



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

PROYECTO: SISTEMA ELECTRICO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL METAL-MECANICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

JUAN REGULO AGUILAR RENDON
LORENZO GOMEZ SOTO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA



V N A M

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

| | PAG. |
|--|------|
| PROLOGO | 1 |
| CAPITULO I.- GENERALIDADES | 4 |
| CAPITULO II.- NORMAS Y REGLAMENTOS DE LAS - INSTALACIONES ELECTRICAS..... | 10 |
| CAPITULO III. | |
| I.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO..... | 16 |
| II.- MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRAS..... | 21 |
| III.- CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL - SISTEMA DE PARARRAYOS..... | 38 |
| CAPITULO IV.- I L U M I N A C I O N | 41 |
| CAPITULO V.- C O N T A C T O S (RECEPTACULOS)..... | 76 |
| CAPITULO VI.- F U E R Z A (MOTORES)..... | 83 |
| CAPITULO VII.- SELECCION DE CONDUCTORES..... | 96 |
| CAPITULO VIII.- TABLERO PRINCIPAL Y DERIVADOS..... | 126 |
| CAPITULO IX.- T R A N S F O R M A D O R | 139 |
| CAPITULO X.- SELECCION DE LA SUBESTACION..... | 148 |
| ESTUDIO ECONOMICO PARA AHORRAR DINERO EN INSTALACIONES ELECTRICAS..... | 162 |
| DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL..... | 169 |
| C O N C L U S I O N E S | 170 |
| B I B L I O G R A F I A | 172 |

PROLOGO.

Se puede definir un proyecto como un concepto de una - figura geométrica poligonal de ocho puntas, (Ver dibujo - No. 1) donde cada punta representa una parte del proyecto, - ésta se inicia con la detección o determinación de la NECESIDAD del cliente.

Como toda satisfacción de necesidad conlleva un COSTO, deberá colocarse del lado contrario y estarán ligadas directamente; al crecer la NECESIDAD, deberá crecer el COSTO, - disminuye la NECESIDAD, también disminuira el COSTO.

Para poder cumplir con esa NECESIDAD, se necesita de - sarrollar una INGENIERIA, puede ser básica y/o de detalle, - y tambien estará ligada directamente con la NECESIDAD y con el COSTO; crece la NECESIDAD, crecera la INGENIERIA y cre - cera el COSTO.

La siguiente punta es la METODOLOGIA; para desarrollar un proyecto, hay que hacerlo en orden, en forma organizada, la INGENIERIA de detalle y la INGENIERIA básica son tan amplias, que si no se lleva ese orden, se pierde el control y no sirve lo que se esta haciendo, y estará unida con los - puntos anteriores en forma directa.

Se necesitará una ESTRUCTURA del tipo organizativo, - puede ser un organigrama o puede ser un diagrama de flujo,

2.
donde se tendrá la cabeza del proyecto y los recursos que se requieren, como son los especialistas para cubrir la NECESIDAD, el tipo de INGENIERIA de que se trata, la METODOLOGIA que se esta manejando, y todo esto representará un COSTO.

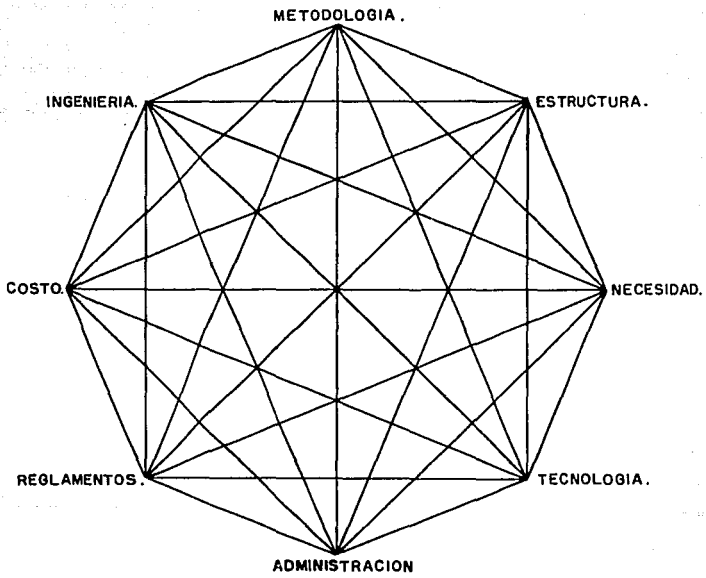
De acuerdo a la NECESIDAD, se requerirá de una TECNOLOGIA, que son los conocimientos necesarios, exactos, correctos para cubrir la NECESIDAD y estará asociada con todos los puntos anteriores.

Se requerirá de una ADMINISTRACION, para poder administrar fiscal y contablemente el proyecto; administrar las NECESIDADES, cuidar de que no crezcan los recursos, las horas-hombre, etc.

La última arista serán los REGLAMENTOS, que son las leyes (legales ó técnicas), las normas, que pueden llegar a cambiar la TECNOLOGIA empleada en un proyecto, y también estará interconectado con todos los demás puntos.

Una vez que se ha logrado establecer todos estos puntos, el administrador del proyecto estará colocado en la intersección de todas las líneas, para poder controlar las interacciones del proyecto y así poder tomar decisiones.

3.



DIBUJO No. 1

CAPITULO I.- G E N E R A L I D A D E S .

CAPITULO I.

GENERALIDADES.

I.I.- INTRODUCCION.

Una instalación eléctrica puede ser complicada, o tan simple que consista en una sola carga, pero es importante - que siempre sea adecuada.

Los factores que hay que considerar para que una instalación eléctrica sea adecuada son:

- CONVENIENCIA.
- CAPACIDAD.
- REGULACION.
- ACCESIBILIDAD.
- FLEXIBILIDAD.
- SEGURIDAD.

- **CONVENIENCIA.** Sus características deben ser adecuadas - con el sistema de suministro de la compañía abastecedora - y sus normas, o con el sistema de abastecimiento. El - sistema de abastecimiento puede ser urbano o propio, con - la consideración de que salvo casos especiales, el sistema propio solo es posible para casos de emergencia.

- **CAPACIDAD.** Deben ser capaces todas sus partes de conducir las corrientes de régimen establecido por el uso y de - ben preverse reservas lógicas en todas sus partes.

5.

- **REGULACION.** Debe de proveer la máxima estabilidad del voltaje, o sea proporcionar la cantidad de energía necesaria en cada punto el voltaje requerido. Debe por lo tanto, considerarse la longitud de los conductores en relación con la localización de las cargas para definir caídas del voltaje menores al 5% que prevé el Reglamento.

- **ACCESIBILIDAD.** Debe ser accesible para:

Instalación.

Operación.

Mantenimiento.

Ampliaciones futuras.

- **SEGURIDAD.** Se debe considerar la seguridad de:

Equipo

Personal en operación.

Personal en mantenimiento.

Fallas de operación.

La condición básica mínima de seguridad, la establece el cumplimiento de la reglamentación en nuestro país, mediante el Reglamento de Instalaciones Eléctricas, el cual fué publicado el 22 de Junio de 1981 y las "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas" de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

I.2.- PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO INDUSTRIAL.

La continuidad de producción en una planta industrial es tan confiable, en la manera como lo sea su sistema de distribución eléctrica.

Dos plantas raramente tienen las mismas características eléctricas, por lo que no se puede usar el mismo sistema de distribución, sin embargo se siguen recomendaciones, códigos, normas de ingeniería, etc.,

Frecuentemente se proyecta en base al menor costo inicial, lo que puede originar:

- 1.- Problemas de calidad, fallas.
- 2.- Problemas de operación, poca flexibilidad.
- 3.- Problemas del mantenimiento.
- 4.- Pérdidas de producción o accidentes.

La diferencia en costo entre un sistema bien planeado y una instalación mediocre es generalmente pequeña. Tóme en cuenta que el sistema eléctrico, en general, costará alrededor del 5 al 10% del costo global de la planta.

El sistema eléctrico de una planta no es un fin en sí, sino forma solo parte de un proceso productivo, parte muy vital por cierto.

Al planear un SISTEMA eléctrico debe tomarse en consideración a:

7.
a) Personal de Producción de la planta. Ellos conocen el -
proceso, cuales máquinas pueden quedar fuera en una emer -
gencia y cuales no, la necesidad de cambios futuros.

b) El personal de Mantenimiento. Indicación en base a sus -
programas, como debe hacerse la instalación para darle man -
tenimiento sin riesgo y con facilidad y qué sistemas quedan
conectados y cuales fuera.

c) El grupo de Ingeniería Industrial o de Proceso que plan -
nean la fábrica y los demás grupos de construcción.

Por otro lado, quienes planean una fábrica, se interesan -
sobre todo en las máquinas de producción, métodos, distri -
bución de planta. Este grupo y el grupo de producción, -
tenden a olvidar o a postponer la instalación eléctrica, -
esto ocasiona que:

- + El sistema no esté bien diseñado.
- + Los costos iniciales sean elevados.
- + Se verá afectada seriamente toda su planeación.

A continuación se propone el procedimiento para guiar
se en el diseño de un sistema eléctrico industrial.

a) Se debe obtener una distribución de planta general con -
la localización de equipo y sus características eléctricas -
(potencia, tensión, fases)

b) Determinación de la demanda. La suma de los KVA nomina -
les de las cargas proporcionara la carga total conectada. -

8.

Dado que algunos equipos operan a menos de su capacidad plena y otros lo hacen intermitentemente, la demanda resultante es menor que la carga instalada.

c) Sistemas o arreglos eléctricos. Existen diferentes tipos de sistemas de distribución y se debe seleccionar el más adecuado a los requerimientos de su planta. Esto depende básicamente del proceso de manufactura.

d) Localización del equipo. En general, entre más cerca se localicen los transformadores del centro de carga del área servida, menores serán los costos del sistema de distribución.

e) Selección de tensiones. Las tensiones del sistema normalmente influyen más que ningún otro factor, en la economía, tanto en la selección del equipo y calibres de conductores como en la expansión de la planta.

f) Compañía suministradora. Tan pronto como sea posible, debe efectuarse una reunión con la empresa eléctrica para determinar los requerimientos del servicio. Recuerde que si la carga es grande, la compañía de electricidad debe planear cambios en su red de distribución.

g) Generación. Dependiendo de las características del proceso productivo se puede decidir si:

- Conviene tener generación de emergencia para cargas estratégicas.

9.

- Conviene generar toda la energía, dejando una acometida externa como servicio de emergencia.

Por lo común, lo más económico es comprar la energía, pero existen procesos que requieren continuidad de servicio.

h) Diagrama unifilar. Es la representación gráfica de un sistema eléctrico en una sola línea.

i) Análisis de corto circuito. Se debe calcular el corto-circuito disponible en los principales componentes del sistema. Además diseñar su sistema de protecciones como una parte integral al mismo y no como un agregado posterior.

j) Expansión futura. Si se está diseñando una expansión de un sistema existente, cuide si el equipo soporta la carga adicional y el nuevo valor de corto circuito. Si la planta es nueva, conviene prever que la carga en mayor ó menor grado habrá de crecer. Por lo tanto el sistema debe diseñarse previendo lo conducente.

k) Otros requerimientos. También deberán de tomarse en consideración aspectos como el de comunicaciones (téléfono, sonido, circuitos cerrados de televisión, intercomunicaciones, o transmisiones de radio frecuencia).

CAPITULO II.- NORMAS Y REGLAMENTOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

CAPITULO II.

NORMAS Y REGLAMENTOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

Para ejecutar una instalación eléctrica, es fundamental que se realice siguiendo los lineamientos del proyecto previamente aprobado por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN), Subdirección General de Electricidad, debido a que en él se tomaron las medidas de seguridad adecuadas para la instalación.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas son debidas a la poca importancia que se le dá al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio ambiente en que operará el equipo, así como la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará, etc. obliga a tomar, en la etapa constructiva, soluciones que no son precisamente las más adecuadas desde el punto de vista técnico y de seguridad.

Es importante recordar que la labor más importante de Ingeniería debe realizarse en el proyecto, y por lo tanto, no es aconsejable dejar pendiente para resolver en la ejecución de la obra los problemas de diseño. Es frecuente observar que la falta de funcionalidad y eficiencia de una instalación eléctrica se debe principalmente al hecho de que no fueron especificados en el proyecto todos los elementos constitutivos de la instalación.

Es necesario considerar la seguridad, de tal forma que el diseño y la selección del equipo y material, garanticen que las instalaciones a realizar ofrezcan un alto grado de seguridad a los usuarios.

La condición básica mínima de seguridad la establece el cumplimiento de la reglamentación; entendiéndose por reglamentación la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

La reglamentación en nuestro país la podemos considerar formada por las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE), las cuales entraron en vigor a partir del 22 de julio de 1981.

Su antecedente es el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, el cual fue publicado el 31 de marzo de 1950.

Asimismo, el antecedente que respalda a las N.T.I.E., como al Reglamento de Obras, es el Reglamento Nacional Eléctrico, basado en el National Electrical Code (N.E.C.), de los Estados Unidos de América.

La aplicación del presente Reglamento, la formulación, expedición y actualización de sus Normas Técnicas, así como la vigilancia de la correcta observancia de las Normas Oficiales Mexicanas, corresponde a la SECOFIN, a través de la Dirección General de Normas (D.G.N.), en el ámbito de sus

respectivas competencias.

12.

Además de la reglamentación sobre instalaciones, existe también sobre materiales y sobre personas dedicadas a trabajos en instalaciones eléctricas, algunas de las cuales mencionamos a continuación:

a) Sobre Materiales.

Mediante el registro SECOFIN, expedido por la D.G.N. de la misma organización.

b) Sobre las Personas.

Con el objeto de cubrir los aspectos de seguridad - reglamentarios en el proyecto, construcción, conservación y operación de las obras e instalaciones eléctricas, la Subdirección General de Electricidad, a través de la SECOFIN, se apoya en un grupo de personas técnicamente capacitadas y con pleno conocimiento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus reglamentos y disposiciones relativas, llamadas "Peritos".

Se tienen tres categorías autorizadas de Peritos para proyectar, ejecutar, conservar y operar obras e instalaciones eléctricas como sigue:

I.- Ingenieros.

II.- Técnicos.

III.- Obreros calificados.

13.

De acuerdo con las etapas de proceso por las que pasa una instalación eléctrica, las personas capacitadas serán responsables en forma independiente de:

A.- proyectar.

B.- Construir

Así como existe una reglamentación sobre instalaciones, materiales y personas dedicadas a instalaciones; el equipo eléctrico diverso debe cumplir con Normas Nacionales e Internacionales, de los cuales se nombrarán algunos, y son los siguientes:

Tableros Blindados.

- 1.- United States of America Standards Institute (USASI).
- 2.- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- 3.- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- 4.- National Electrical Code (NEC).
- 5.- American National Standards Institute (ANSI).
- 6.- National Electrical Safety Code (NESC).
- 7.- Normas Electrotécnicas Alemanas (VDE).
- 8.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE).
- 9.- Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE).

Bancos de Baterías.

- 1.- National Electrical Code (NEC).
- 2.- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

- 14.
- 3.- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
 - 4.- American National Standards Institute (ANSI).
 - 5.- International Electrotechnical Committee (IES).

Subestaciones.

- 1.- American National Standards Institute (ANSI).
- 2.- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- 3.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE).

Transformadores.

- 1.- American National Standards Institute (ANSI).
- 2.- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- 3.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE).
- 4.- National Electrical Code (NEC).
- 5.- United States of America Standards Institute (USASI).
- 6.- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Tableros Baja Tensión (CCM's).

- 1.- American National Standards Institute (ANSI).
- 2.- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- 3.- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- 4.- National Electrical Code (NEC).

5.- **Comite Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Electrica (CCONNIE).**

6.- **United States of America Standards Institute (USASI).**

Normas Internacionales.

Normas DIN (Alemania) Europa Equipo

Normas JIS (Japón) Asia

Normas CIE (Europa) Iluminación.

Normas IES (América)

CAPITULO III.- I.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.

CAPITULO III.

I.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.

1.0.- Objetivos.

Este estudio tiene la finalidad de conocer los niveles de corto-circuito que pudieran alcanzarse en la planta en estudio, para hacer la selección adecuada del equipo de protección, necesario para la correcta operación del sistema eléctrico.

2.00.- Criterio empleado.

Para la elaboración de este estudio, se empleo el método conocido como de los "MVA's" ó "MVA-Z"

3.00.- Cálculos preliminares.

a) Carga total estimada

$$\text{Motores} = 907.378 \text{ KW} = 1217 \text{ H.P.}$$

$$\text{Alumbrado} = 38.34 \text{ KW} = \frac{52 \text{ H.P.}}{1269 \text{ H.P.}}$$

b) Cálculo de la corriente demandada.

$$I = \frac{\text{H.P.} \times 746}{(\text{Eff.})(\text{f.p.})(1.73)(\text{Vf})} = \frac{1269 \times 746}{(0.9)(0.85)(1.73)(220)}$$

donde:

H.P. = Potencia en caballos (Horse Power)

Eff. = Eficiencia expresada en decimales.

f.p. = Factor de potencia.

V_f = Tensión entre fases en volts.

Sustituyendo:

$$I = 3,242 \text{ A.}$$

Considerando un factor de simultaneidad, de acuerdo a las normas técnicas Secc. 403.16, de 0.6 tendremos:

$$(3,242) (0.6) = 1,945.2 \text{ A.}$$

c) Cálculo de la capacidad necesaria del transformador.

$$Pa = (1.732) (Vf) (If) = (\text{KVA})$$

donde:

Pa = Capacidad necesaria del transformador.

Vf = Tensión en KV

If = corriente demandada.

sustituyendo:

$$Pa = (1.732) (.220) (1,945.22) = 741.22 \text{ KVA.}$$

$$750 \text{ KVA.}$$

d) Impedancia del transformador.

De la tabla de referencia "A", tomaremos el valor para:

$$TR_1 = 750 \text{ KVA} \quad Z = 5.75\% = 0.0575 \text{ p.u.}$$

TABLA DE REFERENCIA "A".

SELECCION DE INTERRUPTORES POR CAPACIDAD INTERRUPTIVA

(EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION)

| Transferencia de carga en el sistema de distribución en BVA y por el sistema de impedancia | Corriente en este circuito máxima en BVA y por el sistema de impedancia | Corriente normal de plena carga en amperes | Corriente total de este circuito RMS en amperes simétricos | | | Temas mínimos de interruptor electromagnético recomendados | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------------------|-----------|--|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Transferencia de carga en amperes | 100 % carga de material | Combinada | Sistema de plena capacidad | | | Sistema estándar | | | Sistema selectivo | | | | | | | | | | |
| | | | | | | M | F | M | C | M | F | D | | | | | | | | | | |
| 210 VOLTS - 3 FASES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 (6.9%) | 50 000 | 14 300 | 722 | 2900 | 17 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100 000 | 15 100 | | | | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A |
| 800 (18.0%) | 150 000 | 21 900 | 1203 | 4800 | 27 900 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 300 000 | 22 800 | | | | MARCO 1800A | MARCO 600A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A |
| 750 (16.7%) | 100 000 | 27 800 | 1804 | 3200 | 38 000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 000 | 28 900 | | | | MARCO 3000A | MARCO 600A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A |
| 1000 (19.7%) | 150 000 | 37 300 | 2408 | 5400 | 48 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 300 000 | 37 800 | | | | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A |
| 1100 (19.7%) | 100 000 | 49 300 | 1609 | 14400 | 64 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 000 | 51 300 | | | | MARCO 4000A | MARCO 3000A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A | MARCO 225A | MARCO 4000A |
| 180 VOLTS - 1 FASE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 (6.9%) | 50 000 | 7 200 | 561 | 1400 | 8 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100 000 | 7 600 | | | | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A | MARCO 225A | MARCO 800A |
| 800 (18.0%) | 150 000 | 10 300 | 521 | 2450 | 16 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 300 000 | 11 800 | | | | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A |
| 750 (16.7%) | 100 000 | 13 800 | 922 | 3600 | 18 900 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 000 | 14 900 | | | | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A |
| 1000 (19.7%) | 150 000 | 17 800 | 1203 | 4800 | 24 600 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 300 000 | 18 800 | | | | MARCO 1800A | MARCO 600A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A | MARCO 225A | MARCO 1800A |
| 1100 (19.7%) | 100 000 | 24 900 | 1609 | 7200 | 31 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 000 | 26 700 | | | | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A |
| 1000 (19.7%) | 100 000 | 31 100 | 2408 | 9600 | 40 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 000 | 32 700 | | | | MARCO 3000A | MARCO 1800A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A | MARCO 225A | MARCO 3000A |

* DEBEN SER IXT. DE OPERACION ELÉCTRICA.

- e) Reactancia subtransitoria de motores. (Ver norma 141 de la I.E.E.E.)

$$X''d = 25 \% = .25 \text{ p.u.}$$

- f) Por limitar poco el valor de corto-circuito, se despreciarán las reactancias de todos los conductores.

- g) Para determinar todas las potencias de corto-circuito se emplearán las siguientes ecuaciones:

$$MVA_{cc} = \frac{MVA (\text{equipo})}{Z \text{ en p.u.}}$$

$$MVA_{cc} = \frac{MVA (\text{Motores})}{X''d \text{ en p.u.}} \quad (\text{se considera } 1 \text{ H.P.} = 1 \text{ KVA})$$

- g-1) Transformador de 750 KVA

$$MVA_{cc} = \frac{0.750}{0.0575} = 13.04 \text{ MVA}$$

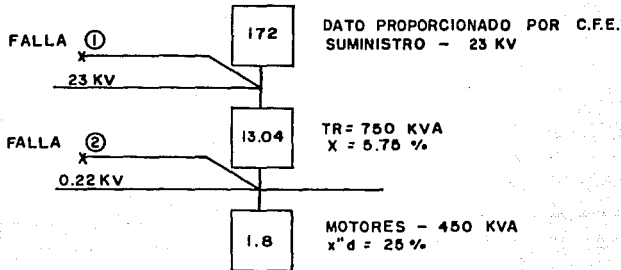
- g-2) Carga motores: considerando un 60% de la carga para motores del transformador, se tendría:

$$(750) (0.6) = 450 \text{ KVA}$$

$$MVA_{cc} = \frac{0.450}{.25} = 1.8 \text{ MVA}$$

3.01- Diagrama General.

20.



3.02- SI OCURRE LA FALLA EN ①, SE TENDRIA :

$$P_{cc} = \left[\frac{(13.04)(1.8)}{(13.04+1.8)} \right] + 172 = 173.682 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \times 1000}{E \times \sqrt{3}} = \frac{173.682}{(23)(1.73)} = 4,357,279 \text{ A.}$$

3.03- SI OCURRE LA FALLA EN ②, SE TENDRIA :

$$P_{cc} = \left[\frac{(172)(13.04)}{(172+13.04)} \right] + 1.8 \approx 13.921 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \times 1000}{E \times \sqrt{3}} = \frac{13.921}{(22)(1.73)} = 36,533.3 \text{ A.}$$

CAPITULO III. - II. - MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRAS.

