



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

Diplomado:
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

CAPUFE

JULIO 97

MEXICO, D.F.

CONTENIDO TEMATICO:

Coordinador: Ing. Jesús R. Martín del Campo.

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

1.- PRINCIPIOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO.

- a) El panorama de la conservación
- b) ¿ Porqué aplicar mantenimiento
- c) Visión y objetivos del mantenimiento
- d) Los factores determinantes y su coordinación
- e) Los elementos físicos y actividades del mantenimiento
- f) Los prototipos de mantenimiento
- g.- Como aumentar la productividad en el mantenimiento

2.- NORMATIVIDAD DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

- a) Requisitos legales, aspectos técnicos y normativos
- b) Norma Oficial Mexicana, destinadas al suministro y uso de energia electrica
- c) Funciones de la calidad y su verificación

3.- SELECCION Y APLICACION DE EQUIPOS ELECTRICOS

- a) Selección de conductores en baja y media tensión
- b) Distinción de canalizaciones y accesorios
- c) Puesta a tierra de equipos y sistemas electricos
- d) Redes electricas para fuerza y control
- e) Circuitos de alimentación para motores
- f) Proyectos e instalaciones para motores electricos
- g) Clasificación de motores eléctricos

Lunes

30 junio 97

Ing. J. Rodriguez

5 hrs

Lunes 30 junio 97

Ing. Manuel Estrada

3.5 hrs.

Martes y Miercoles

1 y 2 de Julio 97

Ing. Manuel Estrada

17.0 Hrs

Juev y Viernes

3 y 4 de julio 97

Ing. Manuel Estrada

14 hrs

HOJA No. 2

<p>4.- LOS BENEFICIOS DE LA SUPERVISION EFECTIVA.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Influencia del factor humano en la calidad del mantenimiento. b) La efectividad definida en la planeación del trabajo cotidiano c) Importancia de los enfoques y sistemas del mantenimiento d) Analisis de programas, resultados, estadísticas y reportes. <p>5.- LA FUNCION PREVENTIVA EN EQUIPOS ELECTRICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Importancia de los diagnósticos de inspección b) Ciclo administrativo y técnico de la solicitud de trabajo c) El control coordinado del inventario de refacciones d) Cobertura y Planeación de la mano de obra e) Centralización administrativa de los contratistas f) Desarrollo de practicas <p>6.-DESARROLLO Y OPERACION DE PROY. ELECTRICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Selección y pruebas a plantas de emergencia b) Elementos y equipos de protección eléctrica c) Protección en los sistemas de alumbrado d) Protección contra descargas atmosferica f) Sistema de pararrayos y tierras g) Tipos y funcionamiento de subestaciones electricas h) Especificaciones electricas en ambientes especiales <p>7.- ELECTRONICA APLICADA Y SU CONTROL</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Conceptos basicos b) Tipos y función de los instrumentos c) Control y operación de sistemas d) Analisis de casos practicos 	<p>Vienes, sabado</p> <p>4 y 5 julio</p> <p>Ing. J. Rodriguez</p> <p>9 hrs</p> <p>Lunes y martes</p> <p>7 y 8 Julio 97</p> <p>Ing. J. Rodriguez</p> <p>13.5 hrs</p> <p>8 Julio 97</p> <p>Ing. Manuel Estrada</p> <p>3.5 hrs.</p> <p>Mier y Jueves</p> <p>9 y 10 Julio 97</p> <p>Ing.T. Trujillo</p> <p>17.0 hrs.</p> <p>Viernes</p> <p>11 de julio 97</p> <p>Ing. Manuel Estrada</p> <p>8.5 hrs</p>
<p>e) CLAUSURA DEL CURSO</p> <p>HORARIO: LUNES a VIERNES .- 9:00 A 14:00 CURSO SABADO: 9:00 A 14:00</p> <p style="padding-left: 150px;">14:00 A 15:00 COMIDA</p> <p style="padding-left: 150px;">15:00 A 19:30 CURSO</p>	

DIPLOMADO MANTENIMIENTO ELECTRICO

OBJETIVO PRINCIPAL:

Transmitir a los participantes los conocimientos y técnicas teorica-prácticas, para que puedan enfrentarse al campo de mantenimiento eléctrico, con una visión técnico administrativa paralela a los objetivos trazados en la institución.

BENEFICIOS ESPERADOS DEL CURSO:

Los asistentes relacionaran los conceptos basicos generales del mantenimiento electrico, además de intercambiar experiencias relacionadas con las actividades de su propio trabajo; estandarizando sistemas, procedimientos y criterios sobre el campo de mantenimiento existente.

CARACTERISTICAS DEL CURSO:

Se ilustrará una tematica de caracter teorica- practica, apoyada en casos reales manejados con dinámicas grupales, que permitan a los asistentes poder llevar dichas técnicas a la práctica, logrando un mejoramiento en la productividad de su área y lógicamente de la institución.

DIRIGIDO : A Superintendentes, Jefes, Supervisores y personal técnico
relacionado con la función del mantenimiento electrico.

DURACION : 90 hrs.

IMPARTIDO EN : El Palacio de Minería

LUGAR : México, D.F.

**FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Diplomado:

MANTENIMIENTO ELECTRICO

UNIDAD 1:

PRINCIPIOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

30 de junio 97

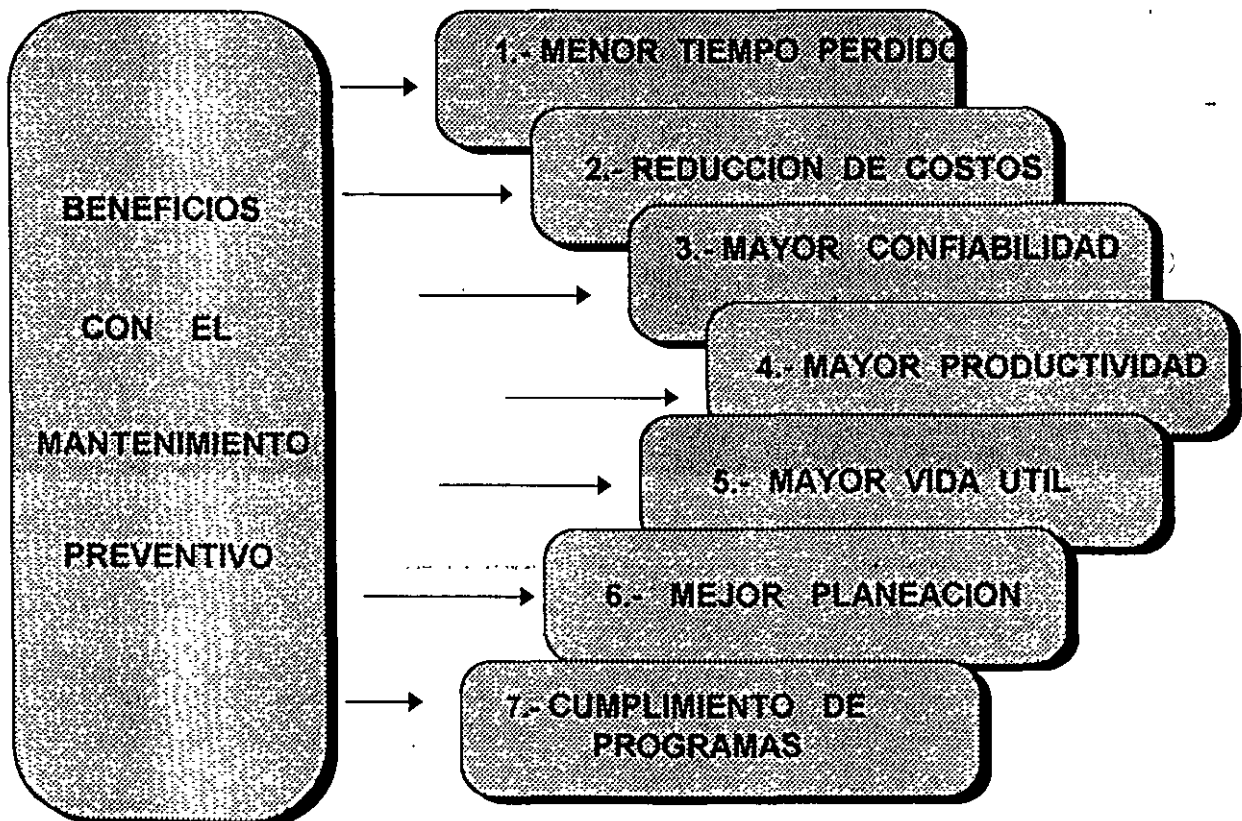
INSTRUCTOR: M en C. JESUS R. M. del C.

MEXICO, D. F.

1.- PRINCIPIOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO

En el panorama industrial, la mayoría de empresas han comprobado, que una de las áreas de mayor importancia y que ayuda a mejorar la productividad en la planta, es la función del mantenimiento; siempre y cuando este, sea realizado bajo el control con sistemas técnicos y administrativos efectivos.

Todos los modelos de mantenimiento, cuando son bien *planeados y coordinados*, producen grandes beneficios a las empresas. Pero cuando se descuidan estas actividades, se originarin muchas situaciones dificiles, que llevan a la baja productividad el departamento y como consecuencia lógica a la factoria en general. Por lo anterior expuesto, los altos directivos *no deben descuidar, ni menospreciar la función del mantenimiento*, al contrario, es necesario dar todo el apoyo a esta sección.



a.- Concepto de empresa :

El concepto de empresa significa: ** LA ACCION DE EMPRENDER ALGO..

EMPRESA

necesidades de

↔ **PRIVADA** ✦ Busca la obtención de un beneficio económico, expansión, mediante la satisfacción de orden general y social.

↔ **PUBLICA** ✦ Busca satisfacer las necesidades de caracter general o social, con la que se puede obtener o no beneficios economicos..

b.- Definición de empresa:

"Es una unidad económico social, en la que el capital, el trabajo y la administración, se coordinan para lograr una producción o servicio, que responda al medio social en que se encuentra."

c.- Clasificación de empresas:

Las empresas se clasifican de acuerdo a su actividad o giro, en:

Actividad

o

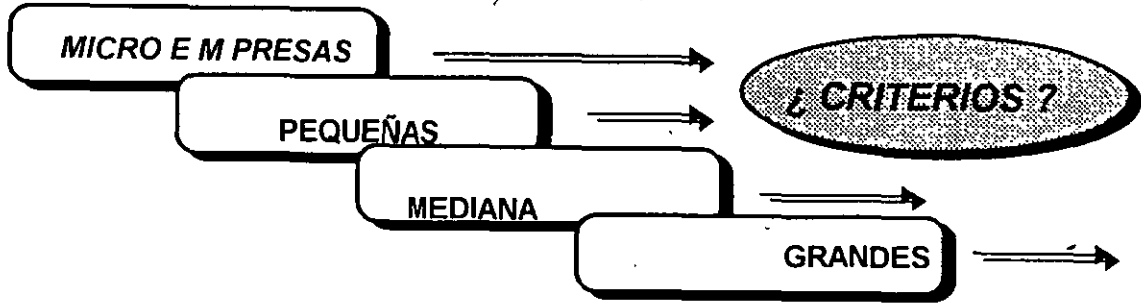
Giro

a) **INDUSTRIALES:** Producir la materia prima

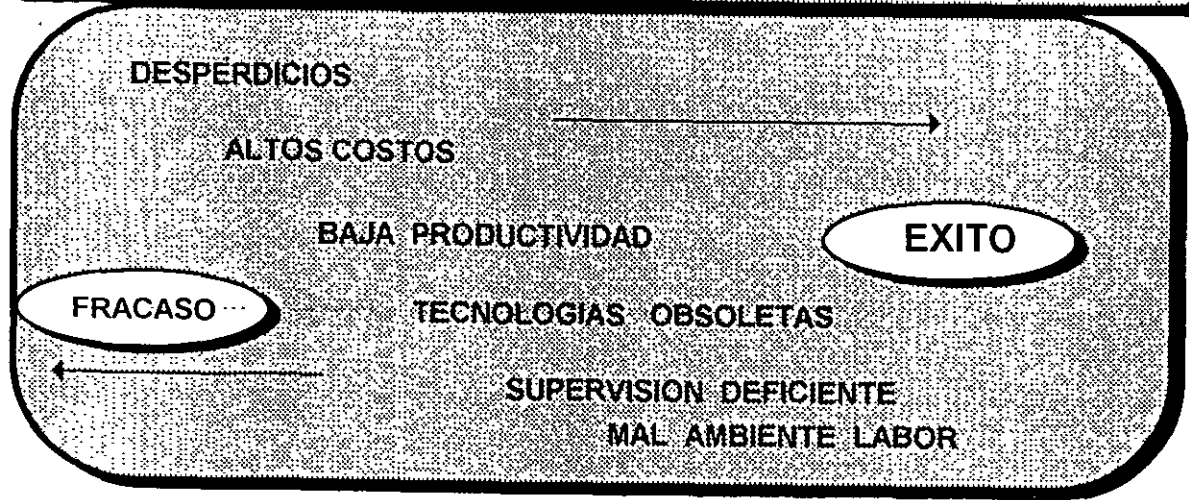
b) **COMERCIALES:** Distribuir los productos terminados

c) **DE SERVICIO:** Transportes, Educación, Oficinas,

d.- Magnitud de las empresas:

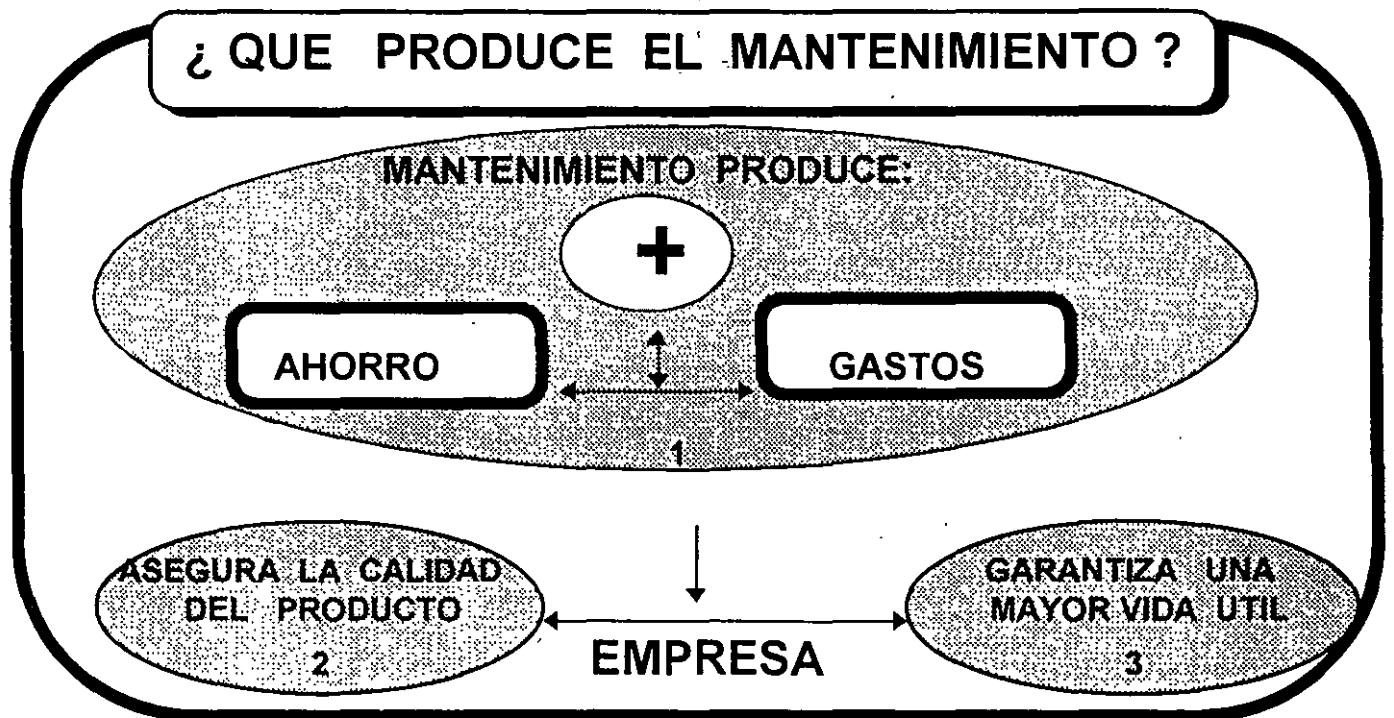
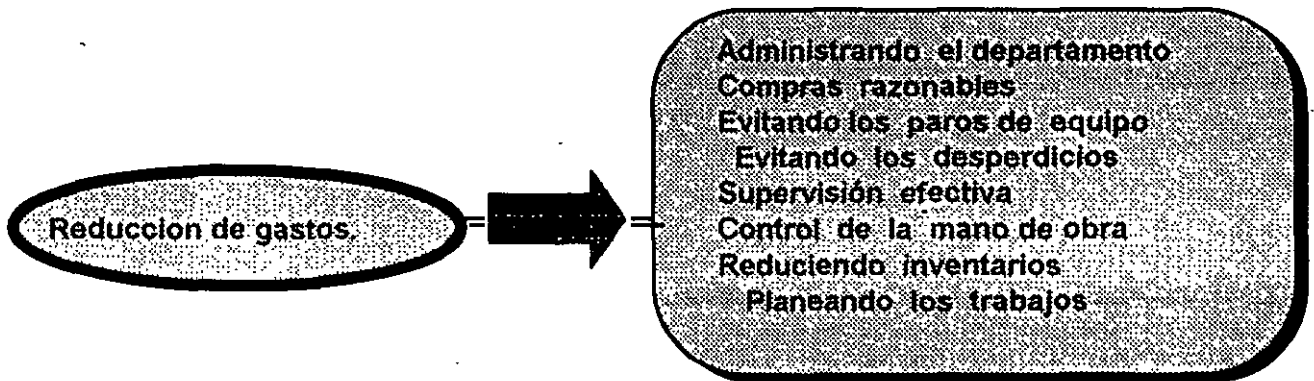


e.- Eventualidades que afectan la funcion del mantenimiento



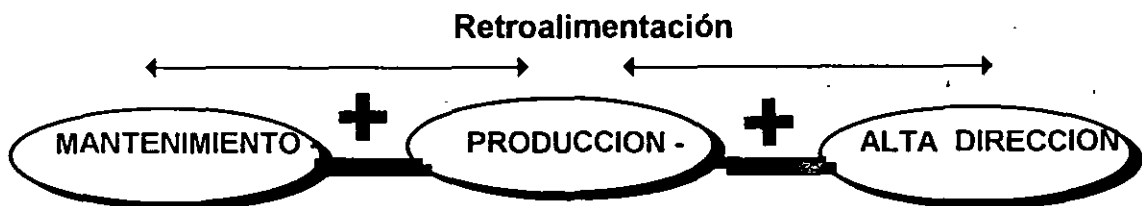
1.1.- EL PANORAMA DE LA CONSERVACION

El empresario tiene como finalidad natural obtener: *utilidades razonables* a cambio de sus *inversiones* y estas solamente se logran, con la *venta de productos y/o servicios*; que genere la empresa. Existen otras formas para reducir y evitar los altos costos de mantenimiento, por ejemplo



1. 2.- ¿PORQUE APLICAR MANTENIMIENTO ?

Para alcanzar resultados positivos en mantenimiento, es indispensable estructurar *sistemas de control*; mismos que deben ser coordinados con los demás departamentos de la planta, formando así, el conocido *trinomio de la productividad*.



