



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Diseño de la instalación eléctrica en una planta litográfica

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ÁREA

Ingeniería eléctrica y electrónica

PRESENTA

PEDRO DAVID GONZÁLEZ VALDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO

CIUDAD DE MÉXICO 06 OCTUBRE DE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

PEDRO DAVID GONZALEZ VALDEZ

Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguiente, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el solicitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO: "DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
EN UNA PLANTA LITOGRAFICA"

ASESOR: ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Nezahualcóyotl, Estado de México a 25 de septiembre de 2017.

DIRECTOR

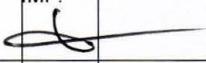
M. EN I. FERNANDO MACEDO LA GOLLA



 C p Secretaría Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

GGSG/JGPO/

SEGUIMIENTO DE REGISTRO DE TESIS

FECHA	CVE	DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE	AUTORIZACIÓN Y SELLO
23/10/2017.	IMP. 	"DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA"	 LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. JOSÉ GUADALUPE PIÑA OROZCO SECRETARIO ACADÉMICO

TRÁMITE	CLAVE
PRÓRROGA	PR.
CAM. TÍTULO	C. T.
CAM. ASESOR	C. A.
CAM. SEM.	C. S.
VIGENCIA	VIG.
IMPRESIÓN	IMP.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios que me ha dado la fuerza y la capacidad de haber cumplido esta meta de mi vida.

A mi esposa Leticia García colín quien a lo largo de mi carrera ha velado por mi bienestar siendo mí apoyo incondicional en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión, sacrificios y sus consejos en los momentos difíciles que hemos tenido.

A mis hijos Pedro David y a Diego Uriel González García, y decirles que todo lo que se propongan lo pueden lograr con esmero y dedicación. Saldando en parte la deuda moral hacia ustedes y a la comunidad, recuerden siempre que son el motor de nuestras vidas y lo más importante.

A mis padres María De la luz Valdez y a Rufino González porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí y a los amigos que me animaron permanentemente.

AGRADECIMIENTOS

A la facultad de Estudios Superiores Aragón le doy gracias por la oportunidad que me ofreció al concederme un lugar en esta institución facilitándome la realización de mis estudios.

Al profesor y director de esta tesis Ing. Eleazar Margarito Pineda Díaz por su constante colaboración intelectual, así como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme y la diligencia al momento de la búsqueda de soluciones adecuadas y dedicación de tiempo durante el desarrollo de la tesis.

A todo el cuerpo de profesores de Ingeniería Mecánica Eléctrica por darme su tiempo y dedicación.

ÍNDICE

Introducción

CAPÍTULO 1

Características importantes de las componentes más utilizadas en una instalación eléctrica.

1.1 Contactos.....	1
1.2 Apagadores.....	3
1.3 Conductores.....	5
1.4 Luminarias.....	15
1.5 Protecciones.....	52
1.6 Tableros.....	61
1.7 Canalizaciones.....	63
1.8 Tierra física.....	75
1.9 Subestación.....	90

CAPÍTULO 2

Características eléctricas del equipo litográfico.

2.1 Funcionamiento de una empresa litográfica.....	99
2.2 Cámaras.....	101
2.3 Compresores.....	102
2.4 Guillotinas.....	103
2.5 Marcos de vacío.....	104
2.6 Procesadores.....	105
2.7 Maquina offset.....	106
2.8 Taladros.....	107
2.9 Centro de cómputo.....	108

CAPÍTULO 3

Diseño de la instalación eléctrica

3.1 Ubicación del sitio.....	109
3.2 Descripción de cómo bajar de 13200 KV a 440 volts y a 220 volts.....	110

3.3 Selección de voltajes de suministro de los equipos y maquinarias.....	112
3.4 Distribución de los equipos.....	113
3.5 Luminario.....	115
3.6 Conductores.....	120
3.7 Protecciones.....	125
3.8 Canalizaciones.....	127
3.9 Contactos.....	133
3.10 Cuadros de carga.....	159
3.11 Tableros.....	172
3.12 Transformadores.....	182
3.13 Selección de protecciones para transformadores.....	185
3.14 Diagrama unifilar.....	186
Conclusiones.....	195
Bibliografía.....	196

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas en sus distintas aplicaciones sociales han tenido evolución a lo largo de los años, cuyo origen está en la modernización tanto de equipos y materiales como de procedimientos de construcción y metodología de diseño.

La evolución en las instalaciones eléctricas está condicionado por los cambios de la normatividad. Se ha preparado esta tesis para el cálculo de las instalaciones eléctricas, la cual se basa en las normas técnicas (NOM-001-SEDE -2012).

Cualquier empresa industrial requiere de sistemas eléctricos para su operación, sin embargo algunas no cuentan con personal calificado para implementar o modificar en forma planeada y eficiente las instalaciones eléctricas.

El objetivo de esta tesis es guiar a los, estudiantes, técnicos, electricistas, e ingenieros a proyectar y ejecutar sistemas eléctricos de acuerdo a las normas técnicas para cubrir las necesidades y características de la empresa que así lo requiera, de manera eficiente.

Dicha guía abarca desde plantear los requerimientos propios de la instalación para una planta litográfica a realizar como son: La alimentación desde el transformador general hasta el último circuito derivado, además de la localización de los equipos a utilizar, maquinarias, materiales eléctrico, equipos de iluminación, cálculo de iluminación por método de cavidad zonal, cálculo de alimentadores por ampacidad y caída de tensión, protecciones eléctricas, desbalanceo de cargas menores al 5 %, cuarto eléctrico con los tableros respectivos de suministro a las diferentes áreas, cuadros de carga y diagrama unifilar.

Cabe aclarar que la planta litográfica es ficticia, pero todos los equipos y maquinarias que requiere una empresa dedicada a la litografía para su funcionamiento son reales, esto se hizo con el fin de poder realizar correctamente los cálculos con el cumplimiento de la normatividad de instalaciones eléctricas.

Cada capítulo está profundamente ilustrado y contiene aplicaciones de los distintos aspectos normativos, con el objeto de que todos los procedimientos de cálculo de las instalaciones eléctricas industriales, residenciales y comerciales tengan un enfoque orientado a dichas normas para su revisión de la supervisión y la UVIE (unidad verificadora de instalaciones eléctricas).

EL CAPÍTULO 1

Trata sobre generalidades e incluye las definiciones de términos eléctricos y requerimientos generales para las instalaciones, por ejemplo: Puesta a tierra, resistencia de aislamiento, capacidades de interruptores, conductores, canalizaciones, herrajes, ductos, charolas para cableado, tierra físicas, subestación etc.

EL CAPÍTULO 2.

Cubre principalmente lo relacionado con el funcionamiento de una planta litográfica, así como de las características de los equipos y maquinarias.

EN EL CAPÍTULO 3.

Se ve todo lo relacionado con la ubicación de la planta litográfica, la descripción de cómo se baja 13.200 KV a 440volts y 220 volts, la selección de voltajes de suministro de los equipos y maquinaria, cálculo de los alimentadores de los circuitos derivados, protecciones, canalizaciones, tableros seleccionados para cada equipo y maquinaria, cuadros de carga y diagrama unifilar, el cual por su tamaño se seccionara en 6 partes.

CAPÍTULO 1.

CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE LAS COMPONENTES MÁS UTILIZADAS EN UNA INSTALACION ELECTRICA

1.1 Contactos

1.1.1 FUNCIONAMIENTO

Los contactos se usan para enchufar (conectar) la clavija de dispositivos portátiles, tales como: lámparas, taladros, lavadoras, secadoras radios, televisiones, licuadoras, etc.

Estos contactos deben de ser para una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 125 volts y no menor de 10 amperes para 250 volts. Los contactos pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua. En los casos más comunes son más sencillos, pero se pueden instalar en cajas combinadas con apagadores.

Su funcionamiento es, como lo indica su nombre: por sus receptáculos frontales permite el acceso de la clavija que viene en el cable de alimentación de un equipo y por sus conectores posteriores se conecta el cable que viene de la fuente de alimentación, la cual permitirá que el equipo pueda funcionar.

Los contactos se localizan aproximadamente de 70 a 80 cm con respecto al nivel del piso (considerado como piso terminado). En el caso de casa habitación así como en baños, es común instalar los contactos en la misma caja que los apagadores, por lo que la altura de instalación queda determinada por los apagadores, es decir entre 1.20 y 1.35 m sobre el nivel del piso.

En las figuras 1.1 se muestra un ejemplo típico de los contactos dobles que son usados en las instalaciones eléctricas:

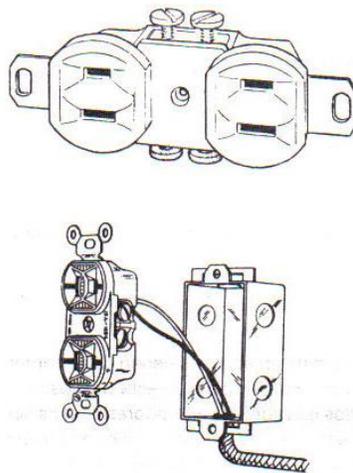


Figura 1.1. Contacto doble

1.1.2 OTROS TIPOS DE CONTACTOS

1° Contactos en piso

Los contactos que se instalen en piso deben estar contenidos en cajas especialmente construidas para soportar un uso rudo mecánico, excepto los contactos que estén en pisos elevados de aparadores o sitios similares que no estén expuestos a daños mecánicos, humedad o polvo, en cuyo caso se pueden usar contactos con caja de instalación normal.

2° Contactos en lugares húmedos o mojados

- a) Los contactos que se instalen en lugares húmedos deben de ser del tipo adecuado de las condiciones de cada caso.
- b) Lugares mojados. Estos contactos se denominan a prueba de intemperie. En la figura 1.2 se muestran los contactos a prueba de agua.

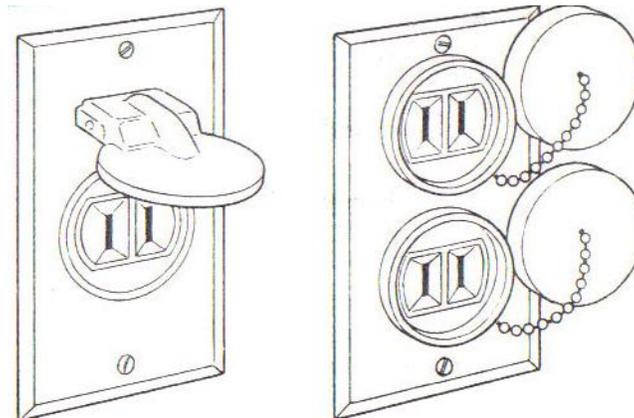


Figura 1.2 Contactos a prueba de agua

Los dispositivos intercambiables permiten flexibilidad en las instalaciones eléctricas. Se pueden instalar dos o tres dispositivos en una caja de salida estándar y montadas en una placa en la pared. El dispositivo puede contener un contacto, apagador y una lámpara piloto, pero en realidad se puede tener cualquier combinación u orden de estos dispositivos.

3° Dispositivos intercambiables.

4° Contactos, clavijas y adaptadores del tipo de puesta a tierra.

En los contactos o clavijas, así como los adaptadores denominados de puesta a tierra, se recomienda que la terminal de conexión a tierra se identifique por medio del color verde y que en ningún caso se use para otro propósito que no sea el de conexión a tierra, dicho contacto se muestra en la figura 1.3.

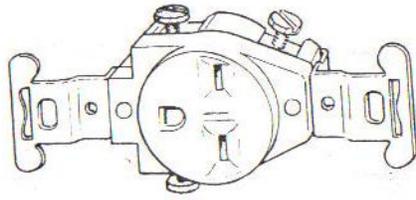


Figura 1.3 Contacto con puesta a tierra

1.2 Apagadores

1.2.1 FUNCIONAMIENTO

Un apagador se define como un interruptor pequeño de acción rápida, operación manual y baja capacidad que se usa, por lo general, para controlar aparatos pequeños domésticos y comerciales, así como unidades de alumbrado pequeñas. Debido a que la operación de los apagadores es manual, los voltajes nominales no deben exceder de 600 volts.

Debe tenerse especial cuidado de no usar los apagadores para interrumpir corrientes que exceden a su valor nominal, o a su valor nominal de voltaje, por lo que se debe observar que los datos de voltaje y corriente estén impresos en las características del apagador, como un dato del fabricante.

Su funcionamiento es, como su nombre lo indica: interrumpir el paso de la corriente que alimenta a un equipo o alumbrado para apagarlo, o permitirle el paso.

Existen diferentes tipos de apagadores; el más simple es el de una vía o monopolar con dos terminales que se usan para “encender” o “apagar” una lámpara u otro aparato desde un punto de fácil acceso. En la figura 1.4 se muestra a este tipo de apagador (a), su principio de operación apagado (b) y encendido (c).

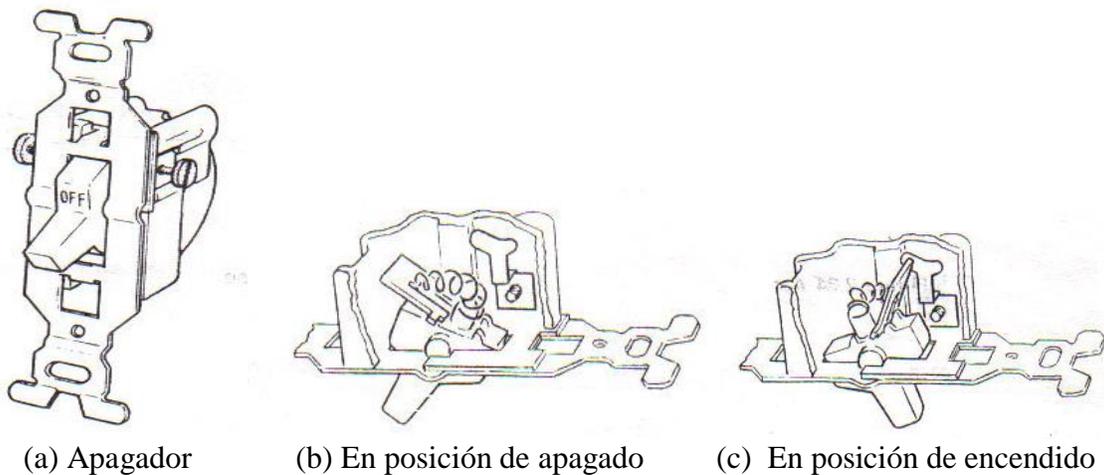


Fig.1.4 Apagador monopolar

1.2.2. OTROS TIPOS DE APAGADORES

1° Apagadores de 3 vías

Los llamados apagadores de tres vías se usan principalmente para controlar lámparas desde dos puntos distintos, por lo que se requieren dos apagadores de tres vías por cada instalación. Este tipo de apagadores se llama así porque tiene tres terminales para su operación. En la figura 1.5 se muestra el principio de operación de estos apagadores y más adelante se mostrará cómo se realiza su conexión.

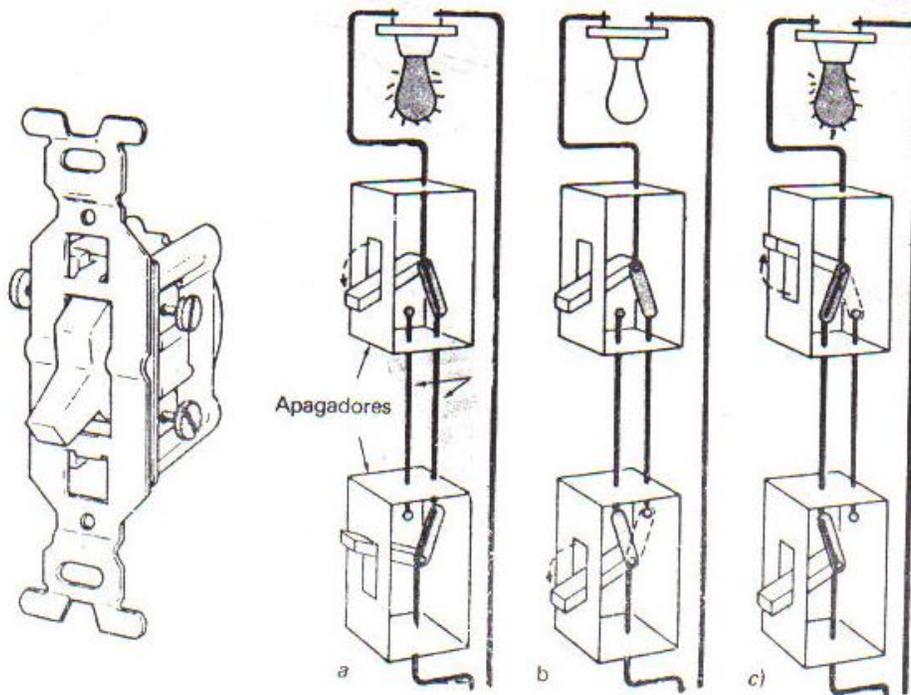


Figura 1.5 Apagador de 3 vías

Su instalación es común en áreas grandes como entradas de casa y de pasillo, en donde por comodidad no se requiere regresar a apagar una lámpara, o bien en escaleras en donde se enciende un foco en la parte inferior (o superior) y se apagan en la parte superior (o inferior) para no tener que regresarse a apagarlo. Dicha instalación se muestra en la figura 1.6.

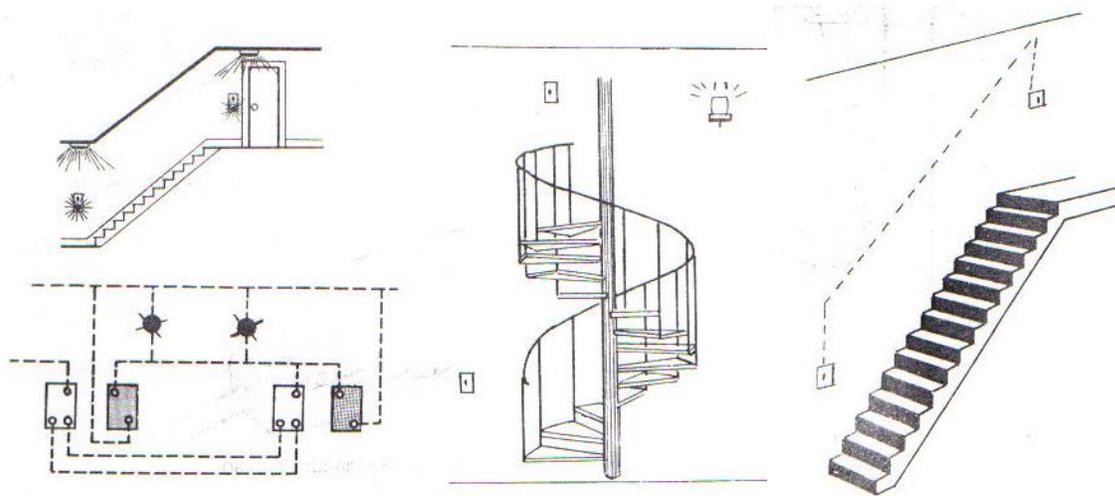


Figura 1.6. Instalación de apagadores de 3 vías

1.3 Conductores eléctricos

1.3.1 FUNCIONAMIENTO

En general la palabra “Conductor” se usa con un sentido distinto al de alambre, ya que por lo general un alambre es de sección circular, mientras un conductor puede tener otras formas (por ejemplo barras rectangulares o circulares), sin embargo es común que a los alambres eléctricos se les designe como conductores.

La mayor parte de los conductores usados en las instalaciones eléctricas son de cobre (Cu) o de Aluminio (Al) debido a su buena conductividad y que comercialmente no tiene un costo alto ya que hay otros que tienen un costo elevado que hacen antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas, aun cuando tienen mejor conductividad

Comparativamente el aluminio es aproximadamente un 16% menos conductor que el cobre, pero al ser mucho más liviano que éste, resulta un poco más económico, ya que a igualdad de pesos tiene hasta cuatro veces más cantidad de conductor que el cobre.

El funcionamiento del conductor es, como su nombre lo indica conducir a la corriente desde su fuente de alimentación hasta el punto donde será consumida.

Los conductores para instalaciones eléctricas se fabrican de sección circular de material sólido o como cables dependiendo la cantidad de corriente por conducir (ampacidad) y su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares o tubulares para altas corrientes. Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número, que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre y que normalmente se sigue el sistema americano de designación AWG (American wire Gage) siendo el más grueso el número 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas. Para conductores con un área mayor del designado como 4/0, se

hace una designación que está en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada el circular mil, siendo así como un conductor de 250 corresponderá aquel cuya sección sea de 250,000 CM. y así sucesivamente.

Se denomina circular mil a la sección que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada (0.001 pulg.) cómo se muestra en la figura 1.7.

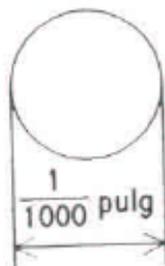


Figura 1.7 La unidad circular mil

La relación entre el circular mil y el área en mm² para un conductor se obtiene como sigue:

$$1 \text{ pulg.} = 25.4 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{1000} \text{ pulg.} = 0.0254 \text{ mm}$$

Siendo el Circular mil un área

$$1 \text{ cm.} = \frac{D^2}{4} = \frac{3.1416 \times (0.0254)^2}{4} = 5.064506 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$

De donde:

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{10^4}{5.0645} = 1974 \text{ cm}$$

O en forma aproximada:

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ cm.}$$

1.3.2 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Existe una amplia variedad de aislamientos para conductores para satisfacer los requerimientos de las distintas aplicaciones. Estos tipos de aislamientos están diseñados sobre una forma estándar y todos los cables están marcados con información sobre su tamaño, ya sea expresado en AWG ó KCMIL, su voltaje y su tipo de aislamiento.

El aislamiento de los cables se designa, como:

- A** = Aislamientos de asbesto.
- MI** = Aislamiento mineral.
- R** = Aislamiento de hule.
- SA** = Aislamiento de silicio-asbesto.
- T** = Aislamiento termoplástico.
- V** = Aislamiento de cambray barnizado.
- X** = Aislamiento de polímero sintético barnizado.

Los cables también se designan por su medio de operación como:

- H**- Resistente al calor hasta 75°C
- HH**- Resistente al calor hasta 90°C
 - Si no hay designación, significa 60°C
- W** - Resistente a la humedad.
- UF** - Para uso subterráneo

Muchos cables están diseñados y certificados para ser usados en varias condiciones ambientales, tales cables son multiusos y están marcados. Por ejemplo, un cable marcado TW indicaría 60° grados, con aislamiento termoplástico capas de ser usado en ambientes húmedos.

El tipo THW indica 75° C, con aislamiento termoplástico para uso en ambientes húmedos.

El tipo XHHW representa un cable con aislamiento sintético de polímero trenzado para operar hasta 90° C.

1.3.3 AMPACIDAD ESTANDAR Y DEGRADACIÓN POR TEMPERATURA

La ampacidad de un conductor es su capacidad de conducción continua de corriente bajo condiciones específicas. Estos datos sobre ampacidad o capacidad de conducción de corriente son proporcionados por el fabricante,

La degradación por temperatura en un conductor se refiere a la temperatura que puede causar una degradación en sus parámetros de operación, los cuales dependen del tamaño que tenga dicho conductor. En la tabla 1.1 se muestra a una serie de tamaños de conductores, con sus respectivos valores de temperatura nominal.

Tabla 1.1 Temperatura en el conductor

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 [™]	—	—	14	—	—	—
1.31	16 [™]	—	—	18	—	—	—
2.08	14 [™]	15	20	25	—	—	—
3.31	12 [™]	20	25	30	—	—	—
5.26	10 [™]	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Tabla 1.1 Temperatura en el conductor

Tabla 310-15(b) (17).- Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*. (página. 169) NOM-001-SEDE-2012.

1.3.4 CAIDA DE VOLTAJE EN EL CONDUCTOR

El voltaje en las terminales de la carga es por lo general menor que el voltaje de alimentación, la diferencia de voltaje entre estos dos puntos se conoce como: “la caída de voltaje”, las normas técnicas para instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje (desde la alimentación hasta la carga), no debe exceder al 5% de los cuales 3% se permiten a los circuitos derivados (del tablero o interruptora la salida para utilización) y el otro 2% se permite al alimentador (de la alimentación al tablero principal). Para las instalaciones industriales y residenciales el máximo permitido de caída de voltaje, es el 2%.

Una caída de voltaje excesiva (mayor del 5 %) conduce a resultados indeseables debido a que el voltaje en la carga se reduce esto genera tener problemas como dificultad para arrancar, parpadeo, calentamiento de las balastras, etc. En los equipos de control, los relevadores pueden no operar, en los motores la reducción de voltaje se traduce en un incremento en la corriente, lo cual produce sobre calentamiento y algunas veces causa problemas de arranque por esta razón, no es suficiente calcular los conductores por corriente es decir, seleccionar el calibre de un conductor de acuerdo con la corriente que circulará por el mismo.

Para estar seguros de que las caídas de voltaje no excedan esos valores, es necesario calcular las caídas de voltaje en los circuitos derivados y en los alimentadores, tanto en instalaciones eléctricas residenciales como en las industriales.

Dichos cálculos permitirán conocer a:

W = Potencia en watts.

I = Corriente en amperes por conductor.

V_f = Voltaje entre fases.

V_n = Voltaje de línea a neutro.

Cos. Ø = Factor de potencia

R = Resistencia de un conductor en ohms.

P = Resistividad del cobre $1/58 \text{ (m/mm}^2\text{)} = 1/50$

L = Longitud del conductor en metros.

S = Sección del conductor en mm².

E = Caída de voltaje de fase a neutro en volts.

E_f = Caída de voltaje entre fases, en volts.

E% = Por ciento de la caída de voltaje entre fase a neutro.

Caída de voltaje en un circuito monofásico simplificado

El estudio de la caída de voltaje se puede efectuar para casos específicos similares a los que se tienen en las instalaciones eléctricas. El concepto general, es el mismo usado en circuitos eléctricos.

Considérese el circuito simplificado de la figura 1.8.

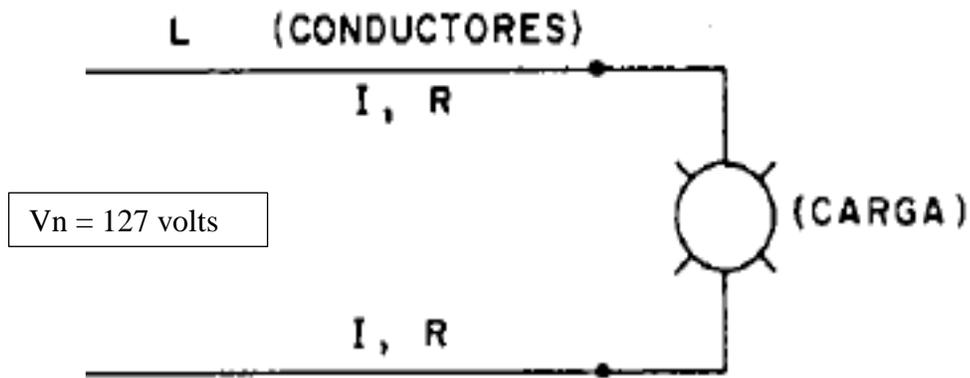


Figura 1.8 Circuito monofásico simplificado

La potencia que consume la carga, es: $W = V_n I \cos \phi$, por lo que despejando a la corriente, se tiene:

$$I = \frac{W}{V_n I \cos \phi}$$

La caída de voltaje por la resistencia en el conductor: (considerando su longitud total de ida y retorno), es: $E = 2 RI$

La resistencia del conductor es:

$$R = \frac{\rho}{S} = \frac{1}{50} \frac{L}{S}$$

Siendo la resistividad para el cobre:

$$\rho = \frac{1}{50} \frac{\text{ohms-mm}^2}{\text{m}}$$

De donde:

$$E = \frac{1}{25} \frac{LI}{S} = \frac{100}{V_n} = 4 \frac{LI}{V_n}$$

Caída de voltaje en un circuito simplificado trifásico a tres hilos

Un circuito simplificado trifásico alimentado en delta, se puede representar en la forma como aparece en la figura 1.9:

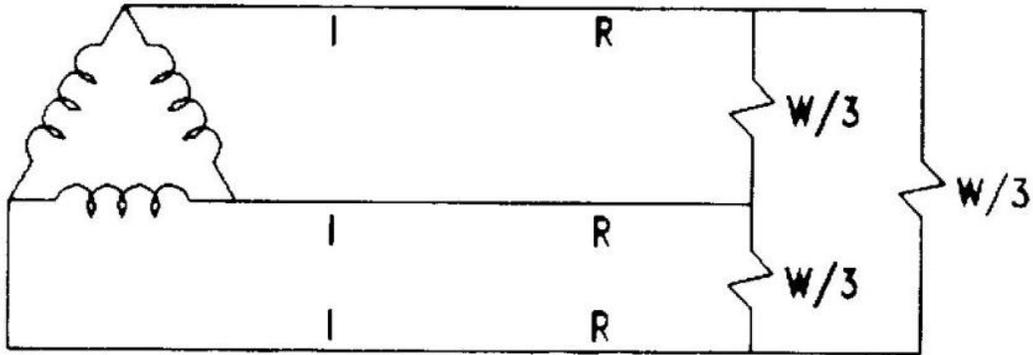


Figura 1.9 Circuito simplificado trifásico.

La potencia que consume la carga trifásica es: $W=1.73 V_f I \cos \phi$, Siendo $\cos \phi$ = Factor de potencia y despejando a la corriente, se tiene:

$$I = \frac{W}{1.73 V_f \cos \phi}$$

La caída de voltaje entre fases, es:

$$E_f = 1.73 R I$$

Donde el valor de la resistencia R, se puede calcular con la ecuación:

$$R = \frac{\rho L}{S} = \frac{1}{50} \frac{L}{S}$$

Por lo que sustituyendo a la ecuación de R en la ecuación del voltaje entre fases, se tiene:

$$E_f = \frac{1.73}{50} \frac{L I}{S}$$

El por ciento de la caída de voltaje es:

$$E\% = \frac{E_f}{V_f} \times 100 = \frac{1.73 \times L}{50 \times S \times V_f} \times 100$$

Caída de voltaje en un circuito reducido trifásico de 4 hilos

Este circuito es el caso típico de los sistemas conectados en estrella (3 Hilos), con el neutro (el cuarto hilo) conectado en el nodo común y se representan en la figura 1.10.

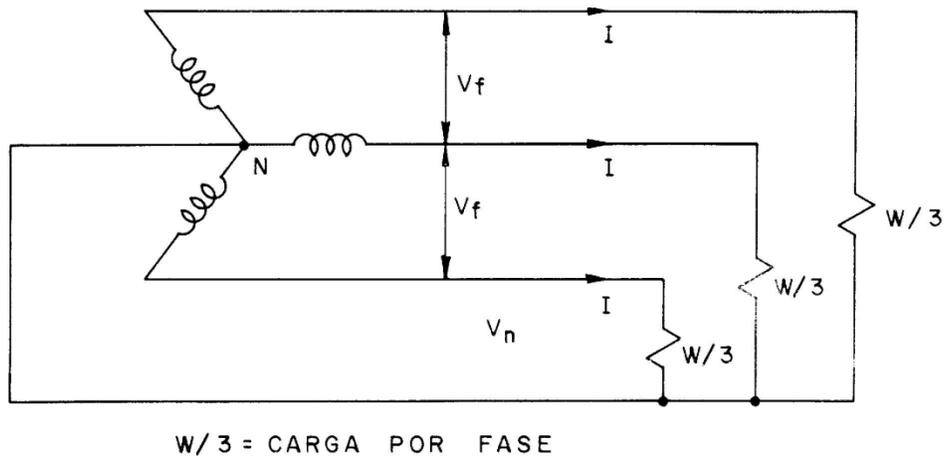


Figura 1.10 Circuito reducido trifásico a 4 hilos.

La potencia que consume la carga trifásica, es:

$$W = 1.73 V_f I \cos \phi = 3 V_n I \cos \phi$$

Por lo que al despejar a la corriente, se tiene:

$$I = \frac{W}{1.73 V_f \cos \phi} = \frac{W}{V_n \cos \phi}$$

La caída de voltaje entre fases es:

$$V_f = 1.73 R I = \frac{1.73 L I}{50 S}$$

Se puede expresar la caída de voltaje en el circuito, como:

$$E = R I = \frac{L I}{50 S}$$

Y en términos de por ciento, se tiene:

$$E \% = \frac{E}{V_n} \times 100 = \frac{L I}{50 S \times V_n} \times 100$$

Caída de voltaje en los conductores

En los párrafos anteriores se ha tratado la caída de voltaje en algunos circuitos reducidos, haciendo uso de fórmulas matemáticas para el análisis de circuitos eléctricos.

Ahora se tratará la caída de voltaje entre los conductores que existen en una instalación eléctrica y la influencia que tiene la reactancia inductiva de estos conductores.

El diagrama vectorial correspondiente a la ilustración de la caída de voltaje en un cable, se muestra en la figura 1.11:

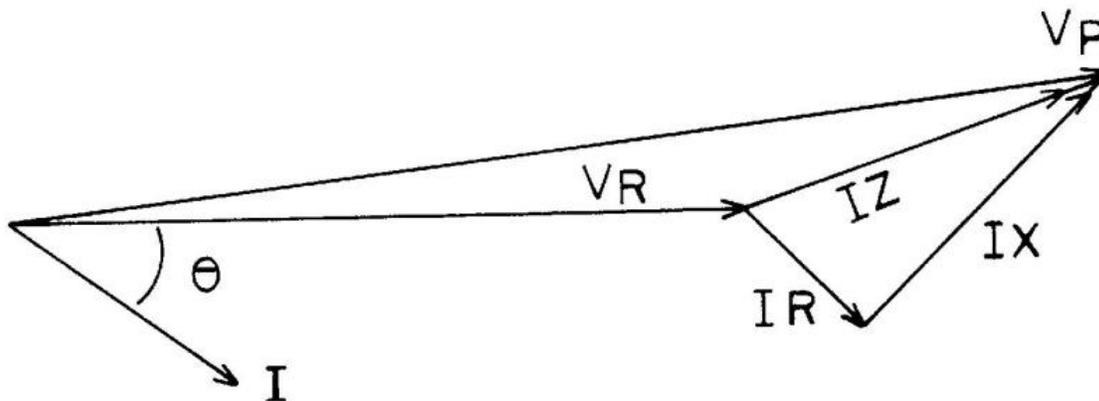


Figura 1.11. Diagrama vectorial

- VR** = Voltaje en la recepción (carga)
- Vp** = Voltaje al principio de la alimentación
- I** = Corriente que circula por el conductor
- R** = Resistencia por fase en ohms
- X** = Reactancia inductiva por fase en ohms
- Ø** = Angulo correspondiente al factor de potencia (cos Ø)

La caída de voltaje entre las fases está dada por: $V_n = I(R \cos \varnothing + X \text{ Sen } \varnothing)$ volts

La caída de voltaje en una fase se calcula como: $V_f = 1.73 \times V_n$

La caída de voltaje de fase a neutro se puede expresar también como: $V_n = I Z_{eq}$

Donde la impedancia equivalente es: $Z_{eq} = R \cos \varnothing + X \text{ Sen } \varnothing$.

La caída de voltaje se expresa normalmente en porcentaje como:

$$V\% = \frac{V}{V_n} \times 100$$

En la tabla siguiente aparecen las fórmulas que más se utilizan para calcular corrientes, voltajes, caídas de tensión y potencias.

1.4 Luminarias

1.4.1 FUNCIONAMIENTO

En los principios de la iluminación eléctrica sólo una lámpara se colgaba en el centro de un cuarto, pero era un mejoramiento comparado con las lámparas de petróleo, o aun la lámpara de gas que se usaba en ese entonces. A un hoy se piensa demasiado poco en la manera de proporcionar una buena iluminación. Eso resulta en que muchas casas y otros edificios tienen el tipo equivocado de iluminación o una iluminación insuficiente para poder ver bien.

Por lo anterior, se puede decir que el funcionamiento de una luminaria es, como su nombre lo indica permitir el paso de una corriente eléctrica para generar a una iluminación.

Este capítulo se dedicará a los fundamentos de la iluminación, así como a la selección, instalación de una luminaria y al uso de los accesorios que las acompañan con el propósito de generar una buena iluminación.

Se puede enumerar docenas de factores que contribuyen a hacer un buen sistema de iluminación, los más importantes son: que el sistema de iluminación debe proporcionar a una cantidad suficiente de luz y el tipo adecuado de la luz debe estar libre de brillantez molesta y de sombras desagradables.

Entonces, la importancia de tener una buena iluminación es para contribuir a la comodidad personal y reducir el cansancio; esto conduce a una eficiencia personal en todas las actividades y fomenta la seguridad para impedir accidentes provocados a menudo por una visibilidad pobre.

Una buena iluminación permite ver mejor

Mucha gente usa anteojos, lo que indica que no tienen una buena vista. Las personas con vista deteriorada necesitan una mejor iluminación que las con una vista normal. Como en la mayoría de las familias y otros grupos hay por lo menos una persona con mala vista, es lógico que se debe de planear la iluminación en función de aquellos que no tienen una vista perfecta o que está deteriorada, como normalmente ocurre en la gente de edad mayor.

1.4.2 LUMEN Y CANDELA

La cantidad total de luz que produce una luminaria se mide en lumen, por lo que cuando se compra una lámpara, se encontrará el número de lúmenes que produce impreso en el empaque. El grado de iluminación en cualquier punto o superficie se mide en pies/ candela (abreviado pc). Cuando un lumen de luz cae en un área de exactamente un pie cuadrado, se dice que esta área está iluminada a un pie candela. Diez lúmenes que caen sobre un pie cuadrado, producen 10 pc, y así sucesivamente.

Un concepto que se comprende mal con frecuencia es: la iluminación en un pie cuadrado permanece con el mismo valor, independientemente de la distancia donde se encuentre la fuente de luz y el número de lúmenes de luz que caen sobre cada pie cuadrado no cambia. Imaginemos un reflector que es tan perfecto que condensa toda la luz que produce una lámpara que genera 100 lúmenes en un rayo estrecho, de tal modo que ilumina exactamente

a un pie cuadrado de superficie sobre una hoja de papel a 10 pies de la lámpara. La iluminación sobre el punto en cuestión será entonces 100 pc. Ahora si se mueve la hoja de papel a un punto a 20 pies de distancia, el rayo iluminará un punto con una superficie de 4 pies y la iluminación será solo 25 pc. Sin embargo, si se sustituye el reflector por uno diferente que produce un rayo mucho más estrecho así que a la nueva distancia de 20 pies los 100 lúmenes iluminarán de nuevo un punto de solo un pie cuadrado de superficie, la iluminación en este punto será de 100 pc de nuevo. Mientras toda la luz producida por una fuente que entrega 1 lumen cae sobre una superficie de un pie cuadrado, esta superficie está iluminada a 1 pc independientemente de la distancia. En la práctica es imposible concentrar la luz a este grado, porque los reflectores no son perfectos; absorben algo de luz y dejan difundir algo de luz en varias direcciones. Sin embargo, como punto de partida, se puede considerar como correcta esta relación. Es una regla de mayor importancia y debe recordarse este hecho básico; 1 lumen de luz sobre una superficie de un pie cuadrado produce 1 pc.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen /m}^2$$

Para ilustrar la utilidad de esta regla, suponga que una superficie de 12x12 pies cuadrados se quiere iluminar a 15 pc. Como la superficie total es de 144 pies cuadrados, se requerirán 144 lúmenes para proporcionar 1 pc. Para 15 pc se necesitarán $144 \times 15 = 2160$ lúmenes.

Los lúmenes aproximados que producen las lámparas incandescentes de uso general son los que aparecen en la tabla 1.2.

Watts	Lúmenes	Watts	Lúmenes
15	125	150	2880
25	235	200	4010
40	455	300	6360
60	870	500	10850
75	1190	750	17040
100	1750	1000	23740

Tabla 1.2 Conversión de Watt a lumen

1.4.3 ILUMINACIÓN DIRECTA E INDIRECTA

Cuando la luz en un cuarto proviene de luminarias que dirigen toda su luz en el área que se desea iluminar, con nada de luz reflejada por los plafones o paredes; el método se llama iluminación directa. Cuando la luz proviene de accesorios que proyectan toda la luz sobre el plafón y que la refleja sobre las áreas que se deben iluminar, el método se llama iluminación indirecta.

Un ejemplo de iluminación directa es la que producen los faros de un automóvil, cuando es dirigida hacia el piso. Este tipo de iluminación produce un resplandor agudo, sombras marcadas y niveles de luz dispares, por lo que es una iluminación directa muy mala. No

obstante, la iluminación directa puede resultar muy eficaz en las tiendas, particularmente con accesorios remetidos en el plafón para enfocar la iluminación sobre objetos particulares, como es el caso de los mostradores y aparadores. Un ejemplo de iluminación indirecta implicaría de nuevo a una tienda, ahora montada en la pared y con sus rayos dirigidos hacia el plafón del techo para que se reflejen hacia el piso y produzcan puntos muy brillantes y dispares sobre el área; es una iluminación indirecta del peor tipo. La iluminación indirecta puede hacerse eficiente por medio de accesorios correctamente diseñados para que distribuyan la luz en forma adecuada sobre el plafón, que debe ser de un color claro.

La buena iluminación en una casa habitación nunca es completamente directa ni tampoco por completo indirecta, porque la mayor parte de las fuentes luminosas dejan caer algo de luz sobre el plafón y sobre las áreas del piso; que es lo que buscamos en la buena iluminación.

1.4.4 REFLECTANCIA Y SOMBRAS

Reflectancia

Si los plafones y paredes de un cuarto fueran espejos, obviamente un alto porcentaje de la luz que cae sobre el plafón y las paredes se reflejaría hacia el piso. Sin embargo, habría reflejos de la lámpara y el resplandor sería tan malo, si no peor, que el de una lámpara expuesta. Por otra parte, si el plafón fuera negro, la mayor parte de la luz se absorbería y poca se reflejaría, y la iluminación sería ineficiente. En consecuencia, para mejores resultados, los plafones y paredes deben de ser de un color que refleje tanta luz cómo sea posible; al mismo tiempo el acabado debería ser mate o deslustrado más que brillante, para evitar el efecto de espejo de manchas que producen resplandor.

La experiencia ha mostrado que las superficies con colores diferentes, reflejan la luz con grados que varían mucho. El porcentaje de luz que se refleja se llama la reflectancia de la superficie. Las superficies de color blanco, rosa pálido, amarillo pálido o marfil reflejan de 85 a 80%. Los colores crema, ante, gris o azul pálido reflejan de 70 a 50%. Los colores oscuros reflejan todavía menos, de 5 a 2% para el negro. Las maderas con acabados naturales reflejan rara vez más de 50% y a veces tan poco como 5%.

Sombras

Aparte del resplandor molesto que se encuentra a la hora de leer directamente a la luz del sol, el contraste entre la luz brillante y la sombra marcada es molesto y cansado. En la sombra de un árbol el nivel de pies candela es mucho más bajo que la luz directa del sol, pero es más cómodo para leer porque la luz es difusa y las sombras son suaves y no molestan. Dos fuentes de luz, por ejemplo, una lámpara de piso y un accesorio de plafón, son más cómodas para leer. Use lámpara que proporciona luz difusa, luz que proviene de varios puntos, como en la sombra de un árbol.

Iluminación de interiores.

Desde el principio el método para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio ha sido el método IES de cavidad zonal. Este método supone que cada local está constituido por tres diferentes áreas o cavidades, cada una de ellas será tratada en conjunto, ya que tiene un efecto en cada una de las cavidades para producir iluminaciones horizontales a través de un espacio.

Método de cavidad zonal

- a) Descripción: Este sistema, también llamado “método de lumen”, divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:
- 1) Cavidad el techo.
 - 2) Cavidad del local.
 - 3) Cavidad del piso.
- 1) Cavidad del techo. Es el área medida desde el plano de la luminaria al techo. Para luminarias colgantes existirá una cavidad del techo, luminarias colocadas directamente al techo o empotrados en el mismo no existirá cavidad en el techo.
- 2) Cavidad del local. Es el espacio entre el plano del trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior del luminario; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano del trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde el luminario al piso se considera como cavidad del local. En el lenguaje de iluminación la distancia desde el plano de trabajo a la parte inferior del luminario es llamado “altura de montaje de luminario”.
- 3) Cavidad de piso. Se considera desde el piso a la parte superior del plano del trabajo, o bien el nivel, donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cms. (2.5 pies). Para bancos de trabajo en industrias debe considerarse 92 cms. (3 pies) aproximadamente. Si el trabajo o tarea se desarrolla en el piso, no existe cavidad de piso.

En la figura 1.12 se muestran las cavidades del local, techo y piso así como la “altura de montaje de los luminarios” ($h_{tc} + h_{rs}$).

Para nuestros cálculos nos referiremos a las tres cavidades por los símbolos normalmente usados.

h_{cc} = altura de la cavidad del techo.

h_{rc} = altura de cavidad del local.

h_{fc} = altura de cavidad del piso.

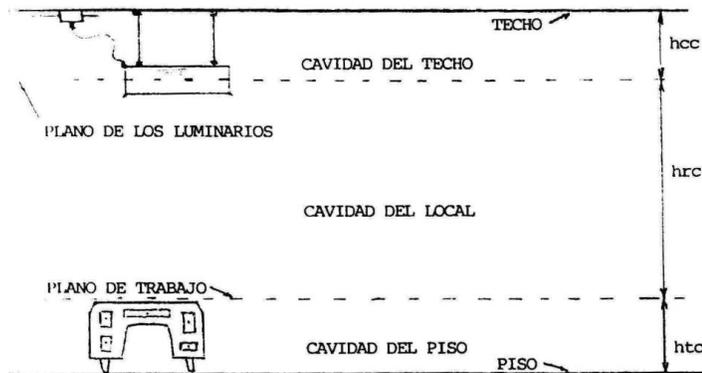


Figura 1.12. Cavidades del local

b) Teoría del método de cavidad zonal.

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

- 1) Dimensión del local.
- 2) Las reflectancias del local referente a:
 - 2.1) Techo.
 - 2.2) Paredes.
 - 2.3) Piso.
- 3) Características de la lámpara.
- 4) Características del luminario.
- 5) Efectos ambientales.
 - 5.1) Polvo y suciedad.
 - 5.2) Temperatura.
- 6) Mantenimiento planeado del sistema de iluminación.

Con el objeto de producir un lux en el plano de trabajo, el sistema de iluminación debe producir un lumen sobre cada metro cuadrado de hecho la definición de lux es:

Un lumen por metro cuadrado, o bien establecido en forma matemáticas.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / \text{m}^2$$

$$\text{Número de luxes} = \frac{\text{Lúmenes incidentes sobre una superficie}}{\text{Área en metros cuadrados}}$$

Por lo tanto, un nivel de iluminación promedio de 1000 luxes sobre un área de 10 m² requerirá de 10,000 lúmenes (desde el sistema de iluminación) que sean dirigidos al plano de trabajo. Conforme la fuente de la luz se encuentra más distante del plano de trabajo, el nivel de iluminación se reducirá en proporción al cuadrado de la distancia. Por ejemplo si un sistema de iluminación produce 10,000 luxes a una distancia de 10 metros, entonces a 20 metros el mismo sistema no producirá la mitad sino una cuarta parte del nivel de iluminación, o sea 2500 luxes, o sea.

$$I = \frac{1}{d^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} \text{ Una cuarta parte del nivel original.}$$

Donde:

I = Nivel de iluminación.

d= distancia del luminario.

Cuatro veces la distancia no producirá 1/4 parte, sino 1/(4)² o un 1/ 16 a nivel de original.

TERMINADO DEL LOCAL.

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

c) Formulas básicas del método de cavidad zonal.

Las formulas básicas para determinar los lúmenes necesarios para producir un nivel de iluminación deseado para un espacio conocido es como sigue:

$$\text{LUXES} = \frac{(\text{No. de luminarios}) \times (\text{lámparas por luminarios}) \times (\text{lúmenes}) \times (\text{lámparas}) \times (\text{C.U}) \times (\text{m.f})}{\text{Área por luminario.}}$$

Donde:

C.U. = Coeficiente de utilización.

m.f. = Factor de conservación o mantenimiento (L.L.D) X (L.D.D.)

L.L.D. = Depreciación de lúmenes de la lámparas.

L.D.D. = Depreciación del luminario.