CAPITULO III.

II.- MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA PLANTA
EN ESTUDIO.

I N T R O D U C C I O N .

Si bien la necesidad de un adecuado diseño del sistema de tierra ha sido reconocido por muchos años, los criterios normalizados de diseño fueron establecidos hace solo 27 años con la publicación en 1961 de la Norma AIEE Std 80 - Guide for Safety in A.C. Substation Grounding del American Institute of Electrical Engineers (AIEE).

En 1976 aparece la edición de la Norma IEEE Std 80 del Institute of Electrical and Electronics (IEEE) conteniendo solo algunos cambios de la edición anterior, siendo el principal, la revisión de un valor más estricto para la corriente permisible en el cuerpo humano.

La edición 1986 de la Norma IEEE Std 80 contiene mayores cambios en los pasos a seguir en el procedimiento de diseño; de los cuales se muestra una versión condensada, aplicando dichas ecuaciones para la solución del sistema de tierras.

1.0.- Características del terreno.

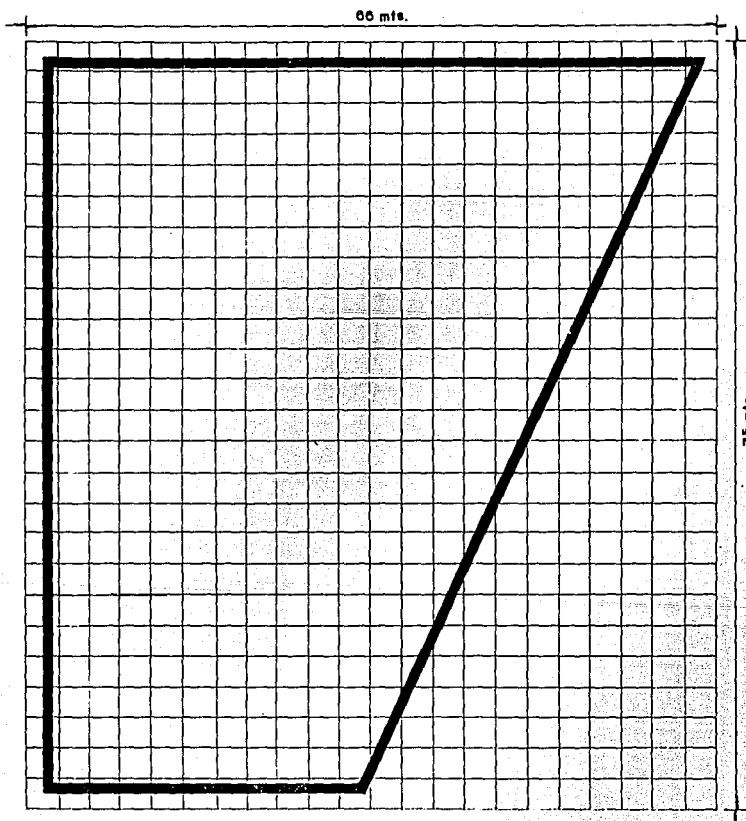
Del estudio de Mecánica de Suelos, elaborado por una firma industrial, se toma el valor de resistividad del terreno de 500 ohms/metro.

2.0.- Datos necesarios para el cálculo del sistema de tierras de la planta:

- a) Ancho total del área cubierta por la malla ... 66 metros.
- b) Largo total del área cubierta por la malla ... 75 metros.
- c) Area total del terreno 4,950 metros².
- d) Resistividad del terreno..... 500 ohms/metro
- e) Resistividad de la superficie del terreno..... 7,500 ohms/metro.
- f) Corriente de corto-circuito..... 36,533.3 Amp.
- g) Temperatura ambiente promedio..... 40 grados cent.
- h) Tiempo de apertura de interruptores..... 5 Hz.=0.083 seg.
- i) Longitud de electrodos..... 3.048 metros (cadweld)
- j) Diámetro de electrodos..... 0.016 metros (cadweld)
- k) Profundidad de enterramiento de la malla..... 0.60 metros.

3.00- Malla propuesta.

23.



4.0.- Conductor para la malla.

Del estudio de corto circuito, el valor de la corriente de falla que se tomara para este cálculo es el de 220 V.C.A., con una magnitud de 36,533.3 Amperes.

El factor de corrección por decremento se tomará de la tabla II del anexo II (I.E.E.E.-80), y corresponde para un valor de 5 Hz., a un valor de 1.65.

Así:

$$I = (36,533.3) (1.65) = 60,279.9 \text{ A}$$

5.00.- Cálculo del conductor para la malla.

Empleando la ecuación mostrada en el anexo III., la sección del conductor será de:

$$A = \frac{I_{cc}}{\sqrt{\log \left[\frac{T_m - T_a}{(234 + T_a)} + 1 \right]}} = (\text{CM})$$

$$\sqrt{\frac{I_{cc}}{\log \left[\frac{T_m - T_a}{(234 + T_a)} + 1 \right]}} = 33 t$$

Donde:

A = Area del conductor necesario (en Circular Mils).

T_m = Temperatura máxima para conectores atornillados.*

= 250 grados centigrados

T_a = Temperatura ambiente. = 40 grados centigrados.

t = Duración de la falla (en segundos) = 0.083.

* Debido a que existirán conectores atornillables en los equipos móviles.

sustituyendo datos:

$$A = \frac{(36,533.3 \text{ Amperes})}{\sqrt{\log \left[\frac{250 - 40}{234 + 40} + 1 \right]}} (33) (0.083)$$

$$A = 121,656 \text{ CM}$$

$$A = 121,656 \text{ MCM}$$

La sección inmediata superior de los conductores comerciales es de 133.100 MCM y corresponde a un calibre No.- 2/0. A.W.G.

De la tabla III del anexo III, para una duración de -
 falla de 0.5 seg. necesitaremos 5 CM por cada amper de fa -
 lla, para cubrir el peligro de fusión del conductor.

luego:

$$(36,533.3) (5) = 182,665 \text{ CM} = 182.66 \text{ MCM.}$$

Lo cual corresponde a un conductor calibre No. 4/0 -
 A.W.G.

De estos calibres encontrados deberemos tomar el ma -
 yor para cubrir toda eventualidad.

Por lo tanto la selección final del conductor queda -
 en:

Calibre de la malla = 4/0. A.W.G.

6.00.-Cálculo de la longitud mínima del conductor de la -
 malla.

Del anexo IV, la ecuación empleada es:

$$L = \frac{(Km) (Ki) (\theta) (Icc) (\sqrt{t})}{165 + (0.25) (\theta s)}$$

Donde:

L = Longitud del conductor.

Km = Factor por irregularidad de la malla.

Ki = Factor de configuración de la red.

θ = resistividad del terreno.

I_{cc} = Corriente de falla.

t = tiempo de duración de la falla.

θ_s = resistividad en la superficie del terreno.

Datos:

θ = 500 Ohms/metro.

I_{cc} = 36,533.3 Amperes.

t = 0.083 seg.

θ_s = 7,500 Ohms/metro.

Calcularemos primero el valor de Km; del anexo IV, -
la ecuación será:

$$k_m = \frac{1}{2(3.1416)} \ln \frac{D^2}{16 h d} + \frac{1}{(3.1416)} \ln \left(\frac{-3}{4} \right) \cdot \left(\frac{-5}{6} \right) \cdot \left(\frac{-7}{8} \right) \dots \left(\frac{N}{N+1} \right)$$

Donde:

El número de factores en parentesis será 2 menos que el número de conductores paralelos en la malla propuesta excluyendo cruces. =
(25 - 2 = 23)

h = Profundidad de enterramiento de la red.

d = Diámetro del conductor de la red.

D = Espaciamiento entre conductores paralelos.

Datos:

h = 0.60 metros.

d = 0.01341 metros.

D = 3.0. metros.

Sustituyendo valores:

$$K_m = \frac{1}{2(3.1416)} \ln \frac{(3.0)^2}{(16)(0.6)(0.01341)} + \frac{1}{(3.1416)} \ln \left(\frac{3}{4} \right) \dots$$

$$K_m = (0.15915) (4.2474) + (- 0.4825)$$

$$K_m = 0.1934$$

Del anexo VI tomamos la ecuación para conocer Ki

$$K_i = 0.65 + 0.172 (n)$$

Donde:

(n) = número de conductores paralelos de la ma-
lla.

Así:

$$K_i = 0.65 + 0.172 (25)$$

$$K_i = 4.95$$

Teniendo ya todos los datos, calcularemos la longi-
tud del conductor de la red.

$$L = \frac{(K_m) (K_i) (\theta) (I_{cc}) (\sqrt{t})}{165 + (0.25) (\theta s)}$$

$$L = \frac{(0.1934) (4.951) (500) (36,533.3) (\sqrt{0.083})}{165 + (0.25) (7,500)}$$

$$L = \frac{5'038,016.0}{2040} = 2,481.61 \text{ m (incluyendo electrodos)}$$

6.01.- Determinación del número de electrodos.

Ecuación empleada:

$$R_v = \frac{\theta}{2(3.1416)l} \text{Log} \frac{4l}{d} \text{ (ohms)}$$

Donde:

 θ = resistividad del terreno.

l = longitud de la varilla.

d = diámetro de la varilla.

Sustituyendo datos:

$$R_v = \frac{(500)}{(2) (3.1416) (3.048)} \text{Log} \frac{(4) (3.048)}{(0.016)}$$

$$R_v = 75.21 \text{ ohms}$$

$$\text{Resistencia deseada} = 5 \text{ Ohms}$$

$$\text{Cantidad de electrodos} = \frac{75.21}{5} = 15.049$$

16 electrodos.

7.00.- Resistencia de la malla.

Ecuación empleada:

$$R = \frac{\theta}{4r} + \frac{\theta}{L}$$

Donde:

 θ = resistividad del terreno.r = radio del círculo equivalente al área total
cubierta por la malla.

L = longitud total de la malla.

$$A = 4,950 \text{ m}^2.$$

Luego:

$$\text{si } A = \frac{(3.1416) D^2}{4} = 4,950$$

$$A = (0.7854) (D^2) = 4,950$$

Despejando D :

$$D = \sqrt{\frac{(4.950)}{(0.7854)}} = 79.388 \text{ m}$$

$$r = \frac{79.388}{2} = 39.644 \text{ m}$$

Así

$$R = \frac{(500)}{(4)(39.694)} + \frac{(500)}{(2481)}$$

$$R = (3.149) + (0.2015)$$

$$R = 3.35 \text{ Ohms.}$$

8.00.- Máximo aumento de potencial en la red.

Empleando la ecuación:

$$E \text{ máx.} = I R$$

Donde:

I = Corriente de falla.

R = Resistencia del sistema

$$E \text{ máx.} = (36,533.3)(3.35)$$

$$E \text{ máx.} = 122,386.56 \text{ Volts.}$$

9.00.- Tensión de paso.

Ecuación empleada:

$$E_s = (K_s)(K_i)(\theta) \frac{I}{L}$$

Donde:

K_s = Factor de geometría

K_l = Factor de configuración de la red.

ρ = resistividad del terreno.

I = Corriente de falla

L = Longitud de la malla

$$K_s = \frac{1}{(3.1416)} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \frac{1}{4D} + \dots + \frac{1}{ND} \right)$$

Donde:

El número de sumandos dentro del parentesis es igual al número de conductores en paralelo de la malla (25).

h = profundidad de enterramiento de la malla. (0.6 mts)

D = distancia entre conductores en paralelo (3.0 mts.)

Sustituyendo:

$$K_s = (0.3183) \left(\frac{1}{(2)(0.6)} + \frac{1}{(3+0.6)} + \frac{1}{2(3)} + \frac{1}{3(3)} + \dots \right)$$

$$K_s = (0.3183) (2.02821)$$

$$K_s = 0.64$$

Sustituyendo para conocer Es:

$$E_s = (K_s)(K_l)(\theta) \frac{I}{L}$$

$$E_s = (0.64) (4.950) (500) \left(\frac{36,533.3}{2,481.1} \right)$$

$$E_s = 23,323.8 \text{ Volts.}$$

9.01.- Tensión de paso tolerable.

Ecuación empleada:

$$E_s = \frac{165 + \theta s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

θs = resistividad de la superficie del terreno.

t = tiempo de duración de la falla

Sustituyendo:

$$E_s = \frac{165 + 7,500}{\sqrt{0.083}} = \frac{7,665}{0.2886}$$

$$E_s = 26,559.25 \text{ Volts.}$$

10.00.- Tensión de toque:

Ecuación empleada:

$$E_t = \frac{(\theta) (i)}{2(3.1416)} \ln \frac{(h^2+x^2) \sqrt{r^2+(D+x)^2}}{hd (h^2 + D^2)} + \frac{(\theta) (i)}{(3.1416)} \ln \left[\frac{(2D+x)}{2D} + \frac{(3D+x)}{3D} \dots \right]$$

Donde:

θ = resistividad del terreno.

i = corriente que fluye por el conductor por -
unidad de longitud de la malla.

$$i = \frac{I}{L} = \frac{36,533.3}{2,481.1} = 14.72 \text{ Ampers/metro.}$$

h = Profundidad de enterramiento de la malla.

d = Diámetro del electrodo.

D = Espaciamento entre conductores paralelos.

x = Distancia de toque.

El número de sumandos dentro del parente -
sis rectangular será igual al número de -
conductores en paralelo (25).

Sustituyendo datos y resolviendo:

$$E_t = \frac{(500)(14.72)}{(6.2832)} \ln \frac{((0.6)^2 + 1^2) [(0.6)^2 + (3+1)^2]}{(0.6)(0.016) [(0.6)^2 + (3)^2]} +$$

$$+ \frac{(500)(14.72)}{(3.1416)} \ln \left[\frac{2(3)+1}{2(3)} + \frac{3(3)+1}{3(3)} + \frac{4(3)+1}{4(3)} + \dots \right]$$

$$E_t = (1,171.3) \ln (247.61) + (2342.75) \ln (25.91)$$

$$E_t = 2,803.82 + 3,311.40$$

$$E_t = 6,115.22 \text{ Volts.}$$

10.01.- Tensión de toque tolerable.

Ecuación empleada:

$$E_t = \frac{165 + (0.25)(\theta)}{\sqrt{t}}$$

Sustituyendo:

$$E_t = \frac{165 + (0.25)(7,500)}{\sqrt{0.083}}$$

$$E_t = \frac{2040}{0.288}$$

$$E_t = 7,083 \text{ Volts.}$$

11.00.- Conclusiones.

37.

| | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| Tensión de Toque del Sistema | 6,115.22 Volts. | } CUMPLE |
| Tensión de Toque Tolerable | 7,083 Volts. | |
| Tensión de Paso del Sistema | 23,323 Volts. | } CUMPLE |
| Tensión de Paso Tolerable | 26,560 Volts. | |

Por lo que se concluye que el sistema propuesto es confiable.

Ver plano IE-01

CAPITULO III.- III.- CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE PARARRAYOS.

CAPITULO III.

III.- CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE PARARRAYOS.

1.00.- INTRODUCCION.

El principio fundamental en la protección contra descargas atmosféricas es proporcionar un medio por el cual ésta pueda llegar a tierra, sin pasar a través de partes no conductoras del edificio, el daño es causado por el calor y las fuerzas mecánicas generadas por la descarga en partes no conductoras; en las partes metálicas estos efectos son despreciables puesto que por lo general tienen su eficiente área transversal.

2.00.- FACTORES BASICOS.

Al diseñar el sistema de pararrayos se consideraron los siguientes aspectos.

2.01.- El cable de cobre para el conductor principal se consideró de 2/0 AWG, ya que por norma se considera un cable no menor de 2 AWG. (ver Lightning Protection Code - NFPA No. 78 - 1968)

2.02.- Las puntas de pararrayos se colocaron a intervalos no mayores de 7.5m. considerando una altura comercial de 40 cm., cada punta deberá tener al menos 2 trayectorias a tierra.

39.

El borde del techo es la parte que tiene más -
probabilidades de recibir descargas ya que es una superfi -
cie plana. Por lo tanto, es conveniente colocar puntas -
adicionales interiores, de tal forma que no exista más de -
15 m. entre dos puntas adyacentes con lo cual se proporcio -
narán las dos trayectorias en cada punta.

2.03.- Los conductores de bajada generalmente se ins -
talan en esquinas opuestas diagonalmente, en estructuras -
cuadradas o rectangulares.

Las estructuras cuyo perímetro sea mayor a -
75 m., como es nuestro caso, tendrá un conductor de bajada -
más por cada 30 m. adicionales de perímetro o fracción de -
ellos.

Por lo que, para calcular el número de baja -
das se prosigue de la siguiente manera.

Tenemos 244 m. de perímetro;

$$\text{No. de bajadas} = \frac{244 - 75}{30} = 5.6$$

Más dos conductores que al menos, debe de te -
ner cualquier sistema, por lo tanto se deduce que se nece -
sitan 8 conductores de bajada pero:

"El número total de conductores de bajada en -
estructuras de techo plano o ligeramente inclinado y en -

40.
estructuras de forma irregular será tal que la distancia -
promedio entre dichos conductores no sea mayor de 30 m."

Por consiguiente se colocaron 9 conductores de
bajada en el edificio. Ver plano IE-02.

CAPITULO IV.- I L U M I N A C I O N .

CAPITULO IV.- ILUMINACION.**1.00.- Introducción.**

El propósito de la iluminación Industrial es el de proveer de energía lumínica; eficiente en calidad, y suficiente en cantidad para crear un ambiente de seguridad y mejorar la visibilidad y productividad dentro de un ambiente confortable.

La iluminación debe servir, no solamente como una herramienta de producción y un factor de seguridad, sino que deberá de contribuir a mejorar las condiciones ambientales en las áreas de trabajo.

En la actualidad el énfasis ha sido el utilizar la iluminación como ayuda para crear un sitio donde la gente pueda trabajar confortablemente, a la vez influirá sobre las condiciones de seguridad en el trabajador, que son esenciales en cualquier industria.

De los factores de una buena iluminación, deberán de considerarse dos, y son:

- 1.- La cantidad.
- 2.- La calidad.

La cantidad, se refiere al nivel de iluminación necesario para la tarea visual y el ambiente general.

La calidad, se refiere a la distribución de la iluminación en el ambiente visual e incluye el color de la luz, su dirección, su difusión y el grado de brillo, etc.,

2.00.- Selección de luminarios.

Para mantener buenas condiciones de visión se requieren sistemas de iluminación en la mayoría de las áreas industriales, ya que no existe a menudo suficiente cantidad de luz natural, sin mencionar aquellas que laboran por más de 10 horas al día

Predominan dos métodos de generación de luz artificial; lámparas incandescentes y de descargas eléctricas.

El primer método es simplemente una fuente que produce luz por incandescencia, al pasar una corriente por un filamento de tungsteno, dentro de un bulbo de vidrio. Cerca del 7% de su potencia, se transforma en energía visible (luz), el resto son radiaciones infrarrojas (calor).

La eficacia de las lámparas incandescentes para uso general de 15 a 1500 Watts, es de aproximadamente de 10 a -

43.
20 lúmenes por Watt y su duración o vida es de 750 a 2000 -
horas.

Los principales inconvenientes de la lámpara incandescente son, una vida corta y una baja eficacia; sin embargo, hay ventajas que las compensan como son:

- 1.- Tamaño compacto.
- 2.- Bajo costo inicial.
- 3.- Inafectable por temperatura circundante.
- 4.- No necesita accesorios de arranque o reactores.
- 5.- Color cálido, da a los objetos un aspecto familiar.

Además, entre las incandescentes existe la de Cuarzo, de la cual se presentan sus principales características, en comparación con las demás, en la tabla No. 1. de la página - 48.

De los tipos de descarga eléctrica se tiene:

- A) Fluorescente.
- B) Vapor de Mercurio

C) Aditivos Metálicos.

D) Vapor de sodio alta presión.

El primero ha llegado a ser el más usual en la iluminación comercial y en escuelas, y los demás en la iluminación industrial y exterior.

Los principales inconvenientes de la lámpara fluorescente, son su gran tamaño físico en relación con su potencia, la necesidad de un reactor que le proporcione una corriente y un voltaje adecuado de operación, y una gran reducción de su flujo luminoso a bajas temperaturas.

Estos factores adversos están compensados por las siguientes ventajas:

- 1.- Alta eficiencia luminosa, varia de 30 a 80 lúmenes por watt.
- 2.- Producción de buenos colores.
- 3.- Vida más larga, aproximadamente 12,000 horas, en comparación con las 750 a 2,000 de las lámparas incandescentes.

45.

Otro tipo de lámparas de descarga, lo es la de vapor de mercurio, la cual produce luz mediante un arco eléctrico en una atmósfera de vapor de mercurio, a alta presión, dentro de un bulbo de cuarzo, relativamente pequeño, que a su vez se encuentra dentro de otro bulbo de vidrio resistente a los choques térmicos.

Sus características la hacen ideal para gimnasios, grandes campos deportivos, instalaciones industriales y en general en todas las áreas al aire libre.

Además de necesitar un reactor, otro inconveniente de las lámparas de vapor de mercurio es que, después de aplicarle corriente, necesitan varios minutos para obtener su máxima emisión luminosa, y si se ha apagado, es necesario un enfriamiento de 3 a 5 minutos antes de tener su total emisión nuevamente.

Sus ventajas son las siguientes:

- 1.- Larga vida económica, más de 16,000 horas con muy baja depreciación.
- 2.- Fuente luminosa concentrada.
- 3.- Alta eficiencia luminosa, más de 80 lúmenes por watt.

4.- Flujo inalterable por los cambios de temperatura.

5.- De construcción robusta en comparación con las lámparas incandescentes normales y fluorescentes.

Las lámparas de Aditivos Metálicos, son muy similares en su construcción a las de Vapor de Mercurio. El tubo de arco o descarga contiene gas argón y mercurio, más yoduros de Torio, Sodio y Escandio. Estos tres últimos elementos son los responsables de que la lámpara sea más eficaz en lúmenes por watt y que se obtenga un mejor rendimiento de color.

La lámpara de Aditivos Metálicos, hace uso del mismo principio de arranque de las lámparas de vapor de mercurio, pero diferente en características y requerimientos de arranque. Cuando se aplica la tensión de la lámpara, se inicia la ionización en el espacio existente entre el electrodo de operación adyacente. Debido a la presencia de yoduros metálicos en el tubo de arco, el voltaje requerido para la ionización es mucho más alto.

Las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión, están teniendo gran demanda en el área industrial, así como en alum-

brado público, ya que es mucho más eficaz en lúmenes por watt que las tratadas anteriormente.

El principal elemento de radiación en el tubo de arco de la lámpara de vapor de sodio alta presión es el elemento Sodio, sin embargo, contiene mercurio como corrector del color, y también existe una pequeña cantidad de xenon, en el tubo de arco, utilizado para iniciar la secuencia de arranque.

