistema es trifásico.
 L Longitud del conductor, en metros.
 I Corriente eléctrica, en amperios.
 ρ Resistividad del cobre 57 ($\Omega \cdot m/mm^2$).
Resistividad del aluminio 36 ($\Omega \cdot m/mm^2$).
 $\%$ Caída de tensión permisible.
 E_f Voltaje entre fases o entre fase y neutro.

$$4 \quad R = (\rho/2\pi L) \times (\ln(4L/a) - 1)$$

donde R : Resistencia a tierra en Ohms.
 ρ : Resistividad específica del suelo en ohms x cm.

$$5 \quad R = (\rho/4\pi L) \times (\ln(4L/a) + \ln(4L/s) - 2 + s/2L / s^2/16L^2 + s^4/512L^4 \dots)$$

$$6 \quad R = (\rho/2\pi^2 D) \times (\ln(8D/d) + \ln(4D/s))$$

$$7 \quad \text{Número mínimo de varillas (3/8" X 10 pies)} = \frac{I_{falla}}{500}$$

$$8 \quad E = \frac{\phi}{A}$$

donde: E Es el nivel de iluminación en Lux
 ϕ Flujo luminoso en Lumen.
 A Area iluminada en m²

Se tiene que 1 pie-candela = 10.76 luxes.

9 Índice de cuarto

$$I_c = \frac{\text{área}}{h_{cc}(\text{largo} + \text{ancho})}$$

donde: h_{cc}

10 Areas regulares.

Areas irregulares.

$$RCR = \frac{5 \times h_{cc}(\text{largo} + \text{ncho})}{\text{área.}} \quad RCR = \frac{2.5 \times h_{cc} \times \text{perímetro}}{\text{área.}}$$

11

$$\text{No. de luminarios.} = \frac{\text{Area} \times \text{Nivel de Iluminación}}{(\text{No. de lámparas/luminarios}) \times (\text{lúmenes/lámpara}) \times (\text{C.U.}) \times (\text{F.M.})}$$

donde: C.U. = Coeficiente de utilización.
 F.M. = Factor de mantenimiento.
 = L.L.D. x L.D.D.
 L.L.D.: Depreciación de lúmenes de la lámpara.
 L.D.D.: Depreciación del luminario.

$$12 \quad P = V \times I$$

$$13 \quad P = V^2/R$$

$$14 \quad P = I^2 \times R$$

$$15 \quad S = V \times I$$

$$16 \quad S = I^2 \times Z$$

$$17 \quad S = V^2/Z$$

$$18 \quad Q = V \times I.$$

$$19 \quad Q_L = V^2/X_L \quad \text{o} \quad Q_L = I^2 \times X_L. \quad \text{Si la carga conectada es inductiva. Y}$$

$$20 \quad Q_C = V^2/X_C \quad \text{o} \quad Q_C = I^2 \times X_C \quad \text{Si la carga conectada es capacitiva.}$$

$$21 \quad S = \sqrt{3} \times V_{L.L.} \times I_{L.L.}$$

donde $V_{L.L.}$ e $I_{L.L.}$ son el Voltaje entre línea y línea y la Corriente en la línea, respectivamente.

$$22 \quad S = 3 \times V_{\phi} \times I_{\phi}$$

donde V_{ϕ} e I_{ϕ} son el Voltaje en las terminales del generador y la Corriente a través del generador, respectivamente.

$$23 \quad E = P \times t$$

$$24 \quad E(\text{Wh}) = \frac{[\text{Potencia (W)}] \times [\text{tiempo(h)}]}{1,000}$$

$$25 \quad E(\text{kWh}) = \frac{[\text{Potencia (W)}] \times [\text{tiempo(h)}]}{1,000}$$

$$26 \quad \eta = \frac{P_{\text{sal}}}{P_{\text{ent}}} \times 100\%.$$

$$27 \quad \eta = \frac{P_{\text{ent}} - P_{\text{perd}}}{P_{\text{ent}}} \times 100\%.$$

$$28 \quad \text{Factor de Carga} = \frac{\text{Valor promedio anual de la carga}}{\text{Máximo valor de la carga en un año.}}$$

$$29 \quad \text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda máxima (en W o en KW)}}{\text{Carga instalada(en W o en KW)}}$$

$$30 \quad I_{\Delta} = 1.25 \times I_{\text{PCM mayor}} + \sum I_{\text{PC de otros motores}} + I_{\text{Otras cargas.}}$$

31 $I_{PA} = I_{\text{arranque(motor mayor)}} + \sum I_{PC} \text{ de otros motores.}$

donde: I_{PA} : corriente para seleccionar la protección del alimentador.

32

$$V = \frac{120 \times f}{P}$$

33 I: corriente para conductor del circuito derivado.

$$I = 1.25 \times I_{\text{Plena carga}}$$

34 Corriente para una cuchilla.

$$I = 1.15 \times I_{\text{Plena carga}}$$

35 Potencia del transformador

$$P_T = P_I \times F_D \times F_S$$

donde: P_I : potencia instalada
 F_S : factores de demanda

CONCLUSIONES

1. Las prácticas sugeridas en este trabajo son de aplicación inmediata, y que complementan el contenido de la asignatura.
2. El equipo y los accesorios actuales del laboratorio deben incrementarse en cantidad y calidad, pues no se tiene lo necesario.
3. Los objetivos que plantean las prácticas son una ayuda para poder y desarrollar con más eficiencia el Laboratorio, y ayudaran a darle más continuidad a su formación, es decir, que los estudiantes de todos los ciclos recibirán la misma capacitación, sin depender absolutamente de los auxiliares de laboratorio.
4. La presente investigación le ahorrará al auxiliar del Laboratorio el trabajo de hacer guías para las prácticas.
5. Constituye una guía para los estudiantes de manera que puedan adelantar en la planificación de sus prácticas y reportes de Laboratorio.