FACTORES DE DEPRECIACIÓN LUMINOSA.

Obsérvese que la formula requiere del conocimiento de las lámparas, luminario y factores de mantenimiento.

¿Cómo determinar los factores y donde encontrarlos?

a) Factores de lámparas.

1) Valor de lúmenes iniciales.

2) Lúmenes mantenidos o lúmenes medios (promedio) producidos por la lámpara a través de sus horas de la vida (L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámparas).

b) Factor de luminario.

1) Factor de depreciación de luminario (L.D.D. = factor de depreciación de luminario debido al polvo).

2) Coeficiente de utilización (c.u.).

Un coeficiente de utilización de .80 significa que la luz emitida por la lámpara solamente un .80 u 80% se puede utilizar en el plano de trabajo. Esto indica que el coeficiente de utilización depende de otros factores independientes del luminario.

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 el luminario se encuentre

localizado correctamente y que tenga una distribución adecuada en relación a la altura de montaje y espaciamento entre luminarios.

Los fabricantes de luminarios especifican el espaciamento máximo entre luminarios en relación a la altura de montaje. Este factor es conocido como la relación del espaciamento a altura de montaje o S/M.

c) Calculo del sistema de iluminación.

Con objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar la cantidad de luminarias así como su localización en el área, se debe de seguir los siguientes pasos:

- 1) Determinar el tipo de trabajo (tarea visual) que se desarrollara en el local.
Esto servirá para determinar la cantidad de luz que se necesitan, ver la siguiente tabla 1.3 de niveles recomendados de lux en locales.

ALUMBRADO GENERAL DE INTERIORES

(Para proyectores y alumbrado deportivo, ver capítulo 12)

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Auditoriums	
Asambleas	150
Exposiciones	300
Bancos	
Vestibulos:	
General	500
Zonas de trabajo	700
Cajas, registros, claves	1.500
Correos	
Vestibulo, sobre las mesas	300
Clasificación, envío, etc.	1.000
Despachos, terminales y estaciones	
Salas de espera, de descanso y de fumadores	300
Oficina de billetes; general, ventanilla y mostradores	1.000
Facturación de equipajes	500
Andenes y almacenes	200
Lavabos y servicios	300
Edificios municipales: Bomberos y Policía	
Policía:	
Ficheros de identificación	1.500
Celdas y salas de interrogatorios	300
Bomberos:	
Examinatorios	200
Ajuste de coches y sala de recreo	300
Escuelas	
Escritura de textos impresos	300
Escritura de textos a lápiz	700
Escritura de textos en papel de copia	
Buenas	300
Malas	1.000
Salas de dibujo y lugares de trabajo	1.000
Pizarras	1.500
Escritorio	1.500
Galerias de arte	
General	300
Obras pintadas (suplementarias)	300 (1)
Obras escultóricas y otras de relieve	1.000 (2)
Hospitales	
Cuartos de anestesia y preparación	300

(1) Los cuadros oscuros con detalles delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel

(2) En algunos casos es necesario más iluminación para apreciar toda la belleza de la escultura.

NIVELES DE ILUMINACIÓN

	Niveles recomendados: (mínimos en cualquier momento) en LUX
Hospitales (Continuación)	
Autopsia y depósito de cadáveres	1.000
Sala de autopsias	1.000
Mesa de autopsias	10.000
Depósito general	200
Central esterilizadora:	
General	300
Afilado de agujas	1.500
Departamento odontológico:	
General	700
Vitrina de instrumental	1.500
Sillón dental	10.000
Laboratorio, banco	1.000
Sala de recuperación	50
Sala de urgencia:	
General	1.000
Local	20.000
Sala de reconocimiento y tratamiento:	
General	500
Mesa de reconocimiento	1.000
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50
Ojos, nariz, oídos y garganta:	
Sala oscura (variable)	0.100
Sala de reconocimiento de ojos, oídos, nariz y garganta	500
Sala de fracturas:	
General	500
Mesa de operaciones	2.000
Laboratorios:	
General	500
Trabajos delicados	1.000
Bibliotecas	700
Sala de armarios	200
Vestibulos y pasillos (los vestibulos, de día 50)	300
Archivo de protocolos médicos	1.000
Sala de enfermeras:	
General - día	700
General - noche	300
Pupitres y diagramas	500
Despachos de medicinas	1.000
Habitaciones de trabajo de las enfermeras	300
Casas-cunas:	
General	300
Mesa de reconocimiento	1.000
Pediatria y sala de juegos	300
Obstetricia:	
Salas de esterilización	300
Salas de consultas	200

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX		Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Aviones. Fabrica (Continuación)		Conservas (Fábricas de) (Continuación)	
Montaje final e inspección	1.000	Aceitunas	1.500
Reparación de máquinas herramientas	1.000	Corte y selección final	1.000
Azúcar. Refinerías		Enlatado:	
Dosificación	500	Enlatado continuo en cadena	1.000
Inspección del color	2.000	Empaquetado a mano	500
Carbón, volquetes y lavaderos		Aceitunas	1.000
Triturado y lavaderos	100	Examen de envasados	2.000
Selección	3.000	Corte y contección	
Cementos y derivados de la arcilla		Inspección del paño	20.000
Molienda, prensas de filtro, salas de hornos	300	Corte y planchado	3.000
Moldeado, prensado, lavado	300	Cosido	5.000
Color y vidriado, trabajo basto; esmaltado	1.000	Dulces (Fabricación de)	
Color y vidriado, trabajo fino	3.000	Departamento de chocolates:	
Centrales eléctricas y subestaciones interiores		Pelado, aventado, extracción de grasa, triturado y refinado, alimentación	500
Auxiliares, salas de baterías, bombas de alimentación de calderas, cisternas y compresores y cuadros de instrumentos	200	Limpieza y selección del grano, inmersión, empaquetado, envol- tura	500
Plataforma de calderas, plantas de cables y zonas de circulación o de bombas	100	Molienda	1.000
Plataforma de quemadores	200	Fabricación de la crema, mezcla, cocido y moldeado	500
Condensadores; desgasificadores, evaporadores y calentadores	100	Gotas de goma y formas gelatinosas	500
Salas de control:		Decorado a mano	1.000
Paneles de cuatros de distribución:		Departamento de caramelos:	
Tipo A.-Salas de control centralizado a un nivel de 1,70 metros sobre el suelo	500	Mezcla, cocción, moldes	500
Tipo B.-Control normal a 1,70 metros sobre el suelo	300	Corte y selección	1.000
Secciones de doble frente de espaldas al operador	300	Fabricación y empaquetado de merengues	1.000
Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500	Electricidad, Fabricación de equipos	
Zonas interiores de los cuadros de doble frente	100	Impregnación	500
Parte trasera de los paneles (vertical)	100	Aislamiento; devanado de bobinas	1.000
Alumbrado de emergencia para todas las áreas	30	Ensayos	1.000
Laboratorio de química	500	Encuadernación de libros	
Casetas de filtros, aparatos de control y fuerza y equipos telefónicos ..	200	Plegado, apilado, encolado, etc.	700
Túneles o galerías, tuberías	100	Cortado, punzado, cosido	700
Zona de turbinas bajo el pavimento	200	Repujado e inspección	2.000
Sala de máquinas	300	Forja - Talleres	
Conservas (Fábrica de)			
Clasificación inicial de materias crudas	500	Fundiciones	
Tomates	1.000	Templado, limpiado, batido	300
Selección de color (salas de corte)	2.000	Moldeo, trabajo medio	500
Preparación:		Moldeo, trabajo fino	1.000
Selección preliminar:		Desbastado y cepillado	1.000
Albaricoques y melocotones	500	Inspección media	1.000
Tomates	1.000	Inspección fina	5.000
		Moldes grandes; relleno y vaciado	500

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Residencias (Continuación)	
Hornillos y superficies de trabajo	500
Lavadoras, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar	500
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas y periódicos	300
Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras simples	300
Partituras completas	700 (5)
Costuras:	
Trabajos ocasionales, telas bastas, puntadas largas, altos contrastes en telas	300
Trabajos ocasionales, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1.000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2.000
Tocadiscos, maquillajes, afeitados: sobre los espejos y rostros	500
Taller, bancos de trabajo	700
Alumbrado general:	
Vestibulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juego	100
Cocina, lavadora, cuartos de baño	300
Restaurantes, cafeterías y bares	
Comedores	
De tipo íntimo	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para limpieza	200
De tipo general	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
De restaurantes	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1.000
Cafés	
Dispositivos de alimentos: dos veces el nivel general, pero no menos de	
Cafeterías	600
Cocinas	
Inspección: verificación, pruebas	700
Cuartos de cocina	500
Industrias	
Equipos	
Alumbrado de día:	
General	2.000

(5) Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones sobre las líneas se necesitan 1.500 lux o más.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Tiendas (Continuación)	
Detalles	
Alumbrado de noche	10.000
Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1.000
Detalle	5.000
Distritos principales de alta competencia:	
General	2.000
Detalles	10.000
Interiores de las tiendas:	
Zonas de circulación	300
Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:	
Servicio normal	1.000
Autoservicio	2.000
Vitrinas y estanterías:	
Servicio normal	2.000
Autoservicio	5.000
Exposición de detalles:	
Servicio normal	5.000
Autoservicio	10.000
Almacenes y bodegas	
Con poca actividad	50
Activos:	
Embalaje basto	100
Embalaje medio	200
Embalaje fino	500
Automóviles (Fábricas de)	
Ajuste del bastidor	500
Cadena de montaje del chasis	1.000
Montaje final e inspección	2.000
Fabricación de la carrocería:	
Partes	700
Acabado e inspección	2.000
Aviación: Hangares: Servicio de reparación únicamente	
	1.000
Aviones: Fábrica	
Naves:	
Producción	1.000
Inspección	2.000
Fabricación de piezas	
Taladrado, remachado, fijación de tornillos	700
Cabinas de pinturas	1.000
Preparación de planchas de aluminio y trabajos de plantillas, conformación y pulido de fuselajes, sección de alas y carcassas de motores	1.000
Montajes secundarios; trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de alas, carcassas y otras unidades grandes	1.000

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Montaje		
Basto de visión fácil	300	
Basto de visión difícil	500	
Medio	1.000	
Ajuste fino	5.000	
Ajuste muy fino	10.000	
Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de)		
Preparación de la materia prima:		
Alambrado, emplastecido y fresado	300	
Preparación de productos; corte, construcción de bordes	500	
Máquinas de hacer tubos	500	
Fábricas de neumáticos:		
Neumáticos macizos	300	
Neumáticos con aire	500	
Departamento de revisiones; revisiones de tubos y neumáticos	700	
Inspección final: tubos, neumáticos	2.000	
Papel. Fabricación - Area general	500	
Papel. Fabricación		
Triturado, molido y prensado	300	
Acabado, corte, igualación y máquinas de hacer papel	500	
Corte a mano, máquinas de humedecer el papel	700	
Rollos de papel, inspecciones y laboratorios	1.000	
Rebobinado	1.500	
Piedras. Triturado y cribado		
Correas transportadoras, espacios para canalizaciones, cámaras de salida en el interior de tolvas	100	
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo las tolvas	100	
Cribas	200	
Piel (Industrias de la)		
Limpieza, curtido y estirado	300	
Cortado, descarnado y relleno	500	
Acabado y cosido	1.000	
Piel (Trabajos de la)		
Prensado, enrollado y satinado	2.000	
Clasificación, corte, acoplamiento y cosido	3.000	
Pinturas. Fabricación		
General	300	
Mezclas de comparación y normales	2.000	
Pintura. Talleres		
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y técnicas de acabado	500	
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1.000	
Pintura. Talleres (Continuación)		
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)		3.000
Plancha metálica. Trabajo		
Prensado, corte, estampado, taladrado, máquinas diversas, trabajo medio de banco		500
Inspección de estañado, galvanizado, trazado		2.000 (6)
Productos lácteos: Industrias de la leche		
Sala de hervido y almacén de botellas		300
Clasificación de botellas		500
Lavado de botellas		(6)
Lavado de bidones y equipos de frío		300
Llenado: inspección		1.000
Indicadores, paneles y termómetros (en la parte vista)		500
Laboratorios		1.000
Pasteurizadores, separadores y refrigeradores		300
Tanques, depósitos:		
Interiores claros		200
Interiores oscuros		1.000
Pulido y bruñido		1.000
Química (Trabajos)		
Desecadores, hornos, alambiques, evaporadores, filtros, blanqueadores		300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores		300
Servicios		
Escaleras, corredores, ascensores		200
Lavabos		300
Soldadura		
Iluminación general		500
Soldadura de arco manual de precisión		10.000
Sombreros (Fábrica de)		
Tinta, enderezado, acordonado, limpieza y refinado		1.000
Conformación, dimensionado, perforado, bordado, acabado y planchado		2.000
Cosido		5.000
Tabacos		
Secado, limpieza general		300
Clasificación y apartado		2.000
Tahonas		
Local de mezcla		500
Estanterías (iluminación vertical)		300

(6) Alumbrado especial con fuentes de suficiente campo para cubrir la superficie a inspeccionar, y de brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX		Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Hospitales (Continuación)		Hoteles (Continuación)	
Salas de partos, general	1.000	Dormitorios:	
Mesa de partos	25.000	General	100
Farmacias:		Tocador	300 (3)
General	500	Lectura y escritura a tinta	300
Mesa de trabajo	1.000	Comedores (ver restaurantes)	
Almacén de productos	300	Vestibulo	300
Habitaciones y salas privadas:		Recepción	500
General	100	Lavandería:	
Lectura	300	Lavabo	300
Locales para pacientes mentales	100	Planchado	500
Trabajos con radioisótopos:		Planchado mecánico	700
Laboratorio radioquímico	300	Lencería y ropa blanca:	
Sala de medidas	200	General	200
Mesa de reconocimiento	500	Costura	1.000
Solariums	200	Vestibulo:	
Almacenes, central:		General	100
General	300	Zonas de lectura y trabajo	300
Oficinas	700	Marquesina:	
Cirugía:		Alrededores oscuros	300
Sala de instrumental y esterilización	300	Alrededores claros	500
Sala de limpieza (instrumentos)	1.000	Museos (ver Galerías de Arte)	
Sala de operaciones, general	1.000	Oficinas	
Mesa de operaciones	25.000	Lectura de textos con mucho contraste y bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencias, salas de visitas, etc.	300
Sala de recuperación	300	Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Terapia:		Trabajo normal de oficina; lecturas de buenas reproducciones; lecturas o transcripciones de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel; archivos de uso continuo; clasificación de correspondencia; índice de asuntos	1.000
Física	200	Contabilidad, intersección, distribución en tablas, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1.500
Aplicada	300	Cartografía, estudios, dibujo detallado	2.000
Lavabos	300	Corredores, ascensores, escaleras y escaleras mecánicas	200 (4)
Sala de servicios	200		
Salas de espera:			
General	200		
Total	300		
Rayos X			
Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	100		
Radioterapia profunda y superficial	100		
Halo de revelado	300		
Archivos películas reveladas	300		
Almacén películas sin revelar	100		
Libros			
Bancos y estanterías (ver Restaurantes)			
Cuartos de libros:			
General	100		
En el espejo	300 (3)		
		Residencias	
		Tareas visuales concretas:	
		Juegos de mesa	300
		Cocinas:	
		Fregaderos	700

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX	Niveles recomendados (mínimos en cualquier momento) en LUX
Fundiciones (Continuación)		
Moldes medianos	1.000	
Cúpula (horno)	200	
Galvanizado	300	
Garages: Automóviles y camiones		
Garages de servicio:		
Reparaciones:	1.000	
Zonas de tráfico activo	200	
Garages de aparcamiento:		
Entrada	500	
Pistas y rampas	100	
Aparcamiento	56	
Goma. Mecanizado de artículos		
Preparación de la materia prima:		
Alambrado, emplastecido y fresado	300	
Preparación del tejido; corte y telares	500	
Moldeado y selección de productos, calibrado	500	
Inspección	2.000	
Guantes (Fábricas de)		
Prensado y corte	3.000	
Máquinas de hacer punto y selección	1.000	
Cosido e inspección	5.000	
Harina. Fábricas		
Molienda, cernido, refinado	500	
Empaquetado	300	
Control de productos	1.000	
Cribas, limpiadoras, ascensores para el personal, pasillo, control de recipientes	300	
Hierro y acero (Industria del)		
Solera:		
Piso de carga	200	
Vağonetas de colada:		
Pozos de escoria	200	
Plataformas de control	300	
Zona superior	300	
Pasarelas elevadas de inspección	100	
Mezcladores	300	
Calcinados y rotura a fondos de cuchara	100	
Trenes de laminación:		
Lingotes, planchas, barras calientes y láminas calientes	300	
Planchas frías, chapas	300	
Tubos, carras, varillas redondas y alambres	500	
Estampado hojalata; estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío	500	
Hierro y acero (Industrias del) (Continuación)		
Salas de máquinas y motores	300	
Inspección:		
Chapa negra, techo, corte de palanquilla	1.000	
Hojalata y otras superficies brillantes	2.000	
Imprentas		
Fundición de tipos:		
Máquinas y moldes de mano, fundición de conjuntos, clasificación	500	
Fabricación de matrices, retificado de tipos	1.000	
Plantas de impresión:		
Inspección de color y valoración	2.000	
Composición a máquina, salas de composición	1.000	
Prensas	700	
Revisión de planchas y lectura de pruebas	1.500	
Electrotipia:		
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación	1.000	
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado	500	
Fotograbado:		
Grabado de aguafuerte, planchas	500	
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado	1.000	
Inspección		
Normal	500	
Difícil	1.000	
Altamente difícil	2.000	
Muy difícil	5.000	
De la máxima dificultad	10.000	
Lavanderías		
Lavado	300	
Planchado, pesaje, clasificación y marcado	500	
Acabado a máquina y con plancha, clasificación	700	
Planchado fino a mano	1.000	
Madera		
Aserrados bastos y de banco	300	
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medicos de banco y máquina, encolado, barnizado y tonelería	500	
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino, acabado	1.000	
Manipulación de materiales		
Embalaje, empaquetado y etiquetado	500	
Clasificación y distribución	300	
Carga y colocación en camiones	200	
Arreglo de camiones y vehículos de transporte	100	

Tabla 1.3 Niveles recomendados de lux en locales.

- 2) Determinar la fuente luminosa que se deberá usarse.
- 3) Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área para determinar los efectos de polvo suciedad, etc.
- 4) Determinar las condiciones del local, valores de reflectancia de reflectancia, localización del plano de trabajo y características operacionales, tales como:
Horas diarias de trabajo y periodo en años que será usado.
- 5) Seleccionar el luminario que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar el tipo de luminario son:
 - a) Altura de montaje.
 - b) Tipo de lámpara o fuente luminosa seleccionada.
 - c) Características de depreciación del luminario.
 - d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.
 - e) Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas).
 - f) Costo, tamaño y peso.
 - g) Aspecto estético.
- 6) Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se dividen en dos categorías:
 - a) No recuperables.
 - b) Recuperables.

Los factores que se consideran no recuperables son:

La temperatura ambiente, la cual puede afectar el comportamiento del luminario; voltaje de alimentación, características de balastro y características de las superficies del luminario (el material actual cambia sus características a través de sus horas vida).

Los factores recuperables son:

La depreciación de la producción; de la luz de la lámpara, las lámparas fuera de operación, depreciación de la luminaria debido al polvo, depreciación de la reflectancia de la superficie del local debido al polvo.

Multiplicando todos los factores de pérdidas se obtiene un factor de pérdida neta o total. Con el fin de simplificar los cálculos, se usa en el siguiente ejemplo únicamente los dos factores que afectan en mayor proporción la pérdida de luz, a saber:

L.L.D. = Depreciación de lúmenes de lámpara.

L.D.D. = Depreciación de luminario debido al polvo.

Multiplicando estos dos factores obtenemos el factor de mantenimiento (m.f.).

7) Cálculo de las relaciones de cavidad.

- a) Cavidad del local.
- b) Cavidad del techo.
- c) Cavidad de piso.

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es.

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{5 \times \text{altura} \times (\text{Largo} + \text{ancho})}{\text{Largo} \times \text{ancho}}$$

Donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo según sea el caso.

- 8) Determinar las reflectantes efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso. Este incluye el efecto de interreflexión de la luz considerando las diferentes superficies del local.

En la tabla 1.4 se indican las reflectancias efectivas.

Si todas las superficies son altamente reflectivas, o si los luminarios se encuentran localizados directamente en el techo, no será necesario efectuar este cálculo. En este caso se puede usar el valor actual de las reflectancias de las superficies (estimadas o medidas), para determinar el coeficiente de utilización.

Reflectancia base de piso o techo de 90%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	89	88	87	87	86	85	83	82	80	79	77	75	73	68	65
80	88	87	86	85	83	80	77	75	72	70	69	59	61	55	51
70	88	86	84	82	80	76	72	68	64	61	58	53	49	42	36
50	86	84	80	77	75	68	62	57	52	48	44	38	34	27	22
30	85	81	77	73	69	61	53	47	42	37	33	28	24	18	15
10	84	79	74	69	64	55	47	40	34	31	25	20	16	12	09
0	82	76	73	67	62	51	43	36	30	26	22	16	11	06	04

Reflectancia base de piso o techo de 80%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	79	79	78	78	77	75	74	73	72	71	70	68	66	62	59
80	78	77	76	75	74	72	69	67	65	63	61	58	55	50	46
70	78	76	75	73	72	68	64	61	58	55	53	48	44	38	33
50	77	74	71	69	67	61	56	51	47	43	40	35	31	25	21
30	76	72	68	65	62	54	48	42	37	33	30	25	22	17	14
10	74	70	65	61	57	49	41	35	30	26	22	18	15	11	08
0	72	68	57	57	55	46	38	32	27	24	20	14	10	05	03

Tabla 1.4 Reflectancias efectivas de cavidad.

Reflectancia base de piso o techo de 70%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	70	69	69	68	68	67	66	65	64	63	63	61	60	57	55
80	69	68	67	66	65	62	60	60	58	57	55	52	51	46	43
70	68	67	65	64	62	59	56	54	52	50	48	44	41	35	31
50	67	65	63	60	58	54	49	45	42	38	26	31	28	23	19
30	66	63	59	56	53	46	40	36	32	29	26	22	19	15	12
10	65	61	57	53	50	42	36	31	27	23	20	16	13	10	08
0	64	58	54	50	47	40	33	29	24	21	17	12	09	05	03
Reflectancia base de piso o techo de 60%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	60	60	60	59	59	59	58	58	57	57	57	56	55	53	51
80	59	59	58	57	57	55	54	53	52	50	49	48	45	42	39
70	59	59	57	56	55	52	50	47	46	44	42	40	37	33	29
50	58	57	55	54	51	46	43	39	37	35	32	28	25	22	18
30	56	54	51	48	45	40	35	30	28	25	23	20	17	14	11
10	55	52	50	46	43	37	31	25	23	20	18	14	11	08	07
0	53	50	46	43	41	34	29	23	20	17	14	11	07	04	02

Tabla 1.4 Reflectancias efectivas de cavidad.

Reflectancia base de piso o techo de 50%														
Ref pared %	Relación de cavidad													
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0
90	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	49	47
80	50	49	48	48	48	47	46	46	45	44	44	42	42	37
70	49	48	47	47	46	45	43	41	40	39	38	35	34	27
50	48	47	45	44	43	40	37	35	32	30	28	25	23	17
30	47	45	43	40	38	34	30	27	24	22	20	17	15	10
10	46	44	41	38	36	31	26	22	19	17	15	12	10	06
0	44	42	38	36	34	26	24	21	17	15	12	09	06	02

Reflectancia base de piso o-techo de 40%														
Ref pared %	Relación de cavidad													
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0
90	40	41	41	41	42	42	42	43	43	44	44	45	44	43
80	40	40	40	40	30	39	39	39	39	39	38	38	37	34
70	39	39	39	38	38	37	36	35	35	34	33	31	30	25
50	39	38	37	36	34	32	31	29	27	26	25	22	20	15
30	38	36	34	33	32	28	25	23	21	20	18	15	13	08
10	36	34	32	31	29	24	21	18	16	14	12	10	08	05
0	36	34	31	29	27	22	19	12	13	12	10	07	05	02

Tabla 1.4 Reflectancias efectivas de cavidad.

Reflectancia base de piso o techo de 30%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	31	31	32	32	33	34	35	36	37	38	38	39	39	40	40
80	31	31	31	31	32	33	33	32	33	33	33	33	33	33	32
70	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	28	28	27	26	24
50	29	29	28	28	27	25	24	24	22	21	21	19	18	16	14
30	29	28	26	25	24	22	20	18	17	15	14	13	11	09	08
10	28	26	25	23	22	18	16	14	12	10	09	08	06	04	03
0	27	25	23	22	20	17	14	12	10	09	07	05	04	02	01

Reflectancia base de piso o techo de 20%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	21	22	23	24	25	26	28	29	30	32	33	35	36	37	37
80	20	21	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	30	29
70	20	20	21	21	22	22	23	23	23	23	23	24	24	23	22
50	20	20	19	19	19	18	18	18	17	17	17	16	16	15	13
30	19	19	18	18	17	16	15	14	13	12	11	10	10	08	07
10	19	18	17	16	15	13	11	10	09	08	07	06	05	03	03
0	17	16	15	14	13	11	09	08	07	05	07	04	02	01	01

Tabla 1.4 Reflectancias efectivas de cavidad.

Reflectancia base de piso o techo de 10%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	11	12	13	15	16	18	20	22	24	26	27	30	31	33	34
80	11	11	13	14	14	16	18	20	21	22	23	25	26	27	28
70	11	11	12	13	13	15	16	17	18	19	20	20	21	21	21
50	10	11	11	11	12	12	13	13	13	13	14	14	14	13	12
30	10	10	10	10	10	10	09	09	09	09	09	08	08	07	07
10	09	09	08	08	08	07	06	05	05	05	04	04	03	03	02
0	09	08	08	07	07	06	05	04	03	03	02	02	01	01	01

Reflectancia base de piso o techo de 0%															
Ref pared %	Relación de cavidad														
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
90	02	04	05	07	08	11	14	16	18	20	22	25	27	30	31
80	02	03	05	06	07	10	12	14	16	17	18	21	23	25	25
70	02	03	04	05	06	08	10	12	13	15	15	17	18	20	20
50	01	02	03	04	04	06	07	08	09	10	10	11	12	12	12
30	01	01	02	02	02	03	04	05	05	05	05	06	06	06	06
10	00	00	01	01	01	01	01	02	02	02	02	02	02	02	02
0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Tabla 1.4 Reflectancias efectivas de cavidad.

9) Determinar el coeficiente de utilización (c.u.).

El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante del luminario que se usara.

Se notara que con el objeto de seleccionar el valor apropiado del c.u de esas tablas, se deberán conocer primeramente las reflectancias efectivas de techo, pared y piso. La mayoría de las tablas 1.5 muestran solamente un valor como reflectancia de piso. Este valor es 20% y es considerado como un valor normal. En caso de que el valor de reflectancia sea mayor o menor del 20% se debe corregir de acuerdo con los datos disponibles en la tabla 1.6

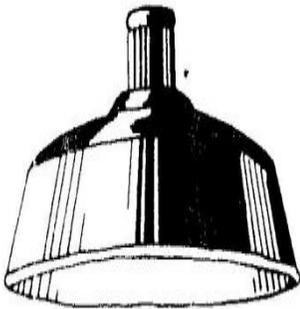
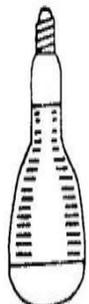
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo		80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
Categoría III  Reflector de cúpula ventilado	h = 1.3	RCL*											
	1	0.85	0.82	0.79	0.79	0.77	0.75	0.73	0.72	0.71	0.69		
	2	0.74	0.69	0.65	0.70	0.66	0.62	0.65	0.62	0.59	0.58		
	3	0.65	0.60	0.54	0.62	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.49		
	4	0.58	0.51	0.46	0.55	0.49	0.45	0.51	0.47	0.44	0.42		
	5	0.50	0.44	0.38	0.47	0.42	0.37	0.45	0.40	0.36	0.35		
	6	0.44	0.38	0.33	0.43	0.36	0.32	0.40	0.35	0.32	0.30		
	7	0.40	0.33	0.28	0.38	0.33	0.28	0.36	0.32	0.27	0.26		
	8	0.36	0.29	0.24	0.34	0.28	0.24	0.32	0.27	0.23	0.22		
	9	0.33	0.25	0.20	0.31	0.25	0.20	0.29	0.24	0.20	0.18		
10	0.29	0.22	0.18	0.28	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.17			
Categoría I  Lámpara reflectora de filamento R-52. Haz ancho, 500 y 750 W.	h = 1.5	1	1.08	1.05	1.02	1.01	0.99	0.97	0.94	0.93	0.91	0.89	
	2	0.98	0.93	0.89	0.93	0.89	0.86	0.88	0.85	0.82	0.80		
	3	0.89	0.83	0.78	0.85	0.80	0.76	0.80	0.76	0.73	0.71		
	4	0.81	0.74	0.68	0.77	0.72	0.67	0.73	0.69	0.65	0.64		
	5	0.73	0.66	0.60	0.70	0.64	0.59	0.56	0.62	0.58	0.56		
	6	0.67	0.59	0.53	0.64	0.58	0.52	0.61	0.56	0.52	0.50		
	7	0.60	0.52	0.47	0.58	0.51	0.46	0.55	0.50	0.46	0.45		
	8	0.54	0.46	0.40	0.52	0.45	0.40	0.49	0.44	0.40	0.38		
	9	0.48	0.40	0.35	0.46	0.39	0.35	0.44	0.38	0.34	0.33		
	10	0.43	0.36	0.30	0.42	0.35	0.30	0.40	0.34	0.30	0.28		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

Tomado de Manual de Alumbrado Westinghouse 1985

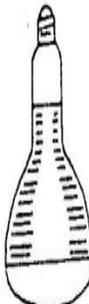
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo		80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
Categoría I  Lámpara reflector de filamento R-57. Haz estrecho, 500 y 750 W.	h = 1.6	RCL*											
	1	1.10	1.08	1.05	1.04	1.02	1.00	0.97	0.96	0.95	0.93		
	2	1.02	0.98	0.94	0.97	0.94	0.91	0.91	0.89	0.88	0.86		
	3	0.95	0.90	0.85	0.91	0.87	0.83	0.86	0.83	0.81	0.79		
	4	0.88	0.82	0.78	0.85	0.80	0.76	0.81	0.77	0.75	0.73		
	5	0.82	0.76	0.71	0.79	0.74	0.70	0.76	0.72	0.69	0.67		
	6	0.77	0.70	0.66	0.74	0.69	0.65	0.72	0.68	0.64	0.63		
	7	0.71	0.65	0.61	0.69	0.64	0.60	0.67	0.63	0.60	0.58		
	8	0.66	0.60	0.56	0.65	0.59	0.55	0.63	0.58	0.55	0.54		
	9	0.62	0.55	0.51	0.60	0.55	0.51	0.59	0.54	0.50	0.49		
10	0.58	0.51	0.47	0.56	0.51	0.47	0.55	0.50	0.46	0.45			
Categoría III  Ventilada de porcelana esmaltada, bajas alturas. Lámpara de vapor revestida de fósforo 400 W.	h = 1.2	1	0.81	0.78	0.76	0.76	0.74	0.72	0.71	0.69	0.68	0.67	
	2	0.73	0.69	0.65	0.69	0.66	0.63	0.64	0.62	0.60	0.59		
	3	0.65	0.60	0.56	0.62	0.58	0.55	0.58	0.55	0.53	0.51		
	4	0.59	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.53	0.50	0.47	0.45		
	5	0.53	0.47	0.43	0.51	0.46	0.42	0.48	0.44	0.41	0.40		
	6	0.48	0.42	0.38	0.46	0.41	0.37	0.44	0.40	0.37	0.35		
	7	0.39	0.33	0.29	0.41	0.36	0.32	0.39	0.36	0.32	0.31		
	8	0.36	0.30	0.26	0.38	0.32	0.28	0.36	0.32	0.28	0.27		
	9	0.32	0.27	0.23	0.34	0.29	0.25	0.33	0.28	0.25	0.24		
	10				0.31	0.29	0.23	0.30	0.25	0.22	0.21		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

Tomado de Manual de Alumbrado Westinghouse 1965

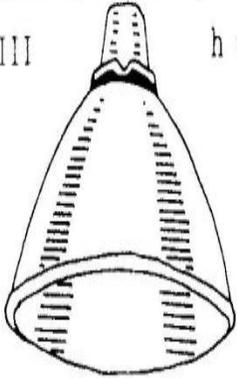
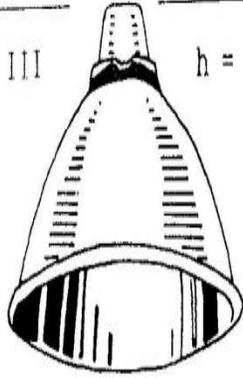
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo		80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
Categoría III  h = .7 Ventilada de aluminio 450 mm, para grandes alturas. Haz concentrado. Lámpara clara de vapor de 400 W.	RCL*												
	1	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.82	0.76	0.75	0.74	0.72		
	2	0.86	0.82	0.79	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70	0.69	0.67		
	3	0.79	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68	0.68	0.65	0.64	0.62		
	4	0.74	0.69	0.65	0.69	0.65	0.62	0.64	0.61	0.59	0.57		
	5	0.68	0.63	0.59	0.64	0.60	0.57	0.60	0.57	0.54	0.53		
	6	0.63	0.58	0.54	0.60	0.56	0.52	0.56	0.53	0.50	0.49		
	7	0.59	0.53	0.49	0.56	0.51	0.48	0.52	0.49	0.46	0.45		
	8	0.55	0.49	0.45	0.52	0.47	0.44	0.49	0.45	0.43	0.41		
	9	0.50	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40	0.45	0.42	0.39	0.38		
10	0.47	0.41	0.38	0.45	0.40	0.37	0.42	0.38	0.35	0.35			
Categoría III  h = 1.2 Ventilada de aluminio 450 mm, grandes alturas. Haz medio. Lámpara de vapor revestida de 400 W.	1	0.88	0.86	0.84	0.80	0.79	0.77	0.71	0.70	0.69	0.67		
	2	0.81	0.86	0.84	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.64	0.62		
	3	0.74	0.77	0.74	0.69	0.65	0.62	0.62	0.60	0.58	0.56		
	4	0.68	0.63	0.59	0.64	0.60	0.57	0.58	0.55	0.53	0.51		
	5	0.63	0.57	0.53	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51	0.49	0.47		
	6	0.58	0.52	0.48	0.54	0.50	0.46	0.50	0.47	0.44	0.43		
	7	0.53	0.47	0.43	0.50	0.45	0.42	0.46	0.43	0.40	0.39		
	8	0.48	0.43	0.39	0.46	0.41	0.38	0.42	0.39	0.36	0.35		
	9	0.44	0.39	0.35	0.42	0.37	0.34	0.39	0.35	0.33	0.31		
	10	0.41	0.35	0.31	0.39	0.34	0.30	0.36	0.32	0.30	0.28		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización

Separación no superior a:
"h" por altura de montaje.

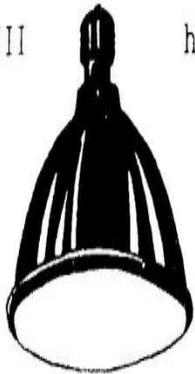
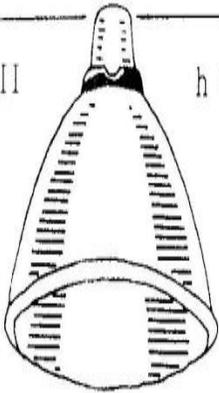
		Techo			80%			50%			10%			0%		
		Pared			50%			30%			10%			0%		
Categoría III  h = 1.3 Ventilada de porcelana esmaltada, 675 mm. Lámpara de vapor revestida de fósforo, 1000 W.	RCL*															
	1	0.86	0.83	0.80	0.78	0.76	0.73	0.68	0.67	0.65	0.63					
	2	0.77	0.72	0.68	0.70	0.66	0.63	0.61	0.59	0.57	0.55					
	3	0.68	0.62	0.57	0.62	0.58	0.54	0.55	0.52	0.49	0.47					
	4	0.61	0.55	0.49	0.56	0.51	0.47	0.50	0.46	0.43	0.41					
	5	0.55	0.48	0.42	0.50	0.45	0.41	0.45	0.41	0.38	0.36					
	6	0.49	0.42	0.37	0.45	0.39	0.35	0.40	0.36	0.33	0.31					
	7	0.43	0.36	0.31	0.40	0.34	0.30	0.36	0.31	0.28	0.26					
	8	0.39	0.32	0.28	0.36	0.30	0.26	0.32	0.28	0.25	0.23					
	9	0.35	0.28	0.24	0.33	0.27	0.23	0.29	0.25	0.22	0.20					
10	0.32	0.25	0.21	0.29	0.24	0.20	0.26	0.22	0.19	0.17						
Categoría III  h = 1 Ventilada de aluminio 675 mm, grandes alturas. Haz medio. Lámpara de vapor revestida de fósforo, 1000 W.	1	0.91	0.88	0.86	0.84	0.82	0.80	0.75	0.74	0.73	0.71					
	2	0.83	0.78	0.75	0.77	0.73	0.71	0.70	0.67	0.66	0.64					
	3	0.75	0.69	0.65	0.70	0.65	0.62	0.64	0.61	0.58	0.56					
	4	0.68	0.62	0.57	0.63	0.58	0.55	0.58	0.55	0.52	0.50					
	5	0.61	0.55	0.50	0.57	0.52	0.48	0.53	0.49	0.46	0.44					
	6	0.55	0.49	0.44	0.52	0.47	0.43	0.48	0.44	0.41	0.39					
	7	0.50	0.43	0.38	0.47	0.41	0.37	0.43	0.39	0.36	0.34					
	8	0.45	0.39	0.34	0.43	0.37	0.33	0.39	0.35	0.32	0.30					
	9	0.41	0.34	0.30	0.39	0.33	0.29	0.36	0.32	0.28	0.27					
	10	0.37	0.31	0.27	0.35	0.30	0.26	0.33	0.28	0.25	0.24					

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

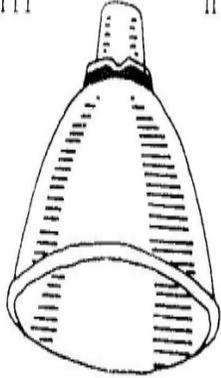
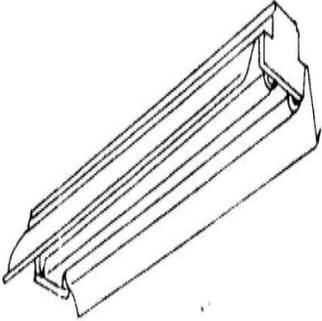
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo		80%			50%			10%			0%
		Pared		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría III  h = 1.3 Ventilada de aluminio 675 mm, grandes alturas. Lámpara de vapor revestida de fósforo, 1000 W.	RCL*												
	1	0.90	0.88	0.86	0.81	0.80	0.78	0.71	0.70	0.70	0.70	0.67	
	2	0.83	0.79	0.76	0.76	0.73	0.71	0.67	0.66	0.64	0.64	0.62	
	3	0.70	0.72	0.68	0.70	0.67	0.64	0.63	0.61	0.59	0.59	0.57	
	4	0.71	0.66	0.62	0.66	0.62	0.59	0.59	0.57	0.55	0.55	0.53	
	5	0.65	0.60	0.56	0.61	0.57	0.53	0.55	0.52	0.50	0.50	0.48	
	6	0.60	0.55	0.50	0.56	0.52	0.48	0.52	0.48	0.46	0.46	0.44	
	7	0.55	0.50	0.46	0.52	0.47	0.44	0.48	0.44	0.42	0.42	0.40	
	8	0.51	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40	0.44	0.41	0.38	0.38	0.37	
	9	0.47	0.41	0.38	0.44	0.40	0.37	0.41	0.38	0.35	0.35	0.34	
	10	0.44	0.38	0.34	0.41	0.37	0.33	0.38	0.35	0.32	0.32	0.31	
Categoría III  h = 1.3 2 lámparas T-2. Cualquier carga. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	1	0.88	0.84	0.81	0.79	0.77	0.74	0.69	0.68	0.66	0.64		
	2	0.77	0.71	0.66	0.70	0.65	0.62	0.61	0.59	0.56	0.54		
	3	0.68	0.61	0.56	0.61	0.56	0.52	0.54	0.51	0.48	0.46		
	4	0.60	0.52	0.47	0.54	0.49	0.44	0.48	0.44	0.41	0.39		
	5	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.37	0.43	0.38	0.35	0.33		
	6	0.47	0.39	0.34	0.43	0.37	0.32	0.38	0.34	0.30	0.28		
	7	0.42	0.34	0.29	0.38	0.32	0.28	0.34	0.30	0.26	0.24		
	8	0.37	0.30	0.25	0.34	0.28	0.24	0.31	0.26	0.22	0.21		
	9	0.33	0.26	0.21	0.31	0.25	0.21	0.28	0.23	0.19	0.18		
	10	0.30	0.23	0.19	0.28	0.22	0.18	0.25	0.20	0.17	0.15		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización

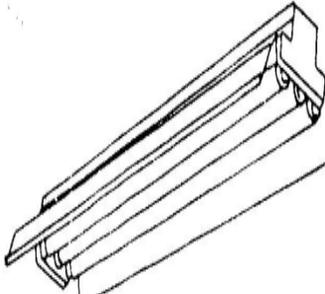
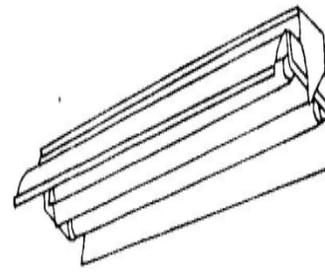
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo		80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
Categoría II  2 lámparas T-12. Cualquier carga. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	h = 1.3	RCL*											
		1	0.88	0.85	0.81	0.77	0.75	0.73	0.65	0.64	0.62	0.59	
		2	0.77	0.71	0.67	0.68	0.64	0.60	0.57	0.55	0.53	0.50	
		3	0.68	0.61	0.56	0.60	0.55	0.51	0.51	0.48	0.45	0.42	
		4	0.60	0.53	0.47	0.53	0.48	0.43	0.45	0.42	0.38	0.36	
		5	0.53	0.45	0.40	0.47	0.41	0.36	0.40	0.36	0.33	0.30	
		6	0.47	0.39	0.34	0.42	0.36	0.31	0.36	0.31	0.28	0.26	
		7	0.42	0.34	0.29	0.38	0.31	0.27	0.32	0.28	0.24	0.22	
		8	0.38	0.30	0.25	0.34	0.28	0.23	0.29	0.24	0.21	0.19	
		9	0.34	0.26	0.22	0.30	0.24	0.20	0.26	0.21	0.18	0.16	
10	0.31	0.24	0.19	0.26	0.22	0.18	0.24	0.19	0.16	0.14			
Categoría II  2 lámparas T-2. Cualquier carga. Protección central. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	h = 1.3	1	0.84	0.81	0.78	0.74	0.72	0.70	0.61	0.60	0.59	0.56	
		2	0.75	0.70	0.65	0.66	0.62	0.59	0.55	0.53	0.51	0.48	
		3	0.66	0.60	0.56	0.59	0.54	0.51	0.49	0.47	0.44	0.42	
		4	0.59	0.52	0.47	0.52	0.47	0.43	0.44	0.41	0.38	0.36	
		5	0.52	0.45	0.40	0.46	0.41	0.37	0.39	0.36	0.33	0.31	
		6	0.47	0.40	0.35	0.42	0.36	0.32	0.36	0.32	0.29	0.27	
		7	0.42	0.35	0.30	0.37	0.32	0.28	0.32	0.28	0.25	0.23	
		8	0.38	0.31	0.26	0.34	0.28	0.24	0.29	0.25	0.22	0.20	
		9	0.34	0.27	0.22	0.30	0.25	0.21	0.26	0.22	0.19	0.17	
		10	0.31	0.24	0.20	0.27	0.22	0.18	0.23	0.19	0.17	0.15	

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

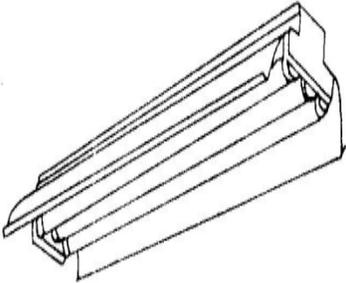
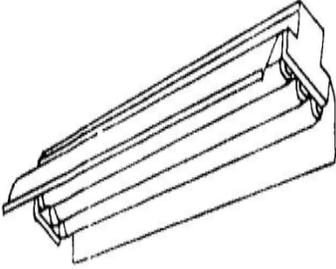
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría III  Lámparas T-12. 430 ó 800 mA. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	h = 1.3	RCL*										
	1	0.86	0.83	0.80	0.78	0.76	0.73	0.69	0.67	0.66	0.64	
	2	0.75	0.70	0.66	0.69	0.65	0.61	0.61	0.58	0.56	0.54	
	3	0.67	0.60	0.55	0.61	0.56	0.52	0.54	0.51	0.48	0.46	
	4	0.39	0.52	0.47	0.54	0.49	0.44	0.48	0.45	0.41	0.39	
	5	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.38	0.43	0.39	0.35	0.33	
	6	0.46	0.39	0.34	0.43	0.37	0.32	0.38	0.34	0.30	0.28	
	7	0.41	0.34	0.29	0.38	0.32	0.28	0.34	0.30	0.26	0.25	
	8	0.37	0.30	0.25	0.34	0.28	0.24	0.31	0.26	0.23	0.21	
	9	0.33	0.26	0.22	0.31	0.25	0.21	0.28	0.23	0.20	0.18	
10	0.30	0.23	0.19	0.28	0.22	0.18	0.25	0.21	0.17	0.16		
Categoría II  3 lámparas T-12. 430 ó 800 mA. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	h = 1.3											
	1	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.71	0.64	0.63	0.62	0.59	
	2	0.75	0.70	0.65	0.67	0.63	0.59	0.57	0.55	0.52	0.50	
	3	0.66	0.60	0.55	0.59	0.54	0.50	0.51	0.48	0.45	0.42	
	4	0.59	0.52	0.46	0.52	0.47	0.43	0.45	0.41	0.38	0.36	
	5	0.51	0.44	0.39	0.46	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.30	
	6	0.46	0.39	0.33	0.41	0.35	0.31	0.36	0.31	0.28	0.26	
	7	0.41	0.34	0.29	0.37	0.32	0.27	0.32	0.28	0.24	0.23	
	8	0.37	0.30	0.25	0.33	0.27	0.23	0.29	0.24	0.21	0.19	
	9	0.33	0.26	0.21	0.30	0.24	0.20	0.26	0.21	0.18	0.16	
10	0.30	0.23	0.19	0.27	0.21	0.18	0.23	0.19	0.16	0.14		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

Cálculo de iluminación de ambientes interiores

Separación no superior a:
"h" por altura de montaje.