Para su ignición requiere voltajes extremadamente altos (2,500 a 5,000 volts). Esta función de arranque, se logra por medio de un circuito electrónico llamado ignitor. El período de calentamiento es de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, un poco menor que el período requerido por una lámpara de aditivos metálicos o vapor de mercurio.

T A B L A No. ICARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS.

| LAMPARA | VENTAJAS | DESVENTAJAS. |
|--------------------|---|--|
| Incandescente | Bajo costo inicial, Buen rendimiento de color, Buen control luminoso, Encendido Instantáneo, | Bajo Rendimiento luminoso, Vida corta de la lámpara (500 - 2000 hrs.), Alto costo de operación. |
| Fluorescente | Buena vida de lámpara (9,000 - 20,000 hrs.), Buena eficiencia luminosa, Bajo costo de operación, Baja brillantez | Alto costo inicial, Control luminoso pobre, Luminarios muy grandes, La emisión luminosa puede variar con la temperatura. |
| Mercurio | Larga vida de lámpara (24,000 hrs.), Buena eficiencia luminosa, Bajo costo de operación. | Alto costo inicial, Control luminoso limitado No reenciende inmediatamente después de falla en el sistema. |
| Aditivo Metálico | Buena vida de lámpara (7500 - 20,000 hrs.), Alta eficiencia luminosa, Buena definición de color, Bajo costo de operación. | Alto costo inicial, No reenciende inmediatamente después de falla en el sistema. |
| Sodio Alta Presión | Buen control del haz Larga vida de lámpara (24,000 hrs.), Alta eficiencia luminosa. | Alto costo inicial Mala definición de color, No reenciende Inmediatamente después de falla en el sistema. |
| Cuarzo | Excelente definición de color Buen control del haz, Bajo costo inicial | Baja eficiencia luminosa, Regular vida de lámpara (2,000 - 4,000 hrs.), Alto costo de operación. |

3.00.- Cálculos de Iluminación.

El procedimiento general que se debe seguir para la elaboración de cualquier proyecto de Iluminación en interiores, consta de los siguientes puntos:

- 1.- Determinación del área, necesidades de iluminación y factores operacionales.
- 2.- Selección del tipo de lámpara.
- 3.- Cálculo del número de luminarios.
- 4.- Determinación de la distribución de luminarios.

A manera de ejemplo, presentaremos el cálculo de uno de los departamentos, el cálculo de los restantes, se podrá apreciar en el Plano de Iluminación IE-03.

3.01.- Determinación del área, necesidades de iluminación.

- Dimensiones del local: Departamento de Taller Mecánico.

50.

Largo = 21.50 metros.

Ancho = 13.00 metros.

Altura = 5.50 metros.

Altura del montaje = 3.50 metros.

Altura del plano de trabajo = 1.00 metros.

- Trabajo a desarrollar.

Lámina de fierro y acero; trabajos en: prensas, guillotinas, troqueladoras, trabajo burdo de maquinaria y banco.

- Nivel de iluminación.

De acuerdo a los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingenieros e Iluminación, para éste tipo de trabajo deben ser 300 luxes. (Ver tabla No. 2).

T A B L A No. 2.

NIVELES DE ILUMINACION EN MEXICO

NIVELES de Iluminación, para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C. — Illuminating Engineering Society, — Mexico Chapter, como resultado de las reuniones que para tal objeto se llevaron a cabo en el Auditorio del edificio número 2 de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional del Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco, D. F., en las cuales estuvieron presentes los representantes de diversas Instituciones, Dependencias Oficiales y Compañías interesadas en la buena iluminación.

| | IES 95% | S.M.I.E. 93% | | IES 95% | S.M.I.E. 93% |
|---|------------|-----------------|--|------------|-----------------|
| Pintado, pintura ordinaria a mano y decorado, acabado superior y con planicie | | | TABACO, PRODUCTOS DE | | |
| Acabado superior y con planicie | | | Trabajo, acondicionamiento (iluminación general) | 300 | 200 |
| Acabado de pinturas a mano: | | | Climatización y selección | 2000a | 1100a |
| Abajo fino | 1000 | 600 | TALLERES MECANICOS | | |
| Tabaco extra-fino (tercerolas, plenos) | 3000a | 1700a | Trabajo burdo de maquinaria y banco | 500 | 300 |
| PLANTAS GENERADORAS | | | Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano | 100 | 600 |
| Equipos de acondicionamiento de aire, presurizadores y pas de ventiladores, esclusas de trituras | 100 | 60 | Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino | 6000a | 3000a |
| Auxiliares, tales de acumuladores, bombas alimentadoras de aceites, tanques, compresores y área de mandamientos | 200 | 100 | Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado fino | 10000a | 6000a |
| Plataformas elevadoras | 100 | 60 | TALLERES TEXTILES, ALGODON | | |
| Plataformas elevador | 200 | 100 | Abobadoras, mezcladoras, batientes | 300 | 200 |
| Cuornos de escape, reves de bombas o circuladores | 100 | 60 | Cerdas y extrudadoras | 500 | 300 |
| Transportador sacón, multi-rodos alimentadores, basculas, pulverizadores, área de ventiladores, torre de frías | 100 | 60 | Pebuladoras, vejestros, ródicos y espáneros | 500 | 300 |
| Condensadores, pas de aereadores, pas expendedor y área acumuladores | 100 | 60 | Empujadores y Empogadores: | | |
| Cuorno de escape | 100 | 60 | Telas crudas | 500 | 300 |
| Superficie vertical de los tableros "Simples" o sección del "Doble" viendo hacia el operador. | | | Méx. (lilas) | 1500 | 900 |
| Tiga A — Cuorno de control largo, 170 cm., sobre el piso | 500 | 300 | Inspección: | | |
| Tiga B — Cuorno de cuorno ordinario, 170 cm., sobre el piso | 300 | 200 | Telas crudas (volantes a mano) | 1000 | 600 |
| Sección de "Doble" — véndase desde el piso en ángulo | 300 | 200 | Ayuda automática | 1500a | 900a |
| Pulpito de observación (nivel horizontal) | 300 | 200 | Telares | 100C | 600 |
| Áreas dentro de los tableros "Doble" | 100 | 50 | Espino y siedo a mano | 2000 | 1100a |
| Para generar en su afuera de los tableros "Doble" | 100 | 60 | TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBE | | |
| Alumbrado de emergencia en cualquier área | 30 | 20 | Abobadoras, mezcladoras y batientes | 300 | 200 |
| Tablero de control | 300 | 200 | Clasificadas | 1000a | 600a |
| Superficie vertical del tablero (1.25 M. sobre el piso y hacia el operador) | 300 | 200 | Cridón, penado y repenado | 500 | 300 |
| Cuorno de control sistema de carga de carbón | 300 | 200 | Esmerilado | 500 | 300 |
| Área para tarjetas de hidrógeno y bióxido de carbono | 200 | 100 | Hilo blanco | 500 | 300 |
| Laboratorio químico | 500 | 300 | Hilo de color | 1000 | 600 |
| Practitioner | 100 | 60 | Telidos: | 500 | 300 |
| Casa de té | 100 | 100 | Hilo de color | 1000 | 600 |
| Plataforma, esp espas de hollín o escoria | 100 | 60 | Telares | 500 | 300 |
| Cableajes para vapor y vitrolas | 100 | 60 | Devanado: | | |
| Cuorno de controladores de potencia | 300 | 100 | Hilo blanco | 300 | 200 |
| Cuorno para esp. de telafónico | 300 | 100 | Hilo de color | 500 | 300 |
| Formas o cilindros para tubería | 100 | 60 | Udidores: | | |
| Subdivisión parte inferior turbinas | 300 | 100 | Hilo blanco | 500 | 300 |
| Cuorno de control: | 300 | 200 | Hilo blanco (en el peine) | 1000 | 600 |
| Área para tratamiento de agua | 300 | 100 | Hilo de color en el peine) | 3000a | 1700a |
| Plataforma para visitantes | 300 | 100 | Telido: | | |
| | | | Telas blancas | 1000 | 600 |
| | | | Telas de color | 2000 | 1100 |
| | | | Cuorno de hilas crudas: | | |
| | | | Quier nudes de la tela | 1500a | 900a |
| | | | Covide | 3000a | 1700a |
| | | | Doblado | 700 | 400 |
| | | | Acabado húmedo | 500 | 300 |
| | | | Telido | 1000a | 600a |
| | | | Arizado an seco: | | |
| | | | Desenfundado, acondicionamiento y planchado | 700 | 600 |
| | | | Cortado | 1000 | 600 |
| | | | Inspección | 2000a | 1100a |
| | | | Doblado | 700 | 400 |

3.02.2 Selección del luminario.

Basandonos en la fórmula del Método Punto por Punto, se tiene:

$$E = \frac{I}{H^2}$$

Donde:

E = Nivel de iluminación en luxes.

I = No. de Candelas.

H = Altura del Montaje.

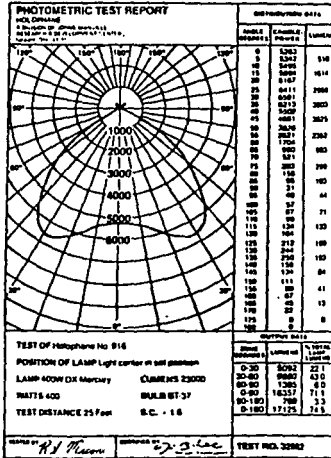
Despejando y sustituyendo valores:

$$I = E \times H^2$$

$$I = (300 \text{ luxes})(3.5 \text{ mts})^2 = 3,675 \text{ Candelas a } 0^\circ.$$

Con el valor de 3,675 Candelas a 0° ; de las diferentes curvas de Distribución Luminica, se selecciono el luminario de Vapor de Mercurio, de la marca Holophane, No. de catálogo 916, el cual nos ofrece una potencia de 5,263 Candelas a 0° . (Ver tabla No.3)

T A B L A No. 3.



Coefficientes de Utilización*, Cat. No. 916

| Piso 20% | Techo 70% | | | | | | |
|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 60% | 30% | 10% | 50% | 30% | 0% | |
| 0 | .85 | .85 | .85 | .78 | .78 | .78 | .71 |
| 1 | .77 | .75 | .73 | .70 | .68 | .67 | .63 |
| 2 | .70 | .66 | .63 | .64 | .62 | .59 | .56 |
| 3 | .64 | .59 | .56 | .59 | .56 | .53 | .50 |
| 4 | .57 | .52 | .48 | .53 | .49 | .47 | .44 |
| 5 | .52 | .47 | .43 | .48 | .44 | .41 | .39 |
| 6 | .47 | .42 | .38 | .44 | .40 | .37 | .35 |
| 7 | .42 | .37 | .33 | .40 | .35 | .32 | .30 |
| 8 | .38 | .33 | .29 | .36 | .32 | .28 | .27 |
| 9 | .35 | .29 | .25 | .33 | .28 | .25 | .23 |
| 10 | .30 | .24 | .21 | .28 | .23 | .20 | .19 |

* Método de Cavidad Zonal

3.03.- Cálculo del número de luminarios.

De la fórmula del Método del Lúmen tenemos:

$$\text{No. de Luminarios} = \frac{E \times \text{Area}}{\text{Lúmenes iniciales por luminario} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

Donde:

E = Nivel de iluminación recomendado

C.U. = Coeficiente de Utilización del luminario.

F.M. = Factor de Mantenimiento = L.L.D. x L.D.D.

Para obtener el valor del Factor de Mantenimiento, lo conforman 2 factores y son:

1.- Depreciación de lúmenes de la lámpara = L.L.D.

Lamp. Lumen Depreciation.

2.- Depreciación por suciedad del luminario = L.D.D.

Luminaire Dirt Depreciation.

Utilizando la tabla No. 4, de las lámparas de Vapor de Mercurio proporcionada por el fabricante, podremos encontrar el valor de L.L.D., que será de 0.70, y corresponde a una lámpara de 400 watts, blanco de lujo, con 22,500 lúmenes iniciales.

Para la obtención del factor L.D.D., se tendrá que consultar el I.E.S. Lighting Handbook - Edición 1981, don

T A B L A N O . 4 .

| VAPOR DE MERCURIO | | VAPOR DE SODIO ALTA PRESION | | ADITIVOS METALICOS | | | | |
|-------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|--------|--------------------|
| WATTS | ACABADO | LUMENES INICIALES | VIDA APROX EN HORAS | EFICACIA EN LUMENES/WATT | FACTOR DE CORRECCION DE LUMENES/WATT | BASE | BULBO | LONG. TOTAL CM/IN. |
| 100 | BLANCO DELUJO | 4300 | | 42 | 0.67 | | BT-25 | 19.1 |
| 175 | BLANCO DELUJO | 8800 | | 48 | 0.73 | | E-28 | 21 |
| 175 | COLOR CORRECCION | 7250 | | 41 | 0.79 | | E-28 | 21 |
| 250 | BLANCO DELUJO | 12100 | 24 000 | 46 | 0.74 | | E-28 | 21 |
| 250 | COLOR CORRECCION | 10700 | | 45 | 0.80 | MOGUL | E-28 | 21 |
| 400 | BLANCO DE LUJO | 22500 | | 55 | 0.70 | | BT-37 | 29.2 |
| 400 | COLOR CORRECCION | 20500 | | 51 | 0.76 | | BT-37 | 29.2 |
| 700 | BLANCO DE LUJO | 44500 | | 64 | 0.64 | | BT-48 | 38.8 |
| 1000 | BLANCO DE LUJO | 65000 | | 63 | 0.49 | | BT-56 | 39 |
| 1000 | COLOR CORRECCION | 59000 | | 55 | 0.59 | | BT-56 | 39 |
| 175 | CLARO | 14000 | | 80 | 0.71 | | BT-28 | 21 |
| 175 | FOSFORADO | 14000 | | 80 | 0.71 | | BT-28 | 21 |
| 300 | CLARO | 20500 | | 82 | 0.72 | | BT-28 | 21 |
| 300 | FOSFORADO | 20500 | | 82 | 0.72 | | BT-28 | 21 |
| 400 | CLARO | 38000 | | 90 | 0.72 | | BT-37 | 29.2 |
| 400 | FOSFORADO | 38000 | | 90 | 0.72 | | BT-37 | 29.2 |
| 1000 | CLARO | 110000 | | 110 | 0.78 | | BT-57 | 38.8 |
| 1000 | FOSFORADO | 103000 | | 105 | 0.84 | | BT-56 | 38 |
| 1300 | CLARO | 153000 | | 103 | 0.91 | | BT-56 | 39 |
| 1300 | CLARO | 153000 | | 103 | 0.91 | | BT-56 | 39 |
| 70 | CLARO | 3800 | | 83 | 0.90 | | E-33/2 | 19.7 |
| 70 | OPALSO | 3400 | | 77 | 0.90 | | E-33/2 | 19.7 |
| 100 | CLARO | 8200 | | 80 | 0.90 | | E-33/2 | 19.7 |
| 100 | OPALSO | 8200 | | 80 | 0.90 | | E-33/2 | 19.7 |
| 100 | CLARO | 16000 | 24000 | 107 | 0.88 | MOGUL | E-28 | 21 |
| 100 | OPALSO | 16000 | | 107 | 0.88 | | E-28 | 21 |
| 250 | CLARO | 27200 | | 110 | 0.88 | | E-28 | 21 |
| 250 | OPALSO | 26000 | | 104 | 0.88 | | E-28 | 21 |
| 400 | CLARO | 50000 | | 123 | 0.88 | | E-28 | 24.8 |
| 400 | OPALSO | 47800 | | 119 | 0.88 | | E-37 | 28.7 |
| 1000 | CLARO | 140000 | | 140 | 0.84 | | E-35 | 38.3 |

RECOMENDACIONES DE PROTECCION

de se clasifica a este luminario en una categoría ^{56.} III, y con un servicio de mantenimiento de 12 meses, representará un valor del factor de 0.89. Ver Tabla No. 5.

Sustituyendo los valores tendremos:

$$\begin{aligned} F.M. &= (L.L.D.) (L.D.D.) \\ &= (0.70) (0.89) = 0.62 \end{aligned}$$

El Coeficiente de Utilización se obtiene del Método - de Cavidad Zonal, el cual se determinara al definir:

1º.- Los niveles de reflectancia del piso, techo y pared, que para nuestro ejemplo serán de 20%, 30% y 30% respectivamente.

2º.- Sustituyendo en la fórmula los valores:

$$R.C.R. = \frac{5 (HCC) (\text{Largo del local} + \text{ancho})}{\text{Area del local}}$$

Donde:

HCC = Altura del montaje.

R.C.R. = Room cavity ratio

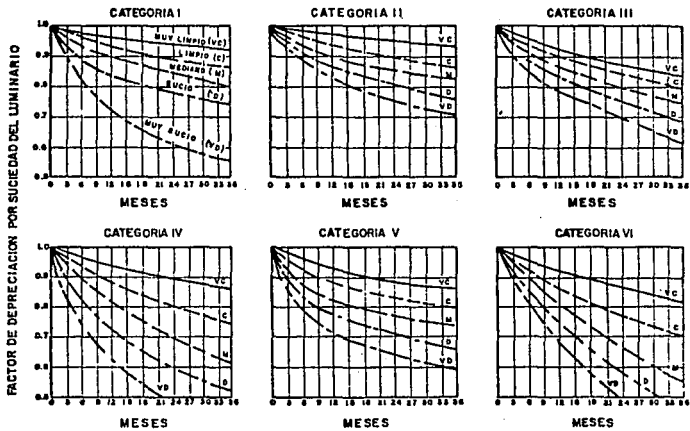
Sustituyendo:

$$R.C.R. = \frac{5 (3.5) (21.5 + 13)}{(279.50)}$$

$$R.C.R. = 2.16$$

T A B L A No. 5.

FACTORES DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS —
(LDD) PARA 6 CATEGORIAS DE LUMINARIOS Y 5 GRADOS DE SUCIEDAD



Con este valor que se obtuvo, nos vamos a la tabla No. 3, la cual nos proporcionará el valor del Coeficiente de Utilización.

A continuación mostramos la manera en que se determinó:

| | | |
|---|------|---|
| 2 | 0.62 | Estos valores aparecen en la tabla No. 3 |
| 3 | 0.56 | |

Como R.C.R. es igual a 2.16, se tendrá que interpolar.

| | |
|-------|-----------|
| 2 | 0.62 |
| - | 2.16 |
| 3 | 0.56 |
| <hr/> | |
| - 1 - | 0.16 0.06 |

Por medio de una regla de 3 tenemos:

| | | |
|-------|------|------|
| - | 1 | 0.06 |
| - | 0.16 | x |
| <hr/> | | |

$$x = \frac{(-0.16)(0.06)}{(-1)}$$

$$x = 0.0096$$

Del valor original de la tabla:

0.62

- 0.0096

0.6104 Valor del Coeficiente de Utilización.

Sustituyendo los valores calculados en la fórmula original:

$$\text{No. de luminarios} = \frac{(300) (279.50)}{(22,500) (0.61) (0.62)}$$

$$\text{No. de luminarios} = 9.85$$

10 luminarios.

3.04.- Determinación de la distribución de los luminarios.

La distribución de los luminarios esta dada por la formula:

$$S_{max} = \text{Factor de espaciamento} * x \text{ HCC}$$

* Factor proporcionado por fabricante.

Sustituyendo valores se tendrá:

$$S_{max} = (1.6) (3.5) = 5.6 \text{ metros de separación.}$$

Pero también debe de cumplir con la siguiente igualdad:

S debe ser menor ó igual que S max.

Donde:

$$S = \sqrt{\frac{\text{Area}}{\text{No. de luminarios.}}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(279.5)}{(10)}}$$

$$S = 5.28 \text{ metros de separación.}$$

3.05.- Distribución de los luminarios por acomodo.

En base a las dimensiones del local por iluminar se tendrá:

$$\frac{(21.5 \text{ mts. de largo})}{(5.28)} = 4.07 \text{ luminarios} = 4$$

$$\frac{(13 \text{ mts. de ancho})}{(5.28)} = 2.46 \text{ luminarios} = 3$$

$$(4 \text{ luminarios} \times 3 \text{ luminarios}) = 12 \text{ luminarios en total}$$

3.06.- Comprobación del nivel de Iluminación.

Con ayuda de la formula:

$$E = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.} \times \text{Lumenes iniciales.}}{\text{Area}}$$

$$E = \frac{(12)(0.61)(0.62)(22,500)}{(279.5)}$$

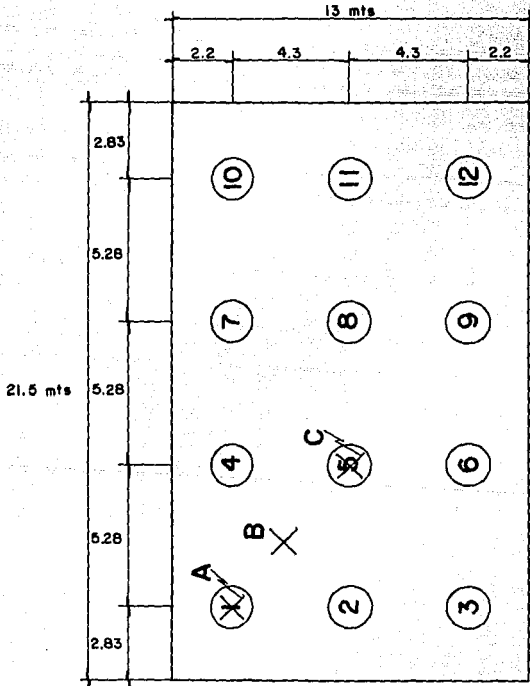
$$E = \frac{102,114}{279.5}$$

$$E = 365.34 \text{ Luxes promedio mantenidos.}$$

Otro método para comprobar el nivel de iluminación es el Método punto por punto, el cual consiste en fijar cierto número de puntos en el área iluminada y comprobar su nivel de iluminación.

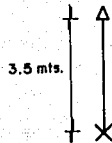
62.

Para la misma área del ejemplo, tendremos 12 luminarios, distribuidos de la siguiente manera:



63.

Para el punto A, con el luminario I tendremos:



De la tabla No. 3, a 0° tenemos 5263 candelas, por consiguiente de la ecuación del nivel de iluminación obtenemos que:

$$E_M = \frac{I}{H^2}$$

Donde:

E_M = Nivel de Iluminación mantenido.

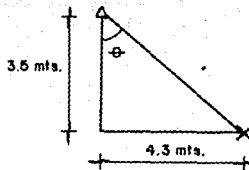
I = Número de candelas.

H = Altura del montaje.

Sustituyendo valores:

$$E_M = \frac{5263}{(3.5)^2} = 429 \text{ Luxes.}$$

Para el punto A, con el luminario 2 tendremos:



Debemos calcular el ángulo de incidencia, el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$$

Sustituyendo valores:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{4.3}{3.5} = 50.86^\circ$$

Con este valor, entramos a la tabla No. 3 a obtener las cifras para interpolar.