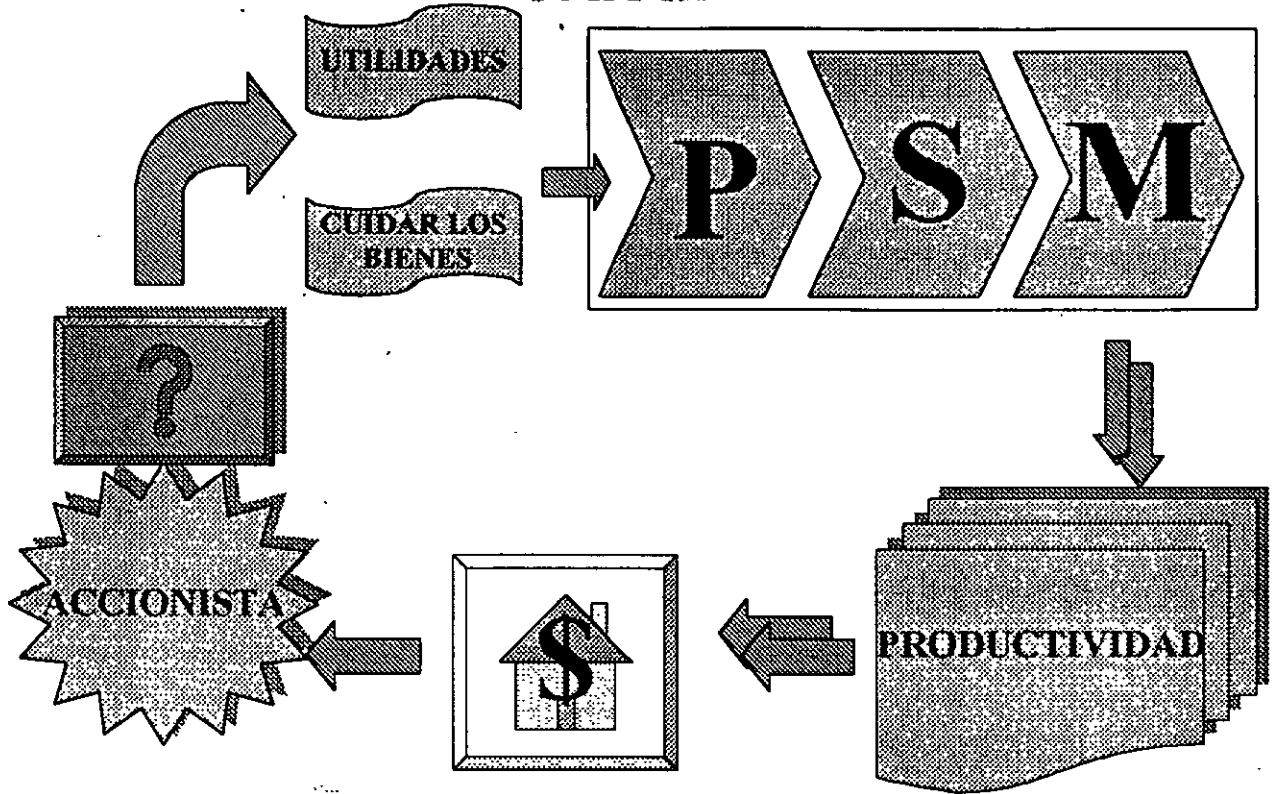
En todo departamento de mantenimiento, existen cuatro factores de gran importancia, que se deben ser controlados, para coadyuvar a la buena administración del mismo; siendo estos:

1.- CANTIDAD 2.- CALIDAD 3.- TIEMPO 4.- COSTOS

Dependiendo de las necesidades de cada distrito, se determina la frecuencia y tipos de control para el mantenimiento, que generalmente se enfoca a las siguientes áreas de responsabilidad:

- 1.- *La calidad en las actividades de mantenimiento.*
- 2.- *Existencias de refacciones y materiales de consumo.*
- 3.- *Costos y presupuestos de mantenimiento.*
- 4.- *Actividades del personal interno y externo.*
- 5.- *Seguridad en la empresa.*
- 6.- *Programas de mantenimiento preventivo.*
- 7.- *Control de personal contratista*
- 8.- *Estadísticas y controles de mano de obra.*

¿ PORQUE APLICAR MANTENIMIENTO ?



Dice: Russell Ackoff: *“ La instrucción teórica, no sirve de mucho, si no va acompañada, por el ejemplo y la práctica ”.*

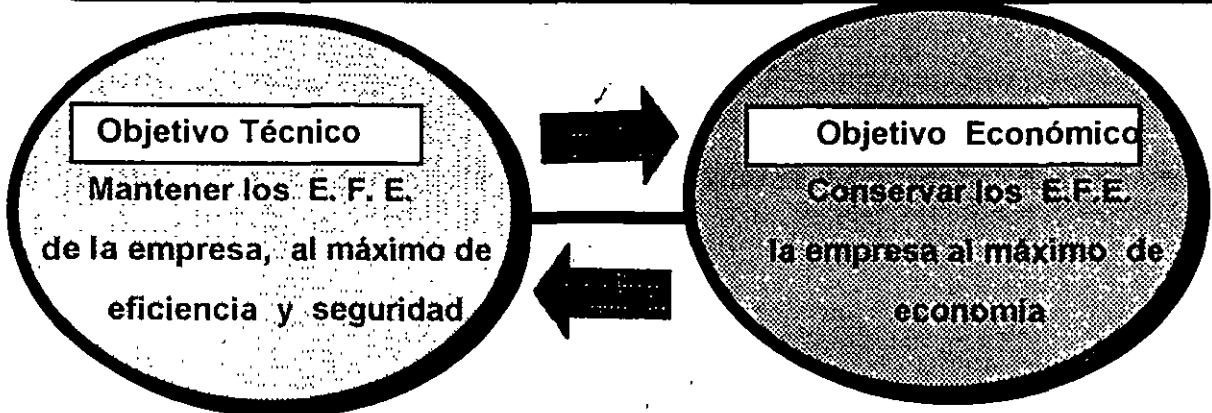
De tal manera, que los encargados de mantenimiento están obligados a conocer los aspectos básicos del mismo en sus dos campos, que son: *El aspecto técnico y el aspecto administrativo*. Por lo tanto, en este curso se pretende definir, que: *“ Mantenimiento, no es usar los equipos y herramientas solamente ”*; sino, demostrar que es un campo de gran importancia, extenso y muy completo de la ingeniería, siendo necesario en todas las empresas.

De los conceptos mencionados, se desprenden: dos *objetivos principales*, que norman y califican la función del mantenimiento como un todo; Estableciendo congruencia, entre las

metas de los accionistas, las expectativas de los directivos y las necesidades de la empresa, se deduce que :



1.3.-VISION Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO



A.- OBJETIVO TECNICO :