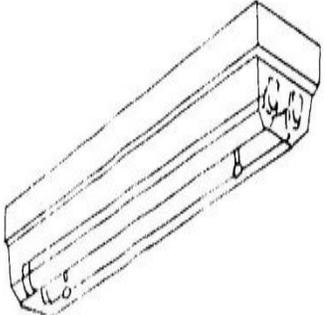
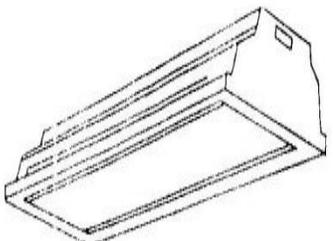
		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V  2 lámparas T-12 430 mA. Para 800 mA. C.U. x 0.96	h = 1.5	RCL*										
		1	0.70	0.66	0.63	0.62	0.59	0.57	0.52	0.51	0.49	0.47
		2	0.60	0.54	0.50	0.53	0.49	0.46	0.45	0.42	0.40	0.37
		3	0.52	0.46	0.41	0.46	0.41	0.38	0.39	0.56	0.33	0.31
		4	0.46	0.39	0.34	0.41	0.36	0.32	0.35	0.31	0.28	0.26
		5	0.40	0.33	0.28	0.36	0.30	0.26	0.31	0.27	0.24	0.22
		6	0.36	0.29	0.24	0.32	0.26	0.22	0.27	0.23	0.20	0.18
		7	0.32	0.25	0.21	0.29	0.23	0.19	0.25	0.21	0.17	0.16
		8	0.29	0.22	0.18	0.26	0.20	0.17	0.22	0.18	0.15	0.13
		9	0.26	0.19	0.15	0.23	0.18	0.14	0.20	0.16	0.13	0.11
10	0.23	0.17	0.13	0.21	0.16	0.12	0.18	0.14	0.11	0.10		
Categoría V  2 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 30 cm ancha. Para lámpara T-10. C.U. x 1.02	h = 1.2	1	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
		2	0.57	0.54	0.51	0.54	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47	0.46
		3	0.51	0.48	0.44	0.49	0.46	0.43	0.46	0.44	0.42	0.41
		4	0.46	0.42	0.39	0.44	0.41	0.38	0.42	0.39	0.37	0.36
		5	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33	0.32
		6	0.38	0.34	0.30	0.37	0.33	0.30	0.35	0.32	0.29	0.28
		7	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.26	0.25
		8	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23	0.22
		9	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20	0.19
		10	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18	0.24	0.20	0.18	0.17

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

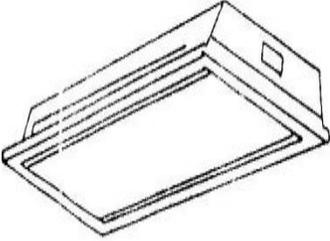
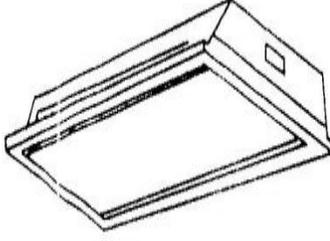
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo			80%			50%			10%			0%		
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
Categoría V  2 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 60 cm ancha. Para lámparas T-10. C.U. x 1.01	h = 1.2	RCL*														
		1	0.73	0.71	0.68	0.69	0.67	0.66	0.64	0.62	0.61	0.60				
		2	0.66	0.62	0.59	0.62	0.59	0.57	0.58	0.56	0.55	0.53				
		3	0.59	0.55	0.51	0.56	0.53	0.50	0.53	0.50	0.48	0.47				
		4	0.53	0.48	0.45	0.51	0.47	0.44	0.48	0.45	0.43	0.41				
		5	0.48	0.43	0.39	0.46	0.42	0.39	0.44	0.40	0.38	0.36				
		6	0.44	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.33	0.32				
		7	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.36	0.32	0.30	0.28				
		8	0.36	0.30	0.26	0.34	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26	0.25				
		9	0.32	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23	0.29	0.25	0.23	0.21				
10	0.29	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.19						
Categoría V  4 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 60 cm ancha. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	h = 1.2	1	0.66	0.64	0.62	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55				
		2	0.60	0.56	0.53	0.56	0.54	0.52	0.53	0.51	0.49	0.48				
		3	0.54	0.50	0.46	0.51	0.48	0.45	0.48	0.46	0.44	0.43				
		4	0.49	0.44	0.41	0.46	0.43	0.40	0.44	0.41	0.39	0.38				
		5	0.44	0.39	0.35	0.42	0.38	0.35	0.40	0.37	0.34	0.33				
		6	0.40	0.35	0.31	0.38	0.34	0.31	0.36	0.33	0.31	0.29				
		7	0.36	0.31	0.28	0.35	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.26				
		8	0.32	0.28	0.24	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.24	0.23				
		9	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.21	0.20				
		10	0.27	0.22	0.19	0.26	0.23	0.19	0.25	0.21	0.18	0.17				

Tabla 1.5 coeficientes de utilización

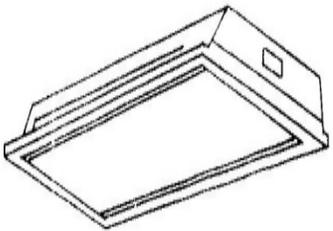
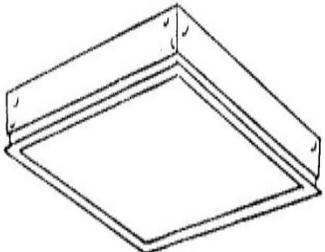
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V  h = 1.2 6 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 1.2 x 1.2 m. Para lámparas T-10. C.U. x 1.05	RCL*											
	1	0.60	0.58	0.56	0.56	0.55	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48
	2	0.54	0.51	0.48	0.51	0.49	0.47	0.48	0.46	0.45	0.44	0.44
	3	0.49	0.45	0.42	0.46	0.43	0.41	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39
	4	0.44	0.40	0.37	0.42	0.39	0.36	0.40	0.37	0.35	0.34	0.34
	5	0.40	0.35	0.32	0.38	0.35	0.32	0.36	0.33	0.31	0.30	0.30
	6	0.36	0.32	0.29	0.35	0.31	0.28	0.33	0.30	0.28	0.27	0.27
	7	0.33	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.30	0.27	0.25	0.24	0.24
	8	0.30	0.25	0.22	0.28	0.25	0.22	0.27	0.24	0.22	0.21	0.21
	9	0.27	0.22	0.19	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19	0.18	0.18
10	0.24	0.20	0.17	0.23	0.20	0.17	0.22	0.19	0.17	0.16	0.16	
Categoría V  h = 1.3 8 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 1.2 x 1.2 m. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	1	0.59	0.57	0.55	0.55	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	
	2	0.53	0.50	0.47	0.50	0.48	0.46	0.47	0.45	0.44	0.43	0.43
	3	0.48	0.44	0.41	0.45	0.42	0.40	0.43	0.40	0.39	0.38	0.38
	4	0.43	0.39	0.36	0.41	0.38	0.35	0.39	0.36	0.34	0.33	0.33
	5	0.39	0.35	0.31	0.37	0.34	0.31	0.35	0.32	0.30	0.29	0.29
	6	0.35	0.31	0.28	0.34	0.30	0.28	0.32	0.29	0.27	0.26	0.26
	7	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25	0.29	0.26	0.24	0.23	0.23
	8	0.29	0.25	0.22	0.28	0.24	0.22	0.27	0.24	0.21	0.20	0.20
	9	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.18	0.18
	10	0.24	0.20	0.17	0.23	0.19	0.17	0.22	0.17	0.16	0.16	0.16

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

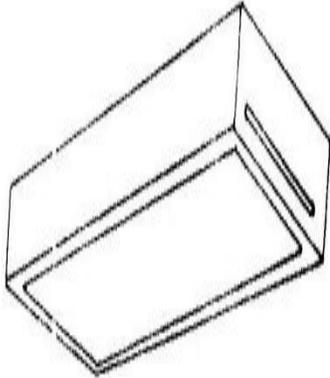
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo			50%			10%			0%
		80%	50%	0%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V h = 1.2  4 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 60 cm ancha. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02	RCL*										
	1	0.56	0.54	0.52	0.52	0.50	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44
	2	0.50	0.47	0.45	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41	0.40	0.39
	3	0.45	0.41	0.38	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37	0.35	0.34
	4	0.41	0.36	0.34	0.38	0.35	0.32	0.35	0.33	0.31	0.30
	5	0.37	0.32	0.29	0.34	0.31	0.28	0.32	0.29	0.27	0.26
	6	0.33	0.29	0.26	0.31	0.28	0.25	0.29	0.27	0.24	0.23
	7	0.30	0.26	0.23	0.29	0.25	0.22	0.27	0.24	0.22	0.20
	8	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.24	0.21	0.19	0.18
	9	0.25	0.20	0.18	0.23	0.20	0.17	0.22	0.19	0.17	0.16
10	0.22	0.18	0.16	0.21	0.18	0.15	0.20	0.17	0.15	0.14	

Tabla 1.5 coeficientes de utilización

Título de manual de Alumbrado Recombinante

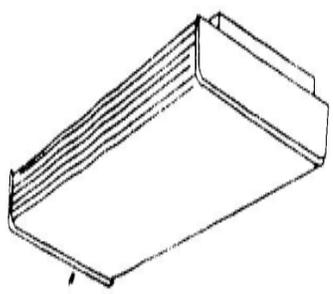
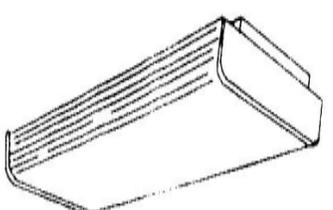
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo			80%			70%			50%		
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
Categoría V  2 lámparas T-12 430 mA. Envoltura prismática 30 cm ancha.	h = 1.2	RCL*											
		1	0.68	0.65	0.63	0.65	0.63	0.61	0.61	0.60	0.58		
		2	0.60	0.56	0.53	0.58	0.55	0.52	0.55	0.52	0.49		
		3	0.54	0.49	0.45	0.52	0.48	0.45	0.50	0.46	0.43		
		4	0.49	0.43	0.40	0.47	0.43	0.39	0.45	0.41	0.38		
		5	0.44	0.38	0.34	0.43	0.38	0.34	0.40	0.36	0.33		
		6	0.40	0.34	0.30	0.39	0.34	0.30	0.37	0.32	0.29		
		7	0.36	0.31	0.27	0.35	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26		
		8	0.32	0.27	0.24	0.32	0.27	0.23	0.30	0.26	0.23		
		9	0.29	0.24	0.21	0.29	0.24	0.20	0.27	0.23	0.20		
10	0.27	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18				
Categoría V  4 lámparas T-12 430 mA. Envoltura prismática 60 cm ancha.	h = 1.2	1	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.60	0.61	0.59	0.57		
		2	0.59	0.55	0.52	0.57	0.54	0.51	0.55	0.52	0.40		
		3	0.53	0.48	0.45	0.52	0.48	0.44	0.49	0.46	0.43		
		4	0.48	0.43	0.39	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38		
		5	0.43	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.33		
		6	0.39	0.34	0.30	0.38	0.34	0.30	0.36	0.32	0.29		
		7	0.35	0.30	0.26	0.34	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26		
		8	0.32	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23		
		9	0.28	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20		
		10	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18	0.25	0.20	0.17		

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

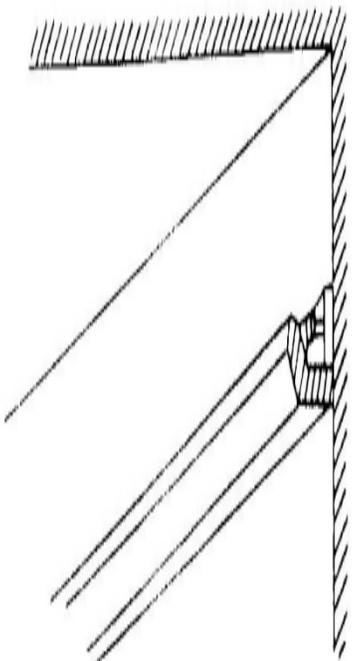
		Techo			70%			50%		
		80%			70%			50%		
		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Pared		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Categoría VI  Moldura sin reflector.	RCL*									
	1	0.42	0.40	0.39	0.36	0.35	0.33	0.25	0.24	0.23
	2	0.37	0.34	0.32	0.32	0.29	0.27	0.22	0.20	0.19
	3	0.32	0.29	0.26	0.28	0.25	0.23	0.19	0.17	0.16
	4	0.29	0.25	0.22	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13
	5	0.25	0.21	0.18	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.11
	6	0.23	0.19	0.16	0.20	0.16	0.14	0.14	0.12	0.10
	7	0.20	0.17	0.14	0.17	0.14	0.12	0.12	0.10	0.09
	8	0.18	0.15	0.12	0.16	0.13	0.10	0.11	0.09	0.08
	9	0.17	0.13	0.10	0.15	0.11	0.09	0.10	0.08	0.07
10	0.15	0.12	0.09	0.15	0.10	0.08	0.09	0.07	0.06	

Tabla 1.5 coeficientes de utilización

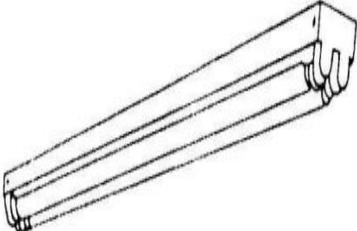
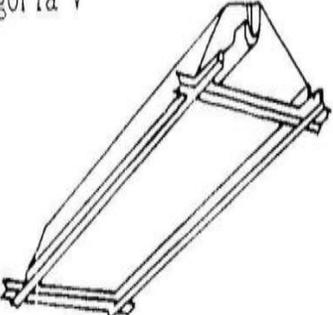
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo	80%			70%			50%		
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Categoría I h = 1.6 	RCL*										
	1	0.83	0.79	0.75	0.79	0.76	0.72	0.73	0.70	0.67	
	2	0.71	0.65	0.60	0.68	0.62	0.57	0.62	0.58	0.54	
	3	0.62	0.55	0.49	0.59	0.53	0.47	0.55	0.49	0.44	
	4	0.55	0.47	0.41	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.37	
	5	0.48	0.40	0.34	0.46	0.38	0.33	0.42	0.36	0.31	
	6	0.43	0.35	0.29	0.41	0.33	0.28	0.38	0.31	0.26	
	7	0.38	0.30	0.25	0.36	0.29	0.24	0.34	0.27	0.23	
	8	0.34	0.26	0.21	0.33	0.25	0.21	0.30	0.24	0.19	
	9	0.30	0.23	0.18	0.30	0.23	0.18	0.27	0.21	0.17	
2 lámparas desnudas cualquier carga	10	0.28	0.21	0.16	0.27	0.20	0.15	0.25	0.19	0.15	
Categoría V h = 1.2 	1	0.64	0.62	0.60	0.63	0.61	0.59	0.60	0.59	0.57	
	2	0.58	0.55	0.52	0.57	0.54	0.51	0.55	0.52	0.50	
	3	0.52	0.48	0.45	0.51	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44	
	4	0.47	0.42	0.39	0.46	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38	
	5	0.42	0.37	0.30	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	
	6	0.38	0.33	0.30	0.38	0.33	0.30	0.37	0.32	0.30	
	7	0.35	0.30	0.26	0.34	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26	
	8	0.31	0.26	0.23	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23	
	9	0.28	0.23	0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	
	1 lámpara cualquier carga. Lente prismática 60 cm ancha y 30 cm alta.	10	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

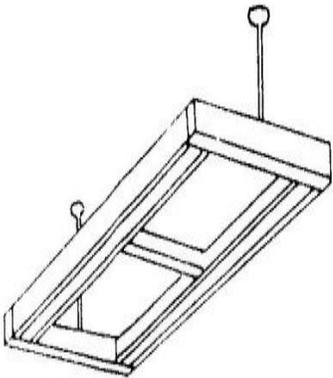
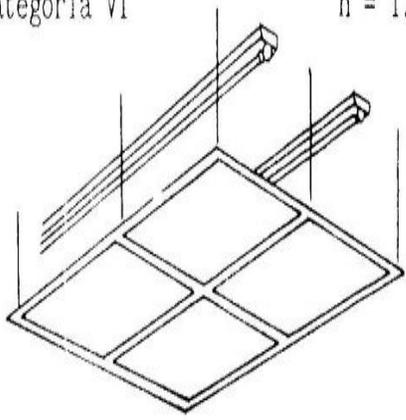
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.		Techo			80%			70%			50%			
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Categoría VI  h = 1.5 2 lámparas cualquier carga. Lados opacos.	RCL*													
	1	0.68	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54	0.42	0.41	0.39				
	2	0.59	0.54	0.51	0.51	0.48	0.44	0.37	0.35	0.32				
	3	0.52	0.46	0.42	0.45	0.40	0.37	0.32	0.29	0.27				
	4	0.46	0.40	0.35	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23				
	5	0.40	0.34	0.30	0.35	0.30	0.26	0.25	0.22	0.20				
	6	0.36	0.30	0.26	0.31	0.27	0.23	0.22	0.20	0.17				
	7	0.32	0.26	0.26	0.28	0.23	0.19	0.20	0.17	0.14				
	8	0.29	0.23	0.19	0.25	0.20	0.17	0.18	0.15	0.13				
	9	0.26	0.20	0.17	0.23	0.18	0.15	0.17	0.13	0.11				
10	0.24	0.18	0.15	0.21	0.16	0.13	0.15	0.12	0.10					
Categoría VI  h = 1.5 a 2 Techo luminoso. Transmisión 50%. Reflectancia de cavidad 80%.	1				0.60	0.58	0.56	0.58	0.56	0.54				
	2				0.53	0.49	0.45	0.51	0.47	0.43				
	3				0.47	0.42	0.37	0.45	0.41	0.36				
	4				0.41	0.36	0.32	0.39	0.35	0.31				
	5				0.37	0.31	0.27	0.35	0.30	0.26				
	6				0.33	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23				
	7				0.29	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20				
	8				0.26	0.21	0.18	0.25	0.20	0.17				
	9				0.23	0.10	0.15	0.23	0.18	0.15				
	10				0.21	0.17	0.13	0.21	0.16	0.13				

Tabla 1.5 coeficientes de utilización.

Tabla 1.6 Factor de corrección del coeficiente de utilización para reflectancias Efectivas de cavidad del suelo diferentes del 20 %

Reflectancia efectiva de la cavidad del techo de 80%										
Ref pared	Relación de cavidad del local									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50%	1.08	1.07	1.05	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02
30%	1.08	1.06	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01
10%	1.07	1.05	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Reflectancia efectiva de la cavidad del techo de 70%										
Ref pared	Relación de cavidad del local									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50%	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02
30%	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01
10%	1.06	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Reflectancia efectiva de la cavidad del techo de 50%										
Ref pared	Relación de cavidad del local									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50%	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
30%	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01
10%	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Reflectancia efectiva de la cavidad del techo de 10%										
Ref pared	Relación de cavidad del local									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50%	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
30%	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
10%	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 1.6 Reflectancia efectiva de la cavidad del suelo.

Nota de la tabla 1.6

- a) Para una reflectancia efectiva del suelo de 30% (o más del 25%) se debe multiplicar el C.U (Coeficiente de utilización) de la luminaria correspondiente que aparece en la tabla 1.4 por el factor indicado en la tabla 1.6, para las correspondientes reflectancias efectivas de la cavidad del techo y la relación de la cavidad del local.
- b) Para una reflectancia efectiva de la cavidad del suelo de 10 % (o menos del 15%) se debe de dividir el C.U (Coeficiente de utilización) de la luminaria correspondiente que aparece en la tabla 1.4 por el factor indicado en la tabla 1.6, para las correspondientes reflectancias efectivas de la cavidad del techo y la relación de la cavidad del local.

10) Cálculo del número de luminarios requeridos:

Con los daros anteriores se debe aplicar la formula siguiente:

$$\text{No. De luminarios} = \frac{(\text{Nivel luminoso en luxes}) \times (\text{área del local})}{(\text{No.de lámparas/luminario}) \times (\text{lúmenes /lámpara}) \times (\text{coeficiente de Utilización}) \times (\text{factor de mantenimiento})}$$

1. 5 Protecciones

1.5.1. INTRODUCCIÓN.

En todas las instalaciones eléctricas, tanto los equipos como los conductores eléctricos tienen un límite de operación, dado principalmente por la naturaleza y tipos de materiales aislantes. Como se sabe, la corriente eléctrica produce las llamadas pérdidas por efecto Joule, las cuales se pueden calcular con el producto RI^2 y que se manifiestan en forma de calor, debido a esto, un conductor eléctrico se calienta por su resistencia y es por esta razón que las normas técnicas para instalaciones eléctricas y el reglamento para obras e instalaciones eléctricas limitan la cantidad de corriente permisible en un conductor a un valor en el que el calor se pueda disipar en forma segura, y es así como en las tablas de capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores se asocia la sección o calibre del conductor, con la corriente que pueden conducir dentro de un tubo conduit, para considerar el espacio o cantidad de aire disponible y la elevación de temperatura ambiente. Por ejemplo, si el conductor conduce una corriente del doble ($2I$), el calentamiento por la resistencia R es de $R(2I)^2 = 4RI^2$, es decir se incrementa cuatro veces esto significa que al aumentar la corriente en un conductor, el calentamiento sube mucho más, debido a que crece con el cuadrado de la corriente.

El calentamiento excesivo como resultado de una corriente excesiva, causa que el aislamiento del conductor se degrade (deteriore) rápidamente, lo que conduce a una falla del aislamiento y al subsecuente cortocircuito entre los conductores. también el calentamiento excesivo

puede producir fuego e incendios cuando se encuentra cerca de material inflamable. Por otra parte, las corrientes de cortocircuito pueden tener tal magnitud que producen explosiones en los tableros y grandes daños en el equipo; así como un riesgo para el personal. Estos daños en el equipo y riesgo para el personal se pueden prevenir con una adecuada protección contra sobre corriente y cortocircuito.

Los fusibles e interruptores son los dispositivos que se usan normalmente para proteger las instalaciones y equipos contra sobre corrientes 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. Antes de iniciar el estudio de corto circuito se hará una breve revisión de las características de los elementos de protección y sus aplicaciones recomendadas en las instalaciones eléctricas.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

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

- * Se debe proveer circuitos separados para alumbrado general, para contactos y aplicaciones especiales.
- * Las ramas de los con más de una salida no deben tener una carga que exceda al 50% de la capacidad de conducción.
- * Los ramales deben ser individuales por cada circuito respetando los valores máximos de carga indicados.
- * El tamaño menor del alambrado no debe ser menor del No. 12 AWG.

Para cumplir con las disposiciones anteriores se debe contar, como se indicó anteriormente con los siguientes elementos:

- 1) Interruptores en caja de lámina.
También conocidos como interruptores de seguridad son interruptores de navaja con puerta y palanca exterior para la operación del interruptor y con fusibles integrados.
- 2) Tableros de distribución.
Estos tableros también son conocidos como centros de carga, consisten de dos o más interruptores de navaja con palanca o con interruptores automáticos del tipo termo magnéticos. 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 para el cual fue diseñado interrumpiendo el circuito. Se fabrican para operación en dos tipos: Fusible de tapón usados principalmente en casas habitación con capacidades de 10, 15, 20 y 30 amperes. Fusibles tipo cartucho que a su vez pueden ser tipo casquillo para capacidades de 3 a 60 amperes y tipo navaja para capacidades de 75 a 600 amperes, estos fusibles son renovables ya que si se funde el elemento fusible, puede ser reemplazado. De acuerdo con sus características eléctricas, los elementos fusibles pueden ser de tipo normal y de acción retardada. El tipo normal está formado por cinta o alambre, el de acción retardada que tiene formas diversas para retardar el tiempo de fusión.

4) Interruptores termomagnéticos.

Estos interruptores están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga, accionando por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético. El elemento térmico consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos de diferente coeficiente de dilatación, conocido también como par térmico, el cual al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, habiendo un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. El elemento magnético consta de una bobina cuyo núcleo es móvil y que puede operar o disparar el mecanismo del interruptor, el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre sobre una corriente, operan con sobrecargas con elemento térmico y por sobrecorrientes con el elemento magnético.

5) Interruptores termomagnéticos instantáneos.

Los interruptores termomagnéticos llamados instantáneos se usan normalmente como elementos de protección de los circuitos derivados de motores, ya que la protección contra sobrecarga del motor se logra con el elemento térmico. Los interruptores termomagnéticos se diseñan para soportar un 100% de la corriente nominal de carga y para disparar entre 101 y 120% de la corriente nominal de carga.

La figura de este tipo de interruptor aparece en la figura 1.13.

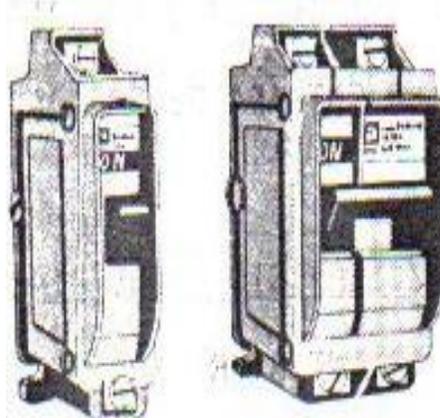


Figura 1,13 Interruptor instantáneo.

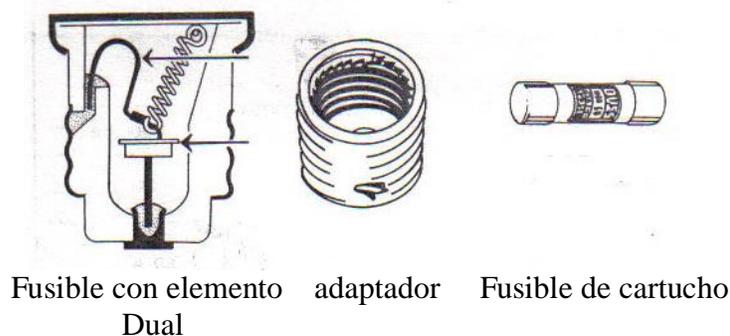
6) Interruptores termomagnéticos de tiempo inverso.

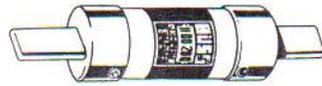
Los interruptores termomagnéticos de tiempo inverso, es el tipo de interruptor equivalente a un fusible de tiempo retardado, ya que tiene un elemento magnético que responde en forma retardada a las corrientes de corto circuito severas o a valores excesivos de sobrecarga en el arranque. El elemento térmico 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, tal como ocurre con los elementos bimetálicos. Para los circuitos derivados de motores, la protección contra sobrecarga se separa frecuentemente.

7) Interruptores de seguridad de navaja para fusible tipo cartucho, tiro sencillo en caja presentan las características siguientes:

- * Mecanismo rápido de desconexión para capacidades superiores a los 30 amperes.
- * Tienen base de porcelana para 30 amperes y hasta 100 amperes.
- * La manija puede ser asegurada en las posiciones de abierto y cerrado.
- * Se fabrican en 2 polos para 250 volts C. A. De 30 a 600 amperes, y en tres polos para 240 volts C. A. También de 30 a 600 amperes, en ambos casos las capacidades comerciales son 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes.
- * También sirven para servicio pesado de navajas con fusibles tipo cartucho, tiro sencillo, para usos generales hasta 600 volts máximos en corriente alterna con las características principales siguientes: Puertas con seguro para evitar abrirlo en la posición de cerrado, mecanismos rápido de conexión y desconexión, supresión de arco, partes conductoras plateadas.

A continuación se muestra en la figura 1.14 a algunas de las protecciones, antes mencionadas:





Fusible de cartucho
Tipo navaja



fusible de cartucho tipo
Navaja con elemento renovable

Figura 1.14 Algunos tipos de protecciones.

En la tabla 1.7 aparecen las capacidades de corriente y dimensiones para los fusibles tipo casquillo y navaja; así como sus voltajes nominales.

CAPACIDAD DE CORRIENTE EN AMPERES	FUSIBLES TIPO DE CASQUILLO			
	250 VOLTS		600 VOLTS	
	LARGO MM.	DIAMETRO MM.	LARGO MM.	DIAMETRO MM.
3,5,6,10,15 20,25,30	53	14	125	19
35,40,45,50,60	76	21	139	26
	FUSIBLES TIPO NAVAJA			
	250 VOLTS		600 VOLTS	
	LARGO MM.	DIAMETRO MM.	LARGO MM.	DIAMETRO MM.
75, 90,100	151	30	200	35
125,150,175,200	181	42	244	47
225,250,200	219	56	295	65
500-600	263	67	340	76

Tabla 1.7 Algunas características de los fusibles tipo casquillo y navaja

- 8) Los interruptores termomagnéticos se fabrican según sus aplicaciones y capacidad para prestar servicio en:

* La industria

Como se ha mencionado anteriormente los interruptores termomagnéticos son elementos de protección cuyas funciones son conectar y desconectar manualmente el circuito al cual se encuentran instalados y protegerlo contra sobre cargas sostenidas y corto circuito. Se fabrican para distintas tensiones y capacidades de corrientes como se indica en la tabla 1.8.

TENSION C.A.	NUMERO DE POLOS	CORRIENTE DE AMPERES
TENSION C.D.		
240 Volts C.A.	2	15, 20, 30, 40, 50, 70, 100
125/250 volts C.A.		
480 Volts C.A. 250 volts C.D.	3	15, 20, 30, 40, 50, 70, 100
	3	15, 20, 30, 40, 50, 70, 100
600 Volts C.A. 250 volts C.D.	2	15, 20, 30, 40, 50, 70
	3	15, 20, 30, 40, 50, 70, 100 125, 150.

Tabla 1.8 Tensiones, número de polos y corriente en el interruptor termomagnético.

* Centro de carga

El interruptor permite distribuir la corriente y proteger a los circuitos de alumbrado en residencias, oficinas, comercios, edificios, y pequeñas industrias. Se puede encontrar en el mercado a diferentes tipos de estos interruptores, los cuales se muestran en la tabla 1.9.

120/240 VOLTS		
Tipo de montaje	Numero de circuitos	Capacidad en Amperes.
Sobreponer	2	40
Embutir		
Sobreponer	4	70
Embutir		
Sobreponer	8	100
Embutir		

Tabla 1.9 Tipos de montaje para los interruptores.

Los interruptores termomagnéticos para los centros de carga que se emplean en los tableros de alumbrado, se fabrican con determinados valores de capacidades de corriente, los cuales son mostrados en la tabla 1.10.

Volts C. A.	Numero de polos	Capacidad en Amperes.
120	1	15, 20, 30, 40, 50
120/240	2	15,20,30,40,50,70,100
240	3	15,20,30,50,70

Tabla 1.10 Capacidades de corriente en los interruptores

Estos interruptores bajo condiciones severas de corto circuito o sobre carga operan su protección magnética en 8/1000 de segundo. Bajo condiciones no severas y temporales de sobre carga se efectúa el disparo térmico al persistir la sobrecarga.

* Tablero de alumbrado

Estos tableros son usados para la distribución de corrientes y protección en motores pequeños y en circuitos de alumbrado para hospitales, edificios, oficinas e industria en general.

1.5.3 PARTES DE UN INTERRUPTOR

Un interruptor termomagnético está constituido por diferentes partes, las cuales de una manera general son: Una palanca para su activación, una terminal para conectar al cable de entrada para la línea de alimentación, una lámina bi metálica que le permite puentear a la alimentación un contacto móvil que le permite conectar/ desconectar a la alimentación y de una terminal para conectar al cable de salida para la alimentación; dichas partes son mostradas en la figura 1. 15.

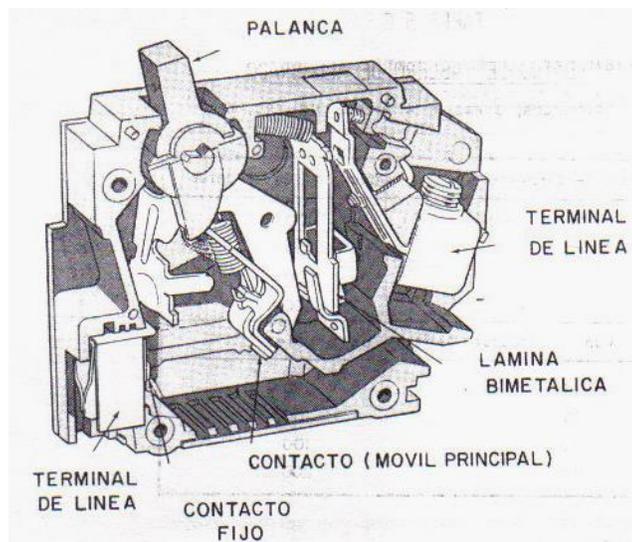


Figura 1. 15 Principales partes de un interruptor

1.5.4 NORMAS NEMA

NEMA 1. Usos Generales.

Servicio interno, condiciones atmosféricas normales, construido de lámina metálica.

NEMA 2. Prueba de Goteo.

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

NEMA 3. Servicio Intemperie.

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

NEMA 3R. A prueba de lluvia.

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

NEMA 4. A prueba de agua y polvo.

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

NEMA 5. A prueba de polvo.

Servicio interior, protección hermética contra polvo.

NEMA 7. A prueba de gases explosivos.

Servicio interior o Exterior en atmósferas peligrosas por gases explosivos, gabinete fundido atornillable o roscado, requiere de conectores especiales, soportes exteriores de montaje.

NEMA 9. A prueba de polvos explosivos.

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

NEMA 12. Servicio Industrial.

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

1.5.5 VENTAJAS DE LOS FUSIBLES E INTERRUPTORES

Frecuentemente se presenta la necesidad de seleccionar entre el uso de fusibles o de interruptores termomagnéticos, esta elección se debe basar en algunos puntos objetivos que estén al margen de la opinión de los fabricantes de estos productos, ya que como es natural cada fabricante trata de demostrar que su producto es mejor, lo cual puede influir de alguna manera en la decisión del proyectista.

La práctica de estos no se puede decir que sea uniforme, la experiencia en este caso juega un papel muy importante en la selección y los avances continuos en el diseño del producto. A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas de ambos medios de protección, con el objeto de normar en cierta medida el criterio del proyectista, aun cuando es necesario recordar que cada instalación representa un problema diferente y por otra parte el valor de la corriente de corto circuito puede influir también en esta decisión.

* Convivencia y seguridad

Desde el punto de vista de su utilización, los interruptores termomagnéticos resultan más convenientes que los fusibles, ya que un interruptor termomagnético puede cerrar con

facilidad sin ningún riesgo después de que ha disparado. Por el contrario, un fusible que se ha fundido se debe desatornillar o jalar con algún dispositivo para ello y entonces se debe tener cuidado que cuando el circuito está abierto no se haga contacto accidental con las partes energizadas, este riesgo se puede decir que es pequeño, pero existe.

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

* Confiabilidad

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

El calentamiento excesivo como resultado de un pobre contacto en las terminales, puede producir que tanto interruptores termomagnéticos como fusibles produzcan disparos accidentales. En los fusibles el calentamiento en las terminales por contactos falsos, se puede evitar por medio del uso de grapas de presión.

Un problema que se puede presentar con el uso de fusibles, es que los circuitos trifásicos se puedan ver sometidos a una falla denominada pérdida de fase, lo cual, dependiendo del diseño puede representar una desventaja con respecto a los interruptores termomagnéticos. Una falla en cualquiera de las fases de un circuito trifásico que está protegido por interruptores termomagnéticos, produce la apertura de todas las fases del circuito, cortando la alimentación a la carga trifásica, ya sea de alumbrado o bien motores eléctricos.

Una falla en cualquier de las fases de un circuito trifásico que está protegido por fusibles, desconecta únicamente la fase fallada, de manera que se continúa alimentando potencia a las cargas de alumbrado a motores monofásicos conectados a las fases que permanecen energizadas, de manera que se mantiene un servicio aproximadamente 2/3 de la carga.

Sin embargo, en los motores trifásicos que están protegidos sólo por fusibles, al desconectarse sólo la fase fallada, quedan sujetos a la operación en dos fases, si estos continúan operando, pero con una corriente incrementada y desbalanceada circulando en dos fases que quedan energizadas, demanda una corriente excesiva, de manera que el elemento térmico (si lo tiene) debe operar y desconectar al motor en tiempo breve.

Si la protección en motor no está seleccionada en forma correcta la capacidad de los elementos térmicos no ha sido correctamente seleccionada, el motor continua operando con sobrecorriente hasta que se quema, y esto llega a suceder.

1.6 Tableros

1.6.1. INTRODUCCION

El término tablero es aplicable tanto a los tableros llamados de pared, como a los tableros de piso y para propósitos prácticos, ambos sirven para la misma función: recibir la energía eléctrica en forma concentrada y distribuirla por medio de conductores eléctricos, que son por lo general de tipo barra, hacia las cargas de los circuitos derivados. Los circuitos derivados se protegen individualmente para sobre corrientes y corto circuito, por medio de los fusibles o interruptores termomagnéticos que se encuentran montados en los tableros y algunas veces van junto con los instrumentos de medición, tales como voltímetros, amperímetros, medidores de demanda, etc.

Los tableros y los centros de carga representan el cerebro de los centros de distribución, ya que contienen a los dispositivos de protección contra sobre corriente, los cuales protegen a las componentes de sobrecarga o corto circuito. Antes de hablar de los tableros, se deben de comprender los conceptos de carga conectada y demanda en la carga.

Una lista de las demandas conectadas, representa la suma de todas las cargas conectadas al tablero o al centro de carga y no toma en consideración si las cargas solo operan en forma temporal o permanentemente a su plena capacidad.

La demanda en la carga se usa en la selección de tableros y centros de carga, debido a que representan los valores máximos transportados por los equipos.

Los tableros de pared y de piso difieren únicamente en su accesibilidad, los tableros de pared como su nombre lo indica están diseñados para ser montados en pared o columna que son accesibles por el frente únicamente. Los tableros de piso están diseñados para ser instalados para montarse retirados de las paredes de manera tal que son accesibles por el frente o por la parte trasera, necesitan entonces espacio libre para circulación, sujeción al piso y eventualmente base de montaje especiales.

1.6.2. LOCALIZACIÓN

Los tableros de pared, como su nombre lo indica, se montan por lo general en paredes y sirven para alimentar circuitos derivados locales, un buen diseño trata de montar el tablero de pared en un punto cercano al centro de carga de los circuitos derivados otras posibles localizaciones dependen de las condiciones físicas del lugar de la instalación y puede requerir de montaje en paredes interiores, particiones, columnas, etc.

Si las condiciones de la instalación requieren de un tablero de mayores dimensiones, este por lo general es un tablero de piso, y de hecho las consideraciones hechas para la localización de los tableros de pared son aplicables a los tableros de piso, los tableros principales de una instalación eléctrica sean de pared o de piso, se les conoce así, como tableros principales.

Por conveniencia, un servicio de 200A se le denomina arbitrariamente pequeño, hasta 600A medio y hasta 4000A grande. La distinción entre el tamaño o capacidad de los servicios para las instalaciones eléctricas no está claramente definida, de manera que pueden existir traslapes, pero el principio de clasificarlas como se ha indicado, es adaptable a la mayoría de los servicios, sean del tipo residencial, industrial o comercial.

Un servicio pequeño (hasta 200A) es común encontrarlo en grandes casas habitación o pequeños comercios, en tanto que un servicio mediano es común en comercios más o menos grandes o en instalaciones industriales pequeñas en donde por lo general la corriente de corto circuito es pequeña y el tablero principal resulta simple.

1.6.3. LOCALIZACIÓN DE LOS TABLEROS PRINCIPALES DE GRAN TAMAÑO

Los tableros principales de gran tamaño se supone arbitrariamente que están entre 800 y 4000 A, difieren principalmente de los de pequeño tamaño en que requieren un mayor análisis en cuanto al estudio de corto circuito se refiere, por lo general se requieren también de un lugar independiente dentro del esquema de la instalación eléctrica y un montaje y base especiales, ya que en el caso de las instalaciones comerciales e industriales, para tableros de piso.

En este tipo de tableros es común encontrar los instrumentos de medición en ciertas secciones, ya que en particular, en el campo de las mediciones eléctricas industriales se tienen aplicaciones en donde es necesario efectuar mediciones para controlar el funcionamiento y las condiciones de operación de las instalaciones.

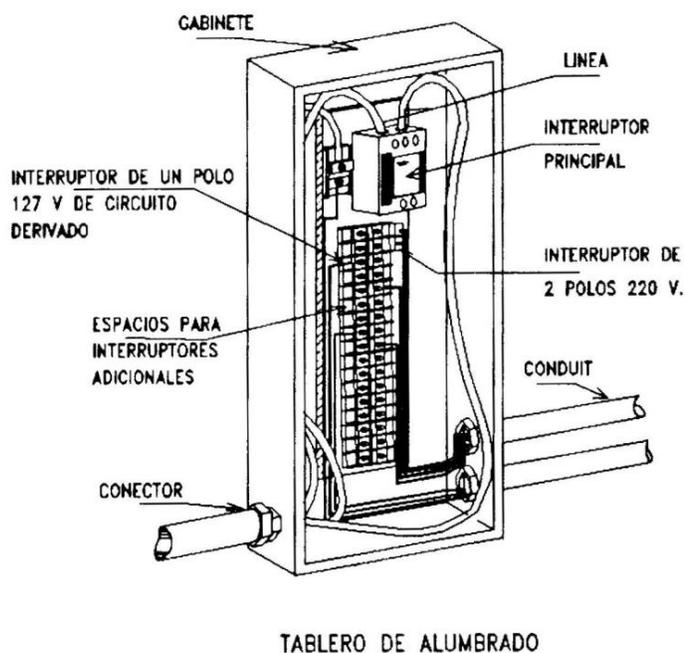


Figura 1.16. Tablero principal de gran tamaño

Los datos del número de circuitos y capacidad para el tablero de alumbrado monofásico, con 1 fase y 3 hilos; se muestra en la tabla 1.11.

Numero de Circuitos	Capacidad en Amperes.
14	100
20	100
30	200
42	200
Con interruptor general de dos polos	
14	100
20	100
30	200
42	200

Tabla 1.11 Número de circuitos y capacidad

Los datos de número de circuitos y capacidad para el tablero de alumbrado trifásico, 3 fases y 4 hilos; se muestra en la tabla 1.12.

Numero de Circuitos	Capacidad en Amperes.
14	100
20	100
30	100
42-	200
Con interruptor general de 3 polos	
14	50
20	100
30	100
42	200

Tabla. 1.12 Número de circuitos y capacidad

1.7 Canalizaciones

1.7.1 INTRODUCCIÓN

Se entenderá por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera de 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 corto circuito.

Los medios de canalización más comúnmente usados en las instalaciones eléctricas son los siguientes: tubo conduit, ductos y charolas.

En el diseño de cualquier instalación eléctrica, ya sea residencial, comercial o industrial, es fundamental el conocimiento de los distintos componentes que intervienen en la misma.

En la construcción de una instalación eléctrica, se puede decir que intervienen cientos de componentes que están diseñados y ensamblados en una forma segura para entregar la potencia eléctrica al sistema del que se trate. Parte del estudio de las componentes, es su selección y la forma en que están interconectadas o relacionadas.

El estudio de las componentes de una instalación eléctrica desde el punto de vista de sus características y de su cálculo para aplicaciones específicas, según se trate de residenciales, industriales o comerciales.

1.7.2 MATERIALES EMPLEADOS

Una instalación eléctrica correctamente bien diseñada emplea normalmente materiales aprobados o certificados por las normas nacionales o internacionales en algunos casos. Estos materiales incluyen varios tipos de canalizaciones: tubo conduit, coples, niples, buses-ductos, conductores, cajas de conexión, dispositivos de protección (fusibles, interruptores, etc.)

1.7.3 TIPOS DE CANALIZACIONES

Una canalización es un conducto cerrado diseñado para contener alambres, cables, o buses de ductos, y pueden ser metálicos o no metálicos. Los tipos más comunes son:

1° Tubos conduit

Los tubos conduit metálicos, dependiendo el tipo usado; se pueden instalar en exteriores e interiores, en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores. Los tubos conduit rígidos constituyen de hecho el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se pueden usar en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

En los ambientes corrosivos adicionalmente, se debe tener cuidado de proteger los tubos con pintura anticorrosiva ya que con la presentación normal de estos tubos es galvanizada. Los tipos más usados son: de pared gruesa (tipo rígido), de pared delgada, metálico flexible (greenfield), de aluminio y de plástico flexible.

a) Tubo de acero galvanizado de pared gruesa

Este tubo está protegido interior y exteriormente por medio del acabado galvanizado, puede ser empleado en cualquier clase de trabajo dada su resistencia. En especial, se recomienda en instalaciones industriales tipo visible o en instalaciones a la intemperie o permanentemente húmedas.

b) Tubo de acero galvanizado de pared delgada

La diferencia de este tubo con respecto al de pared gruesa es: que el espesor de la pared del tubo es de la mitad, sus aplicaciones son del mismo tipo por sus propiedades de resistencia a la humedad, sólo que no se le puede hacer rosca en los extremos y se une por medio de coples u otro tipo de conectores.

c) Tubometálico flexible.

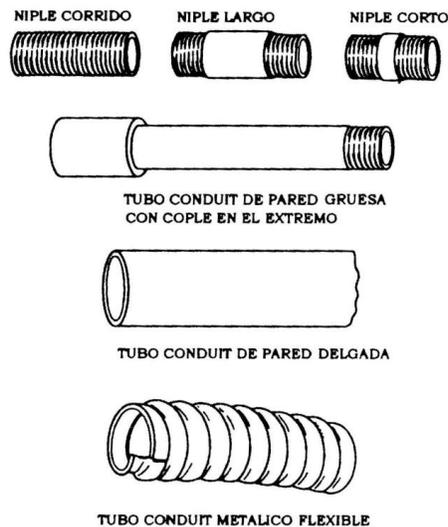
Se emplea en aquellas instalaciones en que es necesario hacer curvas difíciles y consecutivas, ya que se adapta perfectamente a esto. Es ideal para instalaciones de motores eléctricos y es adecuado para la industria por su consistencia mecánica a la presión, se complementa con coples de tornillo y conectores especiales.

d) Tubo de aluminio

Este tipo de tubo de manufactura en pared gruesa o pared gruesa o pared delgada tiene la ventaja de ser más ligero que los tubos de acero a igualdad de sección, se recomienda su uso para instalaciones con armadura del mismo material.

e) Tubo de plástico flexible

Este tubo se fabrica con distintas denominaciones comerciales, como son: poliducto, Duraducto, etc. Tiene las propiedades de ser ligero y resistente a la acción del agua, su empleo se ha incrementado mucho en instalaciones eléctricas de edificios, casa habitación, comercios. Tiene la limitante de que no es recomendable usarlo en lugares con temperaturas que excedan a los 60 °C. Para su conexión entre sí y con cajas de conexión, se requieren accesorios especiales de plástico. El PVC por ejemplo, se emplea en losas, en lugares húmedos o corrosivos.



ALGUNOS TIPOS DE TUBOS CONDUIT

Figura 1.17 Tubos conduit metálicos

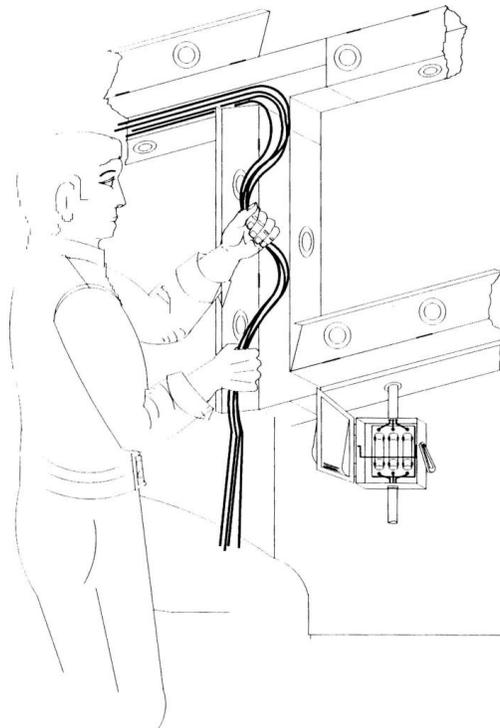
2o Ductos

Los ductos son canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular, se usan solo en instalaciones visibles porque no se pueden montar embutidos en pared o dentro de las losas de concreto, razón por lo que su aplicación está en la industria y los laboratorios.

Los conductores se instalan dentro de los ductos cómo si se tratara de tubos conduit y se pueden clasificar de acuerdo a su aplicación como ductos alimentadores, si llevan los conductores o barras de la subestación a los tableros de distribución y los llamados ductos de conexión que parten de los diferentes tableros a los aparatos receptores.

Los llamados eléctroductos son usados normalmente con barras conductoras ya integradas de fábrica para su armado en la obra. Es de uso común el ducto cuadrado que aventaja a tubo conduit cuando se trata de sistemas menores de distribución y son fáciles de cablear.

Se permite un máximo de 30 conductores hasta ocupar un 20% del interior del ducto, en el caso de empalmes o derivaciones puede ser hasta un 75% en la figura 1.18 se muestra como se hace la colocación de los conductores en un ducto.



INSTALACION DE CONDUCTORES (CABLEADO) EN DUCTOS

Figura 1.18 Colocación de conductores

En la tabla 1.13 se muestra el calibre de los conductores que se pueden emplear en los ductos de lámina.

CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLES EN DUCTOS DE LAMINA

CALIBRE AWG o KCM	SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR (mm ²)		DUCTOS DE LAMINA		
	VINANEL NYLON (1)	VINANEL 900 Y TW (2)	DIMENSIONES (cm) (3)	SECCION TRANSVERSAL TOTAL mm ² (4)	30% DE SECCION TRANSVERSAL (5)
14	5.90	8.30			
12	7.90	10.64	6 x 6	3600	1080
10	12.30	13.99	10 x 10	10000	3000
8	21.10	26.70	15 x 15	22500	6750
6	34.20	49.26	Para uso de esta tabla: I. Determinar cantidad , tipo y calibre de conductores a canalizar. II. Sumar sus secciones transversales de acuerdo con columnas 1 y 2. III. Escoger ducto adecuado en Col. 5 Nota: Se recomienda usar el 30% de la sección y 30 conductores máximo.		
4	55.15	65.61			
2	77.00	89.42			
1/0	123.50	143.99			
2/0	147.60	169.72			
3/0	176.70	201.06			
4/0	211.20	239.98			
250	261.30	298.65			
300	302.60	343.07			
400	384.30	430.05			
500	463.00	514.72			

Nota: Del calibre 6 en adelante se trata de cable.

Tabla 1.13 Calibre de los conductores en ductos de lámina

En la tabla 1.14 se muestra al número de conductores que se pueden instalar en un tubo conduit y en un ducto; con su respectiva capacidad de corriente permitida.

**CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES EN
TUBO CONDUIT Y DUCTOS**

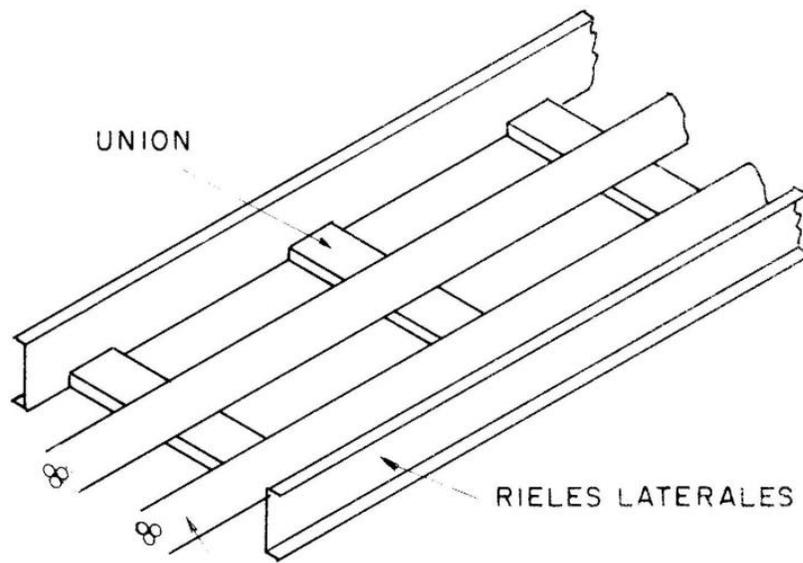
NUMERO DE CONDUCTORES	CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN CONDUIT EN %	CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN DUCTOS EN %
1 - 3	100	100
4 - 6	80	100
7 - 24	70	100
25 - 30	60	100
31 - 32	60	100
43 ó más	50	100

Tabla 1.14 Número de conductores en tubos y ductos

3° Charolas

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos, con algunas limitantes propias de los lugares en la que se hace la instalación, en cuanto a la utilización de charolas se dan las siguientes recomendaciones:

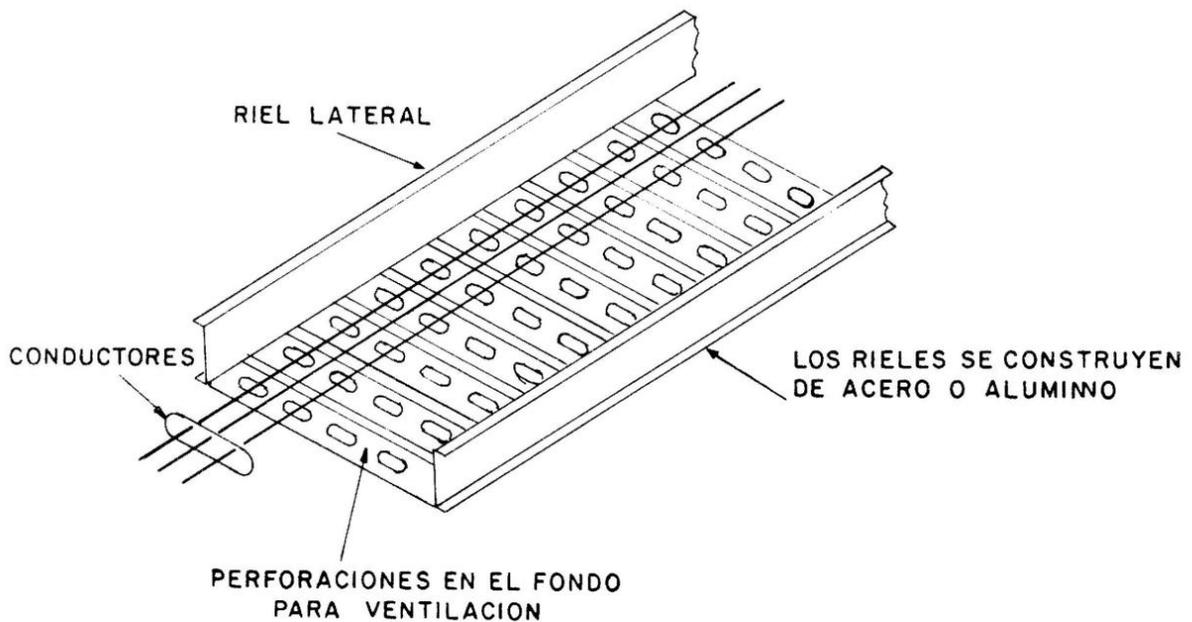
- a) Procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto especialmente los de calibre grueso.
- b) En el caso de muchos conductores delgados es conveniente hacer amarres en intervalos de 1.5 a 2 metros aproximadamente.
- c) En la fijación de conductores por trayectoria vertical muy largas, es recomendable que los amarres se hagan con abrazaderas especiales.



CABLES DE POTENCIA MULTICONDUCTORES

CHAROLA TIPO ESCALERA

Figura 1.19 Charola tipo escalera



CHAROLA DE PASO TIPO VENTILACION

Figura 1.20 Charola tipo ventilación

1.7.4 CONECTORES PARA CANALIZACIONES

Se entenderá como conectores para canalizaciones eléctricas aquellos elementos que sirvan para interconectar las canalizaciones eléctricas entre sí, o con los elementos que contienen a los dispositivos del control, protección o salidas para receptores. Estos conectores son esencialmente de dos tipos: condulets y cajas de conexión.

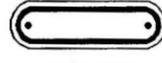
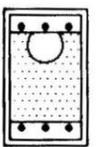
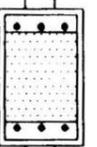
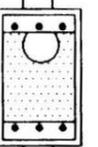
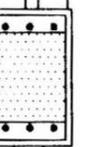
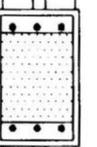
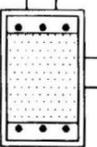
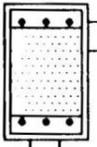
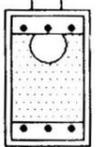
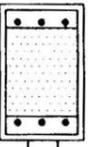
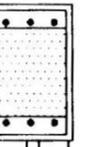
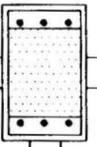
1º Condulets

Los 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 metales. Tienen tapas que se fijan por medio de tornillos y pueden tener empaques para evitar la entrada de polvo o gases. Los fabricantes los hacen en tres tipos principalmente:

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

Entre el tipo ordinario y a prueba de polvo no existe mayor diferencia, excepto que pueden tener un empaque para evitar la entrada de polvo o vapor. En el tipo de prueba de explosión las cajas tienen un margen mayor de seguridad.

Por lo que a forma y tipos se refiere, hay una gran diversidad para escoger según sean las necesidades de las instalaciones, que vienen contempladas con sus tapas, como se muestra en la tabla 1.15

DIFERENTES TIPOS DE CONDULETS								
mm.								mm.
12.7	E17 M	C17 M	LB17 M	LL17 M	LR17 M	LF1 M	L17 M	12.7
19.0	E27 M	C27 M	LB27 M	LL27 M	LR27 M	LF2 M	L27 M	19.0
25.4	E37 M	C27 M	LB37 M	LL37 M	LR37 M	LF3 M	L37 M	25.4
31.8	E47 M	C47 M	LB47 M	LL47 M	LR47 M		L47 M	31.8
38.1	E57 M	C57 M	LB57 M	LL57 M	LR57 M		L57 M	38.1
50.8	E67 M	C67 M	LB67 M	LL67 M	LR67 M		L67 M	50.8
63.5		C77 M	LB777 M	LL777 M	LR777 M	Se surte con tapa ciega. El condulet L tiene 2 bocas, puede ser usado como LR ó LL.		63.5
76.2		C87 M	LB87 M	LL87 M	LR87 M			76.2
101.6				LL107 M	LR107 M			101.6
mm.								
					TAPA CIEGA		NEOPRENO	
12.7	T17 M	TB17 M	X17 M		170 M3*		GASK571 N	
19.0	T27 M	TB27 M	X27 M		270 M3*		GASK572 N	
25.4	T37 M	TB37 M	X37 M		370 M3*		GASK573 N	
31.8	T47 M	TB47 M	X47 M		470 M3*		GASK574 N	
38.1	T57 M	TB57 M	X57 M	LBD4400	570 F		GASK575 N	
50.8	T67 M	TB67 M	X67 M	LBD5500	670 F		GASK576 N	
63.5	T77 M			LBD6600	870 F		GASK578 N	
76.2	T87 M			LBD7700	870 F		GASK578 N	
101.6				LBD8800	970 F		GASK579 N	
				LBD9900				
				LBD10900				
								
FSA-1 FSA-2	FSC-1 FSC-2 FSC-3	FSCA-1 FSCA-2	FSCC-1 FSCC-2 FSCC-3	FSCD-1 FSCD-2 FSCD-3	FSCT-1 FSCT-2 FSCT-3			
								
FSL-1 FSL-2	FSLA-1 FSLA-2	FSR-1 FSR-2	FSS-1 FSS-2 FSS-3	FST-1 FST-2 FST-3				

* Trequeladas en fierro CRS.

Tabla 1.15 tipos de condulets.

2° Cajas de conexión

El montaje de accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas de alumbrado o de fuerza, como son: contactos, apagadores, botones, salida para alumbrado etc., se fabrican de acero esmaltado o galvanizado como se muestran en los siguientes tipos:

- Cajas cuadradas de 102 mm (4 pulg.) con perforaciones para tubo de 13 mm, 19 mm y 25 mm.
- Cajas octagonales de 80 mm (3 1/4 pulg.) con perforaciones para tubo de 13 mm y 19 mm.
- Cajas rectangulares también conocidas como chalupas, 92 mm. (3 5/8 pulg.) de largo por 53 mm (2 1/8 pulg.) de ancho con perforaciones de 13 mm.

Las perforaciones de estas cajas están troqueladas parcialmente, de tal forma que con un pequeño golpe sólo se abren las necesarias y el resto se dejan cerradas si no se van a usar; además de las perforaciones donde se colocan los tubos conduit, se tienen otras perforaciones pequeñas en el fondo de las cajas para fijarlas con tornillos o clavos.

Normalmente las cajas vienen acompañadas de tapas que pueden ser ciegas (lisas) o con perforaciones para tubo de 13 mm, con ranuras y ojales para fijarse a las orejas de las cajas.

Algunos tipos de conectores para tubos se muestran en la figura 1.21:

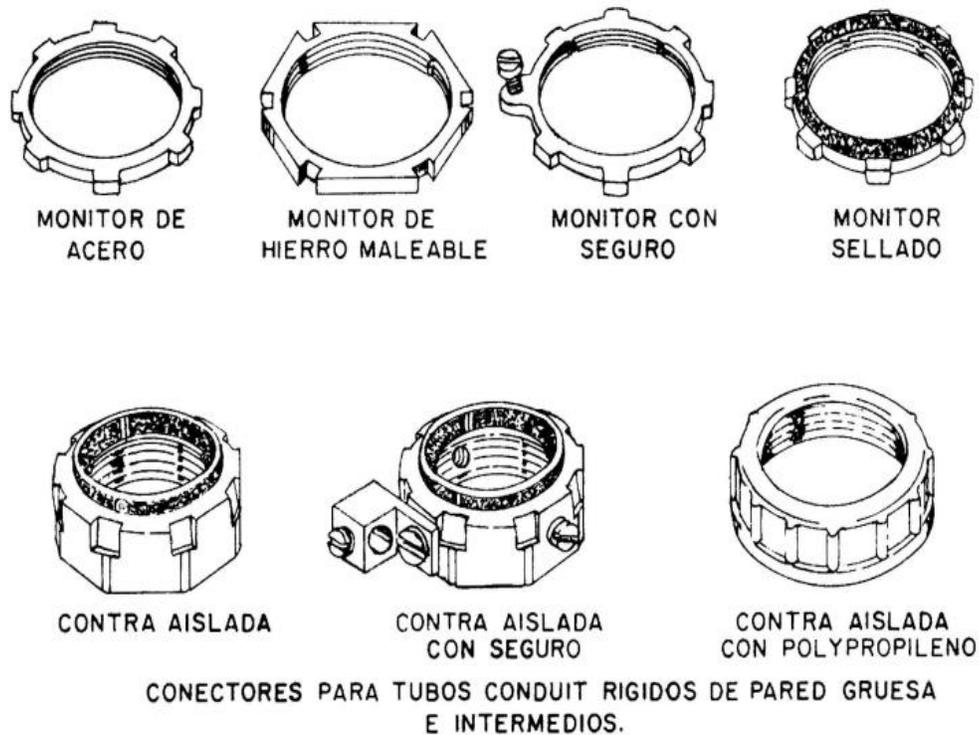
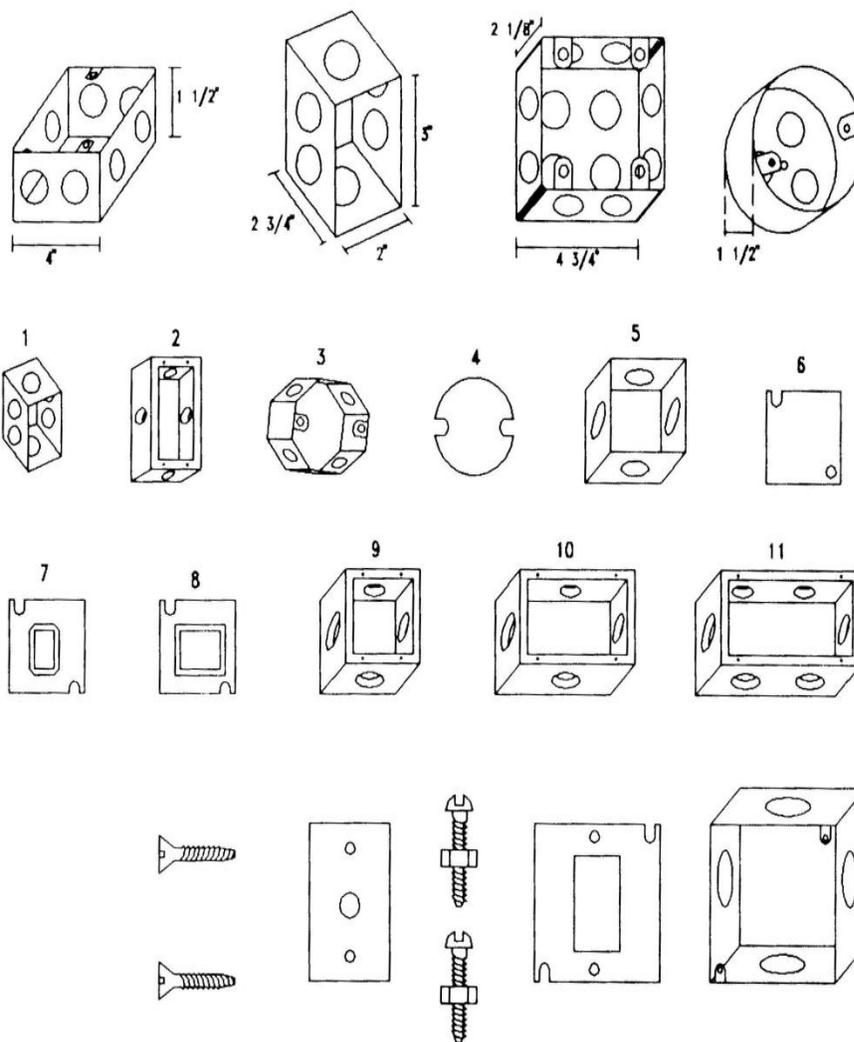


Figura 1.21 Conectores para tubo conduit

En la figura 1.22 aparecen algunos de los tipos de cajas de conexión que existen actualmente en el mercado.



DONDE:

- 1.- CHALUPA GALVANIZADA DE 95 X 56 X 40 mm.
- 2.- CHALUPA DE SOBREPONER DE 126 X 76 X 52 mm.
- 3.- CAJA REDONDA DE 75 X 75 X 38 mm.
- 4.- TAPA GALVANIZADA PARA REGISTRO.
- 5.- CAJA CUADRADA DE 100 X 100 X 40 mm. PARA TUBOS CONDUIT DE 13 Y 19 mm.
- 6.- TAPA GALVANIZADA PARA CAJA CUADRADA.
- 7.- ARO SENCILLO.
- 8.- ARO DOBLE.
- 9.- CAJA CUADRADA PARA SOBREPONER.
- 10.- CAJA RECTANGULAR DE SOBREPONER.
- 11.- CAJA RECTANGULAR DE SOBREPONER PARA CUATRO TAPAS SENCILLAS Y PARA TUBOS CONDUIT DE 13 Y 19 mm.

Figura 1.22 Tipos de cajas de conexión.

1.7.5 ACCESORIOS ADICIONALES

Los accesorios adicionales en las instalaciones eléctricas son diversos y sus características varían de acuerdo con el tipo de instalación y su tamaño. Los elementos para instalaciones de tipo convencional, incluyéndolas de tipo oculto para instalaciones de casa habitacional o de industria, se montan normalmente en armazones metálicos y se fijan en chالupas o cajas rectangulares, y se cubren con placas que son metálicas o de plástico con diferentes acabados en algunas ocasiones se montan de 1 a 3 accesorios.

Dentro de estos accesorios se tienen los siguientes:

1° Porta lámparas

2° Apagadores de placa, de botón o de presión

3° Contactos de piso domésticos e industriales se fabrican para sobreponer, de tipo oculto y en forma de extensión, así como tipo clavija.

4° Dispositivos de protección y control en las instalaciones, se tienen aquellos que deben satisfacer las normas y recomendaciones dadas para las instalaciones y diseños en los circuitos, que en términos muy generales son los siguientes:

- a) Se debe proveer de circuitos separados para alumbrado general, para contactos y aplicaciones especiales.
- b) Las ramas de los circuitos con más de una salida no deben tener una carga que exceda al 50% de la capacidad de conducción.
- c) Los ramales individuales de cada circuito. El tamaño del conductor en alumbrado no debe de ser menor que el calibre 12.
- d) De acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito se deben instalar tableros de distribución con tantos circuitos como sean necesarios.

Para esto es necesario contar con los siguientes dispositivos.

Interruptores en caja de lámina. También conocidos como de seguridad, son interruptores de navaja con puerta y palanca exterior para la operación de interrupción.

Tableros de distribución. Estos tableros también son conocidos como centros de carga, consisten de dos o más interruptores de navaja, con palanca o con interruptores automáticos termomagnéticos. Se instalan cerca de los centros de carga, en lugares accesibles.

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 para el cual fue diseñado, interrumpiendo el circuito.

De acuerdo a sus características eléctricas, los elementos fusibles pueden ser. Del tipo normal y de acción retardada.

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

1.8. Tierra física

1.8.1 INTRODUCCIÓN

La seguridad de los sistemas eléctricos es la conexión a tierra de los mismos y de los equipos instalados. De hecho, la normalización de las conexiones a tierra para protección se puede decir que es relativamente reciente, ya que en el año de 1897 se dieron las primeras indicaciones de conectar a tierra la carcasa de los motores y generadores eléctricos. Entre los años de 1907 y 1939 se trató el tema de la conexión a tierra en los sistemas telefónicos y de comunicación. En el año de 1941, fue su introducción formal en el **National Electrical code** (NEC) en los Estados Unidos de Norteamérica.

1.8.2 DEFINICIÓN

El término aterrizado se define como conectado a tierra con algún cuerpo conductor que permite un contacto con la tierra física.

Los cuerpos conductores que sirven incluyen tubos conduit, gabinetes y equipos de conexión a tierra, que son una extensión de la tierra porque están eléctricamente conectados a ésta, por medios eléctricos y mecánicos que deben ser suficientemente confiables.

La tierra física es el conjunto de terreno que rodea a la instalación eléctrica y se clasifica propiamente como un conductor y por conveniencia se supone su potencial como cero volts. Basándose en la composición de la tierra, la resistencia de la misma puede variar dentro de un rango muy amplio de un lugar a otro. De hecho, la tierra está compuesta de muchos y diferentes materiales, algunos de los cuales, cuando está seca, son muy pobres de electricidad. Su temperatura y el contenido de humedad son otros factores que tienen también una gran influencia en su resistencia.

Cuando un objeto metálico se conecta a tierra, conectándolo por medio de un electrodo de aterrizaje y/o un conductor a tierra del equipo, entonces se fuerza a tener el mismo potencial de cero volts con la tierra. Cualquier intento de elevar o bajar el potencial del objeto con respecto a tierra, da como resultado la circulación de una corriente que pasa a través de la conexión a tierra hasta que el potencial del objeto y el de la tierra se igualen.

En la figura 1.23 se muestra a una conexión a tierra.

1.8.3 CONCEPTOS

Circuito de retorno a tierra. Es un circuito en el cual la tierra o un cuerpo conductor equivalente es utilizado para completar el circuito y permitir la circulación de corriente desde o hacia la fuente de corriente.

Tierra. Es una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por la cual un circuito eléctrico o equipo es conectado a la tierra o algún cuerpo conductor relativamente grande que sirve en lugar de la tierra

Aterrizado. Es un sistema, circuito o aparato referido a tierra con el propósito de establecer un circuito de retorno a tierra y para mantener su potencial en aproximadamente el potencial de tierra.

Corriente de tierra. Es la corriente que fluye hacia o desde la tierra.

Corriente de falla a tierra simétrica inicial. Es el valor eficaz máximo de corriente de falla a tierra en su primer ciclo (I_f o $3 I_o$).

Factor de decremento (D_f): Es un factor de ajuste usado junto con la corriente de falla a tierra simétrica inicial, en los cálculos de tierra orientados a seguridad, permite tener un voltaje eficaz equivalente de la onda de corriente asimétrica para una duración de falla dada, para tomar en cuenta el efecto del offset de corriente directa inicial y su atenuación durante la falla.

Corriente de falla asimétrica efectiva (I_F). Es el valor eficaz de la onda de corriente asimétrica integral en el tiempo de duración de la falla.

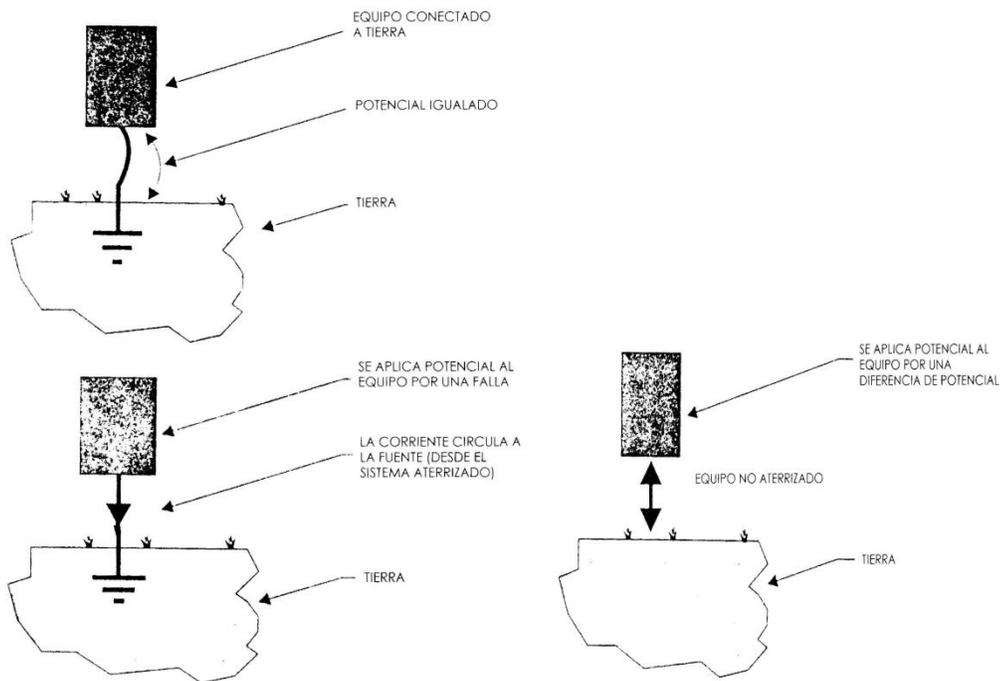


Figura 1.23 Conexión a tierra

1.8.4 CONEXIÓN A TIERRA DE SISTEMAS Y CIRCUITOS

Los circuitos y sistemas se conectan a tierra para:

- Limitar los voltajes excesivos por ondas entrantes en la línea, cruzamientos con líneas de mayor voltaje y por los efectos de las descargas atmosféricas.
- Para proporcionar un potencial de cero volts a tierra para los gabinetes, carcasa y equipos que se encuentran instalados.
- Para dar facilidades en la apertura de los dispositivos de protección instalados para proteger los conductores del circuito, en el caso de falla a tierra.

En los siguientes circuitos de corriente alterna CA, se requieren que sean conectados a tierra:

- Circuitos de CA menores de 50 volts.
- Circuitos de CA de 50 a 1000 volts.
- Circuitos de CA de 1 KV y mayores.
- Sistemas con derivaciones separadas.

1.8.5 FACTORES BÁSICOS EN EL DISEÑO DE TIERRA

Algunos de los factores básicos que se tienen que considerar en el diseño del sistema de tierra, son los siguientes:

- a) La resistividad del terreno. Esta cantidad se expresa en ohms-cm y representa la resistencia de un centímetro cúbico de tierra, medida entre superficies opuestas.
- b) El tamaño o extensión del sistema de tierras. Este es un factor importante ya que si el sistema es muy pequeño para manejar grandes corrientes de falla, pueden existir gradientes de potencial sobre la superficie, haciendo riesgoso esto para el contacto. En forma ideal, la resistencia de un sistema de tierras debería ser cero ohms para reducir cualquier voltaje o gradiente de potencial, debido a las corrientes de fuga esto es prácticamente imposible.
- c) En la práctica, las normas técnicas para instalaciones eléctricas establecen que la resistencia de una varilla o electrodo de tierra no debe exceder a 25 ohms. Esto se toma como un límite superior y es una regla general; sin embargo, Para las subestaciones eléctricas grandes la resistencia de tierra no debe de exceder a 1 ohms en tanto para las subestaciones eléctricas pequeñas una resistencia menor o igual a 5 ohms se considera adecuada.

1.8.6 FACTORES PARA EL EFECTO DE LA CORRIENTE.

Los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, dependen esencialmente de los siguientes factores:

- a) La intensidad de la corriente.
- b) El tipo de la corriente.
- c) La trayectoria que sigue la corriente en el cuerpo humano.
- d) Las condiciones de la persona en el momento de recibir a la corriente.
- e) Las condiciones del conductor no aterrizado. En circuito serie y En circuito paralelo. Una persona formando un circuito serie, constituye la única trayectoria a través de la cual la corriente puede circular. Lo anterior se muestra en la figura 1.24

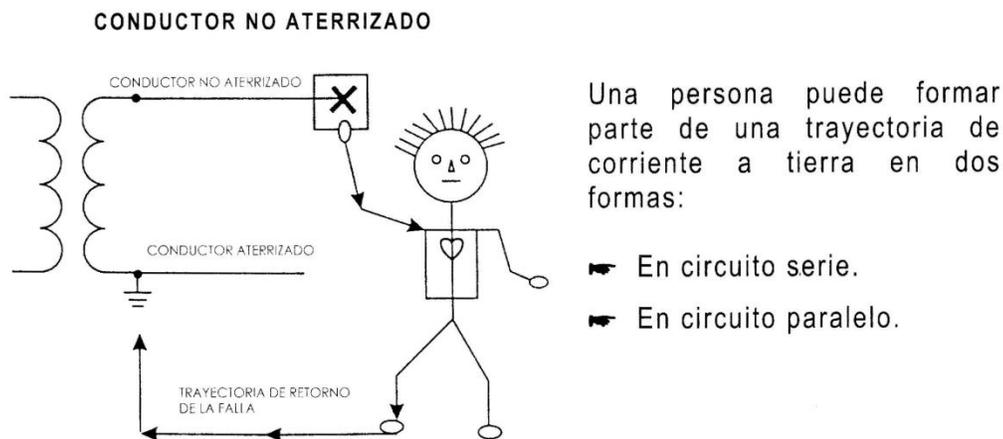
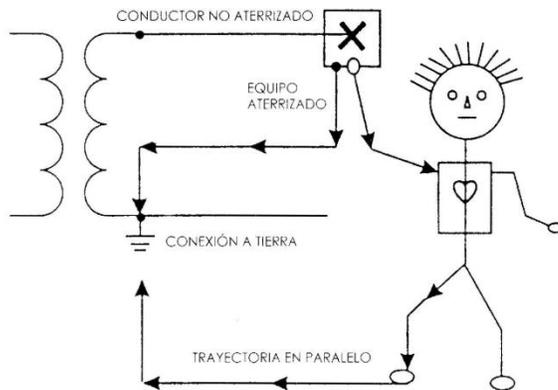


Figura 1.24 conductor no aterrizado en serie

En un circuito paralelo, la persona y otra trayectoria de corriente existen al mismo tiempo. Lo anterior se muestra en la figura 1.25.

CONDUCTOR NO ATERRIZADO



Cuando una persona forma parte de una trayectoria eléctrica, experimenta un shock eléctrico. El daño producido a la persona por el shock estará determinado por el nivel de corriente a través de la misma y el tiempo de duración de esa corriente, así como el tamaño de la persona.

Figura 1.25 Conductor no aterrizado en paralelo

1.8.7 ELEMENTOS PARA EL CÁLCULO DE UNA RED DE TIERRA.

Los elementos necesarios para el cálculo de una red de tierras, son:

1° Selección del material de tierra.

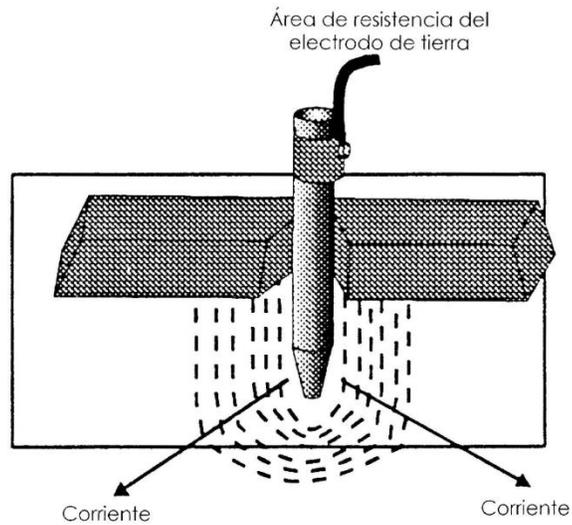
El conductor para el material de tierra, debe cumplir con:

- a) Una alta conductividad, por lo cual se usa normalmente cobre.
- b) Un bajo índice de comisión, por efecto del terreno.
- c) Un bajo índice de corrosión, debido a la acción galvánica.
- d) El cobre es el material que mejor cumple con estos requisitos, por lo que se usa en la mayoría de los casos. En algunas ocasiones se puede usar conductor de acero para la red de tierras, este material tiene las siguientes ventajas sobre el cobre:

-Se encuentra disponible en el mercado.

-Puede ser en ciertos lugares, más barato que el cobre.

Su principal desventaja es su corrosión, en el terreno que se da aproximadamente seis veces más rápido, que en el caso del cobre, para reducir este efecto, se usa acero galvanizado, que retarda el efecto de la corrosión, pero que de cualquier manera, es más acelerado que en el cobre



MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE TIERRA

Figura 1.26 Medición de la resistencia de tierra

2º Determinación del tamaño del conductor

En la selección del tamaño (calibre) del conductor usado en una malla de tierras, intervienen los siguientes factores:

- a) Que tenga estabilidad térmica, en las corrientes de falla a tierra.
- b) Que sea mecánicamente resistente.
- c) Que tenga una duración de al menos 50 años sin rupturas, en la red de tierras, debido a problemas de corrosión.
- d) Que tenga una conductividad adecuada, para no contribuir sustancialmente a los gradientes de potencial locales.
- e) Desde el punto de vista de las consideraciones térmicas, el tamaño del conductor depende, de los siguientes factores:
 - El valor de la corriente de falla a tierra.
 - El tiempo de interrupción de la falla.
 - El material del conductor.

El calibre que deben de tener los conductores empleados para construir las mallas de tierra, se muestra en la tabla 1.16

TIEMPO DE DURACION DE LA FALLA (SEG)	TAMAÑO MINIMO DE CONDUCTOR EN CIRCULAR MIL POR AMPERES.					
	UNIONES SOLDADAS.			UNIONES ATOENILLADAS		
	COBRE	ACERO	ALUMINIO	COBRE	ACERO	ALUMINIO
30	50	120	91	64	143	123
3	16	38	29	21	46	39
1	9.5	22	17	12	27	23
0.5	6.5	16	12	8.5	19	16

Tabla 1.16 Calibre de los conductores en la malla de tierra

En subestaciones eléctricas por razones mecánicas, es frecuente usar como calibre mínimo el 4/0 AWG (107.2 mm²) de cobre.

De acuerdo con las normas técnicas para instalaciones eléctricas (206.57), se recomienda que el calibre del conductor del electrodo de tierra, no sea menor que el que se indica en la tabla 1.17

CALIBRE DEL CONDUCTOR MAS GRANDE DE LA ACOMETIDA, O DEL ALIMENTADOR GENERAL DE SERVICIO AWG O MCM.(COBRE)	CALIBRE DEL CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA: AWG O MCM (COBRE)
2 O MENOR.	8
1/0	6
2/0 O 3/0	4
4/0 A 350 MCM.	2
400 A 600 MCM	1/0
MAYOR DE 600 MCM A 1100 MCM	2/0
MAS DE 1110 MCM	3/0

Tabla 1.17 Calibre del electrodo de tierra

Los propósitos específicos de esta guía son:

1. Establecer, como base de diseño, los límites seguros de diferencia de potencial que puedan existir en una subestación bajo condiciones de falla entre puntos que puedan ser conectados por el cuerpo humano.
2. Proporcionar un procedimiento para el diseño de sistema de tierras práctico, basado en criterios de seguridad.

En principio, un diseño de tierras seguro tiene dos objetivos:

1. Proporcionar los medios para transportar las corrientes eléctricas hacia la tierra bajo condiciones normales y de falla sin exceder algún límite de operación o de equipo o afectar adversamente la continuidad del servicio.
2. Asegurar que una persona dentro del área aterrizada no esté expuesta al peligro de descargas (o choques) eléctricas críticas.
- 3.

Para lograr un sistema de tierras seguro, se debe esforzar por controlar la iteración de dos sistemas de tierra:

1. La tierra internacional, consiste de electrodos de tierra enterrados debajo de la superficie de la tierra.
2. La tierra accidental, establecido temporalmente por una persona expuesta a un gradiente de potencial dentro del área aterrizada.

Si no se toman las precauciones adecuadas en el diseño, los gradientes de potencial máximo a lo largo de la superficie de la tierra pueden ser de magnitud suficiente durante las condiciones de falla para poner en peligro una persona en el área. Además, diferencias de potencial peligrosos pueden desarrollarse entre estructuras o equipos que estén aterrizados y próximos. Las circunstancias que hacen los accidentes por choque eléctrico sean posibles son:

- Corrientes de falla a tierra relativamente altas con relación al área del sistema de tierra y su resistencia a tierra remota.
- Resistividad del terreno y distribución de las corrientes de tierra tal que gradientes de potencial altos puedan ocurrir en puntos en la superficie del terreno.
- Presencia de un individuo en esos punto, tiempo y posición tal que el cuerpo sea un puente entre dos puntos de diferencia de potencial alta.
- Ausencia de suficiente resistencia de contacto u otras resistencias serie para limitar la corriente a través del cuerpo a un valor seguro bajo las circunstancias anteriores.
- Duración de la falla y del contacto del cuerpo y por lo tanto, del flujo de corriente a través del cuerpo humano por un tiempo suficiente para causar daño.
- La infrecuencia de accidentes de este tipo se debe a que es muy improbable que todas las condiciones desfavorables mencionadas anteriormente coincidan.

1.8.8 CIRCUITO DE TIERRA ACCIDENTAL.

La resistencia del cuerpo humano según Dalziel y la estimación de la guía IEEE-80 es de:

$$R_B = 1000 \Omega$$

Para manos y ambos pies, y también mano a mano y de un pie al otro.

Equivalentes de circuito accidental.

Notación aplicada para el cálculo del equivalente del circuito accidental:

I_A = Corriente a través del circuito accidental.

R_A = Resistencia efectiva total del circuito accidental.

I_B = Magnitud rms de la corriente permisible a través del cuerpo.

Obviamente $I_A < I_B$ es siempre requerido para seguridad.

Desarrollo de los cálculos.

El plano de la subestación deberá mostrar el área que será ocupada por la red de tierras. Así mismo se debe incluir la distribución física de los equipos eléctricos de potencia con acotaciones a escala, considerando el proyecto completo (inmediato y las ampliaciones a futuro).

Resistividad de tierra (resistividad del terreno).

Se deben de realizar mediciones de la resistividad del suelo en la cual se recomienda “dividir el terreno en 25 partes, obtener mediciones de la resistividad del suelo en cada una de las 25 partes en dos capas (o dos niveles de profundidad)” Las medidas de la resistividad del suelo, determinarán a la resistividad promedio del suelo y el tipo de suelo, es decir, si es suelo uniforme o se debe de considerar de dos capas.

El sig. Tabla 1.18 nos ayuda a realizar un análisis de las resistividades del suelo medidas y comparar los valores promedio.

TABLA DE CÁLCULO DE LA RESISTIVIDAD DE LAS 2 CAPAS

	Primera capa ($\Omega\cdot m$)	Segunda capa ($\Omega\cdot m$)	Factor de Reflexión (K)	Profundidad (Metros)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
PROMEDIOS				

$$K = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

Donde: ρ_1 = Resistividad de la segunda capa

ρ_2 = Resistividad de la primera capa

Tabla 1.18 De cálculo de resistividad

Evaluación de la resistencia de tierra

Un aterrizamiento ideal debe proporcionar una resistencia cercana a cero hacia tierra. En la práctica, la elevación del potencial de tierra en la subestación se incrementa proporcionalmente con la corriente de falla; para altas corrientes el más bajo valor de la resistencia total del sistema debe de ser obtenido. Para subestaciones de transmisión y otras subestaciones grandes, la resistencia de tierras deberá ser cercana a 1 Ω o menos. En pequeñas subestaciones de distribución, el rango usualmente aceptable es de 1- 5 Ω , dependiendo de las condiciones del local.

La estimación de la resistencia total, es uno de los primeros pasos en la determinación de la medida y la disposición básica de un sistema de tierras.

A primera vista, esto puede parecer difícil: el sistema de tierras todavía no está diseñado y por lo tanto, su resistencia depende del diseño, el cual es desconocido. Afortunadamente, la resistencia de la subestación depende en primera instancia del área que va a ser ocupada por el sistema de tierra, la cual es conocida.

Para mallas enterradas con una profundidad entre 0.25 y 2.5 mts. se requiere corregir la fórmula, al cual quedará de esta forma:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20} \cdot A} \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Donde:

R_g = Resistencia a tierra de la subestación en Ω .

P = Resistividad promedio de la tierra en Ω- m.

A = Área ocupada por la malla de tierra en m².

L = Longitud total de conductores enterrados en metros.

h = profundidad enterrada de la malla de tierra, metros.

Para una estimación más exacta de la resistencia de la red de tierras, especialmente cuando se usan varillas de tierra para alcanzar la mayor conductividad del suelo e incluir el efecto de las 2 resistividades diferentes de suelo (suelo no uniforme), las ecuaciones siguientes pueden ser utilizadas.

$$R_g = \frac{R_1 R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2R_{12}}$$

Resistencia total del sistema de tierras consistente de la combinación de la malla (horizontal) y las varillas (vertical).

$$R_1 = \left(\frac{\rho_1}{\pi L_1} \right) \left[\ln \frac{2L_1}{h'} + K_1 \left(\frac{L_1}{\sqrt{A}} \right) - K_2 \right]$$

Resistencia de los conductores de la red.

$$R_2 = \left(\frac{\rho_a}{2n\pi L_2} \right) \left[\ln \frac{8L_2}{d_2} - 1 + 2K_1 \left(\frac{L_2}{\sqrt{A}} \right) (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

Resistencia de todas las varillas de tierra.

$$R_{12} = \left(\frac{\rho_a}{\pi L_1} \right) \left[\ln \frac{2L_1}{L_2} + K_1 \left(\frac{L_1}{\sqrt{A}} \right) - K_2 + 1 \right]$$

Resistencia mutua entre el grupo de conductores de la red y el grupo de varillas de tierra.

Donde:

P₁ = Resistividad del suelo encontrada para la red de conductores enterrada a una profundidad h , en Ω -metros.

P_a = Resistividad aparente del suelo vista por una varilla de tierra, en Ω - metros.

H= Profundidad de la segunda capa de suelo a la superficie, en donde se tiene P_2 , en metros.

P₂= Resistividad del suelo desde la profundidad H hacia abajo en Ω -metros.

L₁= Longitud total del conductor de la red en metros.

L₂=Longitud promedio de las varillas de tierra en metros.

h= Profundidad de enterrado de la malla en metros.

$h' = \sqrt{d_1 \cdot h}$ para conductores enterrados una profundidad h , o $0.5 \cdot d_1$ para conductores en $h=0$ (sobre la superficie de la tierra).

A = Área cubierta por una red de dimensiones a y b en m^2 .

n = Número de varillas de tierra colocadas en el área A .

K₁, K₂ = Constantes relacionadas con la geometría del sistema.

d₁ = Diámetro del conductor en la red en metros.

d₂ = Diámetro de las varillas de tierra en metros.

a = Longitud del lado corto de la red en metros.

b = Longitud del lado largo de la red en metros.

Las ecuaciones en que $P_1 \geq P_2$ donde la red está enterrada en la capa superior P_1 pero las varillas de tierra están una parte en P_1 y otra en P_2 , R_2 y R_{12} son calculadas usando una resistividad aparente del suelo vista por las varillas de tierra, P_a la cual se define como:
Para el caso más usual en el que la punta superior de las varillas de tierra están al nivel de la superficie de la tierra.

Para el caso más usual en la que la punta superior de las varillas se encuentren a la misma profundidad que la malla de tierra, se usa:

$$P_a = L_2 (P_1 P_2) / (P_2 (H-h) + P_1 (L_2+h-H))$$

Para suelo uniforme: $P_2 = P_1$

Corriente de corto circuito

Mediante un buen estudio de corto circuito, se debe calcular las corrientes de falla de tierra de mayor magnitud en todos los buses de la subestación bajo análisis, en condiciones de operación actual y a futuro, considerando la estructura de la red a un período de 10 años.

Para una buena optimización de la red de tierra se debe considerar los efectos de los hilos de guarda y del hilo del neutro en cables de energía en la distribución de la corriente de falla a tierra, esto es determinar la cantidad de corriente que va a circular realmente a través de la red de tierra para reducir la cantidad de cable de cobre necesario para satisfacer los requerimientos de seguridad.

El calibre del conductor se determina por medio de la ecuación que a continuación se mostrarán. La corriente de falla I_o deberá ser la corriente máxima de falla esperada y que podrá ser conducida por el conductor del sistema de tierra; la duración de la corriente de falla deberá reflejar el máximo tiempo de liberación de la falla. La siguiente ecuación, evalúa la ampacidad para algunos conductores de los cuales las constantes del material son conocidas, o bien, puede ser determinadas por medio de cálculos.

$$I = A \sqrt{\left[\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r P_r} \right] \ln \left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a} \right]}$$

En donde:

I = Valor de la corriente r.m.s en KA

A = Sección transversal del conductor en mm².

P_r = Resistividad del conductor, en μΩ / cm a 20 °C.

T_m = Temperatura máxima permisible en °C.

T_a = Temperatura ambiente en °C.

T_r = Temperatura de referencia para las constantes del material en °C.

α_o = Coeficiente térmico de resistividad a 0 °C.

α_r = Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia T_r en μΩ / cm³

$$\alpha_o = \frac{1}{\alpha_o} \quad \text{ó} \quad \alpha_o = \frac{1}{\alpha_r} - T_r$$

T_c = Tiempo de la corriente de falla, en segundo.

TCAP = Factor de capacidad térmica, se obtiene de las siguiente tabla 1.19 en J / cm³ / °C

CONSTANTES DE MATERIALES

Descripción	Conductividad del Material, %	Factor α_r a 20 °C	K (1/ α_o) a °C	Temp. de fusión °C	ρ_r a 20 °C ($\mu\Omega/cm$)	Factor TCAP. Valor efectivo (J/cm ³ /°C)
Cobre suave recocido	100.0	0.00393	234	1083	1.7241	3.422
Cobre duro	97.0	0.00381	242	1084	1.7774	3.422
Cobre con alma de acero	40.0	0.00378	245	1084/ 1300	4.397	3.846
Cobre con alma de acero	30.0	0.00378	245	1084/ 1300	5.862	3.846
Aluminio EC	61.0	0.00403	228	657	2.862	2.556
Aluminio aleación 5005	53.5	0.00353	263	660	3.2226	2.598
Aluminio aleación 6201	52.5	0.00347	268	660	3.2840	2.598
Aluminio con alma de acero	20.3	0.00360	258	660/ 1300	8.4805	2.670
Acero revestido de Zinc	8.5	0.00320	293	419/ 1300	20.1	3.931
Acero inoxidable No. 304	2.4	0.00130	749	1400	72.0	4.032

tabla1.19 Factor de capacidad térmica.

En el caso de que el calibre del conductor sea dado en circular mil, la ecuación anterior cambia a:

$$I = 5.0671 * A * \sqrt{\left[\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r P_r} \right] \ln \left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a} \right]}$$

Cuando se trabaja con materiales, los cuales no están listados en la tabla anterior, los manuales de ingeniería, proveerán la información, incluyendo el calor y peso específico, para así poder determinar el TCAP.

El calor específico (cal /gram / °C) y el peso específico (gram / cm³) son relacionados para obtener la capacidad térmica por unidad de volumen (ws / cm³).

$$(\text{cal /gram / }^\circ\text{C}) \times (\text{gram / cm}^3) = 4.184(\text{ ws / cm}^3/\text{ }^\circ\text{C}).$$

$$(\text{SH}) \times (\text{SW}) = 4.184(\text{ ws / cm}^3/\text{ }^\circ\text{C}).$$

$$1 \text{ ws} = 1 \text{ Joule}$$

De esta forma el TCAP es definido por:

$$TCAP = = 4.184. SH.SW$$

Donde:

SH = Calor específico en Cal /gram / °C

SW = Peso específico en gram / cm³

Una vez que el TCAP es determinado, las ecuaciones siguientes pueden ser usadas para determinar la ampacidad del conductor.

Estas ecuaciones pueden ser arregladas para darnos el calibre del conductor requerido en función de la corriente

$$A_{mm^2} = I \sqrt{\frac{(t_c \alpha_r P_r) * (10^4)}{TCAP} \ln \left[1 + \frac{T_m - T_a}{K_o + T_a} \right]}$$

$$A_{cmils} = 1973.52 * I \sqrt{\frac{(t_c \alpha_r P_r) * (10^4)}{TCAP} \ln \left[1 + \frac{T_m - T_a}{K_o + T_a} \right]}$$

1.9 SUBESTACIÓN.

Se observa que la energía eléctrica que es necesario suministrar a una instalación eléctrica ya sea industrial, comercial o bien a edificios habitacionales, puede ser a voltajes de alimentación que son muy altos para las cargas.