A continuación mostramos la manera para obtener este valor:

| | | | | |
|---|--------|-----------|-------|----------|
| a | 50 | tendremos | 3,626 | candelas |
| a | 50.86° | tendremos | x | candelas |
| a | 55° | tendremos | 2,621 | candelas |

65.

Para conocer el valor de X , se efectua primero una resta:

$$\begin{array}{r}
 50 \qquad \qquad 3626 \\
 - \qquad 50.86 \qquad X \\
 \hline
 55 \qquad \qquad 2621 \\
 - \qquad 5 \qquad - 0.86 \qquad 1005
 \end{array}$$

Ahora por medio de una regla de tres tenemos:

$$\begin{array}{r}
 - \qquad 5 \qquad 1005 \\
 - \qquad 0.86 \qquad X
 \end{array}$$

$$\text{De donde } X = \frac{(1005) (-0.86)}{(-5)} = 172.86$$

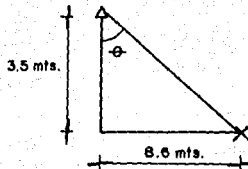
Por lo tanto, el valor de $I = 3,626 - 172.86 = 3,453$ candelas.

Sustituyendo en la ecuación:

$$E_M = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2}$$

$$E = \frac{(3,543) (\cos^3 50.86^\circ)}{(3.5)^2} = 70 \text{ luxes.}$$

Para el punto A, con el luminario No. 3 tendremos.



Calculando el ángulo de incidencia (como ya se mostró) en forma análoga que en el luminario No. 2:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{8.6}{3.5} = 67.8^{\circ}$$

Con el valor de este ángulo, se procede a obtener los valores de la tabla No. 3 para poder interpolar:

| | | | |
|---|-------------------|---------|--------------|
| a | 65 ^o | tenemos | 990 candelas |
| a | 67.8 ^o | tenemos | X candelas |
| a | 70 ^o | tenemos | 521 candelas |

Para evitar mostrar el mismo cálculo de la regla de tres, - solamente mostraremos el valor de X:

$$\text{Donde } X = \frac{(469) (-2.8)}{(-5)} = 262.6$$

Por lo tanto:

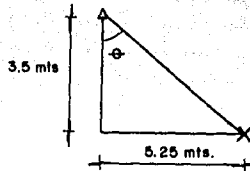
$$I = 990 - 262.6 = 727.4$$

Sustituyendo este valor en:

$$E_M = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2}$$

$$E_M = \frac{(727.4) (\cos^3 67.8^\circ)}{(3.5)^2} = 3.2 \text{ luxes.}$$

Para el punto A, con el luminario No. 4. tendremos.



Calculando el ángulo de incidencia (ya mostrado) en forma análoga que en el luminario No. 2:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{5.25}{3.5} = 56.3^\circ$$

Con el valor de este ángulo, procedemos a obtener los valores de la tabla No. 3 para interpolar:

| | | | | |
|---|-------|---------|-------|----------|
| a | 55° | tenemos | 2621 | candelas |
| a | 56.3° | tenemos | X | candelas |
| a | 60° | tenemos | 1,704 | candelas |

68.

Mostrando el valor de X obtenido de la regla de tres tenemos:

$$X = \frac{(917) (-1.3)}{(-5)} = 238.5$$

Por lo tanto:

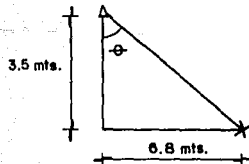
$$I = 2,621 - 238.5 = 2,382.5$$

De donde

$$E_M = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2}$$

$$E_M = \frac{(2,382.5)(\cos^3 56.3^\circ)}{(3.5)^2} = 33 \text{ luxes.}$$

Para el punto A, con el luminario No. 5 tendremos.



Calculando el ángulo de incidencia (como ya se mostró) en forma análoga que el luminario No. 2:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{6.8}{3.5} = 62.76^\circ$$

Con el valor de este ángulo, procedemos a obtener los valores de la tabla No. 3 para poder interpolar:

| | | | | |
|---|--------|---------|-------|----------|
| a | 60° | tenemos | 1,704 | candelas |
| a | 62.76° | tenemos | X | candelas |
| a | 65° | tenemos | 990 | candelas |

De la regla de tres obtenemos:

$$x = \frac{(714) (- 2.76)}{(- 5)} = 394.12$$

Por lo tanto:

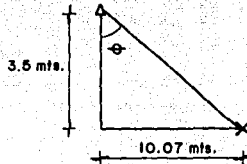
$$I = 1,704 - 394.12 = 1,309.87$$

Sustituyendo valores en:

$$E_M = \frac{I \cos^3 \phi}{r^2} = \frac{(1,309.87) (\cos^3 62.76^\circ)}{(3.5)^2} = 10.24 \text{ luxes}$$

70.

Para el punto A, con el luminario No. 6 tendremos:



Calculando el ángulo de incidencia (como ya se mostro) en forma análoga que el luminario No. 2:

$$\phi = \text{arc Tg}^{-1} \frac{10.07}{3.5} = 70.8^{\circ}$$

Con el valor de este ángulo, procedemos a obtener los valores de la tabla No. 3 para poder interpolar:

| | | | | |
|---|-------|---------|-----|----------|
| a | 70° | tenemos | 521 | candelas |
| a | 70.8° | tenemos | X | candelas |
| a | 75° | tenemos | 283 | candelas |

De la regla de tres obtenemos:

$$X = \frac{(283) (-0.8)}{(-5)} = 38$$

Por lo tanto:

$$I = 521 - 38 = 483$$

Sustituyendo valores en :

$$E_M = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2} = \frac{(483)(\cos^3 70.8)}{(3.5)^2} = 1.4 \text{ luxes.}$$

Para el resto de los luminarios, no se tomaron en cuenta para el cálculo puesto que su valor con respecto al punto analizado son muy pequeños, y por lo tanto despreciables.

A continuación mostramos la tabla de contribución de cada uno de los luminarios con respecto a los puntos analizados.

| Luminario Punto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | SUM. |
|--------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|----|----|----|--------|
| A | 429. | 70 | 3.2 | 33 | 10.24 | 1.4 | # | # | # | # | # | # | 548.38 |
| B | 150 | 150 | 7.5 | 150 | 150 | 7.5 | 4 | 4 | 1.5 | # | # | # | 624.50 |
| C | 10.24 | 33 | 10.24 | 70 | 429 | 70 | 10.24 | 33. | 10.24 | # | # | # | 678.76 |

72.

Calculando el nivel promedio se tiene:

$$E_{\text{prom.}} = \frac{548.38 + 624.5 + 678.76}{3} = 617.26 \text{ luxes promedio inicial.}$$

Para obtener el nivel promedio mantenido, multiplicamos -
este promedio por el factor de mantenimiento, quedando:

$$E_{\text{prom. mant.}} = (617.26) (0.62) = 382.67 \text{ luxes.}$$

Por lo tanto, el cálculo realizado es correcto, ya que por -
el método del Lumen, se tenían calculados 365.34 luxes pro -
medio mantenidos.

3.07.- Cuadro de cargas del sistema de iluminación.

Los siguientes cuadros muestran las distribuciones -
de las cargas de iluminación de acuerdo a los dife -
rentes tableros.

| TABLERO "A" No. CAT NAIB-18-4AB; 3 FASES; 4 HILOS, Mca " SQUARE D " | | | | | | | |
|--|------------|------------------------|--------------------------|-------|------|------|-----------------|
| CIRCUITO No. | ○ 500 W | □ (4x40 W) 200 W | CAP. INTER. [AMP.] | FASES | | | TOTAL WATTS. |
| | | | | A | B | C | |
| 1,3 | 12 | | 2 x 30 | 3000 | 3000 | | 6000 |
| 5,7 | 10 | | 2 x 30 | 2500 | | 2500 | 5000 |
| 9,11 | 10 | | 2 x 30 | | 2500 | 2500 | 5000 |
| 2,4 | 10 | | 2 x 30 | 2500 | 2500 | | 5000 |
| 6 | | 10 | 1 x 15 | | | 2000 | 2000 |
| 12 | | 7 | 1 x 15 | | | 1400 | 1400 |
| TOTAL | 42 | 17 | 3 x 100 | 8000 | 8000 | 8400 | 24 400 |

DESBALANCE 5 %

| TABLERO "B" No. CAT. NAIB-18-4AB; 3 FASES, 4 HILOS, Mca " SQUARE D " | | | | | | | |
|---|------------|------------------------|--------------------------|-------|------|------|-----------------|
| CIRCUITO No. | ○ 500 W | □ (4x40 W) 200 W | CAP. INTER. [AMP.] | FASES | | | TOTAL WATTS. |
| | | | | A | B | C | |
| 1,3 | 6 | | 2 x 15 | 1500 | 1500 | | 3000 |
| 5,7 | 9 | | 2 x 20 | 2250 | | 2250 | 4500 |
| 9,11 | 6 | | 2 x 15 | | 1500 | 1500 | 3000 |
| 2,4 | 8 | | 2 x 20 | 2000 | 2000 | | 4000 |
| 6,8 | 6 | | 2 x 15 | 1500 | | 1500 | 3000 |
| 10,12 | 11 | | 2 x 30 | | 2750 | 2750 | 5500 |
| 13 | | 4 | 1 x 15 | 800 | | | 800 |
| TOTAL | 46 | 4 | 3 x 100 | 8050 | 7550 | 8000 | 23 800 |

DESBALANCE 3.7 %

| TABLERO "C" No. CAT. NAIB-07 - 4AB; 3 FASES; 4 HILOS. Mca " SQUARE D " | | | | | | | |
|---|----------------|-----------|-------------------------|-------|------|------|-----------------|
| CIRCUITO No. | (4x40 200W) | □ 100W | CAP. INTER. [AMP] | FASES | | | TOTAL WATTS. |
| | | | | A | B | C | |
| 1 | 12 | | 1 x 30 | 2400 | | | 2400 |
| 2 | 8 | | 1 x 15 | | 1600 | | 1600 |
| 3 | 10 | | 1 x 20 | | | 2000 | 2000 |
| 4 | 8 | | 1 x 15 | 1600 | | | 1600 |
| 5 | 12 | | 1 x 30 | | 2400 | | 2400 |
| 6 | 10 | 2 | 1 x 20 | | | 2200 | 2200 |
| TOTAL | 60 | 2 | 3 x 40 | 4000 | 4000 | 4200 | 12200 |

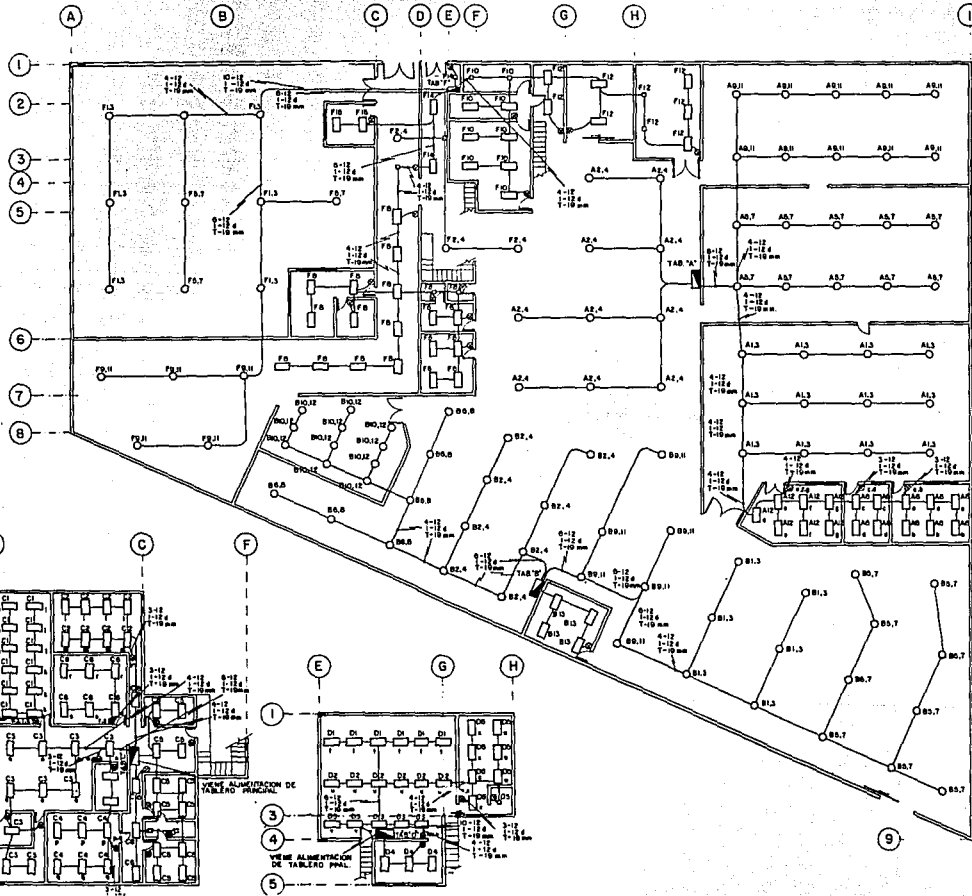
DESBALANCE 4.7 %

| TABLERO "D" No. CAT. NAIB-07 - 4AB; 3 FASES; 4 HILOS. Mca " SQUARE D " | | | | | | | |
|---|----------------|-----------|-------------------------|-------|------|------|-----------------|
| CIRCUITO No. | (4x40 200W) | □ 100W | CAP. INTER. [AMP] | FASES | | | TOTAL WATTS. |
| | | | | A | B | C | |
| 1 | 6 | | 1 x 15 | 1200 | | | 1200 |
| 2 | 6 | | 1 x 15 | | 1200 | | 1200 |
| 3 | 5 | | 1 x 15 | | | 1000 | 1000 |
| 4 | 3 | | 1 x 15 | 600 | | | 600 |
| 5 | 3 | 1 | 1 x 15 | | 700 | | 700 |
| 6 | 4 | | 1 x 15 | | | 800 | 800 |
| TOTAL | 27 | 1 | 3 x 20 | 1800 | 1900 | 1800 | 5500 |

DESBALANCE 5.26 %

| TABLERO "F" No CAT. NAIB-18 -4AB; 3 FASES; 4 HILOS. Mca "SQUARE D" | | | | | | | | |
|---|--------|--------------------|-------|-----------------------|-------|------|------|----------------|
| CIRCUITO No. | ○ | ▬ | □ | CAP INTER [AMP] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | 500 W. | (4x 40 W) 200W. | 100W. | | A | B | C | |
| 1,3 | 6 | | | 2x 15 | 1500 | 1500 | | 3000 |
| 5,7 | 4 | | | 2x 15 | 1000 | | 1000 | 2000 |
| 9,11 | 5 | | | 2x 15 | | 1250 | 1250 | 2500 |
| 2,4 | 3 | | | 2x 15 | 750 | 750 | | 1500 |
| 6 | | 6 | 2 | 1x 15 | | | 1400 | 1400 |
| 8 | | 12 | | 1x 20 | 2400 | | | 2400 |
| 10 | | 7 | 2 | 1x 15 | | 1600 | | 1600 |
| 12 | | 7 | 2 | 1x 15 | | | 1600 | 1600 |
| 16 | | 2 | | 1x 15 | | 400 | | 400 |
| 18 | | 2 | | 1x 15 | | | 500 | 500 |
| TOTAL | 18 | 36 | 7 | 3x 70 | 5650 | 5500 | 5750 | 16900 |

DESBALANCE 4.3%

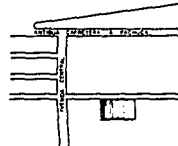


SIMBOLOGIA

- LUMINARIO VAPOR DE MERCURIO 400 W 220V con HOLOPRISM.
- LUMINARIO FLOUORESCENTE DE 4x40 W.
- ▣ LUMINARIO FLOUORESCENTE DE 80 W. 127 V.
- ▢ TABLERO
- ANILADOR D'AN. HRS. ARROW HART.
- TUBERIA CONDUIT PARED BRUSA GALVANIZADA POR TECHO O MURO

NOTAS

- 1- TODA TUBERIA CUYO DIAMETRO Y CONDUCTORES NO AMPLIFICAN RECADOS LLAMARA E-12 1-1/2" Y SERA DE 18 mm 1.3/4" Ø
- 2- LA ALTURA DE MONTAJE DE APADADORES SERA 120 m. SOBRE NPT
- 3- LA ALTURA DE MONTAJE DE LOS LUMINARIOS SERA DE:
 - 350 mm. SOBRE N.P.T
 - 270 mm. SOBRE N.P.T
- 4- LA ALTURA DE MONTAJE DE TIRALUZOS SERA DE 150 mm. SOBRE N.P.T. AL CENTRO DEL MISMO.



ESPESOR MAXIMO DE 1/2" SERA DE 1/2" Ø 1/2"

PLANO

SISTEMA DE ALUMBRADO

CAPITULO V .- CONTACTOS (RECEPTACULOS)

CAPITULO V.- CONTACTOS (Receptáculos)**1.0.- I n t r o d u c c i ó n .**

Los requisitos de esta sección se aplican a los dispositivos formados por un receptáculo (no del tipo de casquillo roscado), previsto como una salida de una instalación eléctrica y que se usa para recibir las clavijas de cordones ó cables flexibles de aparatos que están alimentados por este medio.

De los aparatos de uso común dentro de las áreas de oficinas, salas de recepción ó espera, comedores y baños, se podría mencionar la gran cantidad de máquinas de escribir eléctricas, radios, televisores, ventiladores, aspiradoras, en algunos casos resuradoras eléctricas, y refrigeradores, que deben tenerse presente para la selección de contactos necesarios y determinar la ubicación de los mismos.

Para el área ó áreas de producción debe preverse que el departamento de mantenimiento requiere de una salida de la instalación eléctrica cerca de la maquinaria, para poder conectar su equipo de soporte técnico.

2.0.- Capacidad nominal mínima.

Los contactos para la conexión de aparatos portátiles deben ser de una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 125 volts. y no menor de 10 amperes para 250 volts.

Los contactos deben ser de un tipo que no permita usarlos como portalámparas.

3.0.- Dispositivos no intercambiables.

Los contactos, adaptadores y clavijas deben construirse en tal forma que un contacto no pueda aceptar clavijas o adaptadores para tensiones y corrientes diferentes de aquéllas para las cuales el contacto está diseñado. Los contactos que sean del tipo de puesta a tierra no deben de aceptar clavijas o adaptadores que no sean del tipo de puesta a tierra.

4.0.- Contactos en lugares húmedos o mojados.

- a) Lugares húmedos.- Los contactos que se instalen en lugares húmedos deben ser de un tipo adecuado, dependiendo de las condiciones particulares de cada caso.
- b) Lugares mojados.- Los contactos que se instalen en lugares mojados deben ser a prueba de intemperie.
- c) Cajas para contacto montadas a ras.- Una caja para contacto montada a ras de la pared, puede considerarse a prueba de intemperie cuando se usa una tapa adecuada para instalaciones a la intemperie y que la unión entre dicha tapa y la superficie de la pared sea hermética al agua.
- d) Altura de montaje.- Una salida de contacto instalada al exterior debe colocarse por encima del nivel del piso, de manera que la acumulación de agua no pueda alcanzar la tapa de la salida del contacto.

5.0.- Cálculo de la carga.

79.
La carga de contactos para aparatos pequeños, calculada de acuerdo con el artículo 204.2 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, debe repartirse uniformemente, hasta donde sea posible, entre los circuitos derivados que se han previsto para abastecerla, de acuerdo a la carga mínima permisible, que es de -
180 watts.

6.0.- Número de circuitos.

El número de circuitos necesario, podrá observarse en el plano IE-04; donde se muestra la ubicación de los - contactos, ya sea en el área de oficinas ó en la planta de producción.