RECOMENDACIONES

1. El contenido del laboratorio debe ser eminentemente técnico, los conceptos teóricos se estudiarán en clase y solamente se aplicarán en las prácticas.
2. En la selección de la persona que imparta las clases del laboratorio se debe considerar especialmente su formación en el nivel medio.
3. Que se siga una práctica, ya frecuente en otras ingenierías, utilizar manuales para cada laboratorio.
4. Que sean un requisito indispensable las visitas técnicas a lo largo del semestre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonzalo López Hernández, **Manual de instalaciones eléctricas.** (Guatemala, 1,993). pp. 12-14.
2. Gilberto Enriquez Harper, **Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales.** (México, Editorial LIMUSA, 1,989). pp. 65-96.
3. Pedro Camarena M., **Instalaciones eléctricas industriales.** (México, Editorial CECSA, 1,993). pp. 26-29.
4. Cutler Hammer, **"Tableros de Distribución"**, Revista Eaton (1):7-15. 1,996.
5. Luis Alfonso Méndez, **Guía para el diseño de instalaciones eléctricas.** (Guatemala, 1,992). p.p. 53-54.
6. Bticino, **"Guía para Instalaciones eléctricas"**, Revista Bticino (1):9-11. 1,993.
7. Gilberto Enriquez Harper, **El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.** (México: Editorial NORIEGA LIMUSA, 1,990), pp. 549-553.
8. Empresa Eléctrica de Guatemala, **Normas para acometidas de servicio eléctrico.** (Guatemala, 1,998) pp. 11-57.
9. Theodor Schmelcher, **Manual de baja tensión.** (Alemania: Editorial Siemens Aktiengesellschaft, 1,991), pp. 226-236,245-285.
10. Bratu, E. Campero, **Instalaciones eléctricas.** (México: 1,992) pp. 187-190.
11. Holophane, **"Holophane-catálogo condensado"**, Revista Holophane (1): 85-90. 1,997.
12. Sylvania, **"Boletín técnico"**, Revista Sylvania (1): 2-13. 1,997.

13. Joseph A. Edminister, **Circuitos eléctricos**. (Colombia: Editorial McGRAW-HILL, 1,970) pp. 68-70.
14. Robert L. Boylestad, **Análisis introductorio de circuitos**. (México: Editorial TRILLAS, 1,995) pp. 69-70.
15. Stephen J. Chapman, **Máquinas eléctricas**. (México: Editorial McGraw Hill, 1,991). pp. 615-621.
16. General Electric, "**Lighting Fixtures**", Catálogo General Electric (1): 1010.2-9030.12. 1,993.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOYLESTAD, Robert L. **Análisis introductorio de circuitos.** Tercera edición. México: Editorial Trillas, 1,995.
2. BTICINO. "Guía para el montaje de instalaciones eléctricas" **Revista Bticino** (Costa Rica), (1): 9-11. 1,993.
3. CAMARENA M., Pedro. **Instalaciones eléctricas industriales.** Tercera edición. México: Editorial CECSA, 1,993.
4. CHAPMAN, Stephen J. **Máquinas eléctricas.** Tercera edición. México: Editorial McGraw Hill, 1,991.
5. CUTLER HAMMER. "Tableros de distribución" **Revista Eaton** (Costa Rica), (1): 7-15. 1,996.
6. EDMINISTER, Joseph A. **Circuitos eléctricos** Primera edición. México: Editorial TRILLAS, 1,970.
7. EMPRESA Eléctrica de Guatemala. **Normas para acometidas de servicio eléctrico.** Doceava edición. Guatemala: S.e., 1,998.
8. ENRIQUEZ Harper Gilberto. **Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales.** Séptima edición. México: Editorial LIMUSA, 1,989.
9. ENRIQUE Harper, Gilberto. **El ABC de las instalaciones eléctricas Industriales.** Preedición. México: Editorial NORIEGA LIMUSA, 1,989.
10. FOLEY Foley. **Fundamentos de Instalaciones eléctricas.** Primera edición. México: Editorial Mc Graw Hill. 1,991.
11. HOLOPHANE. "Holophane catálogo condensado" **Revista Holophane** México), (1): 85-97. 1,997.

12. KOENIGSBERGER, Rodolfo. **Instalaciones eléctricas**. Primera edición. Guatemala: S.e., 1,980.
13. LÓPEZ Hernández, Gonzalo. **Manual de instalaciones eléctricas**. Tercera edición. Guatemala: S.e., 1,993.
14. MÉNDEZ, Luis Alfonso. Guía para el diseño de instalaciones eléctricas. Tesis Ing Electricista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1992.
15. SCHMELCHER, Theodor. **Manual de baja tensión**. S.e. Alemania: Editorial Siemens Aktiengesellschaft, 1,991.
16. SYLVANIA. "Boletín técnico" **Revista Sylvania** (Estados Unidos de Norte América), (1): 2-13. 1,997.