Para esta transformación de la energía eléctrica de un nivel de voltaje a otro más adecuado, se usa un conjunto de equipos que no solo transforman, también controlan y regulan la energía eléctrica y que reciben el nombre de “SUBESTACIÓN ELECTRICA” fig.1.27.

Para el caso específico de las instalaciones industriales, dentro de la clasificación general de las subestaciones eléctricas, 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 considerables, en tanto que las compactas se usan en industrias menores, edificios de apartamentos y comercios principalmente, dadas sus características ofrecen algunas ventajas importantes como son:

Su costo relativamente bajo.

Ocupan poco espacio, son fáciles de instalar, ampliar y relocalizar en un momento dado.

Su construcción es totalmente blindada, por lo mismo son de frente muerto proporcionando de esta manera mayor seguridad.



Figura 1.27 Subestación

De acuerdo a la potencia y tensión que manejan las subestaciones, estas se pueden clasificar en:

- a) Subestación de transmisión – Arriba de 230 K.V.
- b) Subestación de subtransmisión – Entre 230 -115 K.V.
- c) Subestación de distribución primaria –Entre 115 – 23 K.V.
- d) Subestación de distribución secundaria – Debajo de 23 K.V.

Sus partes esenciales son:

- a) Acometida.
- b) Verificación de medidores.
- c) Seccionador “Cuchillas de paso”
- d) Interruptores.
- e) Desconectadores.
- f) Fusibles.
- g) Espacios libres.
- h) Transformadores.

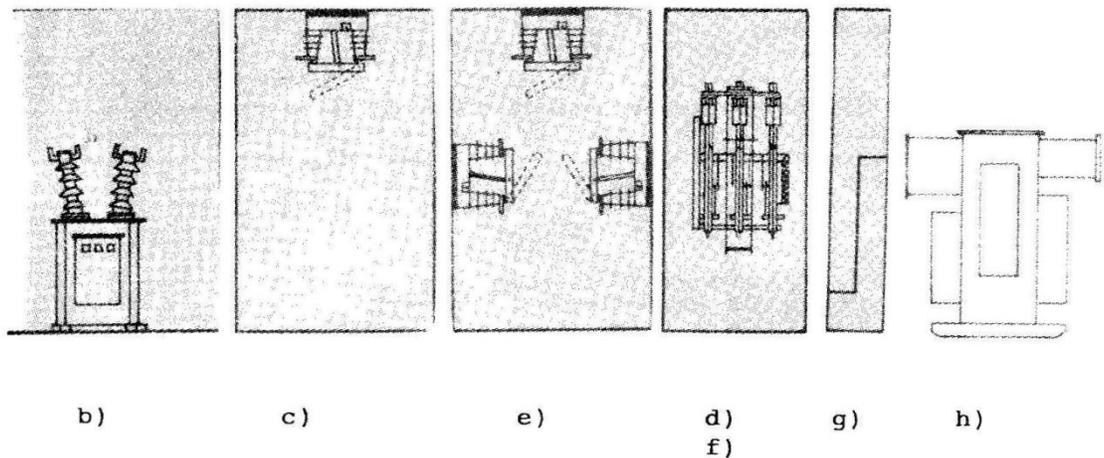


Figura 1.28 partes esenciales de una subestación

- a) Acometida.

Es el lugar donde se hacen la conexión en alta tensión a la subestación eléctrica, en esta sección. Cuando se compra energía eléctrica a la compañía suministradora.

- b) Verificación de los medidores.

Es la sección que sirve para comprobar el buen funcionamiento del equipo de medición que instala la compañía suministradora al contratar el servicio ya sea en alta tensión o en baja tensión, sin interrumpir el servicio eléctrico.

c) Seccionador.

En esta sección se coloca un juego de cuchillas trifásicas operación en grupo (CUCHILLAS DE PASO), operadas manualmente por medio de un accionamiento de disco o palanca. Estas cuchillas deben ser operadas únicamente cuando no exista carga en operación, es decir cuando se ha desconectado toda la carga de la planta, Ya que tiene un mecanismo de seguridad que no permite operarlas hasta que el interruptor este abierto.

d) Interruptores.

Esta sección tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir en un momento dado el suministro de energía ya sea manualmente o auténticamente la totalidad del servicio eléctrico.

La interrupción puede ser voluntaria o por falla eléctrica en el sistema eléctrico (sobrecargas o corto circuito).

e) Desconectadoras.

Esta sección son para abrir uno o varios circuitos adicionales que cuente el cuarto de la subestación en sistemas de alta tensión, con fines de separación o modificación al sistema eléctrico. No cuentan con protección de sobrecarga ni de corto circuito, tampoco cuenta con capacidad de apertura con carga, lo que indica su operación es manual y sin carga en el sistema eléctrico a operar.

f) Fusibles.

El elemento que protege por sobrecargas, fallas de corto circuito, sobrecorrientes y fallas a tierra que llegue a presentar el sistema eléctrico principalmente en los transformadores de voltaje y el alimentador principal de alta tensión o en su caso el alimentador principal de baja tensión.

g) Espacios libres.

Estos son gabinetes vacíos que se instalan en la subestación cuando un sistema eléctrico se proyecta el uso de transformadores a futuro a causa de requerimientos de la planta. Se instalan en espacios consecutivos a los ya instalados dando como resultado en el sistema eléctrico la presencia de gabinetes que pueden servir para instalar un nuevo equipo para alta tensión.

h) Transformador.

Como su nombre lo indica es la sección donde se transforma la energía suministradora en alta tensión o baja tensión. Es una máquina electromagnética cuya función principal es cambiar las magnitudes de las tensiones y corrientes eléctricas.

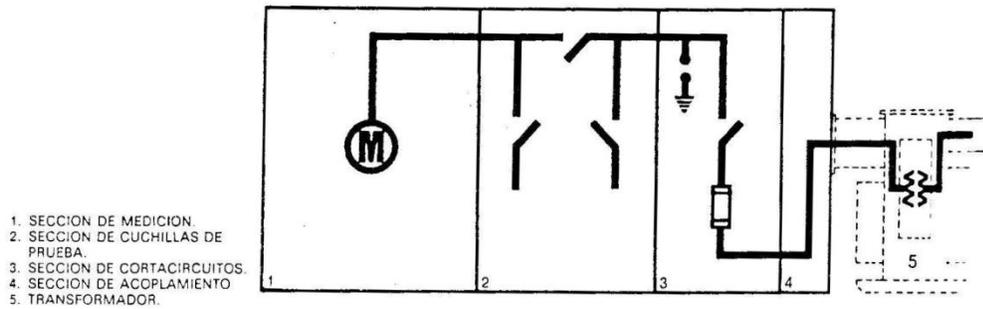


Figura 1.29 Diagrama eléctrico

Definición de la carga total del sistema eléctrico.

Se entiende por carga total del sistema eléctrico a la suma de cargas de todo el equipo y maquinaria que requiere energía eléctrica que se instalara en la planta o proceso.

Por lo general se determina en KVA, por lo cual si se tienen datos de equipos y / o maquinaria indicados en Watts o KW. Se tendrá que convertir a KVA, para trabajar con una sola unidad. Se entiende que:

$$1\text{KVA.} = \frac{1\text{ KW}}{\text{F.P}}$$

El diagrama unifilar simplificado de una subestación representa una forma de indicar los elementos que la constituyen figura 1.30

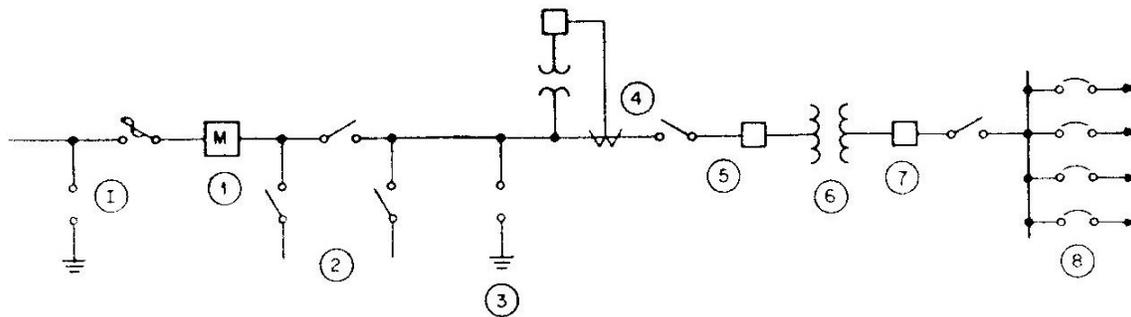


Figura 1.30 diagrama unifilar simplificado de una subestación

- I. Apartarrayos y cuchillas.
- 1. Equipo de medición.
- 2. Cuchillas de prueba.
- 3. Apartarrayos.
- 4. Cuchillas desconectadoras.
- 5. Interruptor general.

6. Transformador.
7. Interruptor principal.
7. Interruptores principales de circuitos derivados.

TRANSFORMADOR.

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 interruptor general los elementos centrales de la subestación eléctrica.

Desde el punto de vista de su construcción, que normalmente está relacionado con su potencia (capacidad) los transformadores pueden ser:

De tipo interior o intemperie.

De montaje en poste o en piso.

Por su enfriamiento:

Tipo seco (enfriamiento por aire) –A

Enfriamiento por aceite y aire –OA

Enfriamiento por aceite y aire

Con circulación de aire forzado –OA/FA

Enfriamiento por aceite y aire

Con circulación de aceite forzado –OA/FOA

Las principales características a especificar son las siguientes:

Potencia o capacidad (KVA)

Voltaje primario y secundario (relación de transformación)

Número de fases y conexión primaria y secundaria (En caso de ser trifásicos).

Frecuencia de operación (Hertz)

Número y por ciento de cada paso de las derivaciones arriba y debajo de la tensión nominal.

Tipo de enfriamiento.

Altura sobre el nivel del mar de operación del transformador.

Tipo de servicio.

Impedancia (en por ciento).

Sobreelevación de temperatura permitida (en °C)

Condiciones especiales de servicio (ambientes corrosivos).

Accesorios.

De los renglones anteriores vale la pena hacer algunos comentarios sobre los aspectos relevantes a considerar, por ejemplo:

LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

Como se indicó antes se calcula a partir del valor de la potencia instalada (PI) y los factores de demanda (FS) y utilización (FU) o la combinación de ellos: (FS)

$$PT = PI \times FD \times FS$$

Esta potencia se expresa normalmente en KVA y debe entregar por un tiempo especificado en condiciones de voltaje y frecuencia de diseño sin exceder los límites de temperatura que establece la norma y que para el caso de los transformadores en aceite la temperatura promedio de un devanado no debe exceder de 65 °C sobre una temperatura promedio de 30 °C y máxima de 40 °C.

Cuando la temperatura ambiente promedio máxima excede a los valores indicados, pero sin ser mayor a la promedio de 30 °C y opera a una altura superior a 1000 M.S.N.M. Para la cual se diseñan, como se sabe 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 un valor de aproximadamente 0.4% por cada 100 M. En exceso de los 1000 M. Se pueden operar también los transformadores a sus capacidades nominales a alturas superiores a los 1000 M.S.N.M. Siempre que la temperatura ambiente promedio máxima no exceda de 3 °C/1000M por bajo de 30 °C. Como se muestra en la figura 1.31.



Figura 1.31 Transformador.

Diseño del sistema de tierra.

Las plantas y subestaciones deben contar con un sistema de tierra al cual se conecta a todos y cada uno de los elementos de la instalación que se requieran ser puestas a tierra para:

- a) proveer un medio seguro para proteger al personal que se encuentre dentro o en la proximidad del sistema de tierra o de los equipos conectados a tierra de los riesgos de una descarga eléctrica debida a condiciones de falla o por descarga atmosférica.

- b) Si la cerca se coloca fuera de la zona correspondiente a la rejilla para tierra debe colocarse por lo menos a 2 metros del límite de la rejilla para tierra física.

Medición de la resistividad del terreno.

Se debe de llevar a cabo las mediciones de la resistividad del terreno en el área donde se instalará el sistema de tierra. Determinando la resistividad de las capas de terreno que deban aplicarse en los cálculos del sistema de tierra. Este estudio deberá llevarse a cabo en la época del año de menor humedad del terreno.

Se deben realizar dos mediciones: Una de resistividad cuyos resultados permitirán establecer el diseño de la red de tierra. Y otra medición de resistencia posterior a la construcción del sistema de tierra a fin de verificar si se cumplió con los parámetros del diseño esperados.

Paso 1

Se debe tener un plano de arreglo general de la subestación para determinar el área donde se debe instalar el sistema de tierra. Obtener el valor de la resistividad del suelo. Para determinar el perfil de resistividad del suelo y el modelo del suelo necesario (suelo homogéneo o de dos capas).

Paso 2

Para determinar la selección transversal del conductor de puesta a tierra y de la rejilla para la tierra física la corriente de la falla I_o debe de ser la máxima corriente futura de falla esperada que puede ser conducida por cualquier conductor del sistema de tierra y el tiempo t_c debe de ser el tiempo máximo de liberación de la falla, incluyendo el tiempo de la protección de respaldo.

Para calcular la selección transversal del conductor se debe considerar la corriente de falla de fase a tierra o dos fases a tierra la que resulte más severa. Y a que la corriente de falla I_o debe de ser la máxima corriente futura.

Cálculo de la sección transversal del conductor de la rejilla para tierra física.

Para calcular la sección transversal del conductor se debe tener el valor de la corriente máxima de falla a tierra que puede estar presente en el punto de la subestación.

Conocidas el coeficiente de resistividad y las constantes características de cada material (véase la tabla 1) se aplican las siguientes ecuaciones.

$$A_{mm}^2 = I \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r P_r} \right] \text{Ln} \left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a} \right]}} \tag{Ecuación 1}$$

$$A_{\text{kcmil}} = I \sqrt{\frac{197.4}{\left[\frac{\text{TCAP} \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r P_r} \right] \ln \left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a} \right]}} \quad \text{Ecuación 2}$$

En donde:

I = Valor de la corriente r.m.s en KA

A = Sección transversal del conductor en mm².

P_r = Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia Tr en μΩ -cm

T_m = Temperatura máxima permisible en °C.

T_a = Temperatura ambiente en °C.

T_r = Temperatura de referencia para las constantes del material en °C.

α_o = Coeficiente térmico de resistividad a 0 °C en 1/°C

α_r = Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia Tr en 1/°C

$$K_o = \frac{1}{\alpha_o} \quad \text{ó} \quad K_o = \frac{1}{\alpha_r} - T_r, \text{ en } ^\circ\text{C}$$

T_c = Tiempo de la corriente de falla, en segundo.

TCAP = Factor de capacidad térmica por unidad de volumen (se obtiene de las siguiente tabla1) en J / cm³ / °C

Determinación de la corriente máxima de la rejilla **I_g**

La corriente simétrica de rejilla es una parte de la corriente simétrica de falla a tierra que fluye de la rejilla para tierra hacia el terreno que la rodea, se determina la ecuación 3.

Ecuación 3

$$I_g = S_f * I_f$$

Ecuación 4

$$I_f = 3 I_o \quad \text{por lo tanto} \quad S_f = \frac{I_g}{3 I_o}$$

Donde:

I_g = Corriente simétrica.

I_f = Corriente simétrica de falla a tierra en A (valor rcm y debe considerarse el incremento futuro de este valor).

S_f = Factor de división de corriente que relaciona la magnitud de la corriente de falla con la parte de esta corriente que fluye de la rejilla hacia el terreno.

I_0 = Corriente de secuencia cero en A.

La corriente que puede circular en una rejilla para tierra en casos de falla, se conoce como “corriente máxima de rejilla”, la cual se determina con la ecuación 5.

$$I_G = D_f * I_g$$

Donde:

Ecuación 5

$$D_f = \sqrt{1 + \frac{T_a}{T_f} \left[\frac{-2t_f/T_a}{1 - e^{-2t_f/T_a}} \right]}$$

Donde:

I_G = Corriente máxima de rejilla en A.

I_g = Corriente simétrica de rejilla (valor rcm) en A.

D_f = Factor de decremento para el tiempo de duración de la falla (t_c), que está en función del valor de la relación de la reactancia (X) y de la resistencia (R) en el punto de falla, véase tabla 2. Si el tiempo de duración de la corriente es mayor o igual a 1 s o la relación X/R en el punto de localización de la falla es menor que 5, el factor de decremento puede despreciarse. es decir $D_f = 1$.

T_f = Duración de la falla en segundos.

T_a = Constante de tiempo subtransitoria en segundos.

$$T_a = \frac{X''}{WR}$$

Se presenta la tabla 2 de D_f para diferentes valores de X''/R .

Del siguiente rango la selección de T_f deberá corresponder a un menor tiempo de liberación de falla en subestaciones de transmisión y para subestaciones de distribución, tiempos de liberación de falla mayores. Valores típicos de T_f

Se recomiendan entre .25 a 1 segundo. Un valor usual es de .5 segundos.

CAPÍTULO 2

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL EQUIPO LITOGRAFICO.

2.1 Funcionamiento de una empresa litográfica.

2.1.1 FUNCIONAMIENTO.

La etimología del vocablo litografía (del griego lithos, piedra, y grapho, escribir) concreta la cualidad y la función práctica de la forma: “escribir en la piedra para poder efectuar la impresión”

Una empresa litográfica se dedica a la fabricación de productos que busca satisfacer necesidades en papelería como: folletos, libros, libretas, tarjetas, etiquetas autoadhesivas (calcomanías) y a la impresión propaganda en telas (banderines, camisetas, lápices, etc.)

El recurso usado como materia prima va desde diferentes clases de tintas, papel principalmente bond en todas sus dimensiones y densidades, laminas plastificadas, químicos asociados con la materia, películas, reveladores.

El trabajo con la cámara fotomecánica.

En las artes gráficas, este término se refiere a toda película negativa, original y texto para reproducción impresa. El original de línea es en blanco y negro, que ampliado, reducido o al mismo tamaño, se coloca en el porta originales de la cámara fotomecánica. La película de alto contraste es colocada en la parte posterior de la cámara, o sea detrás de la lente. Una luz intensa ilumina el original y el obturador de la lente se abre para exponer la imagen sobre la película.

Una vez revelada la película para reproducir el negativo, este estará listo para el siguiente proceso de montaje y preparar con ello la página para la transferencia directa sobre la superficie de la matriz impresora (placa).

Pruebas de color.

Para trabajos de separación de colores, se requiere la prueba de color contractual autorizada por el cliente, que muestre los colores que se espera se obtengan en el impreso. Es posible que se hayan marcado correcciones efectuadas en ella y que el operador de la prensa offset al verificar la calidad de la imagen en la placa de imprimir, notara que los tamaños de los puntos han variado respecto a la prueba de color, dando por hecho la mejora realizada.

Montaje e impresión.

Este término describe el montaje de todos los elementos de texto e imagen dentro de la página en sus posiciones exactas. Por consiguiente, dicho texto e imagen deben ordenarse en hojas de montaje, o de otra manera en el original mecánico se habrán colocado los espacios donde cada imagen ocupará su lugar. El montaje de por si no presenta grandes dificultades, pero requiere una precisión matemática, es decir para colocar exactamente a registro las

películas, por lo que se recomienda observar las señales de referencia con la vista perpendicular al punto que se está mirando y no de otro modo.

Insolación de placa offset.

Llamemos insolación a la operación de exponer la placa de impresión, ya emulsionada o presensibilizada, a las radiaciones de una fuente luminosa durante un tiempo determinado. La operación se realiza en una prensa de vacío, estando la placa en íntimo contacto con la película negativa o positiva.

En este proceso debemos considerar los factores que intervienen decisivamente:

- a) El tipo de reacción que produce la luz.
- b) La sensibilidad espectral de la emulsión o diazónica.
- c) La exposición en segundo o en unidades de luz.

El operario (transportista) lleva a cabo la determinación de la exposición, de acuerdo a las indicaciones del fabricante de placas offset. Para ello, utiliza la escala de grises y la escala UGRA para controlar el trabajo y verificar la calidad o resolución de cada tipo de placa.

Impresión.

Se lleva a cabo el montaje de las placas offset, se preparan tinta humectación y papel en la máquina de imprimir y se inicia la tirada. Los operadores de la prensa offset verifican las pruebas de color para nivelar la tinta y su tonalidad. El encargado de prensa en la empresa impresora está presente para aceptar los resultados de la impresión, dando su punto de vista bueno. Como se muestra en la figura 2.1

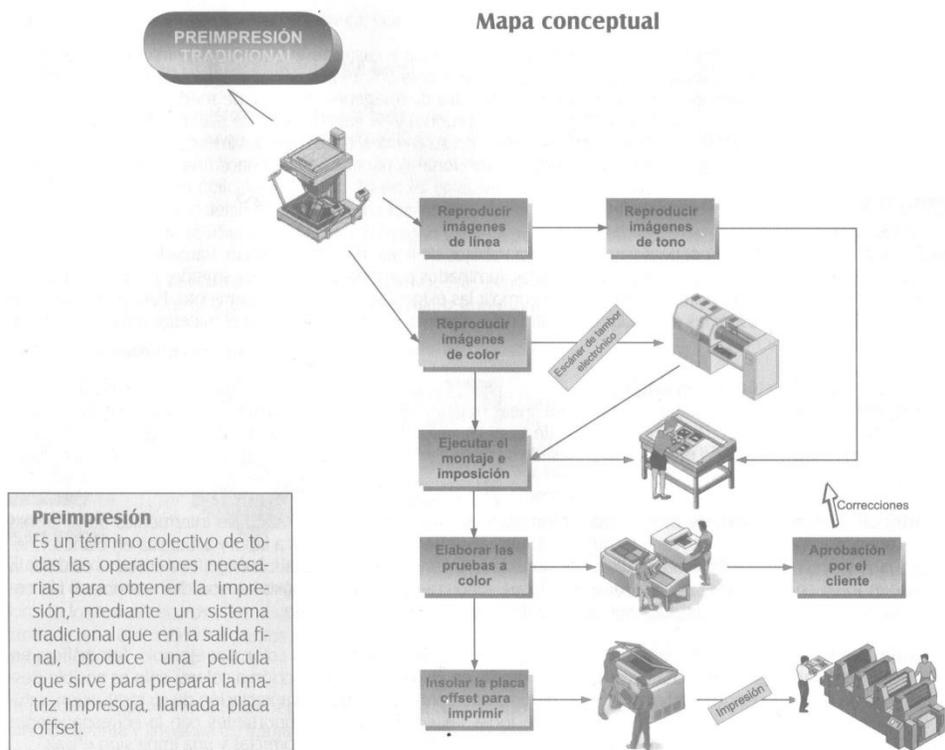


Figura 2.1 Funcionamiento de una empresa litográfica

El termino imprenta está siendo utilizado para referirse a las empresas que se dedican primero a diseñar originales (copy o arte final) de materiales impresos, luego se mandan a negativos, después se queman las placas luego que utilizan las máquinas offset para imprimir para ello se les hecha tinta, y agua para limpiar las placas ya colocadas en el interior de la máquina y ya cargada la máquina con el papel debidamente cortado con una guillotina se procede a imprimir, los colores más usados son los que forman el full color que son el magenta o rojo, el cyan o azul, el negro y el amarillo si existiera algún otro color que no puede ser formado con los colores primarios se le llama tiraje adicional o extra. Ya impreso el material con todos los colores se pasa a encuadernación y allí si es necesario, se perfora, se ciza, se dobla, se pega, se compagina, etc.

Ya terminado el trabajo se empaca para mandarlo a la empresa que solicito el material impreso por una litografía que si es pequeña se le llama imprenta actualmente.

2.2 Cámara.

Una cámara fotográfica o cámara de fotos es un dispositivo utilizado para capturar imágenes o fotografías. Es un mecanismo antiguo para proyectar imágenes en el objeto en el que una habitación entera desempeñaba las mismas funciones que una cámara fotográfica actual por dentro, con la diferencia que en aquella época no había posibilidad de guardar la imagen a menos que ésta se trazara manualmente. Las cámaras actuales pueden ser sensibles al espectro visible o a otras porciones del espectro electromagnético y su uso principal es capturar el campo visual.

Las cámaras fotográficas constan de una cámara oscura cerrada, con una abertura en uno de los extremos para que pueda entrar la luz, y una superficie plana de formación de la imagen o de visualización para capturar la luz en el otro extremo. La mayoría de las cámaras fotográficas tienen una lente colocada delante de la abertura de la cámara fotográfica para controlar la luz entrante y para enfocar la imagen, o parte de la imagen. El diámetro de esta abertura suele modificarse con un diafragma, aunque algunas cámaras tienen una abertura fija.

Mientras que el tamaño de la abertura y el brillo de la escena controlan la cantidad de luz que entra por unidad de tiempo, en la cámara durante el proceso fotográfico, el obturador controla el lapso que la luz incide en la superficie de grabación. Por ejemplo, en situaciones con poca luz, la velocidad de obturación será menor (mayor tiempo abierto) para permitir que la película reciba la cantidad de luz necesaria exactamente.

La cámara figura 2.2 que fue diseñada para tomar negativos de separación de colores o copia de reflexión en blanco y negro y proyectarlas sobre una película montada en un plano "xy" la intensificación de mesa para hacer una pieza obligatoria pisos película lista para ser contacto en las placas para la impresión. El objetivo estaba muy plana y el campo de la resolución más alta.

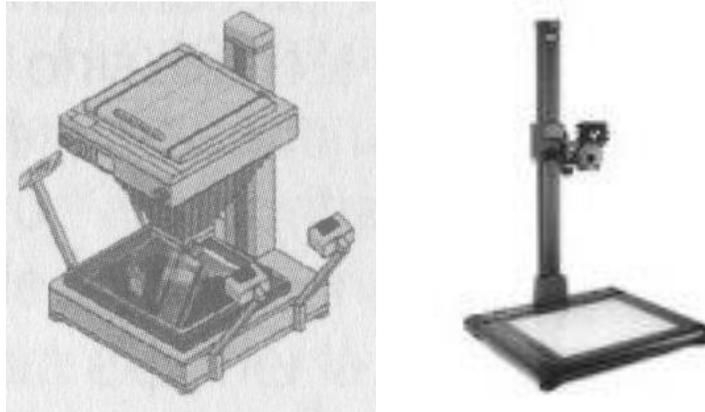


Figura 2.2 Cámara fotográfica.

2.3 Compresores.

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir como se ve en la figura 2.3

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

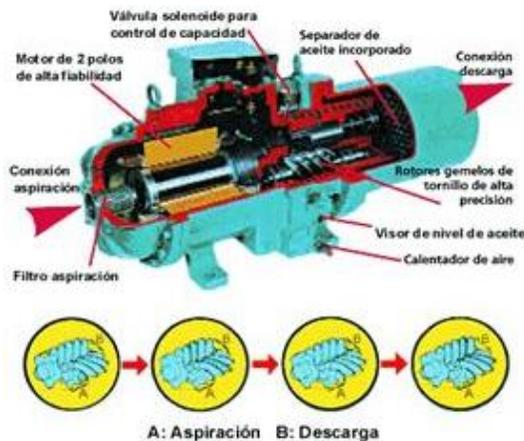


Figura 2.3 Compresor

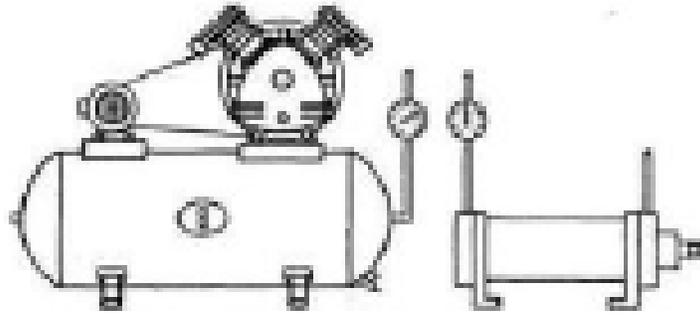


Figura 2.3 Compresor

2.4 Guillotinas.

La guillotina fue la máquina utilizada para aplicar la pena capital por decapitación en varios países europeos como Francia, Reino Unido, Bélgica, Suecia, Italia, la antigua República Federal de Alemania y en la antigua República Democrática de Alemania. Aunque esté asociada con la Revolución francesa de 1789, durante la cual se empezó a utilizar en Francia, se utilizaba en otros países europeos desde el siglo XIII.

También se usa para denominar a sistemas que recurren a un mecanismo similar, como las ventanas de guillotina, de apertura vertical; una cuchilla para cortar papel por presión como se ve en la figura 2.4; o el sistema de regulación del caudal de aire al motor utilizado en competición y alternativo a la válvula de mariposa, habitual en los motores de calle.



Figura 2.4 Guillotina usada en la litografía.

2.5 Marcos de vacío.

El marco de vacío (Marco de exposición), está construido completamente en acero (PTR) y terminado con pintura epóxica para asegurar su rigidez y durabilidad, figura 2.5

El sistema de vacío está dotado de una válvula venturi (no requiere mantenimiento) que genera el vacío al hacer pasar por ella un flujo de aire comprimido de al menos 4 kg, de presión (requiere de un compresor, no incluido), que nos garantiza la eficiente succión requerida para esas grandes áreas de trabajo.

La sábana de hule importado es altamente flexible proporcionando un perfecto contacto entre sus positivos o negativos, malla y vidrio; además de que su color negro hace imposible la reflexión de la luz sobre la malla, dando como resultado un excelente esténcil.

El vidrio que se utiliza es lo suficientemente delgado para no filtrar la luz ultravioleta y a la vez lo suficientemente grueso para soportar la presión del vacío.

Este marco opcionalmente puede incluir una fuente de luz que consta de tubos U.V. (no es luz negra), que trabajan en el rango de onda adecuado para revelar las más modernas emulsiones de diazo, de tal forma, que la cantidad de luz que llegue a la malla sea uniforme; además de que el panel de luz tiene un fondo de aluminio para reflejar la mayor cantidad de luz U.V.

Una gran ventaja de este sistema de luz es su bajo costo de operación, su rapidez y la calidad obtenida en sus esténciles.

► MARCOS DE VACIO



Figura 2.5 Marcos de vacío

2.6 Procesadores.

Una procesadora de lámina es un periférico de ordenador que permite producir una copia permanente de textos o gráficos de documentos, imprimiéndolos normalmente en láminas.

Es como una impresora combinada con un escáner puede funcionar básicamente como una fotocopidora.

Esta es la procesadora de láminas del computador a la plancha ideal para selección de color de las portadas o las páginas interiores, también de los brochures y afiches, una vez procesadas las cuatro planchas las llevas a la impresión offset para realizar el tiraje.

No significa que el procesamiento de cada plato está listo para la prensa. Una vez fotografiado y corte, la placa se puede utilizar en la prensa, como los platos tradicionales del metal, la química con la prensa actual.

Acerca de las placas de metal Aspen.

El GTO Impresia está optimizado para su uso con placas de metal Aspen, que proporcionan un mayor control sobre la calidad de la imagen. La pendiente de patente, no fotosensible placas de metal Aspen están diseñados especialmente para la serie CTP Impresia metal, que permita un proceso libre, no enjuague de flujo de trabajo se muestra a ahorrar tiempo y dinero. Estos grados de litografía, placas de aluminio de grano siempre tendrá una calidad de imagen para más de 25.000 impresiones



Figura 2.6 Procesadores de lamina

2.7 Máquina offset.

El término imprenta designa los diferentes procesos para reproducir palabras, imágenes o dibujos sobre el papel, tejido, metal y otros materiales. Estos procesos, que a veces reciben el nombre de artes gráficas, consisten en esencia en obtener muchas reproducciones idénticas de un original por medios mecánicos, por lo que el libro impreso ha sido bautizado como el primer producto en serie. La historia de la imprenta, que por su propia naturaleza es la mejor documentada de todas las historias, es prácticamente idéntica a la de la impresión tipográfica (impresión desde una superficie elevada). Históricamente, la mayor parte de la obra impresa se ha producido con este método totalmente mecánico. Sin embargo, las técnicas de la impresión moderna cada vez se basan más en los procesos de tipo fotomecánico y químico.

La máquina que se utiliza para transferir la tinta desde la plancha de impresión a la página impresa se denomina prensa. Las primeras prensas de imprimir, como las del siglo XVI e incluso anteriores, eran de tornillo, prensadas para transmitir una cierta presión al elemento impresor o molde, que se colocaba hacia arriba sobre una superficie plana. El papel, por lo general humedecido, se presionaba contra los tipos con ayuda de la superficie móvil o platina. Las partes superiores de la imprenta frecuentemente iban sujetas al techo y una vez que el molde se había entintado, la platina se iba atornillando hacia abajo contra el mismo. La prensa iba equipada con raíles que permitían expulsar el molde, volviendo, a su posición original, de modo que no fuera necesario levantar mucho la platina. Sin embargo, la operación resultaba lenta y trabajosa. Estas prensas sólo producían unas 20 impresiones a la hora, y sólo imprimían una cara cada vez. En el siglo XVII se añadieron muelles a la prensa para ayudar a levantar rápidamente la platina. Hacia 1800 hicieron su aparición las prensas de hierro, y por aquellas mismas fechas se sustituyeron los tornillos por palancas para hacer descender la platina. Las palancas eran bastante complicadas. Primero tenían que hacer bajar la platina lo máximo posible, y al final tenían que conseguir el contacto, aplicando una presión considerable. Aunque las mejores prensas manuales de la época sólo producían unas 300 impresiones a la hora, las prensas de hierro permitían utilizar moldes mucho más grandes que los de madera, por lo que de cada impresión se podía obtener un número mucho mayor de páginas. La impresión de libros utilizaba cuatro, ocho, dieciséis y más páginas por pliego. Durante el siglo XIX, las mejoras incluyeron el desarrollo de la prensa accionada por vapor; la prensa de cilindro, que utilizaba un rodillo giratorio para prensar el papel contra una superficie plana; la rotativa, en la que tanto el papel como la plancha curva de impresión van montados sobre rodillos y la prensa de doble impresión, que imprime simultáneamente por ambas caras del papel. Los periódicos diarios de gran tirada exigen al mismo tiempo el mismo producto figura 2.7. En 1863 el inventor norteamericano William A. Bullock patentó la primera prensa de periódicos alimentada por bobina, capaz de imprimir los periódicos en rollos en vez de hojas sueltas. En 1871 el impresor Richard March Hoe perfeccionó la prensa de papel continuo. Su equipo producía 18,000 periódicos a la hora.

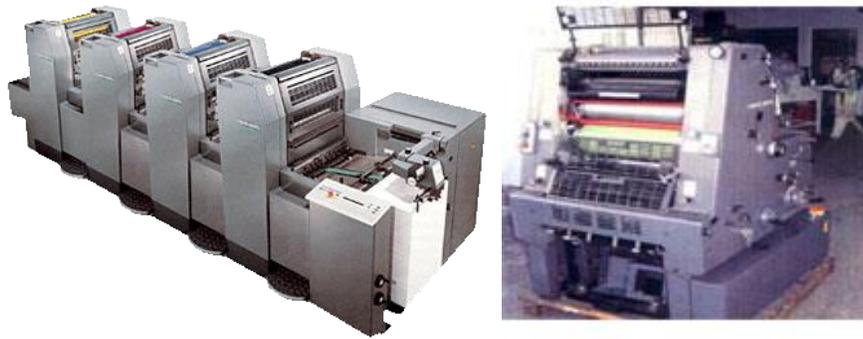


Figura 2.7 Maquinas offset.

2.8 Taladro.

La **taladradora** es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Se llama **taladrar** a la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. La operación de taladrar se puede hacer con un taladro portátil, con una máquina taladradora, en un torno, en una fresadora, De todos los procesos de mecanizado, el taladrado es considerado como uno de los procesos más importantes debido a su amplio uso y facilidad de realización, puesto que es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de realizar y que se hace necesario en la mayoría de componentes que se fabrican.



Figura 2.8 Taladro Vertical.

2.9 Equipos opcionales (centro de cómputo)

Un centro de cómputo, es una entidad, oficina o departamento que se encarga del procesamiento de datos e información de forma sistematizada. El procesamiento lleva a cabo con la utilización de computadoras que están equipadas con el hardware y el software necesario para cumplir con dichas tareas, por lo general estas computadoras se encuentran interconectadas en red y cuentan con conexión a internet.

Este centro de cómputo hace referencia a la unidad que se encarga del diseño y la implementación de sistemas dentro de una empresa en este caso se trata de un área cuya finalidad es facilitar el trabajo del resto de las dependencias. La capacitación de los usuarios, el mantenimiento de los equipos informáticos y el desarrollo de estudios de factibilidad se encuentran entre sus misiones. Tal como se ve en la figura 2.9



Figura 2.9 Centro de Cómputo.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1 Ubicación del sitio.

Es necesario saber la ubicación y la localización de la planta o proceso, ya sea por un nuevo proyecto o una ampliación de instalaciones de maquinaria y equipo, conocer y establecer las condiciones y características de los suministros de energía eléctrica con que se cuentan en la zona y poder asentarse los datos de entrada para el proyecto de diseño y ejecución de la obra. En el caso de obra nueva debemos saber las características del voltaje de distribución que rige la zona (Típicos: 13200, 20000, 23000, 35000 Volts para mediana tensión y 220 o 110 volts para baja tensión a Comisión Federal de Electricidad (CFE)).

Nombre o razón social de la empresa: LITOGRAFIA RESENDIZ

Giro y o actividad: Empresa Litográfica

Ubicación:

Calle: Puerto de Guaymas

Número: 25

Colonia: Casas Alemán

Municipio o Delegación: Gustavo A. Madero

Entidad federativa: Ciudad de México

Código postal: 07980

Estado: México

Localización:

Entre la calle de: Camino San Juan de Aragón

Y de: Puerto Acapulco

Perpendicular a: Avenida San Juan de Aragón

Tipo de suministro de energía:

Alta tensión

Baja tensión.

Aérea

Oculta

Voltaje: 13200 K.V. Suministrado por: CFE (Comisión Federal de Electricidad)

3.2 Descripción de cómo bajar de 13,200 KV a 440 volts y a 220 volts.

LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Se da el nombre de subestación eléctrica al conjunto de elementos que sirven para alimentar el servicio eléctrico de alta tensión a un local con una demanda grande de energía para obtener luz, fuerza, calefacción, y otros servicios.

Las subestaciones eléctricas no obstante su elevado costo son convenientes al usuario debido a que las cuotas de consumo, medidas en alta tensión son mucho más económicas que cuando los servicios son suministrados por la empresa en baja tensión, por lo cual, el gasto inicial se compensa en poco tiempo quedando un ahorro permanente al propietario

Actualmente las subestaciones de tipo abierto para interiores han pasado a la historia los materiales modernos que hemos visto permiten la construcción de subestaciones unitarias o también llamadas compactas dentro de las cuales se disponen los aparatos y accesorios que señalan las normas de reglamento de obras e instalaciones eléctricas que son como sigue.

La subestación unitaria consta de un gabinete de medidas normalizadas fabricado de lámina rolada de frío protegida con pintura anticorrosiva en capa gruesa y tres manos de pintura auto motiva para alojar lo siguiente:

SECCION A.

Destinada al equipo de medición de la empresa que suministra el servicio el cual es alojado con las líneas alimentadoras.

SECCION B.

En esta sección se alojan las cuchillas de prueba que servirán para que la secretaria de economía nacional por conducto de su departamento de normas en casos necesarios verifique pruebas sin necesidad de desconectar el servicio, consistiendo en nueve cuchillas divididas en tres grupos.

SECCION C.

Es para alojar el interruptor, seccionar y apartarrayos auto valvular, conteniendo a la vez una celda de acoplamiento para el o los transformadores.

SECCION D.

Transformador de distribución de potencia que en algunos casos pueden ser varios.

SECCION E.

La celda para acoplar los gabinetes de baja tensión.

El diagrama unifilar simplificado de una subestación representa una forma de indicar los elementos que la constituyen figura 3.1

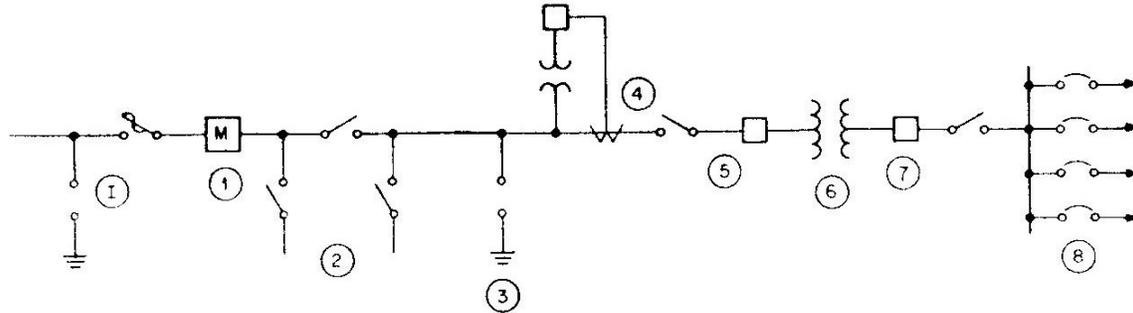


Figura 3.1 diagrama unifilar simplificado de una subestación

I. Apartarrayos y cuchillas.

1. Equipo de medición.
2. Cuchillas de prueba.
3. Apartarrayos.
4. Cuchillas desconectadoras.
5. Interruptor general.
6. Transformador.
7. Interruptor principal.
7. Interruptores principales de circuitos derivados.

TRANSFORMADOR.

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 interruptor general los elementos centrales de la subestación eléctrica.

Desde el punto de vista de su construcción, que normalmente está relacionado con su potencia (capacidad) los transformadores pueden ser:

De tipo interior o intemperie.

De montaje en poste o en piso.

Por su enfriamiento:

Tipo seco (enfriamiento por aire) –A

Enfriamiento por aceite y aire –OA

Enfriamiento por aceite y aire

Con circulación de aire forzado –OA/FA

Enfriamiento por aceite y aire

Con circulación de aceite forzado –OA/FOA

3.3 Selección de voltajes de suministro de los equipos y maquinarias.

Este punto debe estar bien definido a que el voltaje elegido para suministro de maquinaria o equipo es inversamente proporcional al área del conductor a ser utilizado. Esto no quiere decir que siempre se tendrá que elegir los voltajes más altos, sino que también depende de la potencia de la maquinaria o equipo en cuestión.

Selección del voltaje de suministro.

Para definir una adecuada selección de voltaje de suministro, se proporcione el siguiente método.

- 1) Equipo de iluminación menor a 150 Watts, el voltaje de suministro será de 127 Volts. (datos de placa).
- 2) Equipo de iluminación mayores a 200 Watts y menores a 1000 Watts, el voltaje de suministro será de 220 Volts.
- 3) Equipo de control eléctrico, voltaje de suministro es de 127 Volts.
- 4) Contactos de uso general, donde se conectan cargas menores a 1800Watts, el voltaje de suministro 127 volts.
- 5) Maquinaria (todo tipo de motores de $\frac{1}{4}$ de H.P. hasta 500 H.P.), el voltaje de Suministro puede ser 220 V o 440 V; este voltaje dependerá de lo siguiente:
Si existen cargas unitarias con una potencia realmente significativa en comparación con la carga total (mayores de un 30% de la carga total), se suministra un voltaje a 400 volts.
- 6) En maquinaria o equipo que especifique un voltaje de mediana o alta tensión se empleara el especificado en su placa de datos.
- 7) El voltaje en el punto de entrega de servicios será definido por la compañía suministradora, que puede ser en baja, mediana o alta tensión.

Este Método de selección de definición de voltaje de suministro para equipos y maquinaria propuesto en este punto, se justifica porque brinda seguridad al usuario y porque cumple con las condiciones de los fabricantes.

Para los voltajes de datos de placa diferentes a los indicados en la tabla se tendrán que emplear lo siguiente.

- a) Voltajes menores a 127Volts, se empleara un voltaje de suministro de 127 Volts. Con su respectivo transformador.
- b) Voltajes comprendidos entre 380 y 600 Volts, se empleara un voltaje de suministro de 440 Volts, con su respectivo transformador.

Tomando los datos de placa de la maquinaria, equipos propuestos y empleando la tabla de selección descrita, se obtiene lo siguientes voltajes de suministro a emplear.

Equipos de iluminación.....127 Volts /220 Volts.
Maquinaria.....440 Volts.

Equipo de cómputo.....	127 Volts /220 Volts.
Equipo eléctrico.....	127 Volts /220 Volts.
Equipo fotolito.....	127Volts /220 Volts.

3.4 Distribución de los equipos.

En este punto se describe el listado de las áreas, equipo y maquinaria que requiera energía eléctrica.

c) Áreas:

- Oficinas administrativas: Iluminación y contactos.
- Oficina de sistemas: Iluminación y contactos para equipos.
- Nave de almacén, producción: Iluminación y contactos.
- Áreas de fotolito y lámina: iluminación y contactos.
- Área de subestación y cuarto de máquinas.
- Área de cómputo.

b) Descripción de equipo:	Cantidad.
1.- Sistemas de cómputo (redes).	10
2.- Terminales de cómputo.....	45
3.- Terminales de impresión láser.....	10
4.- Reguladores y nom –brekes.....	10
5.- Fotocopiadoras.....	10
6.- Sistema de telefonía.....	1
7.- Sistema de seguridad.....	1
8.- Sistema de audio.....	1

C) Descripción de la maquinaria empleada:	Cantidad.
1.- Cámaras Opty Copy.....	3
2.- Compresores de Aire.....	3
3.- Maquinas Guillotinas.....	3
4.- Marcos de Vacío.....	6
5.- Procesadora de lámina.....	6
6.- Maquina rotativa M-300.....	1
7.- Maquina rotativa M-200.....	2
8.- Maquina plana 6 unidades.....	1
9.- Maquina plana 4 unidades.....	2
10.- Maquina plana 2 unidades.....	2
11.- Taladros.....	1
12.- Centro de computo.....	1
13.- Escaneer.....	3

Una vez que se ha descrito las áreas y las cantidades de equipo y maquinaria. Se obtendrán los datos técnicos de las placas de los equipos y maquinarias que requiere la planta litográfica. Esta placa nos indicara la potencia, voltaje, frecuencia, amperaje y cantidad de fases que necesita el equipo y maquinaria para operar.

A continuación se describen en la tabla 3.1 los datos de placa de la maquinaria, equipo y ubicación que se instalará en la planta litográfica.

No.	Descripción.	Cantidad.	Potencia.	Volts.	No. Fases.	Distancia Mts.
1.-	Cámaras Opty- Copy	3	30 KW.	220	3	100
2.-	Compresor de aire	1	75 H.P.	440	3	12
3.-	Compresor de aire	1	50 H.P.	440	3	15
4.-	Compresor de aire	1	50 H.P.	440	3	18
5.-	Guillotina	1	15 KW.	440	3	93
6.-	Guillotina	1	18 KW.	440	3	93
7.-	Guillotina	1	10 KW.	440	3	93
8.-	Marcos de vacio	6	19.2 KW.	220	3	135
9.-	Procesadoras de Lámina	6	33 KW.	220	3	140
10.-	Maquina rotativa M-300 4 colores	1	350 KVA.	440	3	36
11.-	Maquina rotativa M-200 4 colores	2	250 KVA.	440	3	60
12.-	Maquina Plana Horz. 6 unidades	1	90 KVA.	440	3	70
13.-	Maquina plana Horz. 4 unidades	2	75 KVA.	440	3	76
14.-	Maquina plana Horz. 2 unidades	2	60 KVA.	440	3	104
15.-	Taladro Vertical	1	3 H.P.	440	3	97
16.-	Centro de Computo	1	10 kw.	220	3	160
17.-	Escaneer	3	45 kw	220	3	100

Tabla 3.1 Datos de placa de la maquinaria, equipo y ubicación.

3.5 Luminarias.

En este punto se indicaran los niveles recomendados de iluminación para esto se requiere referirse a la tabla 1.3 niveles recomendados de lux en locales de áreas como pueden ser oficinas , hospitales, fabricas, etc.