Por medio de cuadros de cargas, que se exponen a continuación, mostramos el número de circuitos por tablero y el número total de tableros de contactos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

| TABLERO "G" No. Cat. NA1B-07-4AB, 3 FASES, 4 HILOS Mca. "SQUARE D" | | | | | | |
|---|----|------------------------|-------|------|------|-------------|
| CIRCUITO No | ⊗ | CAPACIDAD INTER [A] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | | | A | B | C | |
| 1 | 7 | 1 x 15 | 1260 | | | 1260 |
| 2 | 7 | 1 x 15 | | 1260 | | 1260 |
| 3 | 7 | 1 x 15 | | | 1260 | 1260 |
| TOTAL | 21 | 3 x 15 | 1260 | 1260 | 1260 | 3780 |

DESBALANCE 0%

| TABLERO "H" No. Cat. NA1B-07-4AB, 3 FASES, 4 HILOS Mca. "SQUARE D" | | | | | | |
|---|----|------------------------|-------|------|------|-------------|
| CIRCUITO No | ⊗ | CAPACIDAD INTER [A] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | | | A | B | C | |
| 1 | 7 | 1 x 15 | 1260 | | | 1260 |
| 2 | 7 | 1 x 15 | | 1260 | | 1260 |
| 3 | 7 | 1 x 15 | | | 1260 | 1260 |
| TOTAL | 21 | 3 x 15 | 1260 | 1260 | 1260 | 3780 |

DESBALANCE 0%

| TABLERO "J" No. Cat. NAIB-07-4AB, 3 FASES, 4 HILOS Mca. "SQUARE D" | | | | | | |
|---|----|-------------------------|-------|------|------|-------------|
| CIRCUITO No | ⊘ | CAPACIDAD INTER. [A] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | | | A | B | C | |
| 1 | 7 | 1 x 15 | 1260 | | | 1260 |
| 2 | 7 | 1 x 15 | | 1260 | | 1260 |
| 3 | 7 | 1 x 15 | | | 1260 | 1260 |
| TOTAL | 21 | 3 x 15 | 1260 | 1260 | 1260 | 3780 |

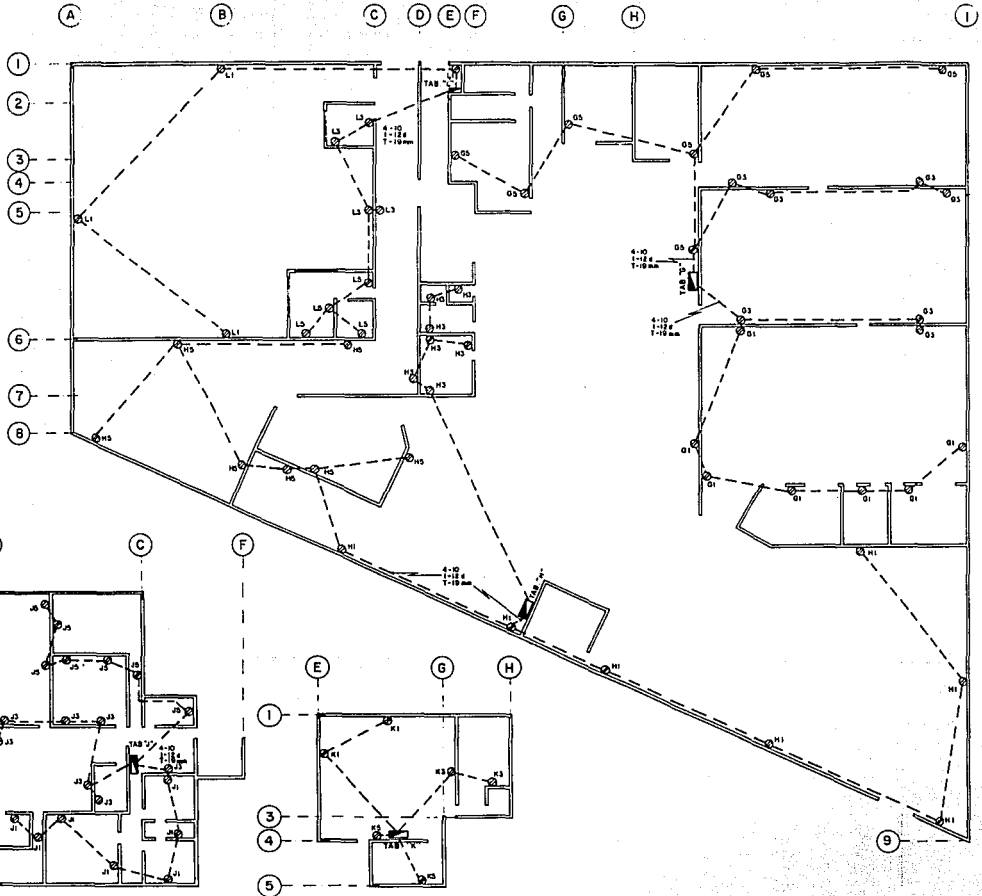
DESBALANCE 0%

| TABLERO "K" No. Cat. NAIB-07-4AB, 3 FASES, 4 HILOS Mca. "SQUARE D" | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------|-----|-----|-------------|
| CIRCUITO No | ⊘ | CAPACIDAD INTER. [A] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | | | A | B | C | |
| 1 | 2 | 1 x 15 | 360 | | | 360 |
| 2 | 2 | 1 x 15 | | 360 | | 360 |
| 3 | 2 | 1 x 15 | | | 360 | 360 |
| TOTAL | 6 | 3 x 15 | 360 | 360 | 360 | 1080 |

DESBALANCE 0%

| TABLERO "L" No. Cat. NAIB-07-4AB, 3 FASES, 4 HILOS Mco. "SQUARE D" | | | | | | |
|---|----|------------------------|-------|-----|-----|-------------|
| CIRCUITO No | ⊙ | CAPACIDAD INTER [A] | FASES | | | TOTAL WATTS |
| | | | A | B | C | |
| 1 | 4 | 1 x 15 | 720 | | | 720 |
| 2 | 4 | 1 x 15 | | 720 | | 720 |
| 3 | 4 | 1 x 15 | | | 720 | 720 |
| TOTAL | 12 | 3 x 15 | 720 | 720 | 720 | 2160 |

DESBALANCE 0%



SIMBOLOGIA

- TUBERIA POR PISO PARA SISTEMA DE CONTACTOS, PARED GANESA Y GALVANIZADA
- CONTACTO
- ▣ TABLERO

NOTAS

- 1- LA ALTURA DE MONTAJE DE LOS CONTACTOS SERA DE 0.40 M. SOBRE N.P.T.
- 2- TODA TUBERIA CUYO DIAMETRO Y CONECTOR NO APAREZCAN INDICADOS LLEVARA 2-10, 1-18.4 Y SERA DE 100mm 15447'S
- 3- LA ALTURA DE MONTAJE DE LOS TABLEROS SERA DE 1.00 M. SOBRE N.P.T. AL CENTRO DEL MISMO

ESPACIO PARA FIRMAS Y SELLOS DE APROBACION S.E. O.B.E.

TITULO:

SISTEMA DE CONTACTOS

CAPITULO VI .- F U E R Z A (MOTORES)

1.0.- I n t r o d u c c i ó n .

Los fabricantes de equipo motorizado, como por ejemplo, los compresores, transportadores, ventiladores industriales, tornos, esmeriles, fresas, etc., especifican los tipos de motores y controles asociados que se requieren para una aplicación dada.

Estos motores por lo general los seleccionan los Ingenieros de Aplicación de la compañía fabricante del equipo ó por otras disciplinas del proyecto como por ejemplo Procesos, Tuberías, etc.

Como medida general para el cálculo de la instalación eléctrica de los motores deben tomarse en consideración los siguientes factores:

- Potencia, expresada en H.P., en Kilowatts ó KVA.
- Voltaje nominal al que va a operar.
- Número de fases.
- Corriente a plena carga.

84.
Para la aplicación de los cálculos ver el capítulo -
VII, inciso 3, cálculo de conductores derivados de la
planta.

2.0.- Relación del proyecto analizado (cargas).

A continuación se enlista la maquinaria que deberá -
instalarse en los diferentes departamentos de la plan-
ta. Todos operan a 220 V, 3Ø.

| <u>No. Motor</u> | <u>D e s c r i p c i ó n .</u> |
|------------------|--------------------------------------|
| M-1 | Laminador s/marca. |
| 2 | Prensa de fricción Maquinosa. |
| 3,4 | Laminador doble Maquinosa. |
| 5 | Laminador doble Fama |
| 6 | Laminador Joh Muller |
| 7 | Horno de Gas s/marca. |
| 8 | Laminador s/marca. |
| 9 | Troqueladora mecánica Fonderie 40 T. |
| 10 | Troqueladora mecánica Fonderie 40 T. |
| 11 | Martillo mecánico Riusa. |
| 12 | Martillo mecánico Auburn No. 5. |
| 13 | Martillo mecánico Auburn No. 8. |
| 14 | Prensa de fricción Maquinosa. |
| 15 | Prensa de fricción Maquinosa. |

| <u>No. Motor</u> | <u>Descripción.</u> |
|------------------|--|
| 16 | Prensa de fricción Maquinosa. |
| 17 | Prensa de fricción Maquinosa. |
| 18 | Prensa Alf Cluana 30 T. |
| 19 | Troqueladora mecánica Consolidate. |
| 20,21 | Troqueladora mecánica Course HUB 35 T. |
| 22 | Prensa ALF Cluana 220 T. |
| 23 | Prensa Chass Leffler. |
| 24 | Prensa Troqueladora Raskin 30 T. |
| 25 | Martillo mecánico Providence. |
| 26 | Martillo mecánico Auburn No. 2. |
| 27 | Prensa Troqueladora Toledo 16. |
| 28 | Martillo mecánico Auburn No. 3. |
| 29 | Martillo mecánico Providence No. 5. |
| 30,31,32 | Laminador robot. |
| 33,34,35 | Laminador robot. |
| 36,37,38 | Laminador robot. |
| 39,40,41 | Laminador robot. |
| 42 | Laminador Maquinosa. |
| 43 | Laminador Maquinosa. |
| 44 | Prensa Tor-Pac 45 T. |
| 45 | Prensa Tor-Pac 45 T. |
| 46 | Prensa Tor-Pac 60 T. |
| 47 | Troqueladora mecánica EBU 125 T. |
| 48 | Prensa ALF Cluana 220 T. |

| <u>No. Motor</u> | <u>Descripción.</u> |
|------------------|------------------------------------|
| 49 | Prensa ALF Cluana 40 T. |
| 50,51 | Fresadora vertical Gorton. |
| 52 | Cepillo de codo Flather. |
| 53 | Cepillo de codo Smith and Mill. |
| 54 | Cepillo de codo s/ marca. |
| 55 | Cepillo de codo Alba. |
| 56,57 | Torno paralelo Trensín. |
| 58 | Torno paralelo Idiga. |
| 59 | Torno paralelo Meuser. |
| 60 | Torno paralelo Alfeo. |
| 61,62,63 | Rectificadora de planos Alfa. |
| 64,65 | Rectificadora de planos Reid. |
| 66,67 | Rectificadora de planos Doall. |
| 68,69 | Rectificadora de planos Kair. |
| 70,71 | Rectificadora de planos Kobenhaun. |
| 72 | Esmeril. |
| 73 | Pantografo copiadora Deckel. |
| 74 | Pantografo copiadora Deckel. |
| 75 | Afiladora Vaduz. |
| 76 | Afiladora Feinmechanik. |
| 77,78,79 | Electroerosionadora Agie Cut. |
| 80 | Sierra Johnson. |
| 81 | Fresadora Rambaudi. |
| 82 | Sierra vertical Doall. |

| <u>No. Motor</u> | <u>Descripción</u> |
|------------------|---------------------------|
| 83 | Taladro vertical TRS. |
| 84 | Taladro vertical Tauco. |
| 85 | Taladro vertical Delt. |
| 86 | Taladro vertical Trapani. |
| 87 | Asentadora Filos |
| 88 | Asentadora Filos. |
| 89 | Asentadora Filos. |
| 90,91 | Asentadora Hauschild. |
| 92,93 | Desbastadora Berger. |
| 94,95 | Desbastadora Berger. |
| 96,97,98,99 | Desbastadora Berger. |
| 100 | Lijadora Franco. |
| 101 | Lijadora Franco. |
| 102 | Lijadora Franco. |
| 103 | Lijadora Cuellos. |
| 104 | Lijadora Franco. |
| 105 | Lijadora Franco. |
| 106 | Lijadora Cuellos. |
| 107 | Lijadora Franco. |
| 108 | Asentadora Cuellos. |
| 109 | Asentadora Cuellos. |
| 110 | Asentadora Cuellos. |
| 111,112,113,114 | Pulidora doble Roll. |
| 115,116 | Pulidora doble Roll. |

| <u>No. Motor</u> | <u>Descripción</u> |
|------------------|----------------------|
| 117,118 | Pulidora doble Roll. |
| 119,120,121,122 | Pulidora doble Roll. |
| 123 | Taladro Barbero. |
| 124 | Esmeril. |
| 125 | Planta de soldar. |
| 126 | Esmeril. |
| 127 | Lijadora Cuellos. |
| 128 | Lijadora Cuellos. |
| 129 | Lijadora Franco. |
| 130 | Lijadora Cuellos. |
| 131 | Lijadora Cuellos. |
| 132 | Lijadora Franco. |
| 133 | Esmeril. |
| 134 | Extractor de polvos. |
| 135 | Extractor de polvo. |
| 136,137 | Pulidora Clair. |
| 138,139,140 | Pulidora Clair. |
| 141,142,143 | Pulidora Clair. |
| 144,145,146,147 | Pulidora doble Roll. |
| 148,149,150,151 | Pulidora doble Roll. |
| 152,153,154,155 | Pulidora doble Roll. |
| 156,157,158,159 | Pulidora doble Roll. |
| 160,161,162,163 | Pulidora doble Roll. |
| 164,165,166,167 | Pulidora doble Roll. |

| <u>No. Motor</u> | <u>D e s c r i p c i ó n .</u> |
|------------------|--------------------------------|
| 168,169 | Asentadora Hauschild. |
| 170,171 | Asentadora Hauschild. |
| 172,173 | Pulidora Clair. |
| 174,175,176 | Pulidora Clair. |
| 177,178,179 | Pulidora Clair. |
| 180,181 | Pulidora Clair. |
| 182,183,184 | Pulidora Clair. |
| 185,186,187 | Pulidora Clair. |
| 188,189 | Pulidora Clair. |
| 190,191,192 | Pulidora Clair. |
| 193,194,195 | Pulidora Clair. |
| 196,197 | Pulidora Clair. |
| 198 | Extractor de polvo. |
| 199 | Extractor de polvo. |
| 200 | Extractor de polvo. |
| 201 | Extractor de polvos. |
| 202 | Extractor de polvos. |
| 203 | Lavadora de piezas. |
| 204 | Lavadora de piezas. |
| 205 | Lavadora de piezas. |
| 206 | Esmeril asentado. |
| 207 | Esmeril Asentado. |
| 208 | Esmeril asentado. |
| 209 | Esmeril asentado. |

| <u>No. Motor</u> | <u>Descripción.</u> |
|------------------|---------------------------------|
| 210 | Esmeril asentado |
| 211 | Esmeril asentado |
| 212 | Esmeril asentado |
| 213 | Máquina para sierra de cuchillo |
| 214 | Máquina para sierra de cuchillo |
| 215 | Cizalla |
| 216, 217 | Compresor |

Para conocer las características eléctricas (potencia, número de fases, etc.,) ver el Capítulo No. VII inciso 3, Selección de conductores, donde también se muestra el cálculo de la corriente nominal de cada motor, así como su correspondiente conductor.

3.0.- Localización de cargas (Layout) en la planta.

Para su correcta ubicación ver plano No. IE-05.

4.0.- Arrancadores.- En la selección del equipo para la puesta en marcha de un motor deben ser tenidos en cuenta varios factores generales. Los más obvios de ellos son la corriente, la tensión y la frecuencia nominales del motor y de los circuitos de control. El que se emplee un control de arranque a tensión nominal o una tensión reducida puede depender de la capacidad de corriente de la instalación de la planta.

4.1.- Arranque a tensión nominal.

El requisito de este tipo de arranque es simplemente la conexión directa del motor a la línea de alimentación. Esto se puede conseguir sencillamente utilizando un interruptor de cuchillas, pero este método solo permite la protección del motor mediante fusibles.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Electricas dicen en su sección 403.58, "Los controladores de motores contruidos especialmente para tal fin (arrancadores), deben tener una capacidad, en KW ó en C.P., no menor que la potencia nominal del motor que controlen.

Los interruptores de cuchillas de uso general pueden usarse como controladores de motores hasta de 2 C.P. y 300 volts como máximo y deben tener una capacidad en-

intensidades excesivas en la línea mediante el uso de un medidor de máximo consumo.

Este medidor registra la máxima potencia media suministrada durante un periodo dado de tiempo, generalmente 15 minutos.

Este factor debe ser siempre tenido en cuenta cuando se decide la adopción del método de arranque para motores de gran capacidad. El costo adicional de la energía registrada por estos contadores durante el arranque de los motores de gran potencia mediante arranque a tensión plena puede muy bien exceder el costo de los equipos de arranque a tensión reducida.

4.2.- Arranque a tensión reducida.

Siempre que el arranque de un motor a tensión nominal pueda causar serios descensos de la tensión en las líneas de la compañía distribuidora o en los cables de la instalación, es casi imperativo el arranque a tensión reducida.

Existen también otras razones para el uso de este tipo de control, debiéndose tener en cuenta todas ellas al seleccionar el tipo de arranque del motor. Cuando se pone en marcha un motor mediante conexión directa-

amperes de por lo menos el doble de la corriente a plena carga del motor".

Con motores de hasta 10 H.P. y tensión no mayor de 600 volts, se puede emplear el arrancador manual de conexión del motor directamente a la línea. La mayoría de estos arrancadores también reúnen las condiciones de protección contra sobrecarga y subtensiones.

La inmensa mayoría de motores se construyen actualmente de modo que soporten la sobreintensidad que se produce cuando se emplea el arranque a tensión nominal. Sin embargo no todas las líneas de plantas industriales, ni todos los equipos de las compañías distribuidoras de energía eléctrica pueden soportar dichas sobreintensidades. Cuando un motor de gran potencia arranca a plena tensión, puede originar una caída de tensión que sea suficiente para impedir el funcionamiento perfecto del equipo de control.

Si la caída de tensión es considerable, puede ser causa de la disminución de intensidad en el alumbrado de otras plantas conectadas a la misma red.

En la mayoría de instalaciones industriales la compañía penaliza, en forma de tarifas más altas, las sobre

a la red, se produce un esfuerzo excesivo o choque en las distintas piezas, tales como piñones, aletas de ventiladores, poleas y acoplamientos.

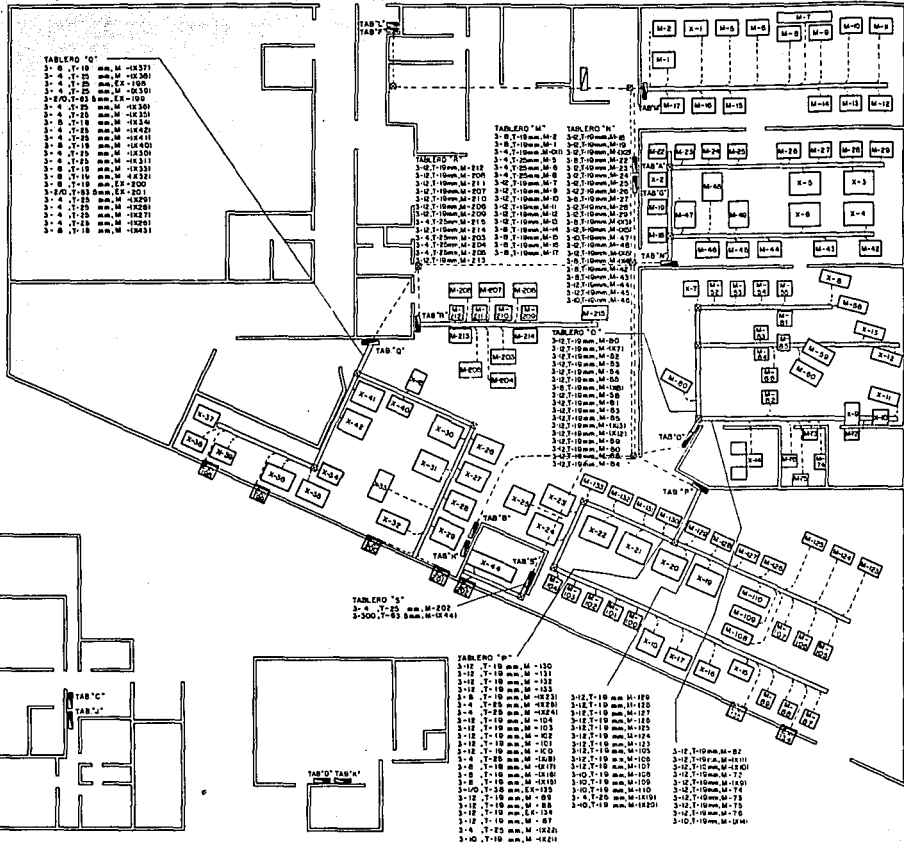
Cuando la carga es pesada y por lo tanto requiere gran esfuerzo su aceleración, puede ser necesario el arranque a tensión reducida. Las normas Técnicas en su sección 403.66 dice al caso:

Un motor con capacidad mayor de 10 C.P. debe estar provisto de un controlador que reduzca su corriente de arranque, tal como un controlador a tensión reducida o un controlador conectado al secundario del motor cuando este sea del tipo de rotor devanado.

Excepción 1.- Los motores de más de 10 C.P. que arranquen en vacío o con carga muy ligera, o que sean del tipo de baja corriente de arranque, pueden arrancarse a tensión completa.

Excepción 2.- En casos especiales, previo acuerdo entre el usuario y el suministrador, motores de más de 10 C.P. pueden estar provistos de controladores a tensión completa.

NOTA.- No entra dentro del plan de esta tesis estudiar el diseño de los arrancadores a tensión nominal y arrancadores a tensión reducida, sino señalar la necesidad de hacer una selección adecuada de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor.

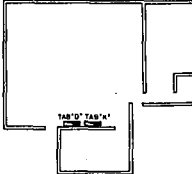
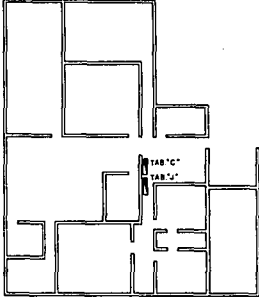


SIMBOLOGIA

- TABLERO EN BAJA TENSION
- TABLERO DERIVADO
- MAQUINARIA
- REOSTATO
- CONDUCTOR ALIMENTADOR
- DUCTO SUBTERRANEO

NOTAS

- 1- LAS TRAYECTORIAS DE LOS ALIMENTADORES SON APROXIMADAS Y DEBERAN SER AJUSTADAS EN CAMPO CON LA DIRECCION DE LA USRA.
- 2- LA CARGA DE TIENEBAS SE HOGAN DE ACUERDO AL ORDEN EN QUE DEBERAN ACOMODARSE LOS TIENOS Y A LA VEZ SE ANOTA EL CALIBRE Y NUMERO DE CONDUCTORES.



EMPRESA MAS FINCA Y SELLOS DE OPERACION S.C. S.R.L.

ETIQUETA:

SISTEMA GENERAL DE FUERZA Y ALIMENTADORES

CAPITULO VII.- SELECCION DE CONDUCTORES.

CAPITULO VII.- SELECCION DE CONDUCTORES.**1.0.- Introducción.**

Son cinco los principales factores que deben ser considerados en la selección de conductores:

- a) Materiales.
- b) Tipos de aislamiento.
- c) Flexibilidad.
- d) Forma.
- e) Dimensiones.

A continuación se analizan estos factores.

Materiales.- Los materiales más usados como conductores eléctricos son el cobre y el aluminio, aunque el primero es superior en características eléctricas y mecánicas (la conductividad del aluminio es aproximadamente el 60% de la del cobre y su resistencia a la tensión mecánica el 40%), las características de bajo peso del aluminio han dado lugar a un amplio uso de ambos metales en la fabricación de conductores eléctricos.

Tipos de aislamiento.- Aunque practicamente todos los conductores de baja tensión se "ven" iguales, ya que todos tienen su conductor de cobre ó aluminio (sea alambre, cable o cordones) y su aislamiento "plástico", las propiedades particulares de cada producto dependen precisamente de las características que tenga ése aislamiento "plástico".

Uno de los aislamientos de mayor utilidad dentro de la industria es el PVC.

De los tipos de aislamiento a diferentes temperaturas se tienen:

- 1.- Para 60^o Centígrados.
 - a) Tipo TW.
 - b) Tipo TWD.
- 2.- Para 75 y 90 Centígrados.
 - a) Vinanel tipo THW.
 - b) Vinanel Nylon tipo THWN y THHN.
 - c) Vinanel Plano Bipolar y Tripolar.

Dentro de la marca CONDUMEX, otras marcas tienen otros nombres comerciales para estos mismos productos.

Flexibilidad.- La flexibilidad de un conductor se logra de dos maneras, recociendo el material para suaviz

98.
zar el alambre o aumentando el número de alambres que forman el cable.

A la operación de reunir varios conductores se le denomina cableado y dá lugar a diferentes flexibilidades, de acuerdo con el número de alambres que lo forman y el paso a longitud del torcido de agrupación.

El grado de flexibilidad de un conductor, como función del número de alambres del mismo, se designa mediante letras que representan la clase de cableado.

Formas.- Las formas de conductores de uso más general en cables de mediana tensión son:

1) Redonda.- Un conductor redondo es un alambre o cable cuya sección transversal es sustancialmente circular.

Se utiliza tanto en cables monoconductores como en cables multiconductores con cualquier tipo de aislamiento.