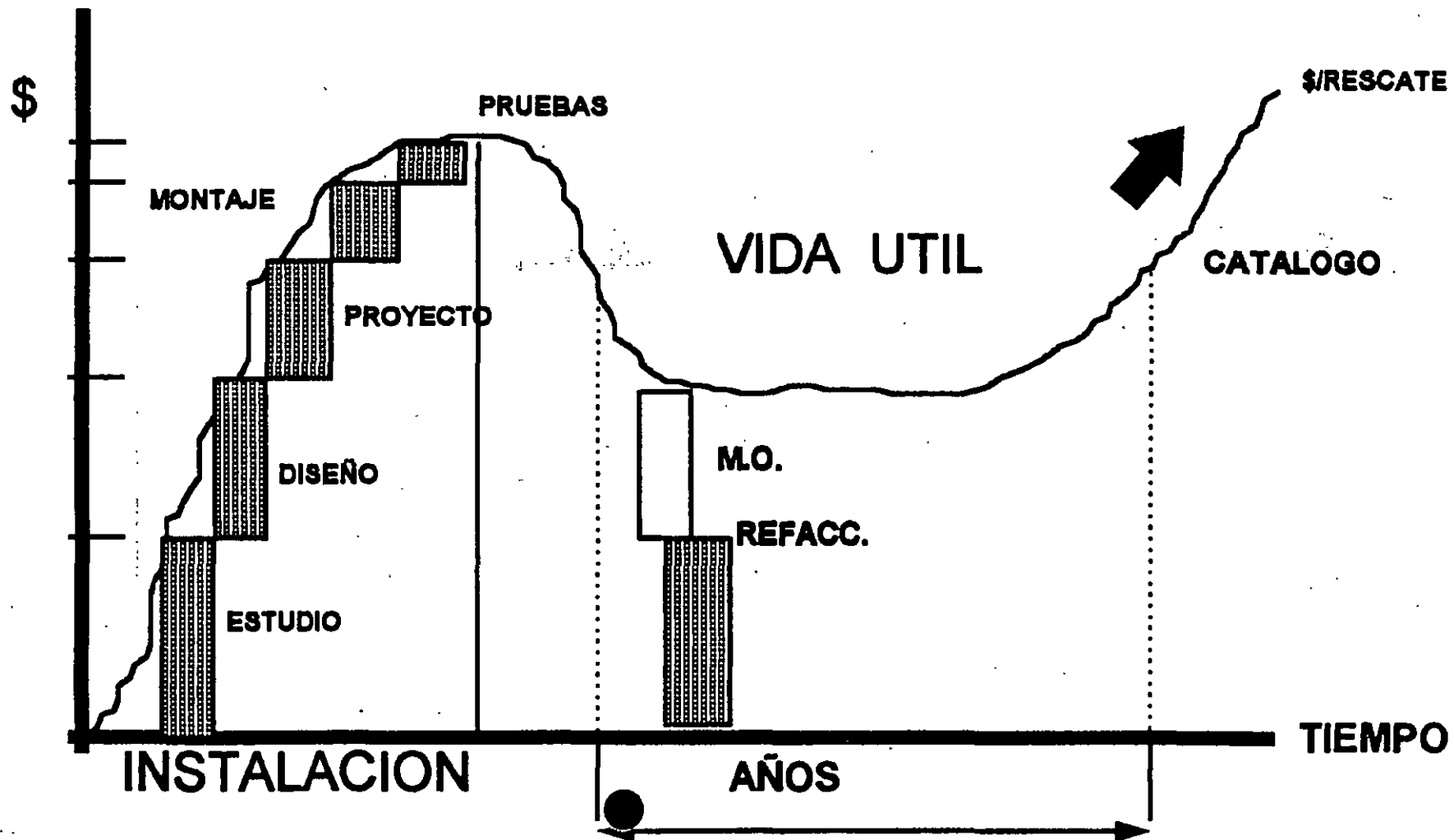
Tiene la finalidad de conservar los elementos físicos de la empresa en condiciones SEGURAS, EFICIENTES Y DE CALIDAD, evitando paros imprevistos en equipos y servicios de la planta.

B.- OBJETIVO ECONOMICO :

Este objetivo trata de aprovechar los recursos humanos, financieros y materiales, para sostener lo más *bajo posible, el costo de la conservación* de los elementos físicos de la Planta

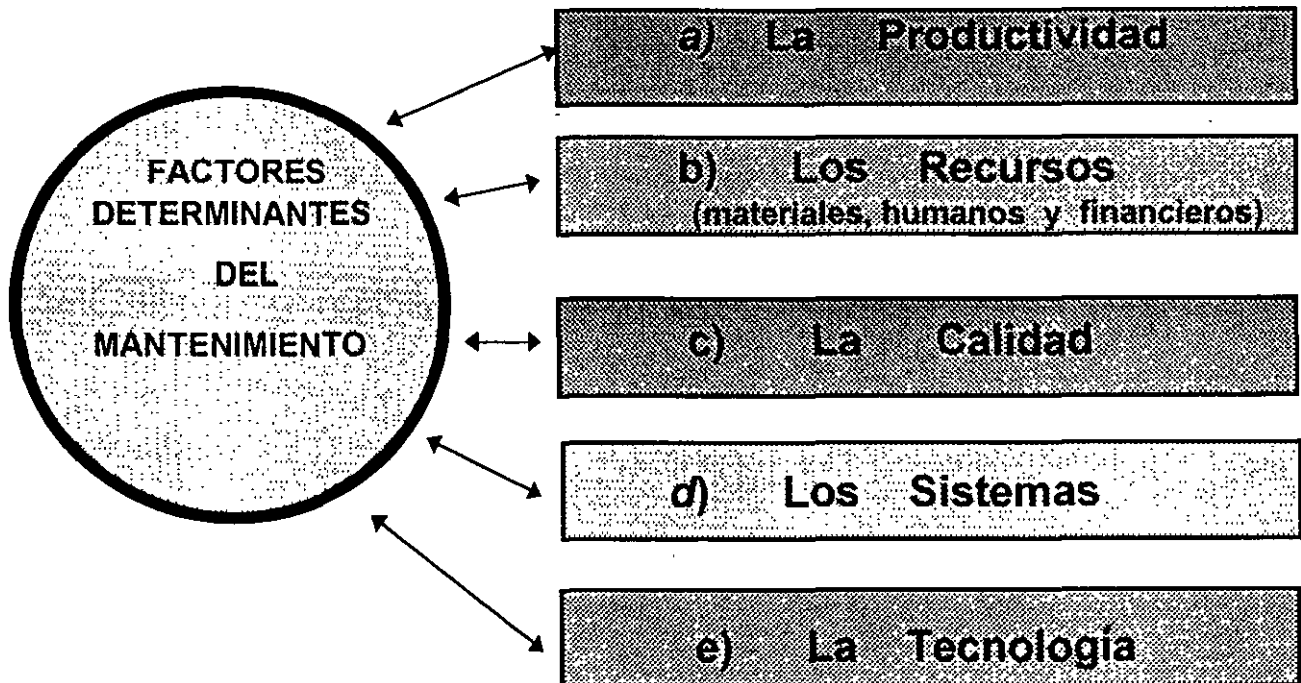
DESCRIBIR LOS CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO NO ES DIFÍCIL
 TAMPOCO LO ES PRESENTAR EJEMPLOS PRÁCTICOS
 LO DIFÍCIL ES LLEVAR E IMPLEMENTAR PASO A PASO
 LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

COSTO DE LA VIDA UTIL DE UN EQUIPO



1.4.- LOS FACTORES DETERMINANTES Y SU COORDINACION

Las experiencias vividas y registradas en el mantenimiento de diferentes firmas; han dejado como herencia; un conocimiento empírico, que marca los conceptos importantes, que influyen y determinan los éxitos o fracasos en esta sección; siendo juzgados estos, como: " *Los factores determinantes del mantenimiento*".