Una vez considerando los valores de la tabla 1.3 se podrá describir el tipo de características del área es decir seleccionando un tamaño adecuado para no afectar la estética del área.

De tal forma se efectuara un listado describiendo el área y el equipo de iluminación correspondiente indicando la tensión y la potencia de la lámpara tanto sus watts como sus lúmenes por lámpara a instalar.

Para la empresa de litografía se en lista la iluminación deseada:

1) Área oficina.

Lámpara 2 X 74 Watts. Luz de día Fluorescente con difusor prismático tipo de empotrar 9,000 lúmenes.

2) Área de oficinas administrativas.

Lámpara 2 X 74 Watts. Luz de día Fluorescente con difusor prismático tipo de empotrar 9,000 lúmenes.

3) Área de producción.

Lámpara de 400 Watts. Vapor de mercurio fluorescente con difusor prismático tipo industrial de sobre poner, 36000 lúmenes.

4) Área de almacén.

Lámpara de 400 Watts. Vapor de mercurio fluorescente con difusor prismático tipo industrial de sobre poner, 36000 lúmenes.

5) Área de Computo.

Lámpara 2 X 74 Watts. Luz de día Fluorescente con difusor prismático tipo de empotrar 9,000 lúmenes.

6) Área de Fotolito.

Lámpara 2 X 74 Watts. Luz de día Fluorescente con difusor prismático tipo de empotrar 9,000 lúmenes.

7) Área de cuarto eléctrico.

Lámpara 2 X 74 Watts. Luz de día Fluorescente con difusor prismático tipo de empotrar 9,000 lúmenes.

Área de oficina 1.

Datos.

Longitud del local = 30 metros.

Ancho del local = 9.0 metros.

Altura del local = 2.40 metros

Reluctancia del techo = 90%

Reluctancia de la pared = 80%

Reluctancia del piso = 20%

Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo envolvente de sobreponer).

Factor de mantenimiento = .075

Lámpara empleada: Slim línea fluorescente luz de día.

Luxes requeridos = 1000 lux.

Lúmenes por lámpara = 4500 lúmenes.

Lúmenes por luminaria = 9000 lúmenes.

Cavidad del techo = .30 metros.

Cavidad del piso = .70 metro.

Cavidad del área de trabajo o local = 1.40 metro.

Cálculos.

Se calculan las relaciones de cavidad de la siguiente forma:

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es.

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{5 \times \text{altura} \times (\text{Largo} + \text{ancho})}{\text{Largo} \times \text{ancho}}$$

Sustitución de datos.

$$\text{Relación de cavidad del techo} \quad \text{RCT} = \frac{5 \times .030 \times (30 + 9)}{30 \times 9} = \frac{59.6}{270}$$

$$\text{RCT} = .22$$

$$\text{Relación de cavidad del área De trabajo o local} \quad \text{RCL} = \frac{5 \times 1.40 \times (30 + 9)}{30 \times 9} = \frac{273}{270}$$

$$\text{RCL} = 1.01$$

$$\text{Relación de cavidad del piso } RCP = \frac{5 \times .70 \times (30 + 9)}{30 \times 9} = \frac{136.5}{270}$$

$$RCP = 0.505$$

Con estos datos obtenemos por medio de la tabla 1.4 de reflectancias efectivas de cavidad.

La reflectancia efectiva de cavidad del techo = 0.88

La reflectancia efectiva de cavidad del piso = 0.21

Con los valores de RCL y las reflectancias de techo y de pared de la tabla 1.5 se obtiene el coeficiente de utilización del luminario.

Determinar coeficiente de utilización (CU) Teniendo el índice de la cavidad del local (RLC) y las reflectancias efectivas de cada superficie para una Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts , se procede a determinar el coeficiente o factor de utilización por medio de la tabla 1.5.

Primero se ubica la del techo en el valor de 80, pues 88 no está disponible, luego de manera similar se ubica la de las paredes con valor de 80 debido a que es el número máximo de reflectancia disponible es 50. Obtenemos el coeficiente de utilización del luminario.

Coeficiente de utilización = .73

Finalmente se obtendrá el número de luminarias en el área de oficinas a iluminar.

Con los datos anteriores se debe aplicar la formula siguiente:

$$\text{No. De luminarios} = \frac{(\text{Nivel luminoso en luxes}) \times (\text{área del local})}{(\text{No.de lámparas/luminario}) \times (\text{lúmenes /lámpara}) \times (\text{coeficiente de Utilización}) \times (\text{factor de mantenimiento})}$$

$$\text{No. De luminarios} = \frac{(1000) \times (30 \times 9)}{(2) \times (4500) \times (.73) \times (.75)} = \frac{270000}{4927.5} = 54.79$$

No. De luminarios= 55.

Para las áreas restantes, los cálculos son parecidos y se procede a hacer la tabla 3.2 donde se indican los valores obtenidos para dichas áreas.

	OFICINA 1	OFICINA 2	AREA DE PRODUCCIÓN	AREA DE ALMACEN	AREA DE COMPTO	AREA DE ROTOLITO	AREA DE CUARTO ELECTRICO
DATOS DE LOCAL	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS	DATOS
Longitud del local	30	30	60	60	30	60	30
Ancho del local	9	9	20	20	9	20	9
Altura del local	2.4	2.4	6.1	6.1	2.4	3.5	3.5
Rebultancia del techo	90%	90%	70%	70%	90%	90%	70%
Rebultancia de la pared	80%	80%	30%	30%	80%	80%	30%
Rebultancia del piso	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Luminario a emplear	Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo envolvente de sobreponer).	Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo envolvente de sobreponer).	ventilada revestida del fosforo(nombre comercial industrial)	ventilada revestida del fosforo(nombre comercial industrial)	Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo envolvente de sobreponer).	Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo envolvente de sobreponer).	Luminario a emplear lente prismático 2 X 74 watts (nombre comercial: Gabinete tipo industrial de sobreponer).
Factor de mantenimiento	0.75	0.75	0.8	0.9	0.75	0.75	0.83
Lámpara empleada:	Lámpara empleada: Sim linea fluorescente luz de día.	Lámpara empleada: Sim linea fluorescente luz de día.	vapor de mercurio 400 watts	vapor de mercurio 400 watts	Lámpara empleada: Sim linea fluorescente luz de día.	Lámpara empleada: Sim linea fluorescente luz de día.	Lámpara empleada: Sim linea fluorescente luz de día.
Luzes requeridos	1000	1000	700	500	1250	500	700
Láminas por lámpara	4500	4500	36000	36000	4500	4500	4500
Láminas por luminaria	9000	9000	36000	12000	9000	9000	9000
Cavidad del techo	0.3	0.3	1.6	1.6	0.3	0.3	0.3
Cavidad del área de trabajo o local	1.4	1.4	3.5	3.5	1.4	2.5	2.5
Cavidad del piso	0.7	0.7	1	1	0.7	0.7	0.7
Relación de cavidad de techo (RCT)	0.22	0.22	0.53	0.53	0.22	0.10	0.22
Relación de cavidad del área de trabajo o local (RCTL)	1.01	1.01	1.17	1.17	1.01	0.83	1.81
Relación de cavidad de piso (RCP)	0.51	0.51	0.33	0.33	0.51	0.23	0.51
Relación efectiva de cavidad del techo (RECT)	0.88	0.88	0.61	0.61	0.88	0.88	0.66
Relación efectiva de cavidad del piso (RECP)	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Coficiente de utilización (C.U)	0.73	0.73	0.76	0.76	0.73	0.73	0.55
Número de luminarios	54.79	54.79	38.38	24.37	68.49	121.77	46.00

Tabla 3.2 Datos de cálculos de luminarios en áreas

3.6 Conductores.

En este punto se determinara el cálculo de los conductores por caída de voltaje.

El voltaje en las terminales de la carga es por lo general menor que el voltaje de alimentación, la diferencia de voltaje entre estos dos puntos se conoce como caída de voltaje, las normas técnicas para instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de tensión desde la alimentación hasta la carga, no debe de exceder al 5 %, de los cuales se permite a los circuitos derivados del tablero o interruptor a la salida para utilización y el otro 2 % se permite al alimentador del tablero principal.

Para estar seguros de que las caídas de voltaje no excedan esos valores, es necesario calcular las caídas de voltaje en los circuitos derivados y en los alimentadores de las instalaciones eléctricas.

La presente metodología de cálculo tiene como finalidad mostrar los criterios de diseño y selección de los alimentadores principales, derivados y sus protecciones en baja tensión para la carga de alumbrado y contactos.

Selección del Calibre

Para la selección adecuada del calibre de un conductor aislado de baja tensión (600 volts o menos) se consideran los siguientes factores.

Selección del Calibre por capacidad de conducción de corriente

Capacidad de conducción de corriente. los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga por servir y 125 % para cuando son cargas continuas art. 215-3 de NOM-001-SEDE-2012.

Las tablas están basadas para una temperatura ambiente de 40°C, cuando se tienden conductores al aire y 30°C para más de 3 conductores en una misma canalización o cuando se tiene una temperatura ambiente superior a los 30°C en el local donde se tienen instalados los conductores. Los valores de ampacidad de las tablas se ven afectados por factores de corrección por agrupamiento y por temperatura respectivamente. Por consiguiente se consideran como factores de reducción de ampacidad, todos aquellos factores que producen calentamiento en los conductores. Los cuales se clasifican de la siguiente manera:

Factor de corrección por agrupamiento:

Cuando más de 3 conductores son instalados en una misma canalización, tubo conduit o ducto cerrado, la ampacidad de cada conductor deberá ser reducida de acuerdo a la siguiente tabla 3.3 (table 310-15(b) (3) NOM-001-001-SEDE-2012 (página 166)

Número de conductores	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b) a 310-15(b) (19) ajustadas para temperatura ambiente.
4 a 6	80%
7 a 9	70%
10 a 20	50%
21 a 30	45%
31 a 40	40%
41 a mas	35%

Tabla 3.3 Corrección de agrupamiento.

Factor de corrección por temperatura superior a 30°C

Cuando la temperatura ambiente exceda los 30 °C, en el lugar donde se instala el conductor, su ampacidad debe ser reducida de acuerdo a los factores de corrección de las tablas 3.4 (310-15(b) (a) de la segunda sección, NOM-001-001-SEDE-2012 (página.175).

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90°C
10 o menos	1.29	1.2	1.15
11 - 15	1.22	1.15	1.12
16 - 20	1.15	1.11	1.08
21 - 25	1.08	1.05	1.04
26 -30	1	1	1
31 - 35	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.88	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76
56 - 60		0.58	0.71
61 - 65		0.47	0.65
66 - 70		0.33	0.58
91 - 75			0.5
76 - 80			0.41
81 - 85			0.29

Tabla 3.4 Corrección de Temperatura a 30° C

Selección del calibre de un alimentador.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), establecen que en donde se tiene una operación normal en la cual la carga máxima constituye una carga continua como en el caso de un alumbrado del tipo comercial o cargas similares, la carga máxima deberá ser incrementada un 25% para el cálculo de los conductores del alimentador Art. 230-42 (a).

Selección del calibre por caída de tensión

En el artículo 215, (215-2) como información nota 1 (no obligatoria) de la norma oficial mexicana para instalaciones eléctricas, se indica que la caída de tensión desde la entrada de servicio hasta el último punto de la canalización, de preferencia debe estar dentro de un 5%. Ya que se establece que los conductores para los alimentadores serán calculados con una caída de tensión no mayor de 3% para cargas de fuerza o alumbrado o una combinación de las dos, la máxima caída de tensión recomendada para combinaciones de alimentadores y circuitos derivados de preferencia en un 5% global máximo.

Por consiguiente una vez que se ha seleccionado un conductor por ampacidad se debe verificar su calibre por caída de tensión.

Calibres mínimos permisibles (recomendados).

Alumbrado:	calibre 12 AWG a 8 AWG
Contactos:	calibre 10 AWG a 8 AWG
Fuerza:	calibre 10 AWG a 500 kCM

Selección del conductor por ampacidad.

Para seleccionar el conductor de un circuito de alumbrado y/o contactos se procede de la siguiente manera:

Con el valor de la carga y el voltaje de operación se calcula la corriente nominal en amperes (In). Enseguida se aplican los siguientes factores:

- a) Factores de Agrupamiento
- b) Factor de Temperatura

Cuando ya se han aplicado estos factores, se llama "corriente corregida" (Ic), con la corriente corregida se selecciona de las tablas de la norma, antes mencionadas, el calibre de cable según corresponda a la capacidad de conducción de corriente en amperes.

Como es menor a 200 watts la potencia del luminario el voltaje recomendado a emplear será de 127 volt.

Se considera un 25 % adicional a la carga de la luminaria por efectos del balastro empleado en lámparas fluorescentes.

Se calcula la carga total del área de la oficina

Carga total = N° de luminarios X carga unitaria

Carga total = 55 x 185 watts / luminario.

Carga total = 10175 watts.

Si las cargas son no continuas, el valor por salidas se tomara al 100% (se multiplica por 1). Cuando las cargas operan en forma continuas se toman al 125% (se multiplica por 1.25). Es necesario de calcular el número de circuitos derivados que se requieren para alimentar una carga dada. El número de circuitos derivados, está determinado por la carga y se calcula. Para calcular el número de circuitos derivados que se requieren para alimentar una carga dada. El número de circuitos derivados, está determinado por la carga y se calcula como:

$$\text{N}^\circ \text{ de circuitos} = \frac{\text{Carga total en Watts.}}{\text{Capacidad de cada circuito en watts.}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de circuitos} = \frac{185\text{Watts} * 55 \text{ luminarias}}{15 \text{ Amp.} * 127 \text{ volts}} = \frac{10175 \text{ Watts}}{1905 \text{ Watts}} = 5.34$$

$$\text{N}^\circ \text{ de circuitos} = 5$$

Cada circuito tendrá 11 luminarios pero al 100 % de la capacidad del interruptor pero como no se debe de considerar más del 80% de su carga. Pero normativamente no es viable.

En nuestro caso consideraremos 8 circuitos 6 luminarias y 1 circuitos de 7 esto se hizo con el fin de poder balancear el cuadro de cargas.

Área oficinas 1

Datos.

Para el circuito 6 = 6 luminarias

Potencia en watts (2 x 74 x 1.25) = 185 watts/luminario.

Voltaje de operación = 127 volts

Factor de potencia = 0.9

Longitud = 34 metros.

Caída de tensión (e %) = 3 %

Tipo de canalización a utilizar = Tubería conduit.

Potencia total = 1110 Watts.

Temperatura de trabajo a 30 °C

Cable a utilizar THW

CALCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{P \text{ (Watts)}}{V \text{ (volts)} * F_p}$$

$$I_n = \frac{1110 \text{ Watts}}{127 \text{ Volts} * 0.9} = \text{Amp.}$$

$I_n = 9.71$ Amperes.

Corrección de ampacidad

Donde el factor el factor de agrupamiento y el factor de temperatura quedaran determinados por las tablas 3.3 y 3.4

Factor de temperatura $F.T = 1$ ya que cable a emplear es THW y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C .

Como se tienen circuitos que saldrán del tablero en varias canalizaciones se tendrán más de 2 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 0.7

$$I_c = \frac{I_n}{(F.A) (F.T)} = \frac{9.71}{(.7) (1)} = 13.87 \text{ Amp.}$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) es 20 Amp, mismo que corresponde a un conductor Cal. 14 AWG cuya sección transversales 2.08 mm^2

Por caída de tensión.

Donde:

S= Sección en mm^2 del conductor

L= Longitud del conductor

I_n = Corriente nominal.

V_{f-n} = Voltaje fase a neutro

$e\%$ =Caída de tensión en %

$$e\% = \frac{4 * L * I_n}{V_{f-n} * S}$$

Despejando Sección del conductor

$$S = \frac{4 * 34 * 9.71}{127 * 3} = 3.46 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) el valor más cercano corresponde a un conductor cal.10 AWG con una sección transversal de 5.26 mm².

Calculando la caída de tensión para un calibre 10 AWG.

$$e\% = \frac{4 * L * I_n}{V_{f-n} * S}$$

Sustituyendo

$$e\% = \frac{4 * 20 * 16.18}{127 * 5.26} = 1.93 \% < 3\%$$

Por lo tanto si cumplimos con lo requerido de no ser mayor al 3 % establecido para alimentadores derivados.

El alimentador del circuito 6 será calibre 10 AWG.

Ya que resultó ser el mayor entre los dos métodos ampacidad y Caída de tensión.

3.7 Protecciones.

La protección son dispositivos que protegen al equipo eléctrico, al conductor, instalaciones, y personal contra sobre corriente, está orientada para prevenir el daño a conductores y aislamientos por las corrientes excesivas que pueden circular debido a corto circuito de fase a tierra o entre fases y sobre cargas.

Existen dos tipos de dispositivos:

- a) Fusibles.
- b) Interruptores termomagnéticos.

En nuestro caso utilizaremos interruptores termomagnéticos.

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente
 $I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n \times 1.25$$

$$I_p = 9.71 \times 1.25 = 12.13 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 12.13 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 1 X 15 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 1 X 15 A. termomagnético.

El conductor de puesta a tierra se obtiene basándose en la Tabla 3.5 (Tabla 250-122 NOM-2012 (página 133), para 15 Amper, el área del conductor de puesta a tierra requerido es de 2.08 mm² (14 AWG).

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc, sin exceder de : (AMPERS.)	TAMAÑO DE CONDUCTOR			
	CABLE DE COBRE		CABLE DE ALUMINIO O COBRE CON ALUMINIO	
	mm ²	AWG O KCM	mm ²	AWG O KCMIL
15	2.08	14	-----	-----
20	3.31	12	-----	-----
60	5.26	10	-----	-----
100	8.36	8	-----	-----
200	13.3	6	21.2	4
300	21.15	4	33.6	2
400	33.62	2	42.4	1
500	33.62	2	53.5	1/0
600	42.4	1	67.4	2/0
800	53.48	1/0	85	3/0
1000	67.43	2/0	107	4/0
1200	85.01	3/0	127	250
1600	107.2	4/0	177	350
2000	126.7	250	203	400
2500	177.3	350	304	600
3000	202.7	400	304	600
4000	253.4	500	380	750

Tabla 3.5 Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones.

3.8 Canalización.

Al estar los conductores alojados en cualquier tipo de canalización, el calentamiento restringe la capacidad de conducción de corriente de estos, ya que se tienen limitaciones para la disipación del calor y también porque el propio aislamiento representa limitaciones de tipo térmico.

Cálculo y selección de conductores aislados para instalaciones eléctricas en baja, media y alta tensión

A causa de estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo (conduit) se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo con la sección del tubo o de la canalización, facilitando su alojamiento y manipulación durante la instalación. Para disponer de la cantidad de aire necesaria para disipar el calor, se debe establecer la relación adecuada entre la sección del tubo y la sección ocupada por los conductores.

Podemos entonces establecer la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Donde:

F= Representa el factor de relleno

A= El área transversal del tubo.

AC= Área del tubo disponible para los conductores (cantidad de cable)

El factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones en tubos conduit tabla 3.5 (Tabla 1.- Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores capítulo 10, NOM-001- SEDE-2012. Página 911)

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53 %
2	31%
Más de 2	40%

Tabla 3.6 Factor de relleno.

La tabla 3.5 indica los valores, en por ciento, del factor de relleno para uno, dos o más conductores en un tubo. En el cálculo del por ciento de la sección transversal que ocuparán los cables en un tubo (conduit) debe considerarse el área del conductor de puesta a tierra, también debe contemplarse el área completa de los conductores estén o no aislados.

La tabla 3.6 indica las dimensiones de los tubos metálicos tipos pesado, semipesado y ligero, además indica el área disponible para conductores, charola y ductos cuadrados. Estos factores de relleno deben respetarse incluso si se utiliza tubo metálico flexible o tubo (conduit) no metálico, (basados de los art. 344 tubo conduit metálico pesado (Página 915), tabla 5 dimensiones de los conductores aislados (página 917-918), tabla 392-22(a) charola porta cables (página 282) de la NOM-001-SEDE- 2012.

CALIBRE AWG O KCM	CONDUCTOR		CANALIZACIÓN	
	AREA SIN AISLAMIENTO	AREA CON AISLAMIENTO	TUBERIA DIAMETRO	SECCIÓN
	mm ²	mm ²	mm	mm ²
16	1.31	5.9	16	108
14	2.08	8.96	21	187
12	3.31	11.71	27	303
10	5.26	15.69	35	522
8	8.36	28.22	41	707
6	13.3	46.83	53	1165
4	21.15	62.79	63	1663
3	26.67	73.17	78	2565
2	33.62	85.93	104	4408
1	42.41	122.72	DUCTO CUADRADO	SECCIÓN
1/0	53.48	143.35		mm ²
2/0	67.43	169.26	65 X 65	4096
3/0	85.01	201.26	100 X 100	10000
4/0	107.2	239.98	150 X 150	22500
250	126.7	396.51	CHAROLA DE ALUMINIO	SECCIÓN
300	152	340.78		mm ²
350	177.3	384.29	150 X 150	4500
400	202.7	427.12	200 X 100	6000
500	253.4	509.91	300 X 100	9000
600	304	627.69	400 X 100	12000
750	380.00	751.85	450 X 100	13500
1000	506	953.88	500 X 100	15000

Tabla 3.7 Dimensiones de Canalizaciones y Cable.

Calcularemos la canalización a utilizar para el circuito 6

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
2	10	15.69	31.38
1	14	2.08	2.08
			33.46

Utilizando la formula

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{33.46}{.40} = 83.65 \text{ mm}^2$$

Consultando con la tabla 3.7 El tamaño del tubo conduit requerido es de: 16 mm o 1/2”.

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 1 x 15 Amp.

1 – 10 THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 10 THW-LS (Conductor Neutro)

1 – 14 DESNUDO (Tierra física)

e% real = 1.93 %

En tubería de 16 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DE TABLERO DE ALUMBRADO DE OFICINAS 1 Y OFICINA 2.

DATOS:

Numero de Fases:

3 Fases + Neutro + Tierra, 5 Hilos

Capacidad de la Carga Instalada:

20350 W + 10% carga futura,

Voltaje de operación:

220Volts

Tipo de Aislamiento del conductor:

THW-LS

Long. Del Alimentador:

20 Metros

Factor de Potencia:

0.9

Cálculo del alimentador por capacidad de corriente.

De acuerdo a la carga la capacidad de corriente nominal será la siguiente:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP}$$

Considerando un factor de carga futura del 10%, se tiene:

$$I_n = \frac{20350 \times 1.1}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9}$$

$$I_n = 65.27 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 65.27 \times 1.25 = 81.59 \text{ Amperes.}$$

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 0.8

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{65.27}{1.00 \times 0.80}$$

$$I_c = 81.58 \text{ Amperes.}$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) es 85 Amp, mismo que corresponde a un conductor Cal. 4 AWG cuya sección transversales 21.2 mm²

$$85 \text{ Amp} > 81.58 \text{ Amp}$$

Se selecciona el cable calibre 4 AWG

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3}xLxIn}{VffXe\%}$$

$$S = \frac{2X\sqrt{3} x 20 x 65.27}{220X2\%}$$

$$S = 10.27 \text{ mm}^2$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 6 AWG cuya sección transversales 13.3 mm²

$$13.3 \text{ mm}^2 > 10.27\text{mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 6 AWG.

Pero no cumple con la capacidad de corriente necesaria para el conductor del alimentador por consiguiente se tomara de los dos cálculos el de ampacidad. Que corresponde un cal. 4 AWG con un área 21.2

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 4 AWG.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} x 20 x 65.27}{220X21.2}$$

$$e\% = 0.97\%$$

El conductor alimentador está por debajo del 3% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma,

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

Iprot. = In (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

Iprot. = Ic (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = 65.27 \times 1.25 = 81.59 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 81.59 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 100 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 100 A. termomagnético.

El conductor de puesta a tierra se obtiene basándose en la Tabla 3.5 obteniéndose el calibre 8 AWG Tierra.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de alumbrado de la oficina 1 y 2.

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	4	62.79	251.16
1	8	8.36	8.36
			259.52

$$A = \frac{A_c}{F}$$

Sustituyendo valores

$$F = \frac{259.52}{.40} = 648.8 \text{ mm}^2$$

Consultando con la tabla 3.7 El tamaño del tubo conduit requerido es de: 35 mm o 1 1/4".

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-100 Amp.

1 - 4 THW-LS (Por/Fase)

3 - 4 THW -LS (Conductores de Fases)

1 - 4 THW- LS (Conductor Neutro)

1 - 8 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 0.97 %

En tubería de 35 mm.

3.9 Contactos.

Los contactos se usan para enchufar (conectar) la clavija de dispositivos portátiles, tales como: lámparas, taladros, lavadoras, secadoras radios, televisiones, licuadoras, etc.

Estos contactos deben de ser para una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 125 volts y no menor de 10 amperes para 250 volts. Los contactos pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua.

Para realizar el cálculo de los contactos que se utilizaran en la empresa litográfica es muy similar al cálculo de las luminarias en este capítulo únicamente realizaremos un ejemplo como se realizó en el luminario.

CÁLCULO PARA CIRCUITOS DE CONTACTOS.

Para el circuito CN-8 cuenta con 5 contactos

Datos.

Potencia en watts = 240 watts/contacto

Voltaje de operación = 127 volts

Factor de potencia = 0.9

Longitud = 25 metros.

Caída de tensión (e %) = no más del 3 %

Tipo de canalización a utilizar = Tubería conduit.

Potencia total = 1200 Watts.

Factor de temperatura = 1

Factor de agrupamiento = .7

Temperatura de trabajo a 30 °C

Cable a utilizar THW-LS

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{P \text{ (Watts)}}{V \text{ (volts)} * F_p}$$

$$I_n = \frac{1200 \text{ Watts}}{127 \text{ Volts} * 0.9} = 10.50 \text{ Amp.}$$

$I_n = 10.50 \text{ Amperes.}$

Corrección de ampacidad

Donde el factor el factor de agrupamiento y el factor de temperatura quedaran determinados por las tablas 3.3 y 3.4

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como se tienen circuitos que saldrán del tablero en varias canalizaciones se tendrán más de 2 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 0.7

$$I_c = \frac{I_n}{(F.A)(F.T)} = \frac{10.50}{(.7)(1)} = 15 \text{ Amp.}$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) es 20 Amp, mismo que corresponde a un conductor Cal. 14 AWG cuya sección transversales 2.08 mm²

Por caída de tensión.

Donde:

S= Sección en mm² del conductor

L= Longitud del conductor

In = Corriente nominal.

Vf-n= Voltaje fase a neutro

e%=Caída de tensión en %

$$e\% = \frac{4 * L * I_n}{V_{f-n} * S}$$

Despejando Sección del conductor

$$S = \frac{4 * 25 * 10.50}{127 * 3} = 2.75 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) el valor más cercano corresponde a un conductor cal. 12 AWG con una sección transversal de 3.31 mm².

Calculando la caída de tensión para un calibre 12 AWG.

$$e\% = \frac{4 * L * I_n}{V_{f-n} * S}$$

Sustituyendo

$$e\% = \frac{4 * 20 * 10.50}{127 * 3.31} = 2.49 \% < 3\%$$

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente
 $I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n \times 1.25$$

$$I_p = 10.50 \times 1.25 = 13.12 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 13.12 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 15 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 1 X 15 A. termomagnético.

El conductor de puesta a tierra se obtiene basándose en la Tabla 3.5 para 15 Amper, el área del conductor de puesta a tierra requerido es de 2.08 mm² (14 AWG).

Calcularemos la canalización a utilizar para el circuito 8 de contactos

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
2	12	11.71	23.42
1	14	2.08	2.08
			25.5

Utilizando la formula

$$A = \frac{A_c}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{25.5}{.40} = 63.75 \text{ mm}^2$$

Consultando con la tabla 3.7 El tamaño del tubo conduit requerido es de: 16 mm o 1/2”.

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 1 x 15 Amp.
1 – 12 THW-LS (Conductores de Fases)
1 – 12 THW-LS (Conductor Neutro)
1 – 14 AWG DESNUDO (Tierra física)
e% real = 2.49 %
En tubería de 16 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DE TABLERO DE CONTACTOS DE LAS ÁREAS DE OFICINAS 1 y 2, PRODUCCIÓN, ALMACÉN, CÓMPUTO, FOTOLITO.

DATOS:

Numero de Fases:	3 Fases + Neutro + Tierra, 5 Hilos
Capacidad de la Carga Instalada:	28800 W + 10% carga futura,
Voltaje de operación:	220Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	15 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Tipo de Canalización:	Tubería
Factor de agrupamiento.	0.8
Factor de temperatura.	1

Calculo del alimentador por capacidad de corriente.

De acuerdo a la carga la capacidad de corriente nominal será la siguiente:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP}$$

Considerando un factor de carga futura del 10%, se tiene:

$$I_n = \frac{28800 \times 1.1}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = \frac{31680}{342.54} = 92.48$$

$I_n = 92.48 \text{ Amperes.}$

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 0.8

$$I_{CORREGIDA} = \frac{In}{Ft \times Fa}$$

$$Ic = \frac{92.48}{1.00 \times 0.80} = 115.60$$

$$Ic = 115.60 \text{ Amperes.}$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) es 125 Amp, mismo que corresponde a un conductor Cal. 1/0 AWG cuya sección transversales 53.49 mm².

$$125 \text{ Amp} > 115.60 \text{ Amp}$$

Se selecciona el cable calibre 1/0 AWG

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3} \times L \times In}{V \times \%}$$

$$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times 15 \times 92.48}{220 \times 2\%} = \frac{4799.72}{440} = 10.90$$

$$S = 10.90 \text{ mm}^2$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 6 AWG cuya sección transversales 13.3 mm²

$$13.3 \text{ mm}^2 > 10.90 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 6 AWG.

Pero no cumple con la capacidad de corriente necesaria para el conductor del alimentador por consiguiente se tomara de los dos cálculos el de ampacidad. Que corresponde un cal. 1/0 AWG con un área 53.49

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 1/0 AWG.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} x 15 x 92.48}{220X53.49} = \frac{4799.72}{11767.8} = 0.40$$

$$e\% = 0.40\%$$

El conductor alimentador está por debajo del 3% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

$I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = 115.6 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 125 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 125 A. termomagnético.

El conductor de puesta a tierra se obtiene basándose en la Tabla 3.5 obteniéndose el calibre 6 AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de contactos de las áreas de oficinas 1 y 2, producción, almacén, cómputo, fotolito.

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	1/0	143.35	573.4
1	6	13.3	13.3
			586.7

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{586.7}{.40} = 1466.75 \text{ mm}^2$$

Consultando con la tabla 3.7 El tamaño del tubo conduit requerido es de: 53 mm o 2".

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-100 Amp.

1 – 1/0 THW-LS (Por/Fase)

3 – 1/0 THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 1/0 THW-LS (Conductor Neutro)

1 – 6 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 0.40 %

En tubería de 53 mm.

CÁLCULO PARA EL CIRCUITO DERIVADO DE UN COMPRESOR.

COMPRESOR 1

DATOS:

Numero de Fases:	3 Fases, 4 Hilos.
Capacidad de la Carga Instalada:	75 HP. = 75 X 746Watts = 55950 Watts.
Voltaje de operación:	440 Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	15 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Eficiencia del motor = N:	0.93
Tipo de Canalización:	Tubería
Factor de agrupamiento.	0.8
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2% por ser motores

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP * N}$$

$$I_n = \frac{55950 \text{ Watts.}}{1.7320 * 440 \text{ Volts} * 0.9 * .93} = \frac{55950 \text{ Watts.}}{637.87} = 87.71 \text{ Amp.}$$

$I_n = 87.71$ Amperes.

El conductor del circuito derivado se calcula para el 125% de la corriente nominal
Corrección de ampacidad.

$I_n \text{ total} = I_n * 1.25 = 87.71 * 1.25 = 109.63 \text{ Amp.}$

$I_n \text{ total} = 109.63 \text{ Amp.}$

Donde el factor el factor de agrupamiento y el factor de temperatura quedaran determinados por las tablas 3.3 y 3.4

Factor de temperatura $F.T = .94$ ya que cable a emplear es THW y trabajara a una temperatura ambiente de 35°C .

Como se tienen circuitos que saldrán del tablero en varias canalizaciones se tendrán más de 2 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 1

$$I_c = \frac{I_n}{(F.A) (F.T)} = \frac{109.63}{(.08) (1)} = 137.04 \text{ Amp.}$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) es 150 Amp, mismo que corresponde a un conductor Cal. 1/0 AWG cuya sección transversales 53.49 mm^2 .

Por caída de tensión.

Donde:

S= Sección en mm^2 del conductor

L= Longitud del conductor

I_n = Corriente nominal.

V_{f-n} = Voltaje fase a neutro

$e\%$ = Caída de tensión en %

$$e\% = \frac{2 * 1.73 * L * I_n}{V_{f-f} * S}$$

Despejando Sección del conductor

$$S = \frac{2 * 15 * 1.73 * 109.63}{440 * 2} = \frac{5689.79}{880} = 6.46 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) el valor más cercano corresponde a un conductor cal. 8 AWG con una sección transversal de 8.37 mm².

Pero de los dos métodos tomamos el de ampacidad ya que es el que cumple con la corriente necesaria para satisfacer las necesidades del equipo.

Calculando la caída de tensión para un calibre 1/0 AWG. Con un área de 53.49 mm²

$$e\% = \frac{2 * 1.73 * L * I_n}{V_{f-f} * S}$$

Sustituyendo

$$e\% = \frac{2 * 1.73 * 15 * 109.63}{440 * 53.49} = \frac{5689.79}{23535.6} = .23\% < 3\%$$

$$e\% = .23\%$$

Cálculo de la protección del circuito.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

En este caso por ser motor la protección será del 200 % de la corriente nominal y el arrancador y el arrancador por emplear será del tipo a tensión reducida ya que por capacidad del motor sobrepasa 15HP.

Los relevadores de sobrecarga se calculan por el 15% más de la corriente nominal por lo tanto el interruptor termomagnético será de:

$$I_p = I_n \times 2$$

$$I_p = 87.71 \times 2 = 175.42 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 175.42 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 175 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3 X 175 A. termomagnético.

El relevador de sobrecarga será el siguiente:

$$I_p = I_n \times 1.15$$

$$I_{relevador} = 87.71 \times 1.15 = 100.86 \text{ Amperes.}$$

$$I_{relevador} = 100.86 \text{ Amperes.}$$

El conductor de puesta a tierra se obtiene basándose en la Tabla 3.5 para 175 Amper, el área del conductor de puesta a tierra requerido es cal. 6 con un área 13.3 mm².

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador obtenido

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
3	1/0	143.35	430.05
1	6	13.3	13.3
			443.35

Utilizando la formula

$$A = \frac{A_c}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{443.35}{.40} = 1108.37 \text{ mm}^2$$

Consultando el área obtenida se busca en la tabla 3.7

El tamaño del tubo conduit requerido es de: 41 mm o 1 1/2".

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3 X 175 Amp.

3 – 1/0 THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 6 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = .23 %

En tubería de 41 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DE TABLERO Y SU PROTECCIÓN ADEMÁS DE SU CANALIZACIÓN DE LOS TRES COMPRESORES.

DATOS:

Número de Fases:	3 Fases, 4 Hilos.
Capacidad de la Carga Instalada:	
MOTOR 1	75 HP.
MOTOR 2	50 HP.
MOTOR 3	50 HP.
Voltaje de operación:	440 Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	52 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Eficiencia del motor 1	0.93
Eficiencia del motor 2	0.89
Eficiencia del motor 3	0.89
I nominal motor 1	109.63 Amp.
I nominal motor 2	76.46 Amp.
I nominal motor 3	76.46 Amp.
Tipo de Canalización:	Tubería
Factor de agrupamiento.	0.8
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2% por ser motores

Cálculo del alimentador por capacidad de corriente.

$$I_n = 1.25 * I_n \text{ mayor} + I_n \text{ motor 2} + I_n \text{ motor 3}$$

Sustituyendo

$$I_n = 1.25 * 109.63 + (76.46 + 76.46) = 289.95$$

$$I_n = 289.95 \text{ Amp.}$$

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW- LS y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como saldrán del tablero 3 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 1

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{289.95}{1 \times .8} = 361.85 \text{ Amp.}$$

$$I_c = 361.85 \text{ Amperes.}$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) encontrándose que corresponde a un conductor Cal. 500 KCM cuya sección transversales 253 mm²

$$380 \text{ Amp} > 361.85 \text{ Amp}$$

Se selecciona el cable calibre 500 KCM

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3}xLxIn}{VffXe\%}$$

$$S = \frac{2X\sqrt{3}x52x239.48}{440X2\%} = \frac{52229.64}{800} = 59.35 \text{ mm}^2$$

$$S = 59.35 \text{ mm}^2$$

El valor de corriente inmediato superior al de la calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 2/0 AWG cuya sección transversales 67.43 mm²

$$67.43\text{mm}^2 > 59.35 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 2/0 AWG

Pero no cumple con la capacidad de corriente necesaria para el conductor del alimentador por consiguiente se tomara de los dos cálculos el de ampacidad. Que corresponde un cal. 500 KCM con un área 253 mm²

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 500 KCM. Con un área 253mm².

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} \times 52 \times 289.95}{440 \times 253} = \frac{52229.64}{101200} = 0.51$$

$$e\% = 0.51 \%$$

El conductor alimentador está por debajo del 2% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma.

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

$I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n \times 1.25 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 289.95 \times 1.25 = 362.43 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 400 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 400A. termomagnético.

Con el interruptor de protección se busca en la tabla 3.5 el conductor de puesta a tierra obteniéndose el calibre 2 AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de fuerza de los 3 compresores.

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	500	509.91	2039.64
1	2	33.12	33.12

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{2072.76}{.40} = 5181.9 \text{ mm.}^2$$

Buscamos el área obtenida en la tabla 3.7

El tamaño del tubo conduit requerido es de: 104 mm o 4" o Charola de 150 X 150 mm.

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P - 400 Amp.

1 – 500 KCM THW-LS (Por/Fase)

3 – 500 KCM THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 500 THW-LS (Conductor Neutro)

1 – 2 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 0.51 %

En tubería de 103 mm. o Charola de 150 X 150 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DE TABLERO Y SU PROTECCIÓN ADEMÁS DE SU CANALIZACIÓN DE LAS TRES CÁMARAS OPTY-COPY

DATOS:

Número de Fases:	3 Fases, 4 Hilos.
Capacidad de la Carga Instalada:	30 KW = 30 000 Watts.
Voltaje de operación:	220 Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	100 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Tipo de Canalización:	Charola
Factor de agrupamiento.	.8
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2%

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP}$$

$$I_n = \frac{30000 \text{ Watts.}}{1.7320 \times 220 \text{ Volts} \times 0.9} = \frac{30000 \text{ Watts.}}{342.54} = 87.47 \text{ Amp.}$$

$I_n = 87.47$ Amperes.

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW- LS y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 0.8

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{87.47}{1 \times 0.8} = 109.35 \text{ Amp.}$$

$I_c = 109.35$ Amperes.

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) encontrándose que corresponde a un conductor Cal. 2 AWG cuya sección transversales 33.6 mm²

115 Amp > 109.35 Amp

Se selecciona el cable calibre 2 AWG.

Calculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3} \times L \times I_n}{V_{ff} \times e\%}$$

$$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times 100 \times 87.47}{220 \times 2\%} = \frac{30300.5}{440} = 68.86 \text{ mm}^2$$

$$S = 68.86 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal.3/0 AWG cuya sección transversales 85.01 mm²

$$85.01 \text{ mm}^2 > 68.86 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 3/0 AWG.

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 3/0 AWG.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} * 87.47 * 100}{220 * 85.01} = \frac{30300.5}{18702.2} = 1.62$$

$$e\% = 1.62 \%$$

El conductor alimentador está por debajo del 2% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma

Cálculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

$I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n * 1.25 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 87.47 * 1.25 = 109.33 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 115 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 115 A. termomagnético.

Con el interruptor de protección se busca en la tabla 3.5 el conductor de puesta a tierra obteniéndose el calibre 6 AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de fuerza de los 3 Camaras Opty-Copy.

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	3/0	201.26	805.04
1	6	13.3	13.3

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{818.34}{.40} = 2045.85 \text{ mm.}^2$$

Buscamos el área obtenida en la tabla 3.7

El tamaño del tubo conduit requerido es de: 78 mm (3") o Charola de 150 X 150 mm.

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-115 Amp.

1 – 500 KCM THW-LS (Por/Fase)

3 – 500 KCM THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 500 KCM THW-LS (Conductor Neutro)

1 – 6 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 1.62 %

En tubería de 104 mm. o Charola de 150 X 150 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DEL TABLERO Y SU PROTECCIÓN ADEMÁS DE SU CANALIZACIÓN DE LAS TRES GUILLOTINAS

DATOS:

Número de Fases:

3 Fases, 4 Hilos.

Capacidad de la Carga Instalada:

43KW = 43000 Watts.+10% carga futura

Voltaje de operación:

440 Volts

Tipo de Aislamiento del conductor:

THW-LS

Long. Del Alimentador:

93 Metros

Factor de Potencia:

0.9

Tipo de Canalización:	Charola
Factor de agrupamiento.	0.8
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2%

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP}$$

$$I_n = \frac{43000 \text{ Watts} \cdot 1.10}{1.73 \cdot 440 \text{ Volts} \cdot 0.9} = \frac{473000}{685.08} = 69.04 \text{ Amp.}$$

$I_n = 69.04$ Amperes.

Factor de temperatura $F.T = .88$ ya que cable a emplear es THW- LS y trabajara a una temperatura ambiente de 35°C.

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a 1

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{69.04}{1 \cdot 0.8} = 86.3 \text{ Amp.}$$

$I_c = 86.3$ Amperes.

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) encontrándose que corresponde a un conductor Cal. 3 AWG cuya sección transversales 26.7 mm²

100 Amp > 86.3 Amp

Se selecciona el cable calibre 3 AWG.

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3}xLxIn}{VffXe\%}$$

$$S = \frac{2X\sqrt{3} * 93 * 69.04}{440 * 2\%} = \frac{103632.53}{880} = 25.24 \text{ mm}^2$$

$$S = 25.24 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 3 pero no es comercial, por consiguiente se selecciona el Cal.2 AWG cuya sección transversales 33.6mm²

$$33.6 \text{ mm}^2 > 25.24 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 2 AWG.

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 2 AWG.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} * 93 * 69.04}{440 * 33.6} = \frac{22215.69}{14784} = 1.5$$

$$e\% = 1.5 \%$$

El conductor alimentador está por debajo del 2% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

I_{prot.} = I_n (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

I_{prot.} = I_c (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n * 1.25 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 69.04 * 1.25 = 86.3 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 100 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 100 A. termomagnético.

Con el interruptor de protección se busca en la tabla 3.5 el conductor de puesta a tierra obteniéndose el calibre 8 AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de fuerza de los 3 Camaras Opty-Copy

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	2	85.93	343.72
1	8	8.36	8.36
			352.08

$$A = \frac{A_c}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{352.08}{.40} = 880.2 \text{ mm.}^2$$

Buscamos el área obtenida en la tabla 3.7

El tamaño del tubo conduit requerido es de: 53 mm

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-100 Amp.

1 – 2 AWG THW-LS (Por/Fase)

3 – 2 AWG THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 8 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 1.5 %

En tubería de 53 mm.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DEL TABLERO Y SU PROTECCIÓN ADEMÁS DE SU CANALIZACIÓN DE MÁQUINA ROTATIVA M-300, 4 COLORES.

DATOS:

Número de Fases:	3 Fases, 4 Hilos.
Capacidad de la Carga Instalada:	350 KVA = 350000 VA
Voltaje de operación: en estrella	440 Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	36 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Tipo de Canalización:	Charola
Factor de agrupamiento.	1
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2%

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times X}$$

$$I_n = \frac{350000 \text{ VA.}}{1.73 \times 440 \text{ Volts}} = \frac{3500000}{761.2} = 459.80 \text{ Amp.}$$

$I_n = 459.80$ Amperes.

Factor de temperatura F.T= 1 ya que cable a emplear es THW- LS y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C.

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a .8

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{459.80}{1 \times 0.8} = 574.75 \text{ Amp.}$$

$I_c = 574.75$ Amperes.

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) encontrándose que corresponde a un conductor Cal. 1000 KCM cuya sección transversales 507mm^2

$$545 \text{ Amp} > 522.5 \text{ Amp}$$

Se selecciona el cable calibre 1000 KCM. Pero este calibre no es comercial lo que haremos será escoger un calibre que tenga una corriente aproximadamente a la mitad de amperaje y se consideró por el cal. 350 del cual se instalaran 2 cables por fase.

Con el calibre seleccionado de la tabla 1.1 se obtiene los datos siguientes: 350 KCM con un área de 177 mm^2 y una corriente de 310 Amp. Se instalaran en paralelo, su resistencia disminuye y aumenta la corriente.

Comprobando si cumple con la capacidad de corriente.

$$I = I_{\text{cond.}} \cdot (n^\circ \text{ de conductores})$$

Sustituyendo

$$I = 310 \cdot 2 = 620 \text{ Amp.}$$

$$620 \text{ Amp} > 522.5 \text{ Amp}$$

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3}xLxIn}{VffXe\%}$$

$$S = \frac{2X\sqrt{3} * 36 * 459.80}{440 * 2\%} = \frac{57272.68}{880} = 65.08 \text{ mm}^2$$

$$S = 65.08 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 2/0 AWG cuya sección transversales 67.43 mm^2 este calibre **no cumple** con la corriente que se necesita para la carga requerida. Seleccionaremos el conductor por ampacidad, cal 1000 KCM y es sustituido por cal. 350 KCM pero con 2 cables con una sección transversal de 354 mm^2

Se calcula la caída de tensión con el área 354 mm^2

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} * 36 * 459.8}{440 * 354} = \frac{57272.68}{155760} = 0.37$$

$$e\% = 0.37\%$$

El conductor alimentador está por debajo del 2% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma

Cálculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

$I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n * 1.25 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 459.8 * 1.25 = 574.75 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 600 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 600 A. termomagnético.

Con el interruptor de protección se busca en la tabla 3.5 el conductor de puesta a tierra obteniéndose el calibre 1/0AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero de fuerza

Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
8	350	384.29	3074.32
1	1/0	53.48	53.48
			3127.8

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{3127.8}{.40} = 7819.5 \text{ mm.}^2$$

Buscamos el área obtenida en la tabla 3.7

El tamaño de la charola es de: 300 X 100 mm o 2 Tubos de 103 mm

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-600 Amp.

2 – 350 KCM THW-LS (Por/Fase)

6 – 350 KCM THW-LS (Conductores de Fases)

2 – 350 KCM THW-LS (Conductor Neutro)

1 – 1/0 KCM DESNUDO (Tierra física)

e% real = 0.37 %

En charola de 300 X 100 mm. o 2 Tubos de 103 mm

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR DEL TABLERO Y SU PROTECCIÓN ADEMÁS DE SU CANALIZACIÓN DEL CENTRO DE CÓMPUTO.

DATOS:

Número de Fases:	3 Fases, 4 Hilos.
Capacidad de la Carga Instalada:	10 KW +10% carga futura
Voltaje de operación:	220 Volts
Tipo de Aislamiento del conductor:	THW-LS
Long. Del Alimentador:	160 Metros
Factor de Potencia:	0.9
Tipo de Canalización:	Charola
Factor de agrupamiento.	0.8
Factor de temperatura. 30°C	1
Caída de tensión:	2%

CÁLCULO.

Se aplicaran los dos métodos por ampacidad y por caída de voltaje.

Por ampacidad de corriente.

La corriente nominal del circuito derivado:

$$I_n = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times FP}$$

$$I_n = \frac{100000 \text{ Watts.}}{1.73 \times 220 \text{ Volts} \times 0.9} = \frac{10000}{342.54} = 29.15 \text{ Amp.}$$

$I_n = 291.93$ Amperes.

Factor de temperatura $F.T = 1$ ya que cable a emplear es THW- LS y trabajara a una temperatura ambiente de 30°C .

Como saldrán del tablero 4 conductores activos en la tabla 3.3 se observa que el factor de agrupamiento es igual a .8

$$I_{CORREGIDA} = \frac{I_n}{F_t \times F_a}$$

$$I_c = \frac{291.93}{.88 \times 1} = 36.44 \text{ Amp.}$$

$I_c = 36.44$ Amperes.