Los conductores de calibres pequeños (10 A.W.G. y menores) suelen ser de alambres sólidos.

2) Sectorial.- Un conductor sectorial es un conductor formado por un cable cuya sección transversal -

es sustancialmente un sector de círculo. Se utilizan principalmente en cables de energía trifásicos, en calibres superiores a 1/0 A.W.G.

Dimensiones.- Desde hace años las dimensiones de los alambres se han expresado comercialmente por números de calibres, en especial en los Estados Unidos de Norteamérica. Esta práctica ha traído consigo ciertas confusiones, debido al gran número de escalas de calibres que se han utilizado.

En Estados Unidos, la escala más usada para alambres destinados a usos eléctricos es la "American Wire Gauge" (A.W.G.), misma que ha sido ya adoptada en México.

La escala de la "International Electrotechnical Commission" es la más usada en la actualidad, con excepción de Estados Unidos y la mayor parte de los países latinoamericanos.

En sí, la escala consiste en proporcionar la medida directa de las áreas transversales de los calibres, en milímetros cuadrados.

2.0.- Criterio de selección de conductores.

En el proyecto de las instalaciones eléctricas, la selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico, se hace tomando en consideración dos factores:

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

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis, pero se consideran simultáneamente en la selección de un conductor, como es posible que los resultados difieran, entonces se debe tomar el que resulte de mayor sección, ya que de esta manera, el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de tensión y cumplirá con los requisitos de capacidad de conducción de corriente.

2.01.- Capacidad de conducción de corriente (ampacidad).

La capacidad de conducción de un conductor (ampacidad), debe seleccionarse de acuerdo a las tablas de ampacidad para voltajes bajos y medios indicados en las normas de instalaciones eléctricas de la Secretaría

ría de Comercio ó de las de los fabricantes de conductores aplicando los valores de corrección por agrupamiento (Ver tabla 302.4 a de las normas técnicas) y temperatura (Ver tablas de fabricantes) adecuados a cada caso.

2.02.- Caída de voltaje.

El conductor, si no es de suficiente calibre, causará excesiva caída de voltaje en el sistema y la caída sería directamente proporcional a la longitud del circuito.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas recomiendan que la caída de voltaje en circuitos alimentadores de fuerza ó alumbrado sea no mayor de 3%, y la caída total, incluyendo circuitos derivados sea no mayor del 5%, desde el punto de acometida de energía hasta la carga más alejada.

3.0.- Cálculo de conductores derivados.

Por motivo del extenso número de cálculos y dado que ocuparía demasiado espacio; nos ocuparemos de mostrar solamente uno de los cálculos, omitiendo el resto de los demás, puesto que la secuencia es la misma.

Datos: TABLERO "M"

102.

Capacidad del motor : 20 H.P.

Longitud al tablero: 14 m.

a) Calculo del conductor por capacidad de conducción de corriente.

De la ecuación:

$$I_n = \frac{(H.P.) (746)}{(1.73) (V_f) (f.p.) (Eff.)}$$

Donde:

H.P. = Capacidad del Motor.

V_f = Voltaje entre fases. (220 V)

f.p. = Factor de potencia (0.85).

Eff. = Eficiencia del motor (0.90).

I_n = Corriente nominal a plena carga.

Sustituyendo valores tendremos:

$$I_n = \frac{(20) (746)}{(1.73) (220) (0.85) (0.90)}$$

$I_n = 51.18$ a.

Por lo tanto, el conductor por capacidad de conducción de corriente, considerando el factor indicado por las Normas Técnicas de Electricidad, será:

$$I_{nc} = (1.25) (51.18) = 63.97 \text{ a.}$$

Donde I_{nc} = corriente corregida.

De la tabla del fabricante de conductores, se tendrá que el conductor inmediato superior calculado es de un calibre número 4 A.W.G.-T.W. por fase, con una capacidad de corriente de 70 A.

b) Cálculo del conductor por caída de tensión.

De la ecuación:

$$S = \frac{2 (1.73) (L) (I_n)}{(V_f) (e\%)}$$

Donde:

S = Sección transversal del conductor.

L = Longitud del conductor del motor al tablero (14 m.)

I_n = Corriente nominal del circuito. (51.18 A.)

V_f = Voltaje entre fases. (220V)

$e\%$ = Caída de voltaje. (2%)

Sustituyendo valores:

$$S = \frac{(2) (1.73) (14) (51.18)}{(220) (2)}$$

$$S = 5.63 \text{ mm}^2$$

De la tabla de la sección transversal de los conductores, proporcionada por el fabricante, el conductor que tiene una sección transversal inmediata superior a los 5.63 mm^2 , es un calibre número 8 A.W.G.-T.W., y será un conductor por fase, con una sección de 8.3670 mm^2

Analizando el cálculo del conductor por los 2 métodos, el conductor seleccionado para este motor debe ser un calibre número 4 A.W.G.-T.W., por fase, pues cumple con los dos métodos.

A continuación se muestra una tabla condensada del resto de los cálculos para circuitos derivados por tablero.

TABLERO "M"

| Nº DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|-------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------|
| M - 1 | 10 | 25.5 | 3.5 | 3 / 8 |
| M - 2 | 10 | 25.5 | 6.5 | 3 / 8 |
| (X1) 3,4 | 20 - 1 | 51.18 - 2.55 | 10 | 3/4 - 3/12 |
| M - 5 | 20 | 51.18 | 12 | 3 / 4 |
| M - 6 | 20 | 51.18 | 14 | 3 / 4 |
| M - 7 | 2 | 5.11 | 19 | 3 / 12 |
| M - 8 | 16 | 38.38 | 17 | 3 / 4 |
| M - 9 | 5 | 12.79 | 19 | 3 / 12 |
| M - 10 | 5 | 12.79 | 22 | 3 / 12 |
| M - 11 | 3 | 7.66 | 24 | 3 / 12 |
| M - 12 | 5 | 12.79 | 21 | 3 / 12 |
| M - 13 | 3 | 7.66 | 19 | 3 / 12 |
| M - 14 | 10 | 25.5 | 16 | 3 / 8 |
| M - 15 | 10 | 25.5 | 9 | 3 / 8 |
| M - 16 | 10 | 25.5 | 7 | 3 / 8 |
| M - 17 | 10 | 25.5 | 3 | 3 / 8 |

TABLERO "N"

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|---------------|-------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| M - 18 | 3 | 7.66 | 5 | 3/12 |
| M - 19 | 5 | 12.77 | 8 | 3/12 |
| (X2) 20,21 | 2-2 | 5.11 - 5.11 | 10 | 3/12 - 3/12 |
| M - 22 | 10 | 25.5 | 12 | 3/8 |
| M - 23 | 3 | 7.66 | 12 | 3/12 |
| M - 24 | 2 | 5.11 | 14 | 3/12 |
| M - 25 | 3 | 7.66 | 16.5 | 3/12 |
| M - 26 | 1.5 | 3.83 | 20.5 | 3/12 |
| M - 27 | 10 | 25.5 | 23 | 3/8 |
| M - 28 | 3 | 7.66 | 26.5 | 3/12 |
| M - 29 | 5 | 12.77 | 28 | 3/12 |
| (X3) 30,31,32 | 10-50-25 | 25.5-1.02-.666 | 26.5 | 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| (X4) 33,34,35 | 10-50-25 | 25.5-1.02-.666 | 21 | 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| (X5) 36,37,38 | 5-50-25 | 13.72-1.02-.666 | 22 | 3/12 - 3/12 - 3/12 |
| (X6) 39,40,41 | 5-50-25 | 13.72-1.02-.666 | 15.5 | 3/12 3/12 3/12 |
| M - 42 | 10 | 25.5 | 21 | 3/8 |
| M - 43 | 10 | 25.5 | 17.5 | 3/8 |
| M - 44 | 5 | 12.77 | 13 | 3/12 |
| M - 45 | 5 | 12.77 | 10 | 3/12 |
| M - 46 | 7.5 | 19.18 | 8 | 3/10 |
| M - 47 | 7.5 | 19.18 | 6.5 | 3/10 |
| M - 48 | 3 | 7.66 | 11 | 3/12 |
| M - 49 | 3.5 | 8.95 | 10 | 3/12 |

CONTINUA

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| M - 72 | 0.125 | 0.85 | 16 | 3 / 12 |
| M - 73 | 0.50 | 1.37 | 14.5 | 3 / 12 |
| M - 74 | 1 | 3.09 | 16.5 | 3 / 12 |
| M - 75 | 0.50 | 1.37 | 17 | 3 / 12 |
| M - 76 | 0.125 | 0.85 | 16.5 | 3 / 12 |
| (X14) 77, 78, 79 | 7.5 - 1 - 1 | 19.19 - 2.91 - 2.91 | 10.5 | 3/10 - 3/12 - 3/12 |
| M - 80 | 1 | 2.91 | 6 | 3 / 12 |
| M - 81 | 2.5 | 6.40 | 18 | 3 / 12 |
| M - 82 | 0.5 | 1.27 | 10 | 3 / 12 |
| M - 83 | 1 | 2.91 | 13 | 3 / 12 |
| M - 84 | 0.5 | 1.27 | 11 | 3 / 12 |
| M - 85 | 0.33 | 0.84 | 14 | 3 / 12 |
| M - 86 | 1.5 | 3.87 | 10 | 3 / 12 |

TABLERO "O"

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A. .] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|
| (X7) 50, 51 | 2 - 0.125 | 5.15 - 0.85 | 20 | 3/12 - 3/12 |
| M - 52 | 3 | 7.66 | 17 | 3/12 |
| M - 53 | 3 | 7.66 | 14 | 3/12 |
| M - 54 | 2 | 5.11 | 16 | 3/12 |
| M - 55 | 5 | 13.72 | 18 | 3/12 |
| (X8) 56, 57 | 10 - 0.125 | 25.75 - 0.85 | 26.5 | 3/8 - 3/12 |
| M - 58 | 3 | 7.55 | 25.5 | 3/12 |
| M - 59 | 5 | 13.73 | 20 | 3/12 |
| M - 60 | 5 | 13.73 | 18 | 3/12 |
| (X9) 61, 62, 63 | 4 - 0.50 - 0.25 | 9.96 - 1.51 - 0.61 | 18.5 | 3/12 - 3/12 - 3/12 |
| (X10) 64, 65 | 5 - 0.10 | 13.73 - 0.212 | 20 | 3/12 - 3/12 |
| (X11) 66, 67 | 2 - 0.50 | 5.11 - 1.27 | 19 | 3/12 - 3/12 |
| (X12) 68, 69 | 3 - 0.10 | 7.20 - 0.212 | 20.5 | 3/12 - 3/12 |
| (X13) 70, 71 | 2 - 0.75 | 5.11 - 1.88 | 23.5 | 3/12 - 3/12 |

TABLERO "P"

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| M - 87 | 3 | 7.6 | 32 | 3 / 12 |
| M - 88 | 3 | 7.6 | 29.5 | 3 / 12 |
| M - 89 | 3 | 7.6 | 28 | 3 / 12 |
| (X15) 90, 91 | 10 - 0.5 | 25.5 - 1.27 | 25 | 3/8 - 3/12 |
| (X16) 92, 93 | 10 - 0.5 | 25.5 - 1.27 | 37.5 | 3/8 - 3/12 |
| (X17) 94, 95 | 10 - 0.5 | 25.5 - 1.27 | 34.5 | 3/8 - 3/12 |
| (X18) 96, 97, 98, 99 | 10-10-0.5-0.5 | 25.5-25.5-1.27-1.27 | 32 | 3/8-3/8-3/12-3/12 |
| M - 100 | 3 | 7.6 | 29 | 3 / 12 |
| M - 101 | 3 | 7.6 | 27.5 | 3 / 12 |
| M - 102 | 3 | 7.6 | 25.5 | 3 / 12 |
| M - 103 | 3 | 7.6 | 23.5 | 3 / 12 |
| M - 104 | 3 | 7.6 | 21.5 | 3 / 12 |
| M - 105 | 3 | 7.6 | 25 | 3 / 12 |
| M - 106 | 3 | 7.6 | 23 | 3 / 12 |
| M - 107 | 3 | 7.6 | 21 | 3 / 12 |
| M - 108 | 7.6 | 19.19 | 23 | 3 / 10 |
| M - 109 | 7.6 | 19.19 | 21.5 | 3 / 10 |
| M - 110 | 7.6 | 19.19 | 16 | 3 / 10 |
| (X19) 111, 112, 113, 114 | 10-10-2-0.5 | 25.5-25.5-5.11-1.27 | 11.5 | 3/8-3/8-3/12-3/12 |

CONTINUA

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|---------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|
| {X 20} 115, 116 | 5,5 | 12.8-12.8 | 9.5 | 3/12-3/12 |
| {X 21} 117, 118 | 5,5 | 12.8-12.8 | 11 | 3/12-3/12 |
| {X 22} 119, 120, 121, 122 | 10-10-2-0.5 | 25.5-25.5-5.11-1.27 | 14 | 3/8-3/8-3/12-3/12 |
| M-123 | 0.6 | 1.27 | 26 | 3/12 |
| M-124 | 3 | 7.66 | 23.6 | 3/12 |
| M-125 | 18 | 46.7 | 21.5 | 3/4 |
| M-126 | 3 | 7.66 | 16 | 3/12 |
| M-127 | 3 | 7.6 | 14 | 3/12 |
| M-128 | 3 | 7.6 | 11.5 | 3/12 |
| M-129 | 3 | 7.6 | 9.5 | 3/12 |
| M-130 | 3 | 7.6 | 10 | 3/12 |
| M-131 | 3 | 7.6 | 11 | 3/12 |
| M-132 | 3 | 7.6 | 14 | 3/12 |
| M-133 | 3 | 7.6 | 16 | 3/12 |
| M-134 | 5 | 12.80 | 33 | 3/12 |
| M-135 | 30 | 76.80 | 28 | 3/10 |
| {X 23} 136, 137 | 10-2 | 25.5-6.11 | 16 | 3/8-3/12 |
| {X 24} 138, 139, 140 | 10-10-2 | 25.5-25.5-5.11 | 20 | 3/8-3/8-3/12 |
| {X 25} 141, 142, 143 | 10-10-2 | 25.5-25.5-5.11 | 21 | 3/8-3/8-3/12 |

TABLERO "Q"

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|--------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|
| {X26} 144, 146, 148, 147 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 27.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X27} 148, 149, 150, 151 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 25 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X28} 152, 153, 154, 155 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 22 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X29} 156, 167, 158, 159 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 26 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X30} 160, 161, 162, 163 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 23.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X31} 164, 165, 166, 167 | 10 - 10 - 2 - 0.5 | 25.5 - 25.5 - 5.11 - 1.27 | 20.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 - 3/12 |
| {X32} 168, 169 | 15 - 0.25 | 38.4 - 0.64 | 21.5 | 3/4 - 3/12 |
| {X33} 170, 171 | 15 - 0.25 | 38.4 - 0.64 | 16.5 | 3/4 - 3/12 |
| {X34} 172, 173 | 10 - 2 | 25.5 - 5.11 | 13.5 | 3/8 - 3/12 |
| {X35} 174, 175, 176 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 14.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X36} 177, 178, 179 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 17 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X37} 180, 181 | 10 - 2 | 25.5 - 5.11 | 22 | 3/8 - 3/12 |
| {X38} 182, 183, 184 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 24 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X39} 185, 186, 187 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 23.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X40} 188, 189 | 10 - 2 | 25.5 - 5.11 | 21.5 | 3/8 - 3/12 |
| {X41} 190, 191, 192 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 6 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X42} 193, 194, 195 | 10 - 10 - 2 | 25.5 - 25.5 - 5.11 | 8.5 | 3/8 - 3/8 - 3/12 |
| {X43} 196, 197 | 10 - 2 | 25.5 - 5.11 | 24 | 3/8 - 3/12 |
| M - 198 | 20 | 51.20 | 24.5 | 3/4 |
| M - 199 | 50 | 128.10 | 24.5 | 3/2/0 |
| M - 200 | 10 | 25.5 | 30 | 3/8 |
| M - 201 | 50 | 128.10 | 29 | 3/2/0 |

TABLERO "R"

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|--------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| M - 203 | 17 | 43.5 | 11 | 3 / 4 |
| M - 204 | 17 | 43.5 | 12.5 | 3 / 4 |
| M - 205 | 17 | 43.5 | 9.5 | 3 / 4 |
| M - 206 | 3 | 7.6 | 12 | 3 / 12 |
| M - 207 | 3 | 7.6 | 9.5 | 3 / 12 |
| M - 208 | 3 | 7.6 | 7.5 | 3 / 12 |
| M - 209 | 3 | 7.6 | 11 | 3 / 12 |
| M - 210 | 3 | 7.6 | 9 | 3 / 12 |
| M - 211 | 3 | 7.6 | 7 | 3 / 12 |
| M - 212 | 3 | 7.6 | 5 | 3 / 12 |
| M - 213 | 1 | 2.56 | 5 | 3 / 12 |
| M - 214 | 1 | 2.56 | 10 | 3 / 12 |
| M - 215 | 15 | 38.45 | 15.5 | 3 / 4 |

TABLERO " S "

| No. DE MOTOR | POTENCIA [H.P.] | CORRIENTE NOMINAL [A.] | DISTANCIA (m.) | CONDUCTOR |
|-----------------|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------|
| M - 202 | 20 | 51.2 | 13 | 3/4 |
| IX 44) 216, 217 | 75 - 5 | 192.61 - 12.61 | 10 | 3/300 - 3/12 |

4.0.- Cálculo de conductores alimentadores.

- a) Cuando se tiene 2 ó más motores integrando una -
misma máquina.

El siguiente cálculo pertenece a la máquina marca-
da con la etiqueta (X28) y agrupa a los motores -
152, 153, 154, 155, y corresponde a una Pulidora -
doble Roll.

Sus características eléctricas podrán apreciarse -
en el inciso No. 3.

- Cálculo del conductor por capacidad de conduc -
ción de corriente.

De la ecuación:

$$I_t = 1.25 (I_M) + S I_n$$

Donde:

I_t = Corriente total.

I_M = Corriente nominal del motor de mayor capacidad.

$S I_n$ = Suma de las corrientes nominales de los demás motores.

Sustituyendo valores:

$$I_t = (1.25) (25.5) + 25.5 + 5.11 + 1.27$$

$$I_t = 63.755 \text{ Amp.}$$

Con este valor de corriente, de la tabla de conductores por capacidad de conducción de corriente, se tiene que el conductor inmediato superior calculado corresponde a un calibre 4 A.W.G.-T.W. por fase.

- Cálculo del conductor por caída de tensión.

De la ecuación:

$$S = \frac{2 (1.73) (L) (I_n)}{(V_f) (e\%)}$$

Donde:

S = Sección transversal del conductor.

L = Longitud del conductor del motor al tablero (22 mts.)

I_n = Corriente nominal del circuito (63.755)

V_f = Voltaje entre fases (220 Volts.)

e% = Caída de voltaje (2%)

Sustituyendo valores:

$$S = \frac{2 (1.732) (22) (63.755)}{(220) (2)}$$

$$S = 11.04 \text{ mm}^2$$

De la tabla de la sección transversal de los conductores, el conductor que tiene una sección transversal inmediata superior a los 11.04 mm^2 es un calibre 6 A.W.G.-T.W.

Por lo tanto el conductor seleccionado para alimentar esta máquina sera un calibre 4 A.W.G.-T.W. por fase.

b) Cuando se tiene un tablero alimentando un grupo de motores.

En este inciso nos ocuparemos de mostrar el cálculo del conductor alimentador para el tablero "M".

Los motores que están alimentados por este tablero, son los siguientes:

(motores números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,
14, 15, 16 y 17)

y sus corrientes nominales podrán observarse en el inciso No. 3 de este capítulo.

- Cálculo del conductor alimentador por capacidad de conducción de corriente.

De la ecuación:

$$I_t = 1.25 (I_M) + (S I_n) (F.D.)$$

Donde:

I_t = Corriente total (Amp.)

I_M = Corriente nominal del motor de mayor capacidad.

$S I_n$ = Suma de las corrientes nominales de los demás motores

F.D. = Factor de demanda. (0.8)

Sustituyendo valores:

$$I_t = (1.25) (51.1) + (355.09) (0.8)$$

$$I_t = (63.875) + (284.07)$$

$$I_t = 347.945 \text{ Amp.}$$

Con este valor de corriente, de la tabla de conductores por capacidad de conducción de corriente, se tiene que el conductor inmediato superior a los 347.9 - amp. corresponde a un calibre 500 M.C.M.-T.H.W., con una capacidad de 380 amp.

- Calculo del conductor alimentador por caída de tensión. 118.

De la fórmula:

$$S = \frac{(2) (1.732) (L) (I_t)}{(V_f) (e\%)}$$

De donde:

S = Sección transversal del conductor en mm²

L = Longitud del tablero a la carga (4.5 mts.)

I_t = Corriente total del circuito. (347.94 Amp.)

V_f = Voltaje entre fases. (220 Volts.)

e% = Caída de tensión (3)

Sustituyendo valores:

$$S = \frac{(2) (1.732) (4.5) (347.94)}{(220) (3)} = 8.2 \text{ mm}^2.$$

Con este valor, y utilizando la tabla de la sección transversal de los conductores, proporcionada por fabricantes, se tiene que el valor inmediato superior al calculado, corresponde a un calibre No. 8 - A.W.G., por fase.

Analizando los dos resultados obtenidos de los cálculos, el conductor seleccionado será aquel que cubra con los requerimientos de capacidad de conducción de corriente y también de caída de tensión; por lo tanto, el conductor seleccionado será un calibre 500 M.C.M.- T.H.W. por fase.

5.0.- Criterio de selección de canalizaciones.

Hay diversas formas de instalar cables de fuerza en plantas industriales, siendo responsabilidad del ingeniero el seleccionar el método más adecuado para su aplicación, en cada caso.

Cada manera podrá transportar energía con un grado único de confiabilidad, seguridad, y calidad para cualquier conjunto de condiciones específicas.

Estas condiciones incluyen la cantidad y características de energía a ser transmitida, la distancia de transmisión y el grado de exposición a condiciones mecánicas y ambientales adversas.

Entonces, se entiende por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de ma-

nera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación, además protejan a las instalaciones contra incendios por arco eléctrico que se presentan en condiciones de corto circuito.

Los medios de canalización más comunes en las instalaciones eléctricas son:

- Tubos conduit.
- Ductos.
- Charolas.
- Cables subterráneos.
- Electroductos (Barras aisladas)

5.1.- Tubos conduit.

El tubo conduit es un tipo de tubo de metal usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones.

Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero ó aleaciones especiales, los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pared gruesa, delgada y extradelgada, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared del tubo.

Los sistemas de tubo conduit rígidos ofrecen un alto grado de protección mecánica en instalaciones aéreas.

Desafortunadamente, este sistema es de alto costo y por ésta razón su uso es superado, cuando es posible, por otros tipos de conduit.