A.- LA PRODUCTIVIDAD

La Productividad, es un parámetro indicador utilizado en todas las empresas, para medir los índices y resultados obtenidos en sus áreas productivas o de servicio.

"La relación que existe entre la cantidad producida y los recursos utilizados"

H. B. Maynard, define:

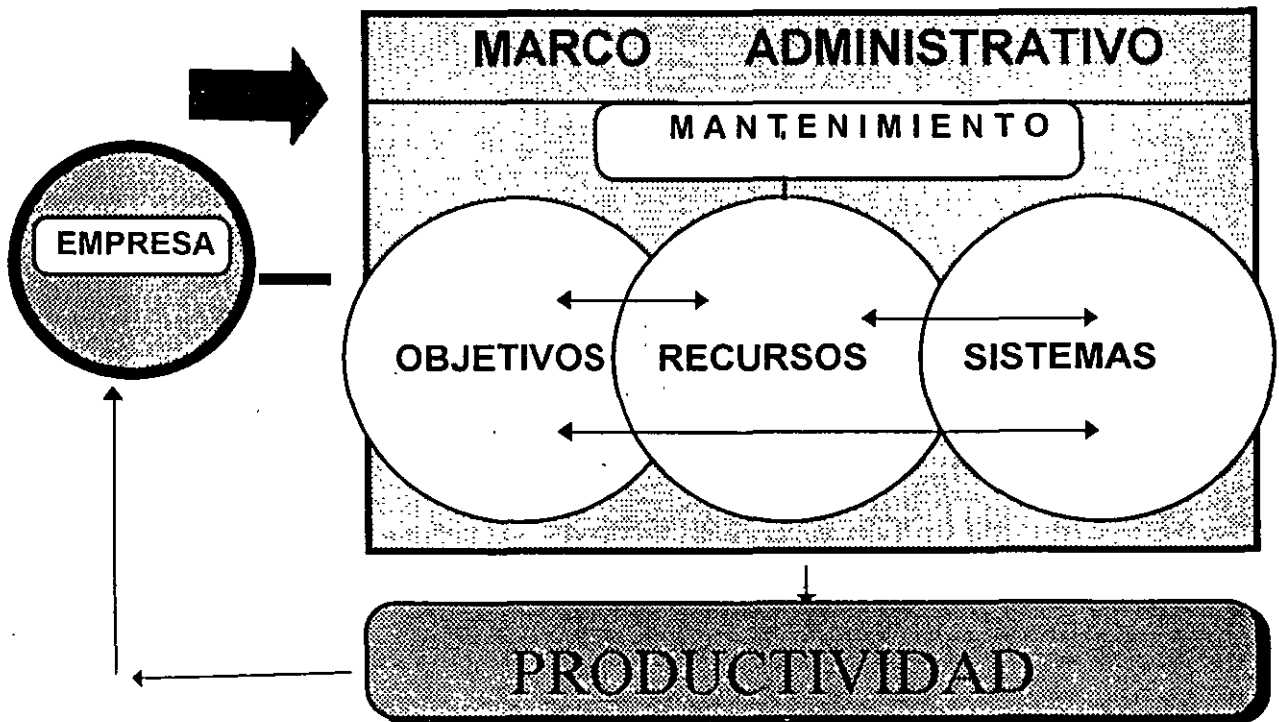
"Productividad es la cadencia o velocidad de producción de uno o varios trabajadores, por unidad de tiempo; corrientemente comparada con una cadencia tipo, establecida o prevista".

Productividad de mantenimiento:

"Es el cociente obtenido, de la producción o servicio de la empresa, entre un factor seleccionado y generado en mantenimiento." .

B.- LOS RECURSOS.

Toda empresa, asegura sus metas y obtiene mejores resultados, cuando desarrolla dentro de un marco administrativo, los *recursos financieros, materiales y humanos* ; mismos que deben ser coordinados con sistemas efectivos en la empresa y con un enfoque hacia los objetivos originalmente planeados.



RECURSOS FINANCIEROS:**RECURSOS MATERIALES:****RECURSOS HUMANOS**

Se conoce que la herramienta más difícil para trabajar en toda empresa, es el factor humano. Toda estructura organizacional, necesita realizar planeaciones, organizar funciones, dirigir y tener un control de medición confiable, que ayude a conocer los momentos de verdad en el mantenimiento; pero de nada servirán los mejores sistemas en una empresa; si no se cuenta con la buena disposición del elemento humano; motivo por el cual, las relaciones humanas han cobrado gran importancia y son la preocupación de todo directivo y empresario

Las técnicas de relaciones humanas en el trabajo, deben ser practicadas de persona a persona, persona a grupo y de grupo a grupo. Sin olvidar que en todos estos casos existen las "influencias" personales, y que muchas veces cambian las actitud positiva o negativa de los seres humanos.

Las empresas que han dado importancia a esta disciplina y que han integrado en sus esquemas de trabajo, la técnicas motivacionales, han comprobado las diversidad de ventajas que se logran, con su práctica; por ejemplo:

- * **Mayor productividad**
- * **Reducción de ausentismo**
- * **Buen clima de trabajo**
- * **Satisfacción humana**
- * **Mayor comunicación**
- * **Reduce los costos de mantto**
- * **Existe el espíritu de cooperación**
- * **Mayor integración de grupos**

Se ha comentado mucho en niveles ejecutivos de empresa; la insistencia que han tenido los responsables del mantenimiento, al tratar de establecer las *técnicas, procedimientos y teorías*, adquiridas en cursos y seminarios; con el fin de optimizar las relaciones personales en este campo; sin embargo en algunos casos, los resultados relatan: "Que no todas las propuestas han tenido el éxito, ni la relevancia esperada". Después de analizar los motivos que originaron tales fracasos, se encontró:

- a) **Resistencia al cambio**
- b) **La desviación de los objetivos**
- c) **La falta de cultura y experiencia en mantenimiento.**
- d) **Falta de reconocimiento y estímulos**
- e) **No hay liderazgo**
- f) **Resentimientos en potencia**

C.- CALIDAD.

Las estadísticas a través del tiempo, han demostrado en la mayoría de las firmas empresariales, la cuantía de beneficios logrados, cuando sus áreas de mantenimiento, **trabajan con la eficiencia y calidad requerida**; reflejando y haciendo digno de tal crédito, en la productividad de la empresa; Garantizando con esto, el funcionamiento y confiabilidad de la **programación productiva y/o del servicio que brinde la empresa**; dentro de un marco de calidad de acuerdo a las especificaciones establecidas.

Hablar de calidad en mantenimiento; se refiere a la ejecución (mano de obra) con excelencia; de las inspecciones, servicios, reparaciones, ajustes y trabajos varios; que son realizados para la conservación y el buen funcionamiento de los E.F.E.; utilizando lógicamente materiales, refacciones y partes, adecuadas a los requisitos presentados, logrando con esto, un resultado final con: **Menos paros imprevistos y una mayor vida útil** de los activos de la empresa; además, de la **seguridad de funcionamiento** y al **menor costo de mantenimiento**.