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) encontrándose que corresponde a un conductor Cal. 1 pero este no es comercial por consiguiente tomaremos el Cal. 1/0 AWG, sección transversales 53.49 mm^2

$$150 \text{ Amp} > 36.44 \text{ Amp}$$

Se selecciona el cable calibre 1/0 AWG.

Cálculo del alimentador por caída de tensión.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\sqrt{3} \times L \times I_n}{V_{ff} \times e\%}$$

$$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times 160 \times 29.15}{220 \times 2\%} = \frac{16156.56}{440} = 36.71 \text{ mm}^2$$

$$S = 36.71 \text{ mm}^2$$

El valor de la sección del conductor calculada, se obtendrá de la tabla 1.1 (Nom-001-2012 tabla 310-15(b) (16)) corresponde a un conductor Cal. 1 pero no es comercial, se considera un cal. 1/0., cuya sección transversales es 53.49mm^2

$$53.49 \text{ mm}^2 > 36.71 \text{ mm}^2$$

Se selecciona el cable calibre 1/0 AWG.

Se calcula la caída de tensión con el área del cal. 1/0 AWG.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}xLxI}{VffXS}$$

$$e\% = \frac{2X\sqrt{3} * 160 * 29.15}{220 * 53.49} = \frac{16156.56}{11767.8} = 1.37$$

$$e\% = 1.37 \%$$

El conductor alimentador está por debajo del 2% de caída de tensión que generalmente se le da a los alimentadores (Considerando que como máximo a los circuitos derivados se les puede dar el 2% para no tener en suma arriba del 5% que se permite por Norma

Calculo de la protección contra sobrecorriente.

Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambre de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con la capacidad de conducción de los conductores del circuito derivado o alimentador.

$I_{prot.} = I_n$ (Conductor), cuando el conductor se selecciona por capacidad de corriente

$I_{prot.} = I_c$ (Carga) cuando el conductor se selecciona por caída de tensión.

$$I_p = I_n * 1.25 \text{ Amperes.}$$

$$I_p = 29.15 * 1.25 = 36.47 \text{ Amperes.}$$

Como no existe esta protección nos iremos al comercial inmediato que es el de 50 A

La protección seleccionada sobre la corriente de cálculo sería el interruptor de 3P X 50 A. termomagnético.

Con el interruptor de protección se busca en la tabla 3.5 el conductor de puesta a tierra obteniéndose el calibre 10 AWG para Tierra física.

Calcularemos la canalización a utilizar para el alimentador del tablero del centro de cómputo
Datos:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA CONDUCTOR	ÁREA TOTAL
	AWG.	mm ²	mm ²
4	1/0	143.35	573.40
1	8	5.26	5.26
			578.66

$$A = \frac{Ac}{F}$$

Sustituyendo valores

$$A = \frac{578.66}{.40} = 1446.65 \text{ mm.}^2$$

Buscamos el área obtenida en la tabla 3.7

El tamaño del tubo conduit requerido es de: 53 mm

En Conclusión el alimentador quedaría de la siguiente manera:

Int. Alimentación de 3P-50 Amp.

1 – 1/0 AWG THW-LS (Por/Fase)

3 – 1/0 AWG THW-LS (Conductores de Fases)

1 – 10 AWG DESNUDO (Tierra física)

e% real = 1.37 %

En tubería de 53 mm.

Para los tableros y maquinaria restante los cálculos son parecidos y se procede a hacer los cuadros de carga donde se indican los valores obtenidos para dichas áreas.

3.10 Cuadros de Carga.

El cuadro de cargas ofrece a quien esté interpretando el plano eléctrico, una visión clara amplia y rápida del circuito de la instalación eléctrica de una industria, vivienda, comercio. En él se encuentra identificado el número de circuito acompañado de una descripción del lugar o los lugares a los cuales tiene cobertura. Se indica también el tipo de carga (luminarias, toma general, toma especial) y la cantidad que tiene cada circuito.

En un sistema donde se estén utilizado dos o más fases para alimentar el circuito, las cargas eléctricas entre fases tienen que quedar lo más balanceadas posible, permitiéndose un 5% de desbalance entre fases.

Cuadro de carga de tablero de alumbrado de oficinas.

TABLERO: NORMAL A		MCA. SQUARED		TPO. N0304AB22S		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		UBICACION: OFICINAS 1 Y 2 ALUMBRADO		220 / 127 VOLTS FECHA: #####		CUADRO DE CARGAS		REV.: 0		REVISO:		DISEÑO: AAM	
CIRCUITO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (PXA)	CARGA INSTALADA (VA)	No. de Hios	LUMINARIA NORMAL OF:1 20556	LUMINARIA NORMAL OF:2 20556	#	0.00	0.00	F.D.	SELECCION DEL CONDUCTOR			CABLE DE TUBER	BALANCEO DE FASES					
										CARGA DEMAND. (WATTS)	I (Amp)	L (m)		ALIMENT.	CAIDA TIERRA AVG	A	B	C	
A - 1	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	12.00	2 - 12	1.0	4	6	110.00	-	-
A - 2	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	14.00	2 - 12	1.28	4	6	110.00	-	-
A - 3	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	19.00	2 - 12	1.74	4	6	110.00	-	-
A - 4	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	25.00	2 - 12	2.29	4	6	110.00	-	-
A - 5	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	30.00	2 - 12	2.75	4	6	110.00	-	-
A - 6	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	34.00	2 - 10	1.93	4	6	110.00	-	-
A - 7	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	38.00	2 - 10	2.11	4	6	110.00	-	-
A - 8	1 x 15	110.00	2	6					100	110.00	9.71	43.00	2 - 10	2.39	4	6	110.00	-	-
A - 9	1 x 15	1295.00	2	7					100	1295.00	11.33	45.00	2 - 10	2.92	4	6	1295.00	-	-
A - 10	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	10.00	2 - 12	0.92	4	6	110.00	-	-
A - 11	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	14.00	2 - 12	1.28	4	6	110.00	-	-
A - 12	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	19.00	2 - 12	1.74	4	6	110.00	-	-
A - 13	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	25.00	2 - 12	2.29	4	6	110.00	-	-
A - 14	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	30.00	2 - 12	2.75	4	6	110.00	-	-
A - 5	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	34.00	2 - 10	1.89	4	6	110.00	-	-
A - 16	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	38.00	2 - 10	2.11	4	6	110.00	-	-
A - 7	1 x 15	110.00	2						100	110.00	9.71	43.00	2 - 10	2.39	4	6	110.00	-	-
A - 18	1 x 15	1295.00	2						100	1295.00	11.33	45.00	2 - 10	2.92	4	6	1295.00	-	-
A - 19	Exp.	0.00							100	0.00		0					-	-	-
TOTALES	CARGA FUJUR 10%	11 22385.00		1075.00	1075.00				100	22385.00	69.35	20.00	4 - 4	0.97	8	35	6660.00	6945.00	6845.00
TOTAL UNIDADES				55	55					746167							-80167	-6667	-6667

8 POLOS OCUPADOS
INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3 P x 100.00 AMP

DESBALANCEO ENTRE FASES = 2.70 %
MAXIMA CAIDA EN CORTOS DERIVADOS = 2.92 %
CAIDA PARA CALC. DE ALIMENTADOR = 2.08 %

Cuadro de carga de tablero de producción y almacén.

TABLERO: NORMAL		B		MCA: SQUARED		TIPO: NO304B2235		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		DISEÑO: AAM												
UBICACION: PRODUCCIÓN Y ALMACEN ALUMBRADO		3 FASES		4 HILOS		60 HERTZ		220 / 127 VOLTS FECHA: 10/10/2017		CUADRO DE CARGAS												
CIRCUITO	INTERRUPTOR TERMINAL NETICO (PxA)	CARGA INSTALADA (VA)	No de Hilos PRODUCCION	LUMINARIA NORMAL 555.55	LUMINARIA NORMAL ALMACEN 555.55	0.00	0.00	#	0.00	0.00	SELECCION DEL CONDUCTOR			CABLE DE TUBER			BALANCEO DE FASES					
											F.D. DEMAND. (WATTS)	I (Amp)	L (m)	ALIMENT. (%)	CAIDA TIERRA AVG MCM	mm	A	B	C			
B - 1	2 x 20	2500.00	2	5							100	2500.00	2.63	10.00	2 - 12	19	2	6	230.00	-	-	-
B - 2	2 x 20	2500.00	2	5							100	2500.00	2.63	12.00	2 - 12	143	2	6	230.00	-	-	-
B - 3	2 x 20	2500.00	2	5							100	2500.00	2.63	14.00	2 - 12	167	2	6	-	230.00	-	-
B - 4	2 x 20	2500.00	2	5							100	2500.00	2.63	16.00	2 - 12	191	2	6	-	-	230.00	-
B - 5	2 x 20	3000.00	2	6							100	3000.00	15.15	18.00	2 - 12	257	2	6	-	-	-	500.00
B - 6	2 x 20	3500.00	2	7							100	3500.00	7.68	20.00	2 - 10	202	2	6	-	-	-	750.00
B - 7	2 x 20	2500.00	2	5							100	2500.00	2.63	10.00	2 - 12	119	2	6	230.00	-	-	-
B - 8	2 x 20	3000.00	2								100	3000.00	15.15	12.00	2 - 12	172	2	6	500.00	-	-	-
B - 9	2 x 20	2500.00	2								100	2500.00	2.63	14.00	2 - 12	167	2	6	-	-	-	230.00
B - 10	2 x 20	3000.00	2								100	3000.00	15.15	16.00	2 - 12	229	2	6	-	-	-	500.00
B - 11	2 x 20	3500.00	2								100	3500.00	7.68	18.00	2 - 10	182	2	6	-	-	-	750.00
TOTALES	CARGA FUERA 10%	140 3400.00		9000.00	2000.00						100	3400.00	99.55	15.00	4 - 10	0.51	6	33	230.00	5230.00	5000.00	5000.00
TOTAL UNIDADES				38	24							1366.67							-616.67	-616.67	-6366.67	
22 POLISCCUJADOS											DESBALANCEO ENTRE FASES =			4.76 %								
INTERRUPTOR PRINCIPAL DE											MAXIMA CAIDA EN CTOS. DERIVADOS =			2.57 %								
3 P x 125.00 AMP											CAIDA PARA CALC. DE ALIMENTADOR =			2.43 %								

Cuadro de carga de tablero de alumbrado de cómputo-fotolito.

TABLERO: NORMAL		C		MCA: SQUARED		TPO: NO20AB225		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		DISEÑO: AAAM											
UBICACION: COMPUTO Y FOTOLITO		ALUMBRADO		220 /		427 VOLTS		FECHA: ####		CUADRO DE CARGAS											
		3 FASES		4 HILOS		60 HERTZ				REV.: 0 REVISO:											
CIRCUITO	INTERUP. TERMINAS NETICO (P YA)	CARGA INSTALADA HWS (VA)	No de HIOS	LUMINARIA	LUMINARIA	LUMINARIA	LUMINARIA	LUMINARIA	LUMINARIA	F.D. DEMAND. (WATTS)	SECCION DEL CONDUCTOR			CABLE DE TUBER AVG mm	BALANCEO DE FASES						
				NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	I (Amp)		L (m)	ALIMENT.	CAIDA TERRA %		A	B	C				
C - 1	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	18.00	2 - 10	1.83	12	6	2035.00	-	-	-
C - 2	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	20.00	2 - 10	2.04	12	6	2035.00	-	-	-
C - 3	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	22.00	2 - 10	2.24	12	6	-	2035.00	-	-
C - 4	1 X 20	2220.00	2	12						100	2220.00	9.42	18.00	2 - 10	2.00	12	6	-	2220.00	-	-
C - 5	1 X 20	2220.00	2	12						100	2220.00	9.42	20.00	2 - 10	2.22	12	6	-	2220.00	-	-
C - 6	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	22.00	2 - 10	2.24	12	6	-	2035.00	-	-
C - 7	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	18.00	2 - 12	2.75	12	6	1850.00	-	-	-
C - 8	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	20.00	2 - 10	1.85	12	6	1850.00	-	-	-
C - 9	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	22.00	2 - 10	2.04	12	6	-	1850.00	-	-
C - 10	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	24.00	2 - 10	2.22	12	6	-	1850.00	-	-
C - 11	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	25.00	2 - 10	2.41	12	6	-	1850.00	-	-
C - 12	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	25.00	2 - 10	2.41	12	6	-	1850.00	-	-
C - 13	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	24.00	2 - 10	2.22	12	6	1850.00	-	-	-
C - 14	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	22.00	2 - 10	2.04	12	6	1850.00	-	-	-
C - 15	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	20.00	2 - 10	1.85	12	6	-	1850.00	-	-
C - 16	1 X 20	1850.00	2	10						100	1850.00	6.18	18.00	2 - 12	2.75	12	6	-	1850.00	-	-
C - 17	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	16.00	2 - 12	2.69	12	6	-	2035.00	-	-
C - 18	1 X 20	2035.00	2	11						100	2035.00	7.80	16.00	2 - 12	2.69	12	6	-	2035.00	-	-
C - 19	1 X 20	0.00								100	0.00		0 -					-	-	-	-
TOTALES	CARGA FUERA 0%	11	3865.00	12380.00	22570.00					100	3865.00	12.38	15.00	4 - 10	0.58	6	53	1470.00	1855.00	2025.00	
TOTAL UNIDADES				89	22						2889.33							-418.33	-1233.33	-853.33	
												DESBALANCEO ENTRE FASES =			4.82 %						
												MAXIMA CAIDA EN C.TOS. DERIVADOS =			2.75 %						
												CAIDA PARA CALD. DE ALIMENTADOR =			2.25 %						
												INTERUPCIÓN PRINCIPAL DE			3 P X 150.00 AMP						

Cuadro de carga de tablero de contactos de planta litográfica.

TABLERO: NORMAL E		MCA: SQUARED		TIPO: N0304B225		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		UBICACION: PLANTA LITOGRAFICA CONTACTOS		220 / 427 VOLTS FECHA: #####		CUADRO DE CARGAS		REV.: 0		DISEÑO: AAM									
CIRCUITO		INTERRUPTOR TERMICO NETICO (P/A)	CARGA INSTALADA (VA)	No de HIs	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL								
CIRCUITO	INTERRUPTOR TERMICO NETICO (P/A)	CARGA INSTALADA (VA)	No de HIs	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL								
																		OFFICINA 1	OFFICINA 2	PRODUCCION	ALMACEN	COMPUTO	FOCUTO	CONTRACTOS NORMAL	CONTRACTOS NORMAL
													SECCION DE CONDUCTOR		CABLE DE TUBER		BALANCEO DE FASES								
													CARGA DEMAND.	I	L	ALIMENT.	CAIDA TIERRA	AVG	mm	A	B	C			
													(WATTS)	(Amp)	(m)	(%)	MCM								
E - 1	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	20.00	2 - 2	198	14	6	200.00	-	-	-
E - 2	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	25.00	2 - 2	248	14	6	200.00	-	-	-
E - 3	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 4	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 5	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	20.00	2 - 2	198	14	6	-	-	-	-
E - 6	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	25.00	2 - 2	248	14	6	-	-	-	-
E - 7	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	20.00	2 - 2	198	14	6	200.00	-	-	-
E - 8	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	25.00	2 - 2	248	14	6	200.00	-	-	-
E - 9	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 10	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 11	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	20.00	2 - 2	198	14	6	-	-	-	-
E - 12	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	25.00	2 - 2	248	14	6	-	-	-	-
E - 13	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	200.00	-	-	-
E - 14	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	35.00	2 - 2	240	14	6	200.00	-	-	-
E - 15	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	40.00	2 - 2	240	14	6	-	-	-	-
E - 16	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 17	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	35.00	2 - 2	240	14	6	-	-	-	-
E - 18	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	35.00	2 - 2	240	14	6	-	-	-	-
E - 19	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	200.00	-	-	-
E - 20	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	25.00	2 - 2	248	14	6	200.00	-	-	-
E - 21	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
E - 22	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	35.00	2 - 2	240	14	6	-	-	-	-
E - 23	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	35.00	2 - 2	240	14	6	-	-	-	-
E - 24	1 x 5	200.00	2	5										100	200.00	0.50	30.00	2 - 2	238	14	6	-	-	-	-
TOTALES	CARGA FUJURA 10%	11	3680.00		4800.00	4800.00	4800.00	3800.00	6000.00	4800.00				100	3680.00	92.19	15.00	4 - 10	0.40	6	53	9600.00	9600.00	9600.00	
TOTAL UNIDADES				20	20	20	20	5	25	20					10590.00							-960.00	-960.00	-960.00	
24 POLOS OCUPADOS																									
INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3 P x 125.00 AMP																									
DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.00 %																									
MAXIMA CAIDA EN CTOS DERIVADOS = 2.98 %																									
CAIDA PARA CALC. DE ALIMENTADOR = 2.02 %																									

Cuadro de carga de tablero Opty-Copy.

TABLERO: NORMAL		G		MCA: SQUARED		TIPO: NONABLIOS		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		DISEÑO: AAH													
UBICACION: OPTY-COPY										220 / 127 VOLTS		FECHA: 10/10/2017		CUADRO DE CARGAS		REV: 0		REVISO:					
3 FASES 4 HILOS 60 HERTZ																							
CIRCUITO	INTERIPT	CARGA TERMINAL INSTALADA NETICO (VA)	No de Hilos	No de OPT/COPY	OPT/COPY2	OPT/COPY3					SECCION DE CONDUCTOR			CABLE DE TUBER BALANCEO DE FASES									
											CARGA DEMAND. (WATTS)	I (Amp)	L (m)	ALIMENT. (%)	CADATERRA AVG mm	A	B	C					
G . 1	3	5	3 x 50	4	1						100	10000.00	29.19	15.00	4 . 8	0.83	0	21	3333.33	3333.33	3333.33		
G . 2 , 4 , 6	3	3	x 50	4		1					100	10000.00	29.19	16.00	4 . 8	0.88	0	21	3333.33	3333.33	3333.33		
G . 7 , 9 , 11	3	3	x 50	4		1					100	10000.00	29.19	18.00	4 . 8	0.99	0	21	3333.33	3333.33	3333.33		
TOTALES		30000.00		10000.00	10000.00	10000.00					100	30000.00	87.58	100.00	4 . 30	1.62	6	78	10000.00	10000.00	10000.00		
TOTAL UNIDADES				1	1	1						10000.00							0.00	0.00	0.00		
9 POLOS OCUPADOS												DESBALANCEO ENTRE FASES =			0.00 %								
INTERUPUTOR PRINCIPAL DE												3 P x			15.00 AMP			MAXIMA CAIDA EN CTS DERIVADOS =			0.99 %		
												CAIDA PARA CALC DE ALIMENTADOR =			4.01 %								

Cuadro de carga de tablero Guillotinas.

TABLERO: NORMAL		H		MCA. SQUARED		TIPO: NOBARRIOS		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA LITOGRAFICA		DISEÑO: AAM								
UBICACION: GUILLOTINAS								440 / 254 VOLTS FREQ: *****		CUADRO DE CARGAS								
TIPO: 3 FASES 4 HILOS 60 HERTZ								REL.: 0		REISO:								
CIRCUITO	INTERRUPT TERMINAL INSTALADA	CARGA (VA)	No de HILOS	No de GUILLOTINA 1	GUILLOTINA 2	GUILLOTINA 3	SELECCION DE CONDUCTOR			CABLE DE TUBER	BALANCEO DE FASES							
							CARGA (WATTS)	FD. DEMAND (WATTS)	(Amp)		(m)	ALIMENT. (% INCOM)	CAIDA TIERRA AVG mm	A	B	C		
H . 1	3	5	3	35	5000.00	3	1	100	5000.00	2190	12.00	3 . 0	0.38	0	6	5000.00	5000.00	5000.00
H . 2	4	6	3	35	8000.00	3	1	100	8000.00	2627	14.00	3 . 0	0.53	0	6	8000.00	6000.00	6000.00
H . 7	9	11	3	20	20000.00	3	1	100	20000.00	14.50	16.00	3 . 2	0.55	2	6	3333.33	3333.33	3333.33
TOTALES	Cargatura	0.0	140	47300.00	5000.00	8000.00	10000.00	100	47300.00	69.04	93.00	4 . 2	1.50	8	53	14333.33	14333.33	14333.33
TOTAL UNIDADES				1	1	1			576667							-1433.33	-1433.33	-1433.33
9 POLOS OCUPADOS										DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.00 %								
INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3 P X 100.00 AMP										MAXIMA CAIDA EN CTS DERIVADOS = 0.56 %								
										CAIDA PARA CALC. DE ALIMENTADOR = 4.45 %								

Cuadro de carga de tablero TSG-1N

TABLERO: NORMAL		TSG-1N		MCA. SQUARED		TPO: TPO-LINE CAT. P1 200M 229A		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACION ELÉCTRICA EN UNA PLANTA UTOGRÁFICA		DISEÑO: IAAM									
UBICACION: CUARTO ELECTRICOS						440 /		254 VOLTS FERRM: ####		CUADRO DE CARGAS									
						3 FASES		4 HILOS		60 HERTZ									
REV: 0										REVISO									
CIRCUITO	INTERUPT TENSION/AG NETICO (P/A)	CARGA INSTALADA (VA)	No. de COMPRESORES TABLERO P ^o	GILTONNA1 (GILTONNA2 GILTONNA3	MAQUINA ROTATIVA M-300	MAQUINA ROTATIVA M-200	SELECCION DEL CONDUCTOR			CABLE DE TUBER BALANCEO DE FASES									
							FD. DEMAND. (WATTS)	I (Amp)	L (m)	ALIMENT. (%)	CAIDA TIERRA AVG mm	A	B	C					
TSG-N - 1	3	300	30590.00	4	1		100	30590.00	289.95	52.00	4 · 500	0.91	2	03	4395.67	4395.67	4395.67		
TSG-N - 2	4	35	5000.00	4	1		100	5000.00	2190	93.00	4 · 6	1.23	0	27	5000.00	5000.00	5000.00		
TSG-N - 7	9	11	3	35	8000.00	4	100	8000.00	26.27	93.00	4 · 6	1.48	0	27	6000.00	6000.00	6000.00		
TSG-N - 8	10	2	3	20	10000.00	4	100	10000.00	14.60	93.00	4 · 8	1.28	2	21	3333.33	3333.33	3333.33		
TSG-N - 3	5	7	3	60	35000.00	4	100	35000.00	459.80	36.00	4 · 2338	0.37	10	2-03	15000.00	15000.00	15000.00		
TSG-N - 4	6	8	3	475	225000.00	4	100	225000.00	328.43	60.00	4 · 2828	0.91	2	2-03	75000.00	75000.00	75000.00		
TSG-N - 9	21	23	Esp	0.00				0.00		0 ·									
TOTALS		78590.00	30590.00	6000.00	8000.00	10000.00	35000.00	225000.00	100	78590.00	04456	8.00	4 · 5150	0.10	40	4-03	23789.00	23789.00	23789.00
TOTAL UNIDADES			1	1	1	1	1	1		23789.00					0.00	0.00	0.00		

DESBALANCEO ENTRE FASES =	0.00 %
MAXIMA CAIDA EN LOS DERIVADOS =	1.48 %
CAIDA PARA CALO DE ALIMENTADOR =	3.52 %

INTERUPTOR PRINCIPAL DE **3 P x 1600.00 AMP**

Cuadro de carga de tablero TSG2N.

TABLERO: NORMAL		TSG-2N		MCA. SQUARED		TPO :		TPO LINE CAT. P12001123A		PROYECTO: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA PLANTA UTOGRÁFICA		DISEÑO: AAH									
UBICACION: CUARTO ELÉCTRICO												REL.: 0		REISO:							
3 FASES 4 HILOS 60 HERTZ												440 / 251 VOLTS		FECHA: *****		CUADRO DE CARGAS					
CIRCUITO	INTERUP TENSIONAG NETCO (P YA)	CARGA INSTALADA (VA)	No. de ROTINA M-200 25000	MAQUINA PLANA HORZ 6 9000	MAQUINA PLANA HORZ 4 7500	MAQUINA PLANA HORZ 4 7500	MAQUINA PLANA HORZ 2 6000	MAQUINA PLANA HORZ 2 6000	TALDRÓ VERTICAL 2465686697	2238	SELECCION DE CONDUCTOR			CABLE DE TUBER BALANCEO DE FASES							
											CARGA DEMAND. (WATTS)	I (Amp)	L (m)	ALIMENT. (%)	CAIDA TIERRA AVG mm	A	B	C			
TSG-2N - 1 3 5	3 X 475	2250000	4								100	2250000	328.43	60.00	4 - 2x250	0.91	2	2-103	7500.00	7500.00	7500.00
TSG-2N - 2 , 4 , 6	3 X 80	800000	4	1							100	800000	18.23	70.00	4 - 10	141	6	53	27000.00	27000.00	27000.00
TSG-2N - 7 , 9 , 11	3 X 25	675000	4		1						100	675000	98.53	76.00	4 - 10	127	6	53	22500.00	22500.00	22500.00
TSG-2N - 8 , 10 12	3 X 25	675000	4			1					100	675000	98.53	76.00	4 - 10	127	6	53	22500.00	22500.00	22500.00
TSG-2N - 13 , 5 , 7	3 X 100	5400000	4				1				100	5400000	78.82	104.00	4 - 10	140	8	53	80000.00	80000.00	80000.00
TSG-2N - 14 , 6 , 8	3 X 100	5400000	4					1			100	5400000	78.82	104.00	4 - 10	140	8	53	80000.00	80000.00	80000.00
TSG-2N - 19 , 21 , 23	3 X 5	223800	4						1		100	223800	327	97.00	4 - 2	0.75	4	6	74500	74500	74500
TOTALES		55293800	2250000	8000000	6750000	6750000	5400000	5400000	223800		100	55293800	804.63	8.00	4 - 4x300	0.10	3.0	4-103	8374500	8374500	8374500
TOTAL UNIDADES			1	1	1	1	1	1	1			8374500							0.00	0.00	0.00
21 POLS OCUPADOS												DESBALANCEO ENTRE FASES =			0.00 %						
INTERUPTOR PRINCIPAL DE 3 P X 1000.00 AMP												MAXIMA CAIDA EN CORTOS DEMANDOS =			141 %						
												CAIDA PARA CALO DE ALIMENTADOR =			3.59 %						

3.11 Tableros.

Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición por lo general se instalan en tableros eléctricos, estos equipos e instrumentos se instalan tomando como referencia una serie de planos y dibujos, donde se muestra la interconexión del equipo y el arreglo y disposición del mismo, la mayoría de los trabajos en tableros eléctricos se indica con un diagrama unifilar

Estos dibujos son necesarios para la interpretación de la instalación de equipos y componentes de protección, medición y control, para los fines de su utilización, con relación a la función para la cual se destina, los tableros se pueden subdividir en la forma siguiente:

- 1) Tableros principales de distribución.
- 2) Tableros secundarios de distribución.

Tablero principal de distribución.

Estos tableros se instalan por lo general inmediatamente después de los transformadores de media tensión o de los generadores se les conoce también como “**centros de carga**”.

Los tableros principales de distribución comprenden una o más unidades de entrada, eventualmente concentradores de barras y un número relativamente reducido de salidas, una serie de instrumentos de medición y aparatos de comando y control.

Una característica particular de estos tableros son los elevados valores de las corrientes de corto circuito y nominal, su estructura es robusta para soportar las solicitaciones electrodinámicas y el peso de aparatos de gran tamaño.

Tableros secundarios de distribución.

Los tableros secundarios de distribución comprenden una vasta categoría de tableros destinados a la distribución de la energía y por lo general, son dotados de una unidad de entrada y de numerosas unidades de salida.

Los aparatos alojados en el tablero son principalmente interruptores automáticos (interruptores termomagnéticos) de tamaño estándar y tipo modular.

La corriente nominal y de corto circuito de los tableros de distribución secundaria son menores que aquellas del tablero principal. Pueden estar instalados en el piso, o en la pared o muros, dependiendo de las dimensiones y el peso.

Los tableros y gabinetes que se utilizaran en el diseño de la instalación eléctrica de la planta litográfica, obtenidos por el manual y la memorias de cálculo anteriores descritos es la siguiente tabla 3.8

NOMBRE	TABLERO	TABLERO DERIVADO	NEMA	VOLTAJE
OFICINAS 1 Y 2	"A"	NQ304AB225S	1	220/127
PRODUCCIÓN Y ALMACEN	"B"	NQ304AB225S	1	220/127
COMPUTO Y FOTOLITO	"C"	NQ304AB225S	1	220/127
SUBESTACIÓN	"D"	NQ184AB100S	1	220/127
PLANTA LITOGRAFICA	"E"	NQ184AB100S	1	220/127
OPTY-COPY	"G"	NQ184ABL100S	1	220/127
MARCO DE VACIO 1-6	"MAV"	NQ184ABL100S	1	220/127
PROCESADORA DE LAMINA 1-6	"PRLA"	NQ184ABL100S	1	220/127
CENTRO DE COMPUTO	"COM"	NQ304AB225S	1	220/127
ESCANER	"ESC"	NQ304L225S	1	220/127

Tabla 3.8 tableros y gabinetes obtenidos por manual y cálculo.

NOMBRE	TABLERO	TABLERO DERIVADO	NEMA	VOLTAJE
TABLERO SUBGENERAL DERIVADO 1N	"TSG N "	TIPO I-LINE, CAT. PJ 1200 M 223 A	1	220/127
TABLERO SUBGENERAL DERIVADO 2N	"TSG 1N "	TIPO I-LINE, CAT. PJ 1200 M 223 A	1	220/127
TABLERO SUBGENERAL DERIVADO	"TSG 2N "	TIPO I-LINE, CAT. PJ 1200 M 223 A	1	220/127
TABLERO GENERAL SERVICIO NORMAL	"TG-N"	QDPACT-LOGIC, CLASE 2700, SECCION PRINCIPAL CON INT. MASTER PACT PPAL 480/277VOLTS, 3F, 4H, 60HZ, MCA. SQUARED.	1	220/127
TABLERO GENERAL SERVICIO NORMAL	"TG-1N"	TIPO QDPACT LOGIC SECCION COMBINADA	1	220/127

Tabla 3.8 tableros y gabinetes obtenidos por manual y cálculo.

NOMBRE	TABLERO	GABINETES	NEMA	VOLTAJE
COMPRESORES	"F"	NQ304AB225S		440/254
GUILLOTINA 1	GUI-"1"	FA100RB	3	440/254
GUILLOTINA 2	GUI-"2"	FA100RB	3	440/254
GUILLOTINA 3	GUI-"3"	FA100RB	3	440/254
MAQUINA ROTATIVA M-300	"MR 300	MA1000R	3	440/254
MAQUINA 1 ROTATIVA M-200	"MR 1 -200"	MA1000R	3	440/254
MAQUINA 2 ROTATIVA M-200	"MR 2-200"	MA1000R	3	440/254
MAQUINA PLANA HORIZONTAL 6 COLORES	"MPH-6	J250R	3	440/254
MAQUINA 1 PLANA HORIZONTAL 4 COLORES	"MPH1-4	FA100RB	3	440/254
MAQUINA 2 PLANA HORIZONTAL 4 COLORES	"MPH2-4	FA100RB	3	440/254
MAQUINA 1 PLANA HORIZONTAL 2 COLORES	"MPH1-2	FA100RB	3	440/254
MAQUINA 2 PLANA HORIZONTAL 2 COLORES	"MPH2-2	FA100RB	3	440/254
TALADRO VERTICAL	"TALVER"	FA100RB	3	440/254

Tabla 3.8 tableros y gabinetes obtenidos por manuales y cálculo.

EQUIPOS	TABLERO DE DONDE SE ALIMENTAN	GABINETE DERIVADO	NEMA	VOLTAJE
OPTY-COPY 1	"G"	FA100RB	3	127V
OPTY-COPY 2	"G"	FA100RB	3	127V
OPTY-COPY 3	"G"	FA100RB	3	127V
MARCO DE VACIO 1-6	"MAV"	FA100RB	3	127V
PROCESADORA DE LAMINA 1-6	"PRLA"	FA100RB	3	127V
ESCANER	"ESC"	FA100RB	3	127V

Tabla 3.8 tableros y gabinetes obtenidos por manuales y cálculo.

Se muestran las tablas de los manuales donde se obtuvieron los datos de los tableros, gabinetes a instalar y sus interruptores a continuación:

Tableros de alumbrado y distribución

NQ 20"



Tableros con Zapatas Principales

Descripción y uso del producto

El tablero de alumbrado NQ 20" es utilizado para la alimentación de cargas de alumbrado y receptáculos en instalaciones eléctricas comerciales, industriales y de servicios, con tensiones de operación de 240 Vc.a. o 48 Vc.d. Su diseño cumple con los nuevos estándares y requerimientos del mercado, así como con la aprobación de usuarios finales, electricistas, contratistas y distribuidores.

La oferta NQ 20" es una oferta optimizada para sistemas de 1 fase 3 hilos o 3 fases 4 hilos, con

acometida a interruptor principal de 100 a 400 A o zapatas principales de 100 a 600 A.

Su gabinete estándar NEMA1 brinda siempre un frente muerto que impide la posibilidad de contacto con partes energizadas y aloja al interior para el montaje de los interruptores derivados, el cual refuerza la seguridad mediante el aislamiento de sus barras. Las opciones de gabinete en esta oferta son NEMA 3R, NEMA 12 y NEMA 4X.

Aplicaciones y beneficios del producto

Las principales aplicaciones son instalaciones eléctricas industriales y comerciales, donde la tensión de alimentación a las cargas es 240 Vc.a. ó 48 Vc.d. Algunos ejemplos son:

- Automotriz.
- Edificios de oficinas.
- Centros educativos y/o investigación.
- Manufactura.
- Centros comerciales.
- Aeropuertos.
- Hospitales.
- Telecomunicaciones.

Beneficios:

- Nuevo diseño que refuerza la seguridad en el interior al contar con aislamiento en barras principales.
- Mayor espacio para la conexión de los cables de acometida, fases y neutro.
- Fácil de instalar, reduciendo tiempo y costos de instalación.
- Amplia gama de accesorios instalables en campo.
- Barra lineal de neutros para derivados que facilita su conexión.
- Oferta optimizada en cajas que es compatible con los tableros NF.
- Frente muerto que usa placas de relleno en lugar de los "Knock-outs", que reduce considerablemente el tiempo de instalación de derivados.
- Kits de adaptación para interruptor principal pre-ensamblado que es compatible entre los marcos H y J, en tableros de 225 A.
- Instructivo de instalación con imágenes que facilita la instalación.
- Configuraciones de hasta 84 circuitos derivados.
- Interior con barras de cobre o aluminio.

Datos técnicos

Tensión máxima de operación:

240 Vc.a., 48 Vc.d.

Tipo de sistemas:

1 fase, 3 hilos.

3 fases, 4 hilos.

Capacidad de cortocircuito:

10 kA a 240 Vc.a.

5 kA a 48 Vc.d.

Ancho del gabinete:

508 mm (20 pulgadas).

Capacidad de corriente nominal:

100 – 600 A Zapatas Principales.

100 – 400 A Interruptor Principal.

Tipo de interruptores derivados:

Enchufable QO 15 a 100 A 1, 2 y 3 polos.

Atornillable QOB 15 a 100 A 1, 2 y 3 polos.

Tablas de selección

Capacidad	Número de polos	Tablero ensamblado	No. Referencia tablero por partes		
			Interior	Caja	Frente (1)
Tableros de alumbrado NQ con Zapatas Principales - 1 Fase, 3 Hilos					
100	18	NQ183L100()	NQ18L1C	MH26M	NC26()
	30	NQ303L100()	NQ30L1C	MH32M	NC32()
225	30	NQ303L225()	NQ30L2C	MH32M	NC32()
	42	NQ423L225()	NQ42L2C	MH38M	NC38()
	54	NQ543L225()	Ensamblado solo en fábrica		
	72	NQ723L225()	NQ72L2C	MH44M	NC44()
400	84	NQ843L225()	NQ84L2C	MH50M	NC50()
	30	NQ303L400()	NQ30L4C	MH50M	NC50V()
	42	NQ423L400()	NQ42L4C	MH50M	NC50V()
600	30	NQ303L600()	NQ30L6C	MH50M	NCV50V()
	42	NQ423L600()	NQ42L6C	MH50M	NCV50V()

Nota: (1) Reemplazar () al final del número de catálogo con una F para montaje Empotrar o una S para Sobreponer.

(2) Para los tableros ensamblados de mas de 54 polos, se debe verificar disponibilidad en planta.

Capacidad	Número de polos	Tablero ensamblado	No. Referencia tablero por partes		
			Interior	Caja	Frente (1)
Tableros de alumbrado NQ con Zapatas Principales - 3 Fase, 4 Hilos					
100	18	NQ184L100()	NQ418L1C	MH26M	NC26()
	30	NQ304L100()	NQ430L1C	MH32M	NC32()
225	30	NQ304L225()	NQ430L2C	MH32M	NC32()
	42	NQ424L225()	NQ442L2C	MH36M	NC38()
	54	NQ544L225()	Ensamblado solo en fábrica		
	72	NQ724L225()	NQ472L2C	MH44M	NC44V()
400	30	NQ304L400()	NQ430L4C	MH50M	NC50V()
	42	NQ424L400()	NQ442L4C	MH50M	NC50V()
	54	NQ544L400()	Ensamblado solo en fábrica		

Nota: (1) Reemplazar () al final del número de catálogo con una F para montaje Empotrar o una S para Sobreponer.

Capacidad	Número de polos	Tablero ensamblado	No. Referencia tablero por partes			No. Referencia kit de interruptor principal	No. Referencia interruptor principal
			Interior	Caja	Frente (1)		
Tableros de alumbrado NQ con Interruptor Principal - 1 Fase, 3 Hilos							
100	18	NQ183AB100()	NQ18L1C	MH26M	NC26()	N/A	QOB2100 (2)
	30	NQ303AB100()	NQ30L1C	MH32M	NC32()	N/A	QOB2100 (2)
225	30	NQ303AB225()	NQ30L2C	MH44M	NC44()	NQMB2HJ	JDL26225
	42	NQ423AB225()	NQ42L2C	MH50M	NC50()	NQMB2HJ	JDL26225

Nota: (1) Reemplazar () al final del número de catálogo con una F para montaje Empotrar o una S para Sobreponer.

(2) Importante: considerar que en los tableros de 100 A monofásicos se utilizan dos de los circuitos derivados para el montaje del principal y en los tableros de 100 A trifásicos se utilizan tres de los circuitos derivados.

Capacidad	Número de polos	Tablero ensamblado	No. Referencia tablero por partes			No. Referencia kit de interruptor principal	No. Referencia interruptor principal
			Interior	Caja	Frente (1)		
Tableros de alumbrado NQ con Interruptor Principal - 3 Fase, 4 Hilos							
100	18	NQ184AB100()	NQ418L1C	MH26M	NC26()	N/A	QOB3100 (2)
	30	NQ304AB100()	NQ430L1C	MH32M	NC32()	N/A	QOB3100 (2)
225	30	NQ304AB225()	NQ430L2C	MH44M	NC44()	NQMB2HJ	JDL36225
	42	NQ424AB225()	NQ442L2C	MH50M	NC50()	NQMB2HJ	JDL36225
	54	NQ544AB225()	NQ454L2C	MH50M	NC50()	NQMB2HJ	JDL36225
	72	NQ724AB225()	NQ472L2C	MH56M	NC56()	NQMB2HJ	JDL36225
400	30	NQ304AB400()	NQ430L4C	MH62M	NC62V()	NQMB4LA	LAL36400
	42	NQ424AB400()	NQ442L4C	MH62M	NC62V()	NQMB4LA	LAL36400
	54	NQ544AB400()	Ensamblado solo en fábrica				
	72	NQ724AB400()	NQ472L4C	MH74M	NC74V()	NQMB4LA	LAL36400

Nota: (1) Reemplazar () al final del número de catálogo con una F para montaje Empotrar o una S para Sobreponer.

(2) Importante: considerar que en los tableros de 100 A monofásicos se utilizan dos de los circuitos derivados para el montaje del principal y en los tableros de 100 A trifásicos se utilizan tres de los circuitos derivados.

Tableros de distribución I-Line



Tablero I-Line

Descripción y uso del producto

La familia de tableros de distribución tipo panel I-Line son utilizados para la distribución o sub-distribución de energía eléctrica en instalaciones industriales o comerciales, en rangos desde 100 hasta 1200 A, proporcionando protección a los usuarios, equipos e instalación eléctrica. Su exclusivo sistema de interruptores enchufables le permite una instalación rápida, segura y flexible.

El panel I-Line toma su nombre del arreglo de bus vertical en configuración sándwich formando una "I", las barras son soportadas continuamente por aisladores de poliéster reforzados con fibra de vidrio, lo cual le proporciona gran rigidez y aguante.

Aplicaciones y beneficios del producto

Los tableros I-Line están diseñados para distribución de energía eléctrica en instalaciones:

Industriales:

- Automotriz
- Papelera
- Textil
- Química
- Alimentos
- Refresquera

Comerciales y de servicios:

- Oficinas
- Supermercados
- Edificios
- Aeropuertos
- Museos
- Restaurantes

- Hospitales
- Estadios deportivos, entre otras

Beneficios:

- **Oferta optimizada**
Pocas referencias simplificando la selección.
- **Diseño más sencillo, misma robustez**
Su diseño simplificado facilita la remoción del frente para permitir la instalación de los circuitos derivados manteniendo la robustez que caracteriza a estos tableros.
- **Mayor rango en la instalación de interruptores derivados**
El tamaño 1 ahora permite la instalación de interruptores de hasta 250 A, y el tamaño 2 de hasta 400 A.
- **Mayor espacio para instalación de interruptores**
En algunos modelos aumentan 2 y hasta 4 circuitos adicionales, considerando interruptores de 3p-100 A = 4.5 plg de espacio vertical.
- **Más opciones en capacidad**
Ahora se cuenta con capacidad de 600 A en zapatas principales.
- **Medición digital opcional instalable en sitio**
Los tableros I-Line están preparados para instalar en sitio o de fábrica un equipo de medición digital.
- Estos equipos permiten realizar mediciones efectivas de los parámetros eléctricos, lo que le permitirá ahorrar energía así como asegurar la disponibilidad y confiabilidad de su sistema eléctrico.

Datos técnicos

Para sistemas eléctricos:

De 3 fases - 4 hilos.

Tensiones de operación máximo:

600 Vc.a., 250 Vc.d.

Acometida a zapatas principales:

400 A a 1200 A o interruptor principal 100 A a 1200 A.

Buses:

De aluminio estañado de 100 A a 600 A y cobre plateado de 800 A a 1200 A.

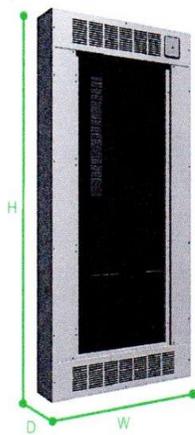
Envolvente:

Tipo Nema 1 (estándar)

Nema 12 y 3R también disponibles.

Montaje sobreponer:

Hasta 200 kA Icc (con interruptores limitadores).



Dimensiones
(Ver tabla de selección)

Tablas de selección

Tableros I - LINE

Tamaño	Capacidad (A)	Capacidad máxima derivada	Dimensiones tablero Plg. H-W-D	Pesos aproximados del tablero	No. de circuitos	No. de catálogo	No. de circuitos	No. de catálogo
Tableros de Distribución I-Line								
1	100	250 (H,J)	63.5 - 32 - 8	70	8	HD100M81B	—	N/D
	250		77 - 32 - 8	80	14	JG250M141B	—	N/D
	400		63.5 - 32 - 8	70	8	LA400M8B	10	ML400101B
	400		77 - 32 - 8	80	14	LA400M141B	16	ML400161B
	400		86 - 32 - 8	90	18	LA400M181B	20	ML400201B
2	600	400 (L)	63.5 42 9	100	8	MG600M82B	10	ML600102B
	600		77 - 42 - 9	110	14	MG600M142B	16	ML600162B
	600		—	—	18	MG600M182B	—	—
	800		63.5 - 42 - 9	110	8	MG800M82B	10	ML800102B
	800		77 - 42 - 9	120	14	MG800M142B	16	ML800162B
	800		86 - 42 - 9	130	18	MG800M182B	20	ML800202B
3	1200	800 (M)	86 - 42 - 9.5	150	22	PJ1200M223A	22	ML1200223A
	1200		—	—	22	PJ1200M223PB	22	ML1200223PB

Nota: Los Tableros de 1200 A con terminación PB incluyen medición digital PM8240 instaladas en fábrica.

Zapatatas de acometida

Tipo	Catálogo	Zapatatas
Interrupción principal	HD	(1)#14-3/0 AWG Al/Cu
	JG	(1)#3/0-350 Kcmil Al/Cu
	LA	(1)1-600 Kcmil Al/Cu o (2)1-250 Kcmil Al/Cu
	MG	(3)3/0-500 Kcmil Al/Cu
	PG	(4)3/0-600 Kcmil Al/Cu
Zapatatas principales	ML400	(2)2-600 Kcmil Al/Cu
	ML600	(3)3/0-750 Kcmil Al/Cu
	ML800	(3)3/0-750 Kcmil Al/Cu
	ML1200	(4)3/0-750 Kcmil Al/Cu
Neutro		100-250 A (2)300 Kcmil Al/Cu
		400 A (2) 600 Kcmil Al/Cu
		600 A (6) 600 Kcmil Al/Cu
		800-1200 A (8) 600 Kcmil Al/Cu

Espacio disponible para montaje de interruptores derivados en plg

No. de circuitos	Espacio plg
8	36
14	63
18	81
10	45
16	72
20	90
22	99

Kit de medición PM

Los tableros de 100 a 800 A vienen preparados al frente con una tapa ciega la cual puede ser removida para la instalación del medidor digital PM.

Se dispone de la siguiente opción: **KIT PM5110 y Sin medidor.**

El Kit Sin medidor, solamente puede recibir medidores de la familia PM5000 y PM8000.

Estos Kits incluyen:

- Equipo de medición PM según se seleccione (Solo en Kit PM5110).
- 3 TC's de relación según se selecciona.
- Arnés y equipo auxiliar.
- Instructivo de instalación.

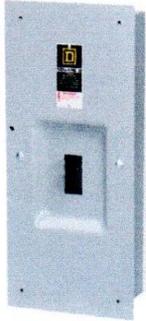
KIT PM850

Tabla de selección	Medidor PM5110	Sin Medidor*
KIT PM para tablero 250 A	ILMPM5110250	ILMPM250
KIT PM para tablero 400 A	ILMPM5110400	ILMPM400
KIT PM para tablero 600 A	ILMPM5110600	ILMPM600
KIT PM para tablero 800 A	ILMPM5110800	ILMPM800

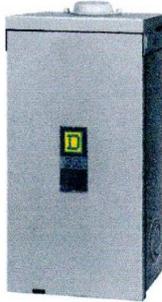
* Agregar Power Meter deseado.

Gabinetes para Interruptores

PowerPact de caja moldeada



H150FMX



J250DS



J250AWK

Descripción y uso del producto:

Envoltorios certificados bajo normas NEMA con un diseño robusto y exclusivo para cada interruptor, cuentan con diversidad en tipo de envoltorio tipo Nema 1, Nema 12 y Nema 3R.

Aplicaciones y beneficios del producto:

Estos gabinetes se utilizan para alojar de manera individual a la gama de interruptores de caja moldeada de la línea PowerPact, tanto en interiores, en interiores usados para acometer a algún sistema, alimentar un generador y derivar hacia un tablero de distribución.