5.2.- Ductos.

Los ductos son otro medio de canalización de conductores eléctricos que se usan sólo en las instalaciones eléctricas visibles debido a que no se pueden montar embutidos en pared o en concreto. Se fabrican en lámina de acero, de sección cuadrada o rectangular, con tapas atornilladas y su aplicación se encuentra en instalaciones industriales.

Los conductores se llevan dentro de los ductos en forma similar al caso de los tubos conduit y se pueden usar para circuitos alimentadores y circuitos derivados y su uso no está restringido, ya que se puede emplear también en edificios multifamiliares y de oficinas. Su instalación requiere de algunas precauciones como por ejemplo, que no existan tuberías de agua cercanas, o bien se prohíbe su uso en áreas catalogadas como peligrosas.

Los ductos ofrecen ventajas en comparación con los tu
bos conduit debido a que ofrecen mayor espacio para -
alojar conductores y son más fáciles de alambrear; -
esto en sistemas menores de distribución en donde por
un mismo ducto se pueden tener circuitos múltiples. -
Dentro de las desventajas que presentan podemos men -
cionar que requieren de un mantenimiento mayor.

Solo se puede instalar 30 conductores de energía por
cada ducto.

5.3.- Charolas.

Una charola es un conjunto de secciones y conexiones,
metálicas o de otros materiales no combustibles, que
forman una estructura rígida continua usada para so -
portar cables.

Estos soportes pueden correr en forma horizontal, ver
tical y pasamuros, y se esta haciendo cada vez más -
popular su sistema de instalación ya que presenta las
siguientes ventajas: flexibilidad, acceso fácil para
reparaciones y adiciones de cables y ahorro de espa -
cio.

Su unica desventaja sería un alto costo de instala -
ción inicial, ya que requiere de un gran número de -

soportes, a intervalos de separación de acuerdo a los ^{123.}
indicados por tablas según el peso de los conductores
que lleva.

5.4.- Cables subterrneos.

Este método se usa donde es poca o nula la necesidad de mantenimiento. Existen tres formas de instalación para cables subterrneos que son:

I.- Directamente enterrados.

II.- En ductos subterrneos.

III.- En trincheras.

I.- Directamente enterrados: Los conductores se encuentran en contacto directo con el terreno y la tierra circundante le sirve para disipar el calor generado en el conductor.

II.- En ducto subterneo: Los conductores se encuentran en contacto directo con el aire contenido en el ducto y éste es el que sirve para disipar el calor generado en los conductores, transmitiéndolo al material del ducto o canalización y este a su vez al terreno.

III.- En trincheras: Las instalaciones en trincheras se hacen de tres formas:

- Con ménsulas.
 - Con ménsulas y canalización.
 - Directamente sobre el piso de la trinchera.
- Con ménsulas.- Los conductores van colocados sobre ménsulas apoyadas en la pared, éstas pueden ir colocadas en varios niveles para alojar un gran número de conductores, (hasta 30 de energía).
- Con ménsulas y tubo conduit.- Este tipo de arreglo se utiliza en tramos en que la trinchera no es registrable y los conductores van dentro de la canalización y ésta trabaja como ducto subterráneo.
- Directamente sobre el piso de la trinchera.-- En esta forma los conductores se encuentran en contacto con el aire y éste le sirve para disipar el calor generado por los conductores, los cuales se instalan en grandes canti-

125.

dades pero nunca más de 30 que lleven energía; los demás solo podrán llevar señales momentáneas.

CAPITULO VIII.- TABLERO PRINCIPAL Y DERIVADOS.

1.- I n t r o d u c c i ó n .

La constante evolución de las áreas comerciales e industriales de nuestro país, han originado que los sistemas de energía eléctrica sean más complejos, tanto por la gran cantidad de energía consumida que involucran, como por la eficacia con que deben detectarse y eliminarse las condiciones anormales que ponen en peligro la continuidad del servicio y la vida de los equipos.

Las industrias de la construcción, químicas, minera, del transporte, electricidad y manufacturas, pivotes del desarrollo nacional, requieren de eficaces sistemas de distribución de energía eléctrica para satisfacer sus necesidades.

Dichos sistemas de distribución, para que sean seguros y económicos en su operación, deberán diseñarse basándose en el empleo de materiales y equipos fabricados conforme a los últimos adelantos tecnológicos.

Los tableros de distribución tipo autosoportados deben cumplir los siguientes requisitos:

- Gabinetes adecuados al medio en que van a operar.

- 127.
- Amplia selección de los rangos y capacidades de barras y conectores para lograr una instalación más adecuada, versátil y económica.
 - Interruptores termomagnéticos, de fusibles y electromagnéticos con características y capacidades de acuerdo a las necesidades, para una operación segura y protección eficaz.

Existen cuatro tipos de tableros de distribución:

- Tableros con interruptores electromagnéticos.
- Tableros con interruptores termomagnéticos montados horizontalmente.
- Tableros con interruptores termomagnéticos montados verticalmente.
- Tableros con interruptores de fusibles.

Con estos cuatro tipos se pueden hacer múltiples combinaciones, siendo la más común el tablero de distribución con interruptores electromagnéticos y con interruptores termomagnéticos montados horizontalmente.

2.0.- Selección básica del equipo.

Los tableros de distribución constan de cuatro elementos básicos y uno opcional.

- Gabinete.
- Barras.
- Conectores.
- Interruptores.
- Accesorios.

2.1.- Primer componente básico: Gabinete.

Este componente es una envolvente que se fabrica de lámina estirada en frío, contiene y confina el resto de los elementos del tablero de distribución.

Dicho gabinete se puede fabricar para uso interior NEMA I cuando el tablero se instala bajo techo en un ambiente libre de polvo.

También se puede fabricar para instalarse en un ambiente contaminado de polvo, pelusa, fibras suspendidas en el ambiente, salpicaduras ligeras y filtraciones, este tipo de construcción se clasifica como NEMA 12.

El gabinete se dimensiona de acuerdo con el equipo que contendrá, considerando la ventilación necesaria para mantener la sobre elevación de temperatura abajo del valor permitido por las normas.

2.2.- Segundo componente básico: Barras.

La función de este componente es la de conducir la corriente a lo largo de todos y cada una de las secciones.

Se pueden instalar barras de cobre o aluminio, este último material por ser más ligero y económico, representa un considerable ahorro. Cuando se requiere conducir cargas muy grandes, es conveniente el uso de barras de cobre, material que por tener mayor conductividad permite ahorro de espacio.

Todas las barras de los tableros de distribución, se suministran con perforaciones espaciadas en forma modular en toda su longitud con el fin de facilitar cualquier cambio o modificación, por ejemplo:

- Reemplazar un interruptor por otro de marco diferente.
- Adicionar interruptores y en general hacer arreglos del tablero de distribución.

2.3.- Tercer componente básico: Conectores.

Este componente tiene la doble función de unir eléctricamente a las barras con los interruptores y de soportar al interruptor.

Al igual que las barras, los conectores pueden ser de cobre o de aluminio y se fabrican por un proceso de troquelado en frío para la mayoría de los tableros y maquinados para los tableros con interruptores termomagnéticos montados verticalmente.

Dichos conectores cuentan con una alta resistencia mecánica que les permite soportar los esfuerzos de corto circuito, su avanzado diseño facilita un firme contacto de baja resistencia eléctrica, que reduce el calentamiento por el paso de la corriente, lo que proporciona una operación más eficiente.

Tanto las barras como los conectores, reciben un tratamiento galvanoplástico en la superficie para evitar la corrosión causada por par galvánico.

A las barras de aluminio se les aplica un recubrimiento de estaño y a las de cobre uno de plateado en los puntos de unión permitiendo con esto un perfecto contacto eléctrico libre de oxidación y corrosión.

2.4.- Cuarto componente básico: Interruptores.

Este es un dispositivo que sirve para abrir y cerrar-- un circuito por medios no automáticos, y para abrir un circuito automáticamente cuando se presente una falla, sin que el interruptor ni dispositivos cercanos a él,-- sufran daño alguno.

Existen tres tipos de interruptores para instalar en - los diferentes tipos de tableros autosoportados; estos interruptores son:

- Interruptores termomagnéticos.
- Interruptores electromagnéticos.
- Interruptores de fusibles.

Los cuales se seleccionan de acuerdo con las necesida- des y requerimientos eléctricos de cada instalación.

Accesorios.- Este elemento que es opcional y de uso - común. Se puede agrupar en dos ramas:

- Equipo de medición.
- Equipo de señalización.
- Relevadores.

3.0.- Selección de tableros de distribución.

- Tablero de distribución con interruptores termomagnéticos montados horizontalmente.

En este tipo de tableros los cuales operan a 240 ó 480 volts, se utilizan los interruptores termomagnéticos de tipo industrial de 1, 2 y 3 polos desde 15 hasta 1000 amperes en sus diferentes marcos de capacidad interruptiva normal y alta, los cuales se montan en forma horizontal.

En cada sección se puede instalar hasta:

- 42 interruptores de 1 polo marco de 100 amperes o el equivalente en los marcos mayores.
- Combinaciones de los mismos.

En estos tableros se pueden instalar barras de cobre ó aluminio con capacidad hasta 6,000 amperes, que soportan corrientes de corto circuito hasta de 75 mil amperes.

- Tablero de distribución con interruptores termomagnéticos montados verticalmente.

Este tipo de tableros pueden operar a 240 ó 480 volts, y los interruptores termomagnéticos empleados en

ellos se montan en forma vertical desde 15 hasta -
2,000 amperes de capacidad interruptiva normal y al -
ta.

En cada acción se puede instalar un máximo de:

- 24 circuitos monofásicos en el marco de 100 amperes -
o el equivalente en marcos mayores.
- Combinaciones de los mismos.

Este tipo de tableros se pueden suministrar con barras
de cobre o aluminio soportadas para resistir esfuerzos
de corto circuito de 75 KA con capacidad de carga -
hasta 6,000 amperes.

- Tableros de distribución con interruptores electro -
magnéticos, para operar a 240, 480 ó 600 volts.

Este tipo de tableros emplea los interruptores (de -
potencia) electromagnéticos, los cuales pueden ser de
operación manual ó eléctrica y de montaje fijo o remo-
vable, por sección se pueden instalar como máximo:

- 4 interruptores 30 H-3, marco de 800 amperes, o
- 4 interruptores 50 H-3, marco de 1,600, 2,000 y 3,200 amperes, o
- 2 interruptores 75 H-3, marco de 4,000 amperes, o
- 1 interruptor 100 H-3, marco de 6,000 amperes.

134.

Las barras para este tipo de tableros pueden ser de aluminio o cobre y su capacidad puede ser hasta de 6,000 amperes, soportadas para resistir esfuerzos de corto circuito de hasta 130,000 amperes

- Tableros de distribución con interruptores de fusibles, para operar a 240, 480 ó 600 volts.

En sistemas de distribución donde la capacidad interruptiva requerida no se puede cubrir con interruptores termomagnéticos, la solución es utilizar interruptores de fusibles, los cuales tienen una capacidad interruptiva de hasta 200,000 amperes.

En cada sección se pueden instalar como máximo:

- 24 interruptores de fusibles de 30 amperes o el equivalente en marcos mayores, los cuales van desde 60 hasta 1,200 amperes.

La capacidad de carga de las barras generales pueden ser hasta de 6,000 amperes.

Para seleccionar el tipo adecuado de tablero de distribución, es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tensión o voltaje.
- Capacidad de carga en las barras.
- Capacidad en amperes de las zapatas o interruptor general.
- Tamaño o calibración de cada uno de los circuitos derivados.
- Potencia de corto circuito del sistema.
- Medio ambiente en que instalará el tablero para determinar el tipo de gabinete apropiado.

4.- Cálculo y selección de interruptores de los tableros derivados y tablero principal.

a).- Tableros derivados.

A manera de ejemplo presentamos la selección y cálculo del interruptor del tablero "P". Para los demás tableros derivados se utilizó la misma secuencia.

Para el cálculo del interruptor principal se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = 2 I_M + SI$$

Donde:

I = Corriente Total.

I_M = Corriente nominal del motor mayor.

SI = Sumatoria de las corrientes nominales de los demás motores.

2 = Factor de corrección para interruptores termomagnéticos.

Sustituyendo los valores, proporcionados en el Capítulo VII, inciso 3, tendremos:

$$I = 2(76.8) + (712.96) = 866.56 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto, para la protección del Tablero "P", - se debe usar un interruptor termomagnético de 900 - Amp. Tipo MA 36900 de la marca Square D I Line.

b).- Tablero Principal de Baja Tensión.

De la ecuación:

$$I = 2 I_M + S I$$

De donde:

I = Corriente total

I_M = Corriente nominal del tablero de mayor consumo

ΣI = Suma de las corrientes nominales de los demas tableros.

Sustituyendo los valores, presentados en el Capitulo IX, inciso 2, tendremos que:

$$I = 2(485.74) + (1,129) = 2,100 \text{ A}$$

Con este valor obtenido, las características del interruptor seleccionado deberán ser:

- 1.- Interruptor electromagnetico en aire de -
baja tensión.
- 2.- Tipo DS-532
- 3.- Voltaje 240 V
- 4.- Rango 1,200 - 3,200 A
- 5.- Marca Square D.

CAPITULO IX .- T R A N S F O R M A D O R .

CAPITULO IX.- TRANSFORMADOR.

1.0.- I n t r o d u c c i ó n .

Un transformador es un dispositivo eléctrico, sin partes en movimiento que por inducción electromagnética - transforma la energía eléctrica de uno o más circuitos a la misma frecuencia, con valores combinados, generalmente de tensión y corriente, conservando la potencia.

Los voltajes de generación están entre 480 y 15,000 - volts. generalmente, y son, por lo tanto, muy pocas - las instalaciones que no requieren transformación. - Casi toda instalación industrial incluye transformadores y sufre los efectos de la intercalación de induc - tancias no lineales.

Los transformadores se clasifican en:

- a) Potencia: Los de mas de 500 KVA ó más de 69 KV.
- b) Distribución: los que no pasan de 500 KVA y de - 69 KV.
- c) Utilización: los de 200 KVA ó menos y 15 KV ó me - nos.

La especificación de un transformador consiste de los siguientes datos fundamentales:

- 1.- Número de fases.
- 2.- Capacidad en KVA.
- 3.- Frecuencia.
- 4.- Voltaje y nivel de aislamiento de cada circuito.
- 5.- Conexión interna o externa de cada devanado.
- 6.- Elevación de temperatura.
- 7.- Altura de operación.
- 8.- Medio aislante.
- 9.- Método de refrigeración.
- 10.- Características eléctricas.
- 11.- Características mecánicas.
- 12.- Dimensiones y peso límites.
- 13.- Equipo complementario.

2.0.- Cálculo de la capacidad del transformador en KVA.

La capacidad nominal de un transformador, se define -
como los KVA que su devanado secundario es capaz de -
operar por un tiempo específico, bajo condiciones de -
tensión y frecuencia de diseño, sin que la temperatura
promedio de un devanado exceda de 65° C., sobre una -
temperatura promedio de 30° C., y máxima de 40° C.

Es muy importante que el responsable de la instala -
ción calcule en forma correcta los KVA de transforma -
ción que necesita, pues en caso contrario se llegará -
a la situación de tener capacidad ociosa, lo que re -
presentará valores altos de corriente de excitación y -
una capacidad no amortizable. Ambos casos son costos -
que representan pérdidas para el usuario.

A continuación damos a conocer la forma de calcular -
los KVA del transformador:

| | |
|--|-------------|
| - Tablero "A" con una corriente demandada de | 75.33 Amp. |
| - Tablero "B" con una corriente demandada de | 73.48 Amp. |
| - Tablero "C" con una corriente demandada de | 22.60 Amp. |
| - Tablero "D" con una corriente demandada de | 10.18 Amp. |
| - Tablero "F" con una corriente demandada de | 31.30 Amp. |
| - Tablero "G" con una corriente demandada de | 7.00 Amp. |
| - Tablero "H" con una corriente demandada de | 7.00 Amp. |
| - Tablero "J" con una corriente demandada de | 7.00 Amp. |
| - Tablero "K" con una corriente demandada de | 2.00 Amp. |
| - Tablero "L" con una corriente demandada de | 4.00 Amp. |
| - Tablero "M" con una corriente demandada de | 162.50 Amp. |
| - Tablero "N" con una corriente demandada de | 137.24 Amp. |
| - Tablero "O" con una corriente demandada de | 80.22 Amp. |
| - Tablero "P" con una corriente demandada de | 315.93 Amp. |
| - Tablero "Q" con una corriente demandada de | 485.74 Amp. |
| - Tablero "R" con una corriente demandada de | 90.90 Amp. |
| - Tablero "S" con una corriente demandada de | 102.64 Amp. |

Total de corriente demandada 1,615.06 Amp.

Empleando la ecuación:

$$Pa = (1.732) (E) (I) = \text{KVA.}$$

Donde:

Pa = Potencia necesaria del transformador en KVA

E = Tensión en Kilovolts.

I = Total de corriente demandada en A.

Sustituyendo valores:

$$Pa = (1.732) (.220) (1,615.06) = 615.40 \text{ KVA.}$$

Por razones de flexibilidad y por consiguiente, seguridad del suministro de la carga, se recomienda la instalación de un transformador de 750 KVA.

3.0.- Especificaciones del equipo.

Estas especificaciones cubren el diseño, la manufactura y las pruebas de un transformador de potencia.

El transformador debe cumplir con las últimas revisiones de las Normas y Reglamentos:

Normas de la Secretaría de Comercio (D.G.E.) México.

Normas A.N.S.I. (U.S.A.)

Normas N.E.M.A. (U.S.A.)

El equipo especificado en los siguientes incisos es el imprescindible, pero el transformador deberá contar con todos los materiales, instalaciones y accesorios necesarios para que permitan considerarlo como equipo totalmente terminado y listo para operación inmediata.

3.1.- Características principales.

El transformador deberá tener las siguientes características principales:

Capacidad 750 KVA.

Tipo de enfriamiento 0A - Enfriamiento propio medio de aceite aislante.

| | | |
|---|--|------|
| Servicio | Interior | 145. |
| Tensión y conexión del primario: | 23 KV. - Delta. | |
| Tensión y conexión del secundario: | 220 / 127. - Estrella. | |
| Fases: | 3 | |
| Frecuencia: | 60 HZ. | |
| Sobrecalentamiento: | 55/65 ⁰ C., Sobretemperatura ambiente considerada de 25 ⁰ C., con máximo de 40 ⁰ C. | |
| Neutro: | Fuera de Tanque. | |
| Impedancia mínima garantizada: | 5.57% | |
| Clase de aislamiento A.T.: | 15,000 V. | |
| Clase de aislamiento B.T.: | 600 V. | |
| Nivel básico al impulso (B.I.L.) en A.T.: | 150 KV. - Norma oficial - DGN-J-116-1967. | |
| Nivel básico al impulso (B.I.L.) en B.T.: | 15-1500 V. - Norma oficial DGN-J-116-1967. | |

Derivaciones en el primario: 146.
5 derivaciones de 1000 -
(1 arriba y 4 abajo del -
voltaje nominal en A.T.).

Elevación sobre Nivel del mar: 2,300 m.s.n.m.

Las derivaciones podrán operarse manualmente desde fuera del tanque solamente cuando el transformador se encuentre desenergizado.

Se diseñara para que su máxima eficiencia sea al 100% de la carga con un mínimo de 98.5%.

Deberá resistir en caso de una emergencia una operación al 110% del voltaje nominal durante un período de tiempo indefinido.

3.2.- Construcción.

El transformador constará de un tanque de placa de acero soldada, con tubos y cabezales de acero soldados, cubierta soldada, orejas o ganchos para levantamiento del tanque y orejas o argollas de suspensión para levantar la cubierta, y terminales o conectores para puesta a tierra del tanque por medio de un cable de cobre desnudo Cal. No. 4/0 A.W.G.

El transformador deberá estar equipado con registro -
de inspección y válvula de sobrepresión autorresella -
ble.

Todas las juntas en el tanque del transformador, re -
gistro de inspección, boquillas (Bushings), etc., es -
tarán debidamente selladas y atornilladas de modo que -
hagan un sello perfecto.

Las pruebas al transformador se harán del modo y en -
el orden que indican las últimas revisiones a las Nor -
mas A.N.S.I.

El fabricante deberá entregar un certificado con el -
resultado de las pruebas.

CAPITULO X.- SELECCION DE LA SUBESTACION.

CAPITULO X.- SELECCION DE LA SUBESTACION.**I.- I n t r o d u c c i ó n .**

La subestación eléctrica se define como el conjunto de elementos integrados que transforman, distribuyen, controlan y miden la energía eléctrica proveniente de las plantas generadoras, líneas de transmisión ó líneas de distribución en alta tensión.

Dentro de las subestaciones eléctricas tenemos que se pueden clasificar de acuerdo al tipo de servicio y al tipo de construcción.

Por su servicio pueden ser:

- a) Tipo intemperie.- Estas subestaciones se instalan en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño y equipo especial capaz de soportar condiciones atmosféricas adversas (lluvia, viento, nieve, etc.).
- b) Tipo interior.- En este tipo de subestaciones el equipo y diseño de la subestación están adaptados para operar en lugares protegidos de los cambios climáticos.

Por su construcción pueden ser:

- a) Compactas.- También llamadas unitarias. En estas subestaciones el equipo se encuentra protegido por gabinetes y el espacio es muy reducido. Pueden construirse para servicio interior ó para servicio exterior.
- b) Convencionales.- El equipo que se instala en este tipo de subestaciones, también llamadas abiertas, se coloca en estructuras metálicas, se aíslan tan solo por una malla de alambre, es decir, no va en gabinetes. Pueden construirse para servicio interior y exterior.

2.0.- Descripción General.

Las siguientes especificaciones cubren el diseño, la manufactura y las pruebas de una subestación unitaria tipo compacto para la operación, control y protección de un transformador de distribución. La subestación en cuestión deberá cumplir con las últimas revisiones de las siguientes Normas y Reglamentos aplicables:

Normas de la Secretaría de Comercio D.G.E. (México).

Normas ANSI (U.S.A.).

Normas NEMA (U.S.A.).

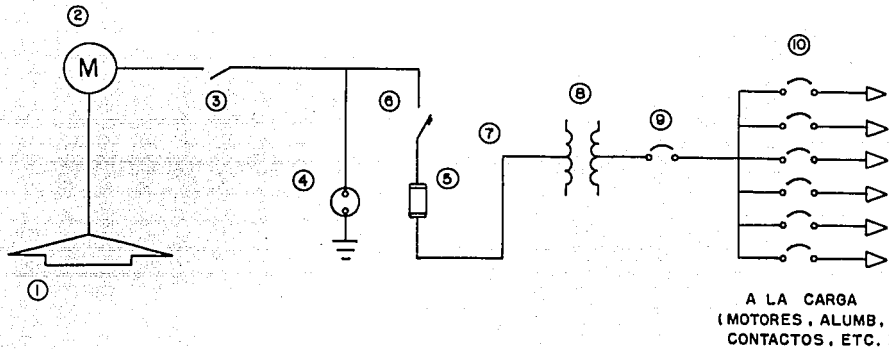
El equipo especificado en los siguientes incisos es -
el imprescindible, pero la subestación deberá contar -
con todos los materiales e instalaciones necesarias, -
que permitan considerarla como equipo totalmente termi
nado y listo para operación inmediata. Ver dibujo No. 2.