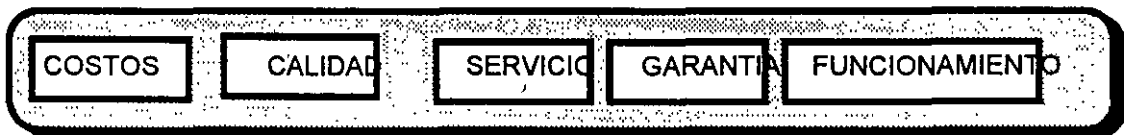
Lograr alta calidad en el mantenimiento, no es fruto del azar; es el resultado de una **suma de esfuerzos integrados en un proceso y de hacer conciencia todos los trabajadores del área**, sobre la ejecución de los planes; programas y trabajos del mantenimiento; fundando con estas experiencias, nuevos principios, claros y precisos, hacia una mejora del método de trabajo existente.

D.- SISTEMAS

Los sistemas típicos indicados para el mantenimiento, deben estar fundados de acuerdo a los objetivos de la empresa y estos a su vez divididos en subsistemas, donde cada uno de ellos, esta integrado con funciones, controles, formatos y procedimientos.

E.- TECNOLOGIA.

Actualmente, todas las empresas requieren de mayores exigencias en calidad, eficiencia y excelencia humana, para permanecer a nivel competitivo en el mercado. Paralelamente la división de mantenimiento, debe contar con programas de capacitación y adiestramiento, actualización de instrumentos, equipos, sistemas, procedimientos, etc. para lograr resultados óptimos en:



La implantación de *sistemas administrativos* en mantenimiento, requiere principalmente de un buen administrador, capaz de realizar planeaciones confiables, contar con una organización funcional, que pueda mantener la integración humana, capaz de realizar una dirección efectiva, con el control para evaluar los resultados obtenidos. Esta idea, no ha convencido a la fecha a muchos empresarios, ya que algunos consideran la administración, como: " *Un intruso* " en el mantenimiento; Otros, la consideran como un sinónimo de " *papeleo* " o " *burocracia* ", que frena las actividades y reduce la productividad del mantenimiento,

Los presupuestos dependen de:

- a) La política de la empresa
- b) Tipo de planta
- c) Magnitud de la empresa
- d) Estructura organizacional

1.5.- LOS ELEMENTOS FISICOS Y ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

A.- ELEMENTOS FISICOS DE LA EMPRESA

En el lenguaje industrial mucho se habla de los: "*Elementos físicos de una empresa*" (E.F.E.), por tal motivo, en este curso se pretende describir cada uno de ellos, definiendo como elementos físicos de la empresa a: "*Todo lo que es susceptible de recibir mantenimiento*"; por ejemplo: Los equipos, instalaciones, edificios y propiedades de la empresa.

B.- CLASIFICACION Y CODIFICACION DE LOS E. F. E.

Los elementos de la empresa deben tener una clasificación, de acuerdo al grado de importancia asignado en la empresa. Para cumplir con los fines del mantenimiento es necesario, tener completamente registrados, ubicados y clasificados los mencionados:

B.1.- EQUIPOS.

Denominaremos equipo, a todas aquellas máquinas que permitan la realización, proceso y control de un trabajo o bien la transformación de energía en sus diferentes formas:

B.2.- INSTALACIONES.

Dentro de esta clasificación, consideramos todas las redes de suministros, que ayudan y son necesarios para el funcionamiento y operación de los equipos de la planta.

B.3.- EDIFICIOS.

En esta parte, se ubican todas las construcciones, terrenos, etc. que se relacionan, con los equipos, instalaciones y propiedades de la empresa.

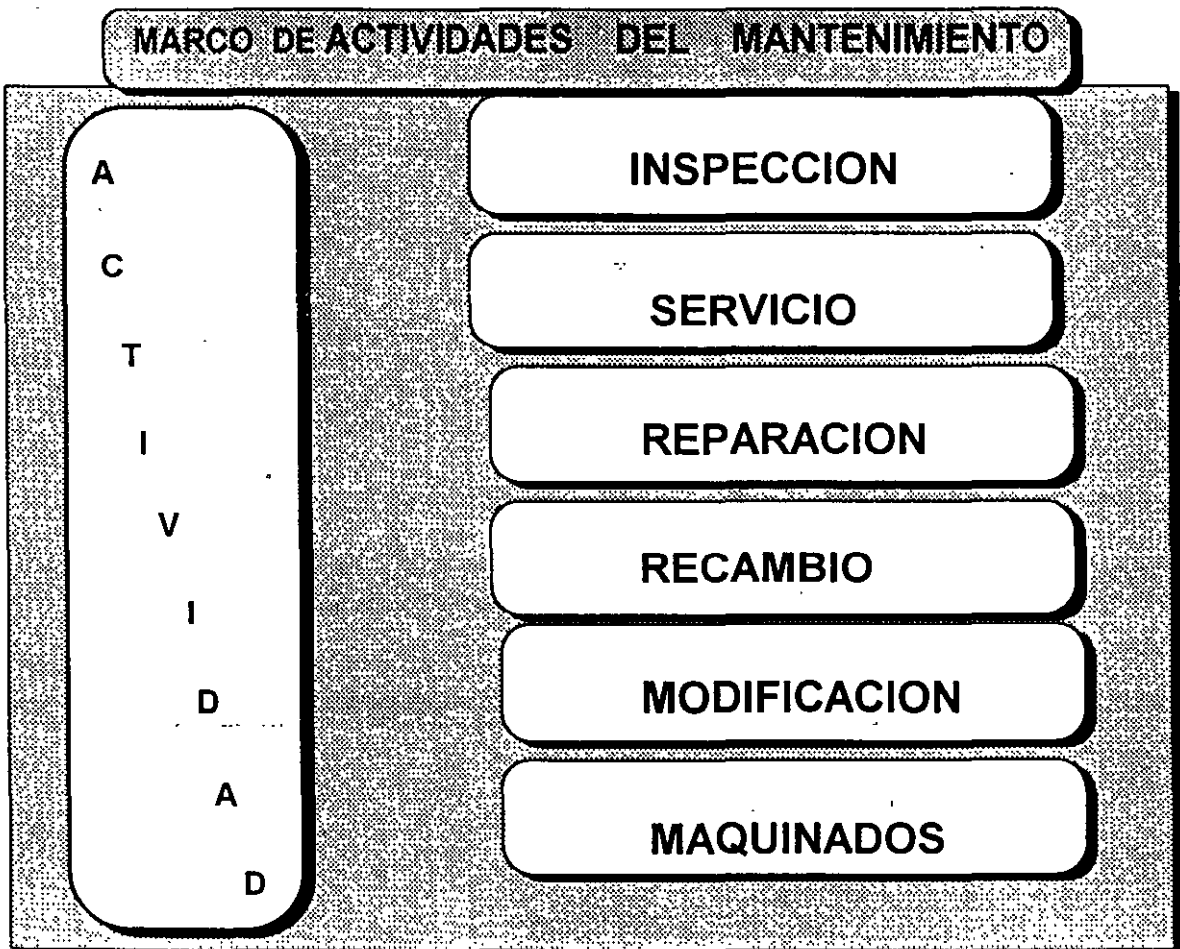
B.4.- MISCELANEOS

Son propiedades físicas de la empresa, los elementos que no pueden ser clasificados en los otros tres grupos.