Tablas de selección

Gabinetes

Interruptores			No. referencia		
Tipo de Marco	Aperes (A)	Polos	Nema 1 Empotrar	Nema 1 Sobreponer	Nema 3R
HDL, HGL, HJL	15 - 150 A	2 - 3	H150FMX	H150SMX	J250R
JDL, JGL, JJL	150 A - 250 A	2 - 3	J250FMX	J250SMX	J250R
LAL, LHL	200 A - 400 A	2 - 3	LA400FMX	LA400SMX	LA400R
MGL, MJL	300 A - 800 A	2 - 3	M800FMX	M800SMX	M800R
PGL, PJL	600A - 1200 A	3	P1200FMX	P1200SMX	P1200R

Nema 1 = usos generales en interior
Nema 3R = uso en intemperie

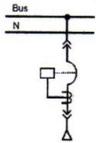
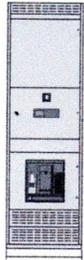
Interruptor			No. referencia		
Tipo de Marco	Aperes (A)	Polos	Nema 4, 4x, 3R	Nema 12	Nema 12/3R, 5
			Acero inoxidable	Discos removibles	Sin discos rem.
HDL, HGL, HJL	15 - 150 A	2 - 3	J250DS	—	J250AWK
JDL, JGL, JJL	150 A - 250 A	2 - 3	J250DS	—	J250AWK
LAL, LHL	200 A - 400 A	2 - 3	LA400DS	—	LA400AWK
MGL, MJL	600A - 1200 A	2 - 3	M800DS	—	M800AWK

Nema 3R uso en intemperie.
Nema 4, a prueba de agua y polvo.
Nema 4x a prueba de agua, polvo y corrosión.
Nema 5 a prueba de polvo.
Nema 12 a prueba de polvo y goteo.

Dimensiones aproximadas

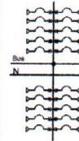
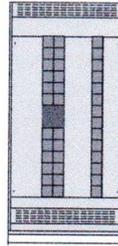
Altura		Ancho		Fondo		No. referencia
mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	
377.8	14 7/8	244.5	9 5/8	124.7	4 15/16	H150FMX
352.4	13 7/8	219.1	8 5/8	124.7	4 15/16	H150SMX
505.6	19 15/16	339.7	13 3/8	136.7	5 3/8	J250FMX
480.2	18 15/16	314.3	12 3/8	136.7	5 3/8	J250SMX
789	31.5	368	14.47	160	6.28	J250R
819	32.26	247	9.72	202	7.94	J250AWK
657.2	25 7/8	419.1	16 1/2	149.2	5 7/8	LA400FMX
609.6	24	374.7	14 3/4	149.2	5 7/8	LA400SMX
1118	44	391	15.38	200	7.88	LA400R
932.9	36 3/4	490	19 1/4	166.5	6 9/16	M800FMX
913.5	35 15/16	470	18 1/2	166.5	6 9/16	M800SMX
1065.9	41 15/16	470.5	18 1/2	166.5	6 9/16	P1200SMX

Descripción de secciones básicas



Principal

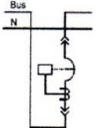
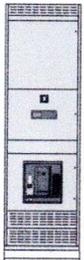
Su función principal consiste por lo general en ser el primer tablero de protección en el lado de baja tensión de una instalación estos por lo general se ubican en la subestaciones después de la acometida o transformador de baja tensión.



Distribución

Estas secciones están disponibles con un panel de distribución I-Line para interruptores de montaje en grupo, los paneles son conectados a las barras principales y estas a su vez alimentan a los interruptores derivados tipo I-Line.

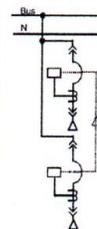
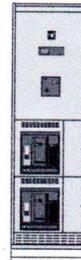
Disponible en una o dos Columnas. En una columna los interruptores se montan solo de un lado de las barras I-Line. En doble se pueden montar a ambos lados, opuestos uno del otro y opuestos a la conexión central.



Enlace

Su función principal consiste en dividir el bus principal en 2 buses individuales y poder acoplarlos al cerrar el interruptor de enlace.

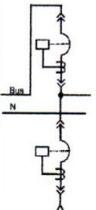
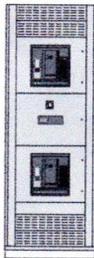
Otra aplicación común es la de servir como interruptor principal cuando esta es acoplada por uno de sus costados a una sección de acoplamiento a transformador.



Transferencia

Su función principal es la de transferir una o mas conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra, desconectando todos los conductores de fase antes de conectarse a la otra fuente.

Entre las aplicaciones en donde es común esta sección se encuentran: hospitales, bombas contra incendio, alumbrado en lugares de alta concentración de personas, procesos industriales continuos, instalaciones para computadora.



Enlace Principal - Enlace

Este tipo de arreglo incluye el interruptor Principal y el interruptor de enlace en la misma sección hasta 3200 A, su función principal es la de servir de acometida al tablero de distribución y a la vez de dividir el bus principal en dos con la posibilidad de adicionar una segunda acometida para sistemas alimentados de 2 subestaciones.



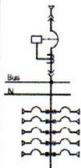
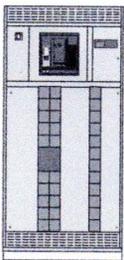
Transición

Su característica principal es la de efectuar la conexión de transformadores u otros Equipos al tablero de distribución.

En el caso de transformadores, estos se suministran con garganta y trencillas de acoplamiento izquierdos o derechos.

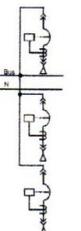
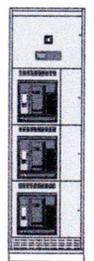
En centros de control de motores, el tablero de distribución puede alimentar capacidades tan altas como 4000 A en dos buses (2000 A por bus) con 2 acoplamientos.

Para acoplamientos especiales se cuenta con secciones de 18 y 30" de frente para conexión a tableros de otras marcas o para requerimientos especiales de conexión.



Combinación

Su función consiste en combinar en una sola sección un interruptor principal y un grupo de interruptores derivados tipo enchufable, montados en un panel de distribución I-Line.



Alimentadores

Esta sección se recomienda para sistemas donde la capacidad, el tipo y la protección adecuada es con interruptores de potencia electromagnéticos derivados Masterpact NW o NT.

Es posible alojar en su interior hasta 4 interruptores derivados Masterpact de 800 A (consultar a planta).



Auxiliar

Esta sección es aplicada cuando requerimos colocar equipo adicional que no es posible instalar en el tablero de distribución, entre los equipos que podemos ubicar en esta sección tenemos equipos de medición, supresores de transitorios, equipo de control y automatización, equipo suministrado por el cliente etc.

Tableros de distribución QDLogic



Sección combo QDLogic



JJA36250U44X



PJA36025U63A



Interruptor Masterpact NT



Medidor de circuitos PM8240

Descripción y uso del producto

Los tableros de distribución en baja tensión de Square D son la solución más aceptada y conveniente en distribución de energía eléctrica en instalaciones industriales, comerciales e infraestructura. Su diseño bajo estándares NEMA garantizan la robustez, confiabilidad y durabilidad que las actuales instalaciones demandan.

Sus diseños estandarizados en 9 tipos de secciones básicas permiten realizar la combinación óptima entre funcionalidad y ahorro de espacio, gracias a esta flexibilidad y estandarización los tiempos de entrega son los más competitivos para cubrir los actuales tiempos ciclo de construcción manteniendo la reconocida calidad de los productos Square D.

Diseñados y construidos de acuerdo a NMX J118/2 los tableros QDLogic cumplen además normas internacionales como UL849 y CSA4543.

Su construcción es modular y se compone de secciones individuales formadas por una estructura rígida adecuada para servicio pesado, paneles y espacios para el montaje de los diferentes equipos así como cubiertas y puertas que permiten asegurar el frente muerto del tablero.

El interruptor de potencia Masterpact puede ser utilizado como interruptor principal, enlace o interruptor derivado en cargas pesadas. Disponible de 600 a 6300 A en montaje removible o fijo, operación eléctrica o manual, cuenta con las unidades de protección Micrologic las cuales además de su función básica de protección, pueden incluir amperímetro, medición de potencias o armónicos, estas unidades además pueden integrarse a una red de comunicación y monitoreo para permitir una mejor operación y administración de su red eléctrica.

Los tableros QDLogic permiten el montaje de interruptores en grupo hasta 1200 A, hablamos del sistema Iline el cual gracias a sus interruptores enchufables PowerPact permiten la instalación más rápida, segura y de bajo mantenimiento disponible en el mercado.

Otros equipos disponibles en QDLogic que le permiten contar con una solución integral son los monitores de circuito ION con avanzadas funciones para calidad de energía, medidores digitales Powermeter, Supresores de transitorios Surgelogic, entre otros.

Aplicaciones y beneficios del producto

Aplicaciones:

QDLogic cuenta con capacidades de hasta 6200 A para distribución y subdistribución en edificios industriales comerciales e infraestructura como por ejemplo:

- Aceras.
- Automotriz.
- Manufactura.
- Minera-Metales.
- Tratamiento de agua.
- Hospitales.
- Edificios de oficinas.
- Salas de cómputo (Data Centers).
- Centros comerciales.
- Telecomunicaciones.

- Centros educativos y/o investigación.

- Aeropuertos.

Beneficios:

- La solución más difundida y aceptada para la distribución y protección de la instalación eléctrica industrial, comercial e infraestructura.
- Seguridad, Robustez, Versatilidad y Confiabilidad en la distribución y protección.
- Máxima protección con los interruptores de caja moldeada PowerPact con amplia gama de accesorios.
- El interruptor de potencia más reconocido: el interruptor Masterpact NW y también el más pequeño NT.
- Inversión óptima durante toda la vida útil de su instalación.

Características

Generales				
Voltaje	(V)	600 Vca 250 Vcc		
Corriente	(A)	Hasta 6300 A		
Sistemas		3F3H, 3F4H		
Frecuencia	(Hz)	60		
Nivel de aislamiento	(KV)	1		
Esfuerzo mecánico cc max	(KA)	100		
Capacidad interruptiva				
		NT08-16	NW08-40	NW50-63
Interruptor Masterpact H1	220	42	65	100
	440	42	65	100
Interruptor Masterpact H2	220		100	150
	440		100	150
Buses:				
Conducción por elevación tem	(C)	65° Sobre tem ambiente de 40°		
Conducción por densidad	(A/plg ²)	800,1000		
Barras		Cobre Plateado (opción estriado)		
Barras principales	(A)	1600, 2500, 3200, 4000, 5000, 6300		
Neutro		50%,100%		

Interruptores		
Potencia electromagnético	(A)	Masterpact NT y NW, Hasta 6300 A
Caja moldeada termomagnéticos o electrónicos	(A)	15-1200 I-Line en panel, 800-2000 A mtje. individual
Estructura		
NEMA		1,1A,12,3R
Alto	In/mm	91,5/2324 (72,5/1841,5 como opción)
Fondo	In/mm	24"/610, 48"/1219, 60"/1524, 72"/1829
Ancho	In/mm	21"/533, 30"/762, 36"/914, 54"/1372, 48"/1219
Acceso frontal/posterior		Disponible c/puertas posteriores como opción

3.12 Transformadores.

Un transformador es un dispositivo que:

- a) Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante.
- b) Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.
- c) Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados magnéticamente y aislados eléctricamente.
- d) Usualmente lo hace con un cambio de voltaje, aunque esto no es necesario.

Para obtener el transformador principal del sistema eléctrico se sumaran las cargas de todos los equipos y maquinarias que requiere energía eléctrica que se instalara en la planta litográfica.

Por lo general se determina en KVA para trabajar con una sola unidad se entiende que:

$$1 \text{ KVA} = \frac{1 \text{ KW}}{\text{FP}}$$

Para el caso de la planta litográfica se aplica la carga total instalada del sistema eléctrico.

- a) Carga total de alumbrado, contactos y equipos a 220/127 Volts
- b) Carga total de maquinaria y equipos. A 440/254 Volt.

Se realizaran unas tablas con los valores de consumo de carga de los tableros que corresponden a cada área.

Para los tableros de alumbrado, contactos y equipos de 220/127 Volts tendremos la siguiente tabla 3.9 representando las cargas de cada uno.

TABLERO TSG			
CONVERSIÓN WATTS A VOLTS AMPERS			
		DEMANDA	
	F.P	WATTS	VA
TABLERO A	0.90	22385.00	24872.22
TABLERO B	0.90	34100.00	37888.89
TABLERO C	0.90	38665.00	42961.11
TABLERO D	0.90	11341.00	12601.11
TABLERO E	0.90	31680.00	35200.00
TABLERO G	0.90	30000.00	33333.33
TABLERO MVA	0.90	19200.00	21333.33
TABLERO PRLA	0.90	33000.00	36666.67
TABLERO COM	0.90	10000.00	11111.11
TABLERO ESC	0.90	45000.00	50000.00
TOTAL	0.90	275371.00	305967.78

Tabla 3.9 cargas de tablero TSG (tablero subgeneral).

Como sabemos estamos trabajando con dos diferentes alimentaciones una a 220/127 Volts y otra a 440/254 Volts, por consiguiente tendremos que tener dos transformadores para satisfacer cada necesidad de la planta litográfica.

Para el caso de 220/127 que alimentara al tablero TSG a 220/127 Volts. Se sumaran todas las cargas de los tableros derivados y da como resultado una carga total de 305967.78 VA.

Para esta carga no existe un transformador, se selecciona un transformador comercial de 300 KVA de entrada primaria a 440 volts y de secundario 220/127 Volts, Tabla 3.11.

Para los tableros de maquinaria y equipos de 440/254 Volts, tendremos la siguiente tabla 3.10 representando las cargas de cada uno.

TABLERO TSG-1N			
CONVERSIÓN WATTTS A VOLTS AMPERS			
	F.P	DEMANDA	
		WATTS	VA
TABLERO F	0.90	130550.00	145055.56
TABLERO GUI-1	0.90	15000.00	16666.67
TABLERO GUI-2	0.90	18000.00	20000.00
TABLERO GUI-3	0.90	10000.00	11111.11
TABLERO MR-300	0.90	315000.00	350000.00
TABLERO MR 1-2002	0.90	225000.00	250000.00

TOTAL	0.90	713550.00	792833.33
--------------	-------------	------------------	------------------

Tabla 3.10 cargas de tablero TSG-1N (tablero subgeneral).

TABLERO TSG-2N			
CONVERSIÓN WATTTS A VOLTS AMPERS			
	F.P	DEMANDA	
		WATTS	VA
TABLERO MR200-2	0.90	225000.00	250000.00
TABLERO MPH-6	0.90	81000.00	90000.00
TABLERO MPH1-4	0.90	67500.00	75000.00
TABLERO MPH2-4	0.90	67500.00	75000.00
TABLERO MPH1-2	0.90	54000.00	60000.00
TABLERO MPH2-2	0.90	54000.00	60000.00
TABLERO TALVER	0.90	2238.00	2486.67

TOTAL	0.90	551238.00	612486.67
--------------	-------------	------------------	------------------

Tabla 3.10 cargas de tablero TSG-2N (tablero subgeneral).

Para alimentar a los tablero TSG-1N y al TSG-2N a 440/254 Volts. Sumaremos las cargas de cada tablero y también sumaremos la carga del tablero TSG ya que este es alimentado por un transformador que tiene de entrada en el primario 440 volts.

Esto nos da un total de 1, 711,287.78 VA, para esta carga se selecciona el transformador comercial de 2000 KVA, Tabla 3.11.

Para satisfacer las necesidades de la planta litográfica necesitaremos un transformador de 2000 KVA. Del lado primario, una alimentación de 13.2KVA y del lado secundario una salida de 440/254 Volts.

EQUIPOS		
TRANSFORMADOR TIPO SECO DEVANADO COBRE-COBRE, DELTA 13.2 KVA, ESTRELLA 440/254, Z=5.75%	TR-1N	2000 KVA.
TRANSFORMADOR TIPO SECO DEVANADO COBRE-COBRE, DELTA 440V, Z= 3%, ESTRELLA 220/127	TRFS-1N	500 KVA.

Tabla 3.11 transformadores

3.13 Selección de protecciones para los transformadores.

Selección de fusible para el primario del transformador principal trifásico que tiene una potencia nominal de 2000 KVA, en el primario 13.8 KV y del secundario 440/254 Volts, con una impedancia del 5.75 %. Basándose con la tabla 3.7) (tabla 450-3(a), pág.414 de la NOM-001-SEDE-2012).

Tabla 450-3(a).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de más de 600 volts (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).						
		Protección del primario,		Protección del secundario		
		más de 600 volts		Más de 600 volts	600 volts o menos	
Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Interruptor automático	Valor nominal del fusible	Interruptor automático	Valor nominal del fusible	Valor nominal del interruptor automático o fusible
Cualquier lugar	No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400%	300%	250%	225%	125%

Tabla 3.12 ajuste de protecciones de transformadores

Datos.

Potencia = 2000 KVA

Voltaje = 13.2 KV

$$I_n = \frac{Potencia}{\sqrt{3} * V_{ff}}$$

$$I_n = \frac{2,000,000}{1.7320 * 13,200} = \frac{2,000,000}{22863.07066} = 87.4773 \text{ Amp.}$$

El tamaño del fusible del primario, buscando en la tabla 3.12 no deberá de ser mayor del 300% ya que es un lugar supervisado.

Fusible = 3 * I_n = 3 * 87.4773 = 262.43 Amp.

Valor comercial será de 300 Amp.

Selección del interruptor para el primario del transformador trifásico que tiene una potencia nominal de 300 KVA, en el primario 440 y del secundario 220/127 Volts, con una impedancia del 3 %.

Datos.

Potencia = 300 KVA

Voltaje = 440 Volts.

$$I_n = \frac{Potencia}{\sqrt{3} * V_{ff}}$$

$$I_n = \frac{300,000}{1.7320 * 440} = \frac{300,000}{762.1023} = 393.64 \text{ Amp.}$$

El tamaño del fusible del primario, buscado en la tabla 3.12 no deberá de ser mayor del 125% ya que es un lugar supervisado.

Fusible = 1.25 * I_n = 1.25 * 393.64 = 492.05 Amp.

Valor comercial será de 500 Amp.

3.14 Diagrama unifilar.

EL plano del diagrama unifilar es aquel que representa gráficamente todo el conjunto del sistema eléctrico a implementar en una determinada planta industrial, comercial o residencial. El diagrama unifilar permite al ingeniero o personal técnico, entender el sistema de distribución eléctrica en todo su conjunto, debido a que se indican todos los equipos y conductores de cada circuito así como los componentes que intervienen en el sistema eléctrico.

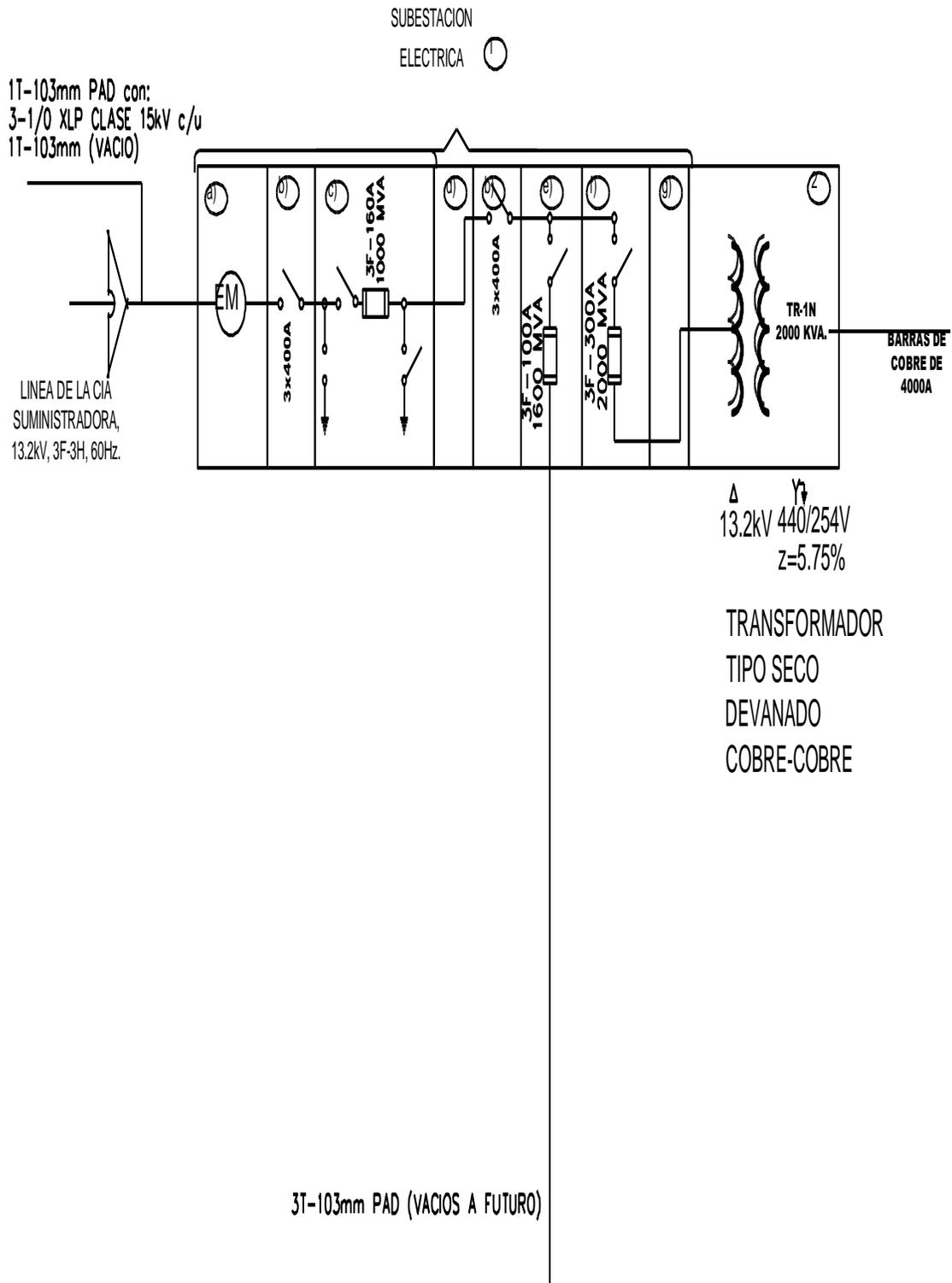


Diagrama unifilar sección de la subestación y transformador

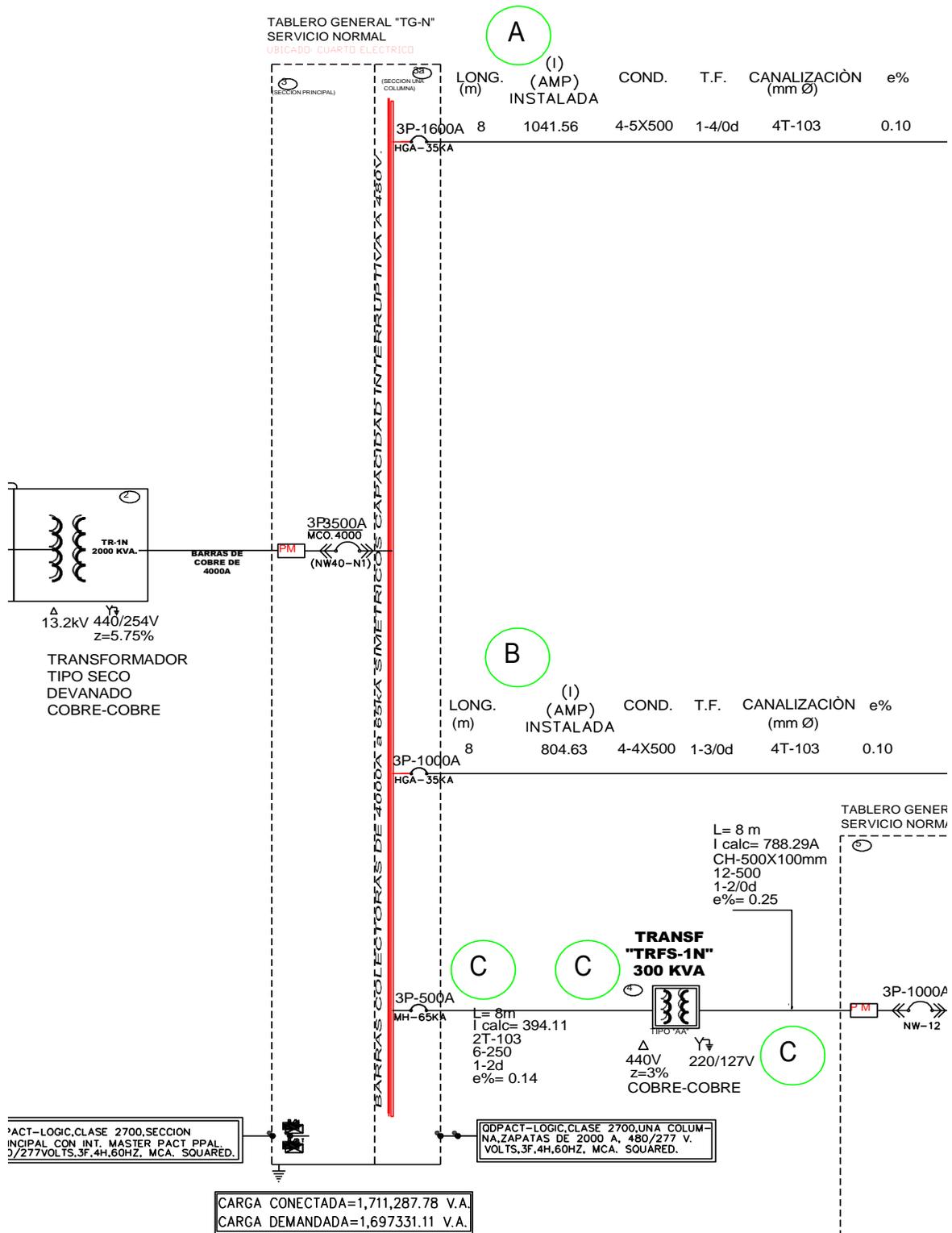


Diagrama unifilar seccionado, tablero TGN con su cableado hacia los derivados, transformador del primario 440v, secundario 220/127 volts

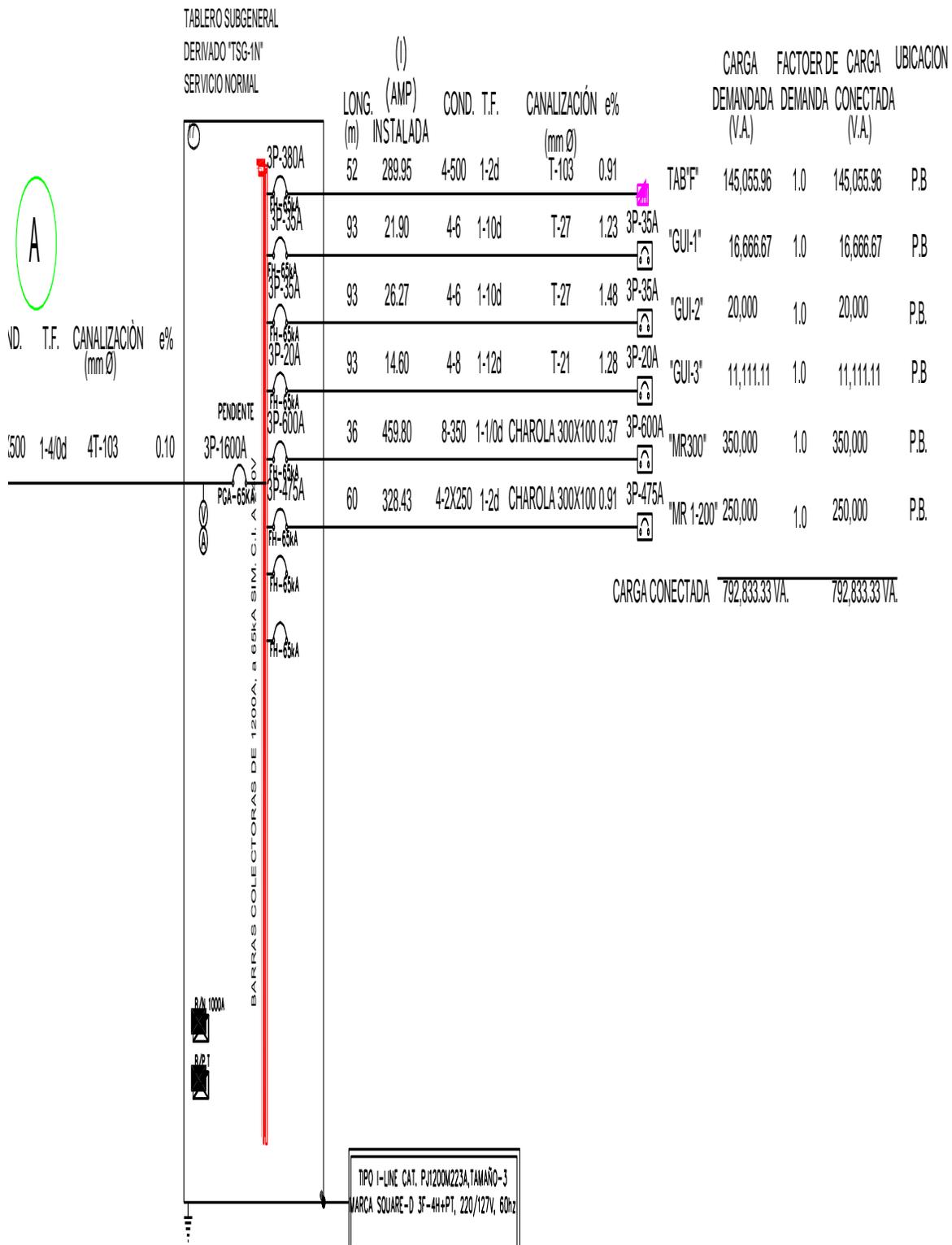


Diagrama unifilar seccionado tablero TSG-1N con su cableado con su caída de tensión distancia, corriente de consumo, canalización hacia los tableros e interruptores de equipos.

TABlero SUBGENERAL
 DERIVADO "TSG-2N"
 SERVICIO NORMAL

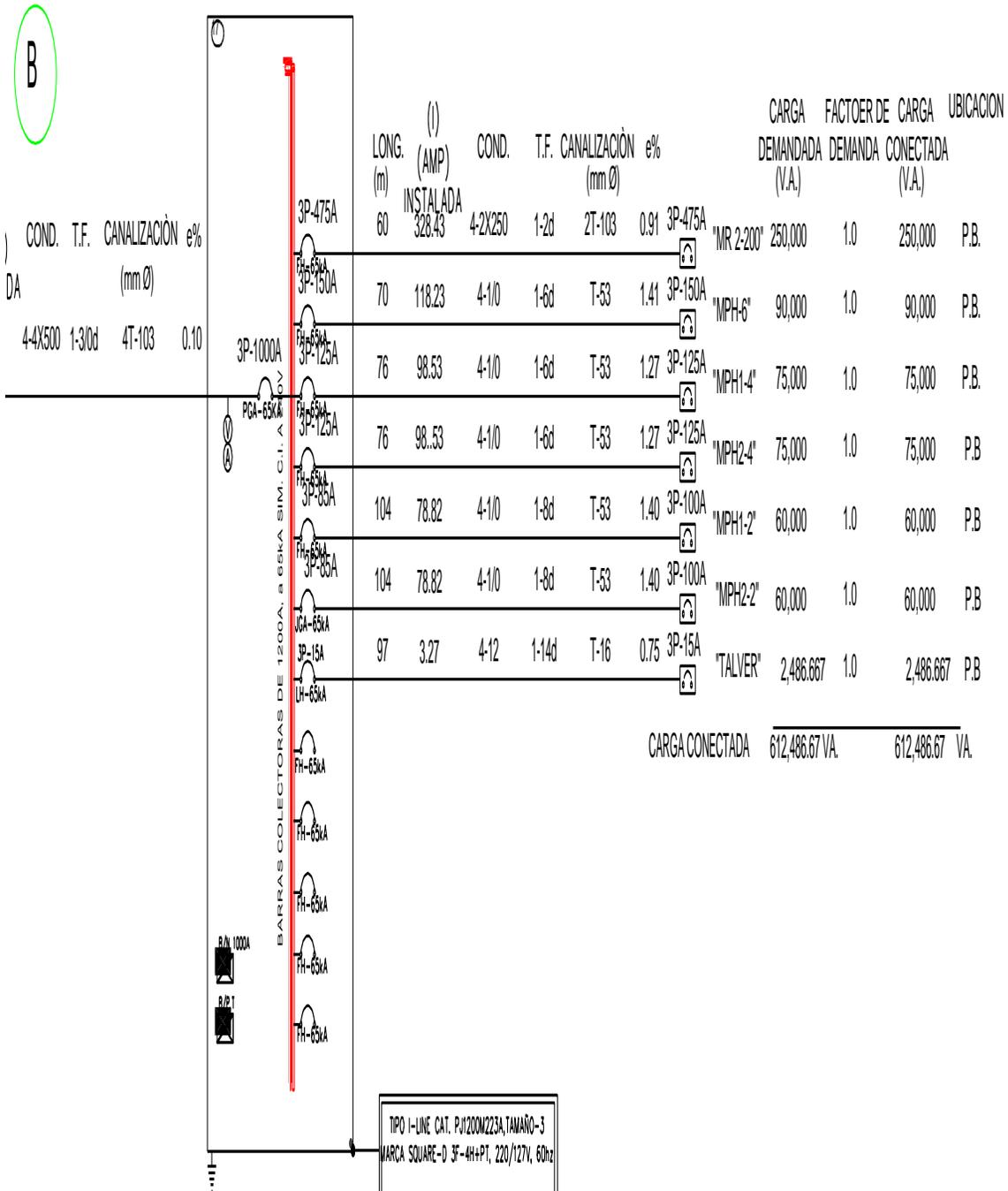


Diagrama unifilar seccionado, tablero TSG-2N con su cableado, su caída de tensión, distancia, corriente de consumo, canalización hacia los interruptores derivados de equipos.

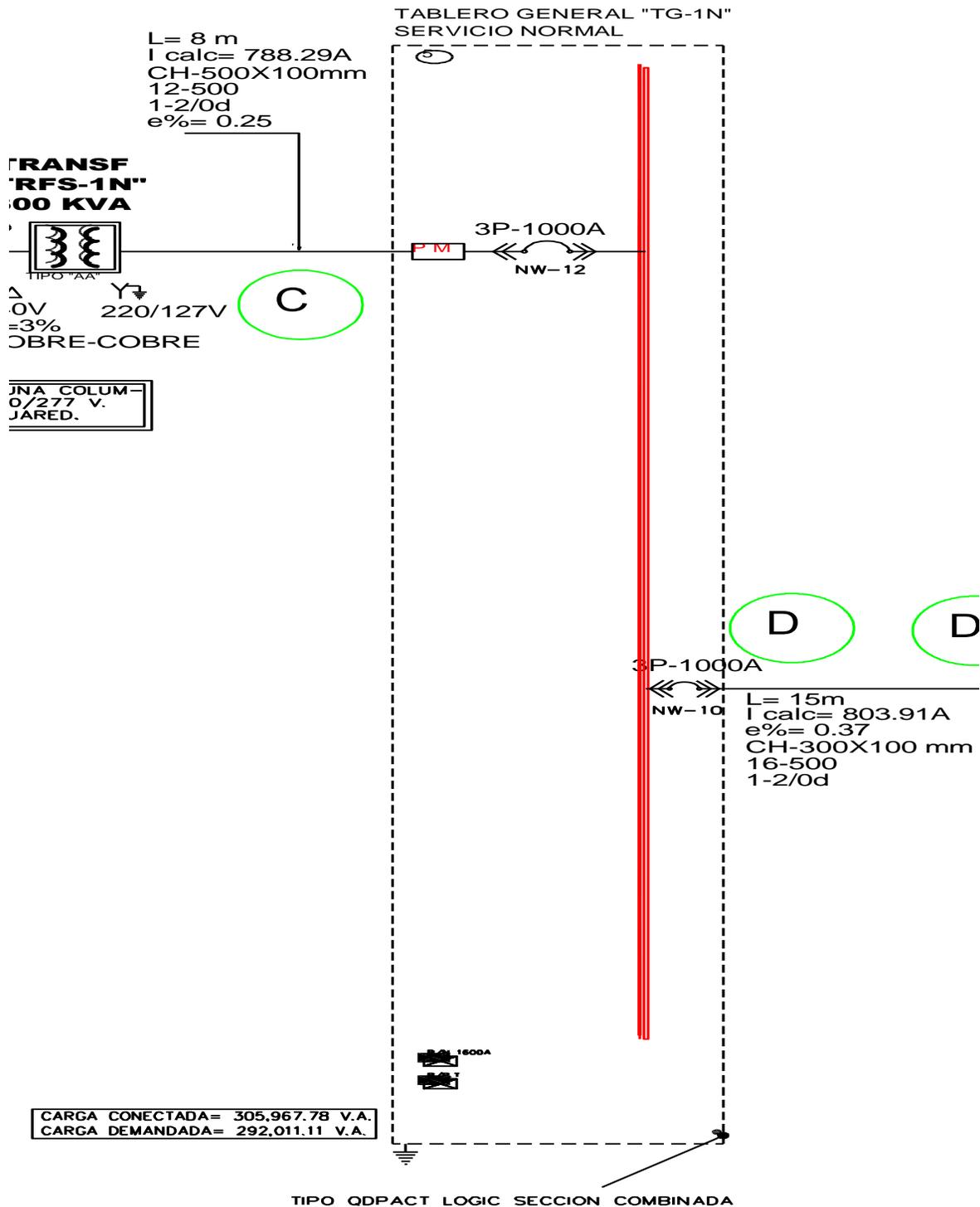


Diagrama unifilar seccionado tablero TG-1N con su cableado su caída de tensión, distancia, corriente de consumo, canalización hacia los derivados e interruptores.

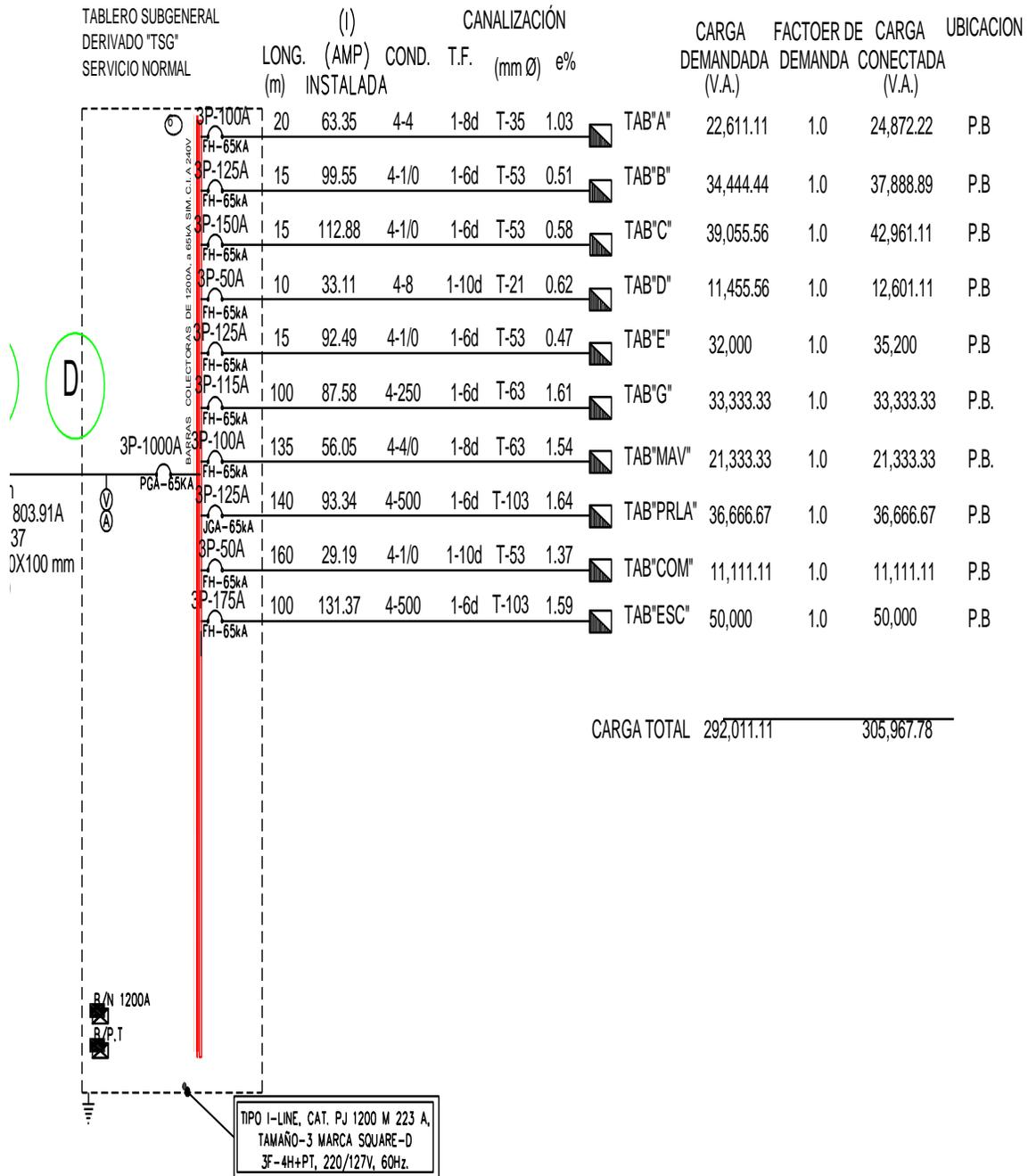
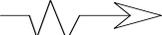
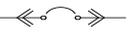
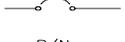


Diagrama unifilar seccionado tablero "TSG" con su cableado su caída de tensión, distancia, corriente de consumo, canalización hacia los tableros derivados.

SIMBOLOS

	ACOMETIDA DE LA CIA SUMINISTRADORA 13.2 kV, 3F, 3H 60Hz.
	EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PROPIEDAD DE LA COMPAÑIA SUMINISTRADORA,
	DESCONECTADOR TRIPOLAR DE OPERACION EN GRUPO SIN CARGA(AL AIRE).
	DESCONECTADOR TRIPOLAR DE OPERACION EN GRUPO CON CARGA (AL AIRE) CON FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE EN MEDIA TENSION.
	APARTARRAYOS AUTOVALVULARES.
	CUCHILLA TRIPOLAR DE PUESTA A TIERRA, EN MEDIA TENSION.
	TRANSFORMADOR TRIFASICO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION AUTOENFRIADO EN AIRE "AA" (13.2KV-440/254V), 2000KVA
	KILOWATTHORIMETRO.
	PUESTA A TIERRA.
	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO, NORMALMENTE CERRADO (MASTER PACT)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NORMALMENTE CERRADO.
	BARRA NEUTRA.
	BARRA DE PUESTA A TIERRA.

SIMBOLOS

NORMAL	
	TABLERO ELECTRICO DE ZONA PARA SOBREPONER EN MURO, TIPO "NQ" CLASE 1630 3F-4H+PT, 220/127V, 60Hz, CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS TIPO "QOB", CON BARRA NEUTRA y BARRA DE PUESTA A TIERRA GENERAL, MARCA SQUARE-D, FEDERAL PACIFIC o SIEMENS, COLOCADO A 1.50m. S.N.P.T. AL CENTRO DEL EQUIPO.
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA EN GABINETE NEMA-1 o NEMA-3R SEGUN SE INDICA, CARACTERISTICAS INDICADAS, PARA 600VCA, MAXIMO DEL TIPO SOBREPONER EN MURO, CLASE 600, MARCA SQUARE-D, FEDERAL PACIFIC o SIEMENS, SEGUN SE INDIQUE COLOCADO A 1.50m. S.N.P.T. y AL CENTRO DEL MISMO.
	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION CON DEVANADO COBRE-COBRE DE CAPACIDAD INDICADA EN PROYECTO EN KVA, TIPO "AA" AUTOENFRIADO AL AIRE RELACION DE TRANSFORMACION, 440-220/127V CONEXION DELTA-ESTRELLA CON 4 DERIVACIONES (TAPS) DE REGULACION 2 ARRIBA Y 2 ABAJO 2.5% c/u.
	EQUIPO DE MEDICION DIGITAL INTEGRADO DENTRO DEL TABLERO SERIE POWER-METER, SERIE, CATALOGO PM-600, MARCA SQUARE-D DE GROUPE SCHNEIDER, MEDICION DE CORRIENTE, TENSION DE LINEA-LINEA, TENSION DE LINEA-NEUTRO, POTENCIA REAL (kW), POTENCIA REACTIVA (kVAR), POTENCIA APARENTE (kVA), FACTOR DE POTENCIA, FRECUENCIA, ENERGIA REAL (kWh), ENERGIA REACTIVA (kVARh), ENERGIA APARENTE (kVAh).
	EQUIPO DE MEDICION ANALOGICA, VOLMETRO, AMPERMETRO Y SELECTOR DE FASES INTEGRADO DENTRO DEL TABLERO, MCA. SQUARED.

CARGA CONECTADA=1,765,367 V.A.
CARGA DEMANDADA=1,705,320 V.A.

Tabla de Simbología y su significado.

CONCLUSIONES.

Se concluye que la elaboración y presentación de este tema de tesis, representa un manual de consulta para los estudiantes, ingenieros y personas involucradas en proyectos o instalaciones eléctricas industriales, residenciales o comerciales. La metodología empleada es la misma para cualquier tipo o clase de proyecto o instalación eléctrica de una planta industrial.

Siguiendo las normas se tendrá una Instalación Eléctrica Segura y Confiable porque sus componentes cumplen y reducen la probabilidad de accidentes que pongan en riesgo la vida y la salud de los usuarios.

En el **capítulo 1** se obtienen los conocimientos básicos sobre los términos eléctricos y fórmulas para ser aplicadas en el cálculo de la instalación eléctrica de la planta litográfica.

En el **capítulo 2** se da una explicación clara del funcionamiento de una planta litográfica lográndose el entendimiento de su proceso y de la maquinaria y equipos que debe haber.

Con base al **capítulos 3** expuesto a lo largo de este trabajo, se logran realizar los cálculos de la iluminación utilizando el método de cavidad zonal llamado también como método de lumen y los parámetros a considerar para conocer los luxes adecuados para un área determinada y con el fin de realizar una distribución uniforme y mantener el nivel de iluminación necesario. Cabe mencionar que algunos luminarios son obsoletos pero el cálculo se hace por igual para cualquier luminario a instalar.

De acuerdo a estos resultados obtenidos se logra la adecuada ubicación de los luminarios y la cantidad a instalar y así poder realizar el cálculo de la alimentación por circuitos, su canalización, protecciones, y los tableros correspondientes a cada área.

También logrando que se realicen con éxito los cálculos de alimentadores por caída de tensión y por ampacidad, para los equipo y maquinarias existentes que hay en la planta litográfica para que trabajen adecuadamente.

Se hicieron los cálculos de alimentadores, interruptores, tableros, canalizaciones de los equipos y maquinaria de la planta litográfica de acuerdo a la NOM-001-SEDE -2012 y a los manuales de proveedores.

El ingeniero de diseño de instalaciones eléctricas, durante su actividad profesional, se enfrentará a la tarea de realizar el dimensionamiento adecuado de cálculo y selección de conductores aislados, protecciones, canalizaciones, transformadores, tableros así como realizar los cuadros de carga y diagrama unifilar para instalaciones eléctricas en baja, media tensión.

Esta tesis queda abierta para los compañeros estudiantes que quieran o deseen hacer su tesis y continuar con los cálculos de subestación, corto circuito, sistema de tierra para una subestación.

BIBLIOGRAFÍA.

El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales.

Enríquez Harper.

Editorial Limusa.

El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales.

Enríquez Harper.

Editorial Limusa.

Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas.

Richter.

Editorial Continental, S.A de C.V. México

Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas.

Enríquez Harper.

Editorial Limusa.

Norma Oficial Mexicana Nom-001-Sede-2012.

Instalaciones eléctricas (utilización).

Folleto: Breve Historia de la Imprenta.

Cortesía de Ec Editora Corrimpio C. por A.

Manual de Técnicas de Impresión Offset.

Tintas Sánchez S.A de C.V.

Papelerías Lozano hnos.

Ing. Gilberto Rodríguez.

Instalaciones Eléctricas de Alumbrado e Industriales.

Fernando Martínez Domínguez.

Segunda Edición.

Editorial Paraninfo.

Desarrollo de Instalaciones Eléctricas de Distribución.

Jesús Trasshorras Montecelos.

Segunda edición.

Editorial paraninfo.

Instalaciones Eléctricas para la Vivienda.

J. Roldán Vilorio.

Quinta edición.

Editorial Paraninfo.

Instalaciones Eléctricas.

Conceptos Básicos y Diseño.

Neagu Bratu Serbán.

Eduardo Campero Littlewood.

Segunda edición.

Editorial Alfaomega.

Catálogo Compendio.

Productos de Distribución y Control.

Square D.

Schneider Electric.