2.1.- Elementos que la conforman.

La subestación deberá ser blindada, tipo compacto, de
frente muerto, autosoportada y adecuada para la opera
ción, control y protección de un transformador de dis
tribución de 750 KVA, 3 fases, 20-23 KV - 220/127 -
VCA., 60 Hz.

La subestación constará fundamentalmente de cuatro ga
binetes o celdas individuales, ensambladas en fábrica,
formando un arreglo de un solo frente, de dimensiones-
adecuadas y estandar, montadas en un juego común de -
canales de acero para facilitar su manejo e instala -
ción.

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION.



- 1.- ACOMETIDA C.F.E. EN A.T.
- 2.- EQUIPO DE MEDICION EN A.T.
- 3.- CUCHILLAS DE OPERACION.
- 4.- APARTARRAYOS.
- 5.- FUSIBLES DE POTENCIA.
- 6.- INTERRUPTOR DE OPERACION CON CARGA.
- 7.- SECCION DE ACOPLAMIENTO.
- 8.- TRANSFORMADOR.
- 9.- INTERRUPTOR GENERAL DE B.T.
- 10.- INTERRUPTORES DERIVADOS DE B.T.

DIBUJO No. 2

Las celdas que integran la subestación serán las siguientes: Ver dibujo No. 3.

- a) Celda de medición.
- b) Celda de cuchillas de paso.
- c) Celda de seccionador.
- d) Celda de acoplamiento (opcional).

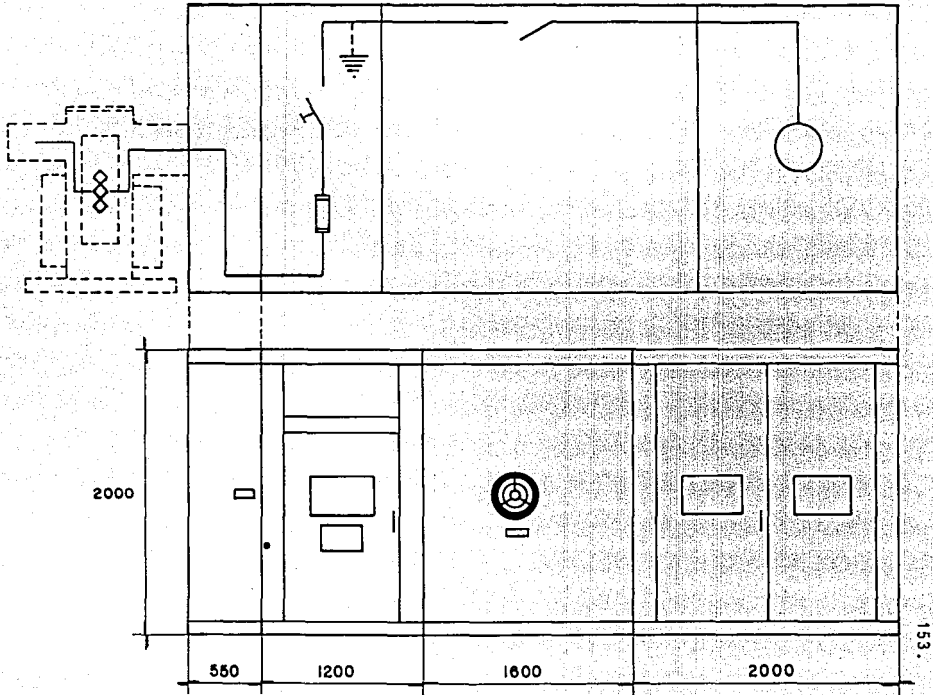
La subestación será para servicio interior y para operar bajo las condiciones ambientales del Distrito Federal y Area Metropolitana.

La subestación deberá contar con el espacio necesario para recibir los cables alimentadores, alojar el equipo necesario y soportar las barras ó buses de fuerza y de tierra en forma adecuada, según mandan los ordenamientos de los estandares o normas de fabricación establecidos para este tipo de equipo.

El diseño de la subestación será tal que permita el acoplamiento a la izquierda con la garganta del transformador de distribución mencionado en el inciso 2.1- cuyas características se dan en el capítulo No. 9.

Las celdas ó gabinetes de la subestación deberán tener puertas al frente, colocandose en ellas los elementos de mando y leyendas que se especifiquen.

DIBUJO No. 3



3.0.- Características Generales.

La subestación tendrá las siguientes características principales:

| | |
|-------------------|-----------------|
| Fases | 3 |
| Hilos | 3 |
| Frecuencia | 60 Hz. |
| Tensión | 20-23 KV |
| Capacidad | 750 KVA |
| Aislamiento Clase | 25 KV |
| Corriente | 400 A. |
| Servicio | Interior NEMA I |

Sus características de corriente deben ser:

Corriente nominal 400 A.

Corriente de operación 20 A.

Todas las barras de los buses deberán ser de cobre, - de dimensiones adecuadas, e iran soportadas de tal - manera que puedan resistir los esfuerzos mecánicos - originados por un corto circuito.

Los gabinetes de la subestación deberán ser ensamblados en la fábrica, contruidos cada uno de ellos con-

estructura de perfiles de acero que les proporcione - la rigidez necesaria para autosoportarse, formando un arreglo de un solo frente, de dimensiones adecuadas y estandar, montados sobre un juego común de canales de acero para facilitar su manejo e instalación.

La estructura de cada uno de los gabinetes debiera que dar cubierto con lámina de acero rolada en frio calibre No. 12 U.S.S.G. como mínimo, ya sea en las partes fijas, como en las puertas, que deberán ir embisagradas, sellandose todas las juntas con Neopreno.

Todos los gabinetes deberán recibir un acabado interior en semi-mate, de color gris claro ASA No. 61 - preferentemente y el acabado exterior será de preferencia de color gris oscuro igual al ASA No. 24, previa limpieza, desoxidación y bonderizado por inmersión en caliente a todas las partes metalicas que lo forman.

Los compartimientos de los gabinetes deberán quedar aislados entre si por medio de tapas o puertas y no tendrán partes vivas expuestas, formando así un tablero de frente muerto.

La subestación deberá estar solidamente conectada a una barra de cobre de 6 x 50 mm. (1/4" x 2") común a

156.
todos los gabinetes para la conexión a la red general de tierras con las instalaciones necesarias para colocar en cada uno de los extremos un conector para recibir un cable desnudo calibre No. 4/0 A.W.G. (dichos conectores deberán incluirse).

La barra o bus de tierra deberá correr a todo lo largo de la subestación con conexiones efectivas a los gabinetes y elementos metálicos no energizados, y se deberá localizar en la parte inferior de la misma.

Las puertas de los gabinetes podrán tener ventanas de inspección con vidrios inastillables de resistencia suficiente para soportar eventuales sobrepresiones internas, amplias manijas con portacandados para asegurar la posición de cerrado, chapas con llave en las puertas de la sección de medición y en la del seccionador, con bloqueo mecánico en la puerta de este último, para evitar que sean abiertas, estando el interruptor en posición de cerrado para la prevención de posibles accidentes.

4.0.- Leyendas.

La subestación deberá llevar, en un lugar visible, una placa con la leyenda que se especifique.

157.

Cada uno de los gabinetes o celdas de la subestación -
llevará su propia leyenda, correspondiente al equipo -
contenido o a la función desempeñada, localizada en -
la cara exterior de la puerta de la celda respectiva.

La subestación deberá llevar la siguiente leyenda -
centrada en la unidad:

"Subestación General de 750 KVA. 20-23 KV. 3 Ø. 60 Hz"

La alimentación a la subestación será por piso por me -
dio de cables aislado para 25 KV, a partir de la aco -
metida de la Cía. suministradora de energía en la -
zona.

La subestación deberá estar diseñada para permitir la
entrada de los cables alimentadores de energía, alo -
jar el equipo proporcionado por la C.F.E. y proveer -
los soportes y accesorios necesarios para la sujeción
de terminales, etc., por lo tanto, deberán dejarse -
los espacios necesarios para tal efecto.

La subestación deberá contener el siguiente equipo, -
indicado por gabinete o celdas progresivas y siguien -
do el orden de derecha a izquierda.

4.1.- Celda No. 1.- Leyenda "Medición."**Equipo:**

- a) Esta celda estará destinada para alojar las terminales de los cables alimentadores y el equipo de medición de la Cía. suministradora de energía eléctrica y deberá estar diseñada para cumplir plenamente con los requerimientos exigidos para tal efecto por la Comisión Federal de Electricidad.
- b) Juego de barras principales con soporte, conexiones y accesorios necesarios.
- c) Barra o bús de tierras con soporte, conexiones y accesorios necesarios, incluyendo un conector mecánico para recibir un cable de cobre desnudo calibre 4/0 A.W.G.

4.2.- Celda No. 2.- Leyenda "Cuchillas de paso 20-23 KV".**Equipo:**

- a) Esta deberá contener un juego de tres cuchillas monopolares de un tiro para 25 KV, 400 amps., de operación en grupo sin carga y con accionamiento por medio de volantes o palancas desde el frente de la celda.

Las palancas o volantes de accionamiento de las cu
chillas deberán contener bloqueo mecánico.

b) Juego de barras principales con soportes, conexio-
nes y accesorios necesarios.

c) Barra o bús de tierra con soportes, conexiones y -
accesorios necesarios.

4.3.- Celda No. 3.- Leyenda "Interruptor Principal 20-23 KV".

Equipo:

a) Esta sección deberá contener un interruptor o sec-
cionador en aire, combinado con fusibles de alta -
capacidad interruptiva, de operación con carga y -
de las siguientes características generales:

| | |
|----------|--|
| Servicio | Control y protección de un transformador de dis- tribución de 750 KVA, - 20-23-220/127 VCA. |
|----------|--|

| | |
|-----------------|--------|
| Tensión nominal | 25 KV. |
|-----------------|--------|

| | |
|----------------------|----------|
| Tensión de operación | 20-23 KV |
|----------------------|----------|

| | |
|--------------------------|---------|
| Tensión de impulso (BIL) | 150 KV. |
|--------------------------|---------|

| | |
|--------------|---|
| No. de polos | 3 |
|--------------|---|

| | |
|------|---|
| Tiro | 1 |
|------|---|

| | | |
|-------------------------------|---|------|
| Corriente nominal | 400 a | 160. |
| Corriente de operación | 20 a | |
| Capacidad de cierre con carga | 400 a | |
| Operación | Manual en grupo por medio de palanca desde el frente del tablero con mecanismo de energía almacenada. | |
| Montaje | Fijo | |
| Bloqueo | Mecánico entre el mecanismo de operación y la puerta de la celda respectiva. | |
| Protección | De sobrecorriente y corto circuito. | |

NOTA:

El interruptor o seccionador de fusibles deberá incluir un dispositivo que abra las tres fases en caso de que se funda algún fusible u opere algún relevador de sobrecarga, los cuales también deberán suministrarse.

Los fusibles deberán ser de capacidad adecuada para la protección del transformador de 750 KVA.

- b) Juego de barras principales con soportes, conexiones y accesorios necesarios.
- c) Barra o bús de tierra con soportes, conexiones y accesorios necesarios.

- d) Un juego de tres apartarrayos autovalvulares para -
20-23 KV, 60 Hz.

4.4.- Celda No. 4.- Leyenda "Acoplamiento 20-23 KV".

Equipo:

- a) Esta celda contendrá todos los accesorios para -
efectuar el acoplamiento a la izquierda con la gar-
ganta del transformador de 750 KVA.

NOTA:

En el caso en el que el transformador no sea sumi -
nistrado por el proveedor de la subestación, se pro
porcionará la información de las dimensiones de la
garganta, así como demás datos necesarios para -
obtener un acoplamiento correcto entre subestación -
y transformador.

- b) Juego de barras principales con soportes, conexión -
nes y accesorios necesarios.
- c) Barra y bús de tierra con soportes, conexiones y -
accesorios necesarios.

**ESTUDIO ECONOMICO PARA AHORRAR DINERO EN
INSTALACIONES ELECTRICAS.**

I n t r o d u c c i ó n .

Luego de escoger el producto y el calibre, y despues de diseñar la instalación de acuerdo a las normas se llega a uno de los temas más delicados durante el proyecto: la economía. Es muy común que busquemos por todos los medios, y generalmente optamos por comprar materiales de mala calidad, solo porque son más baratos.

Sin embargo, al pensar en una instalación que vaya a ser confiable, duradera y a la vez económica, no podemos pensar en que adquirir conductores eléctricos baratos sea lo más económico, porque aunque su costo inicial sea menor, su utilización provoca que la instalación sea riesgosa, molesta por las averías que cause, efimera, porque no durara muchos años trabajando y costosa por las pérdidas ocasionadas por calentamientos excesivos.

Así, el emplear conductores de mala calidad no significa un ahorro real, ya que aunque paguemos menos por adquirirlos, pagaremos más por utilizarlos, ya que los problemas que ocasionan representan pérdidas de dinero (por repa -

163.
ración o reinstalación), de prestigio (porque nuestro tra -
bajo deberá repetirse en unos cuantos años) y de clientes -
por entregar trabajos de mala calidad.

Con esto queremos presentarle cuatro posibles tipos
de ahorro que son:

- 1) Cambio en el tipo de producto.
- 2) Cambio del fabricante seleccionado
- 3) Cambio en el calibre del conductor
- 4) Cambio en el tipo de instalación.

1) AHORRO POR CAMBIO EN EL TIPO DE PRODUCTO.

Los dos productos que más se manejan en instalacio -
nes de baja tensión (domésticas, residenciales e industria -
les) son los alambres y cables TW Antillama 60° C. (tipo TW)
y los cables Vinanel Antillama 90° C. (tipo THW). Es bien -
sabido que los productos TW son más económicos porque están -
diseñados para resistir solamente temperaturas de 60° C en -
el conductor, mientras que los productos Vinanel tienen un -
precio inicial un poco más alto por que resisten hasta 90° C
en el conductor, característica que permite conducir más co -

riente que los TW, para un mismo calibre.

Cuando usted piensa instalar conductores TW Antillama 60° C puede sustituirlos por conductores Vinanel Antillama 90° C tomando en cuenta los siguientes detalles:

a) Si la temperatura ambiente del sitio de instalación es mayor de 40° C, puede instalar el conductor Vinanel de calibre inferior sin riesgos, revisando la caída de tensión.

b) Si la temperatura ambiente del sitio de instalación es menor de 40° C, puede instalar el conductor Vinanel de calibre inferior siempre y cuando su primer cálculo realizado con conductores TW demuestren que dicho conductor TW tiene 5 amperes de sobra con respecto a la corriente del circuito y revisando la caída de tensión.

c) Si la caída de tensión calculada con conductores TW es del 2% para circuitos derivados o del 3.14% para el conjunto alimentador más derivado, puede utilizar el conductor Vinanel de calibre inferior sin problemas de caída de tensión.

d) En todos los casos en que se sustituya un conductor TW por uno Vinanel de calibre inferior siguiendo ciertas reglas tendrá un ahorro promedio del 25% en el costo de los conductores.

e) Hasta hoy, este tipo de reducción de calibres no se puede aplicar para alimentar contactos, porque está normalizado el uso del calibre 12, ni para alumbrado en casas habitación, donde está normalizado el uso del calibre 14.

f) El instalar conductores más delgados facilita la instalación además de que se puede ahorrar dinero en tubería-conduit.

g) Los aislamientos Vinanel Antillama 90° C resisten sobrecargas frecuentes además de poder trabajar en contactos con aceite, grasas y algunos agentes químicos, propiedades que no tienen los productos TW Antillama 60° C.

2) AHORRO POR CAMBIO DE MARCA.

Conviene detallar cuales son los problemas que típicamente se encuentran en los conductores de mala calidad.

- Menor espesor de aislamiento
Riesgo de fuga de corriente o corto circuito.
- Cobre con poca flexibilidad
Riesgo de peladuras en el aislamiento
Mayor tiempo y costo de instalación.
- Aislamientos convencionales
Riesgo de pérdida de vidas humanas e inversiones.
- Cobre de mala calidad
Mayores pérdidas de energía que incrementan el costo de la energía.
Temperatura del conductor más alta que puede dañar el aislamiento.
- Sección del conductor más reducida
Mayor resistencia eléctrica.

Por ello conviene la instalación de conductores de buena calidad.

3) AHORRO POR CAMBIO DE CALIBRE.

Ciertamente es motivo de satisfacción el saber que existen formas de ahorrar calibres al utilizar conductores para altas temperaturas, pero por otro lado, los conductores disipan más energía calorífica mientras más delgados son. Es por ésto que al buscar el calibre más económico tendremos que balancear el costo inicial y los costos de operación.

a) AHORRO POR CAMBIO EN LA INSTALACION.

Es posible también ahorrar dinero si se instalan multiconductores por fase: esto lo ilustraremos con un ejemplo.

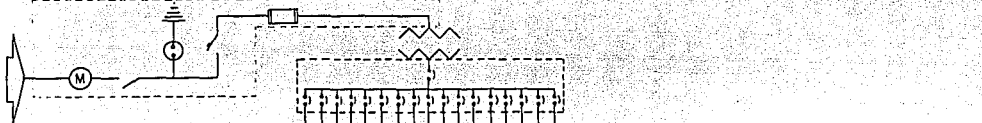
Instalación para 190 Amperes y 440 volts, longitud de 80 metros en charola, con cable Vinanel Antillama 90° C.

- Para estas condiciones y con 190 Amperes, el calibre calculado sería el 1/0 AWG con 2.08% de caída de tensión.
- El costo de 240 metros del cable 1/0 sería de - \$119,210.8

168.

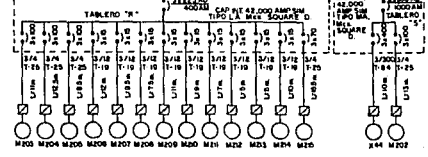
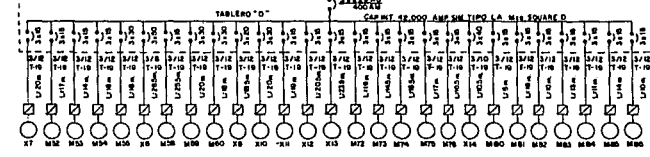
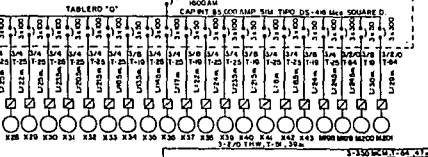
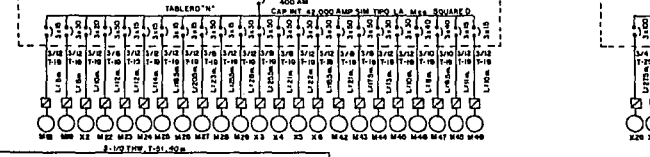
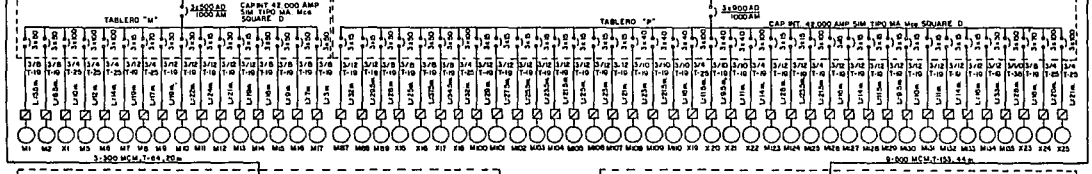
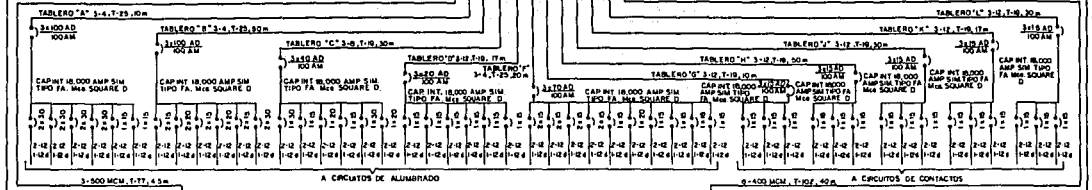
- Si en lugar de conducir los 190 Amperes por un conductor, conducimos en dos conductores 95 y 95, necesitaríamos el calibre 4 AWG - con 2.56% de caída de tensión.
- El costo de 480 metros de cable 4 AWG sería de \$104,382.7
- El ahorro sería de \$14,828.1, además de ser posible reducir el diámetro de la tubería.

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.



SIMBOLOGIA

- MOTOR.
- ⊞ REOSTATO
- ⊞ INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.
- ⋯ SUBESTACION



ESPACIO PARA FIRMAS Y VALORES DE DIMENSIONES S.C. S.A.E

Fecha:

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

170.

Aunque el tema de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales se ha hecho en algunos libros, este trabajo pretende ser un elemento que aporte un análisis de las Instalaciones Eléctricas Industriales desde un punto de vista individual, de una industria en particular, que permita a los compañeros interesados en el tema, obtener un conocimiento firme de tal forma que les permita abordar problemas de distinto tipo, como los que se presentan en las Instalaciones Eléctricas Industriales para su diseño.

Se ha puesto énfasis en los aspectos generales concernientes a cualquier instalación y basandonos en los aspectos sobresalientes del Reglamento y Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas vigente, así como las recomendaciones hechas por los fabricantes de equipo y material eléctrico para el uso de los productos empleados en las instalaciones, tratando en lo posible, de darle un enfoque moderno para el diseño con datos actualizados.

La Ingeniería de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales permite obtener el sistema de distribución de energía eléctrica adecuado a los requerimientos específicos.

171.
Estos requerimientos o necesidades se traducen en dibujos ó planos y especificaciones que unidos a una Memoria de Cálculo se tiene la información para la adquisición de equipo y materiales, instalación y pruebas de puesta en marcha, así como la consideración de la operación del sistema y su mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA.

B I B L I O G R A F I A .

172.

- MANUAL ELECTRICO CONELEC 1980.
- NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA DI -
RECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO
Y FOMENTO INDUSTRIAL.
EDICION 1981.
- NORMAS TECNICAS DE I.E.E.E. STD-80
- ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS ELECTRICOS PARA PLANTAS -
INDUSTRIALES.
IRWIN LAZAR.
EDITORIAL LIMUSA
1988.
PRIMERA EDISION
- NOTAS DEL CURSO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA U.N.A.M.
1988.
- EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.
ING. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
EDITORIAL LIMUSA
1988
SEGUNDA REIMPRESION.