C.- ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

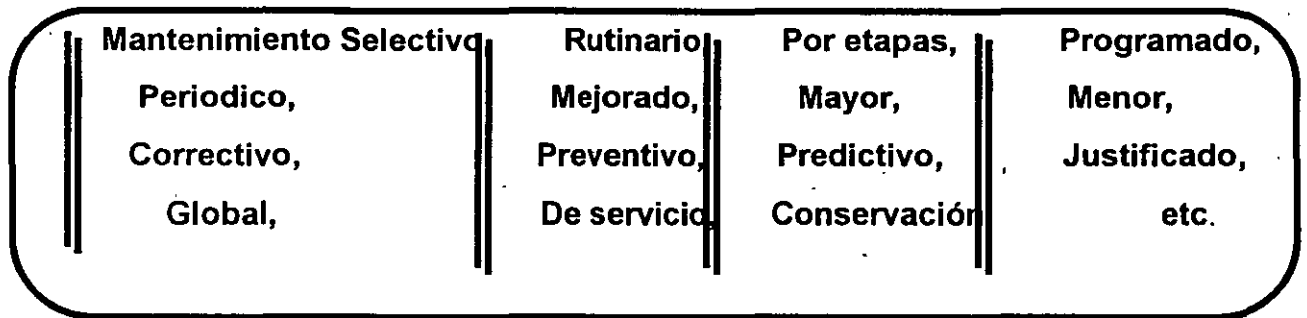
El trabajo de mantenimiento es realizado en las diferentes plantas industriales, a través de una gran complejidad de actividades, sin importar la magnitud, el giro, tipo o ubicación de la empresa; siendo clasificadas dichas actividades en seis grandes grupos, como se indica a continuación.

Sin tener en cuenta el grado de distinción que se pretenda en cada empresa, sobre su modelo de mantenimiento; se deben considerar *ciertas condicionantes*, que permitan establecer un *sistema efectivo de mantenimiento preventivo*, que coadyuve a los objetivos generales de la planta, principalmente al *incremento de la productividad*.



1.6.- LOS PROTOTIPOS DE MANTENIMIENTO

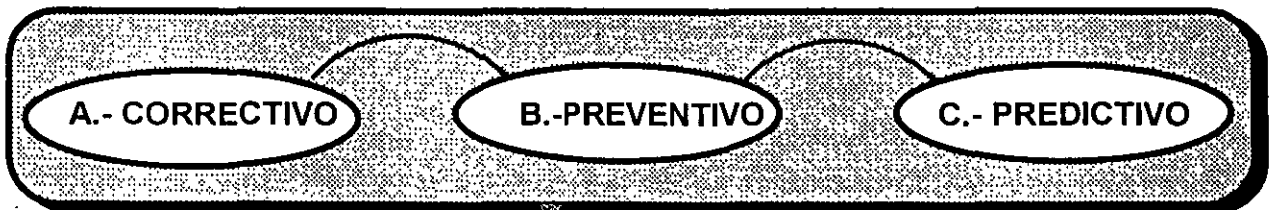
A través del tiempo se ha comprobado, la existencia de varios "apellidos", que han sido asignados al mantenimiento, por ejemplo:



Definición de mantenimiento:

"Mantenimiento, es la función que provee todos los medios necesarios, para la conservación de los elementos físicos de una empresa, en condiciones optimas de operación, trabajando al máximo de eficiencia, economía y seguridad."

Analizando los " prototipos" descritos, se puede observar, que en su mayoría todos persiguen una misma función; por lo tanto, en esta área, se han resumido y reconocido solamente tres tipos de mantenimiento, que son el mantenimiento:

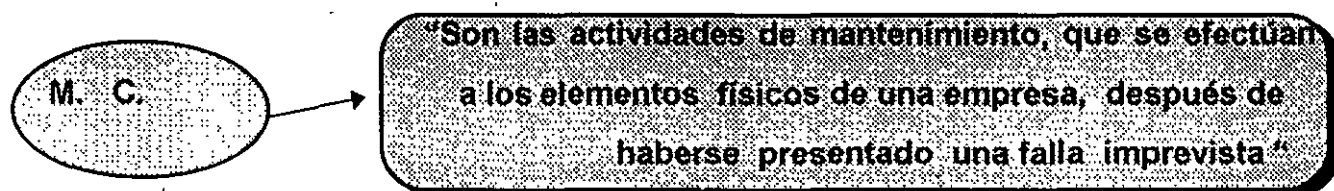


Con el designio de conocer la verdad de estas situaciones y saber cual de los sistemas ha tenido mayor aceptación; se han realizado estudios de investigación, encontrando como producto de la exploración; que la mayoría de empresas, trabajan su mantenimiento, con forma tipo "**bombero**", "**apagando fuegos**"; realizando las actividades correctivas, en l

medida que se van presentando; sin darse la oportunidad de planear las actividades para los trabajos preventivos. Provocando con esto, la existencia de un alto indice de tiempos improductivos o de "Paro" que afectan grandemente la *producción y/o servicios*, en los aspectos de calidad, productividad y confiabilidad de la empresa. Además de incrementar el costo de mantenimiento; más la suma de otros gastos generados, como consecuencia de lo sucedido. Sumando un resultado de gastos, mayor en comparación a los de un mantenimiento preventivo y programado. Se Sabe hacer notar, que en la práctica del mantenimiento, se realizan actividades preventivas, mezcladas con correctivas; por lo tanto, no existe un M.C. o un M.P. al 100%,

A.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Este tipo de mantenimiento es el más generalizado en todas las empresas, sobre todo en aquellas, que carecen de sistemas, controles y factor humano capacitado para el desarrollo de estas actividades, a continuación se presenta el modelo de este sistema, para analizar sus ventajas y dsventajas.



B.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Implantar este tipo de mantenimiento, requiere un mayor grado de conocimientos técnicos y administrativos, para realizar la planeación confiable de los trabajos y actividades de inspección, servicio, cambio, modificación, reparación y manufactura.

además de los trabajos de registro y estadística necesarios para tal fin.

El tiempo necesario, para la implantación del mantenimiento preventivo, está en función del tamaño de planta, tipo del producto o servicio, condiciones de maquinaria, recursos disponibles, grado de aceptación y del convencimiento en la alta gerencia.

(Ver cuadro: **BX- 01**)

M. P.

" Son las actividades, que se realizan a los elementos físicos de la empresa, para evitar fallas imprevistas y prevenir problemas en potencia "

C.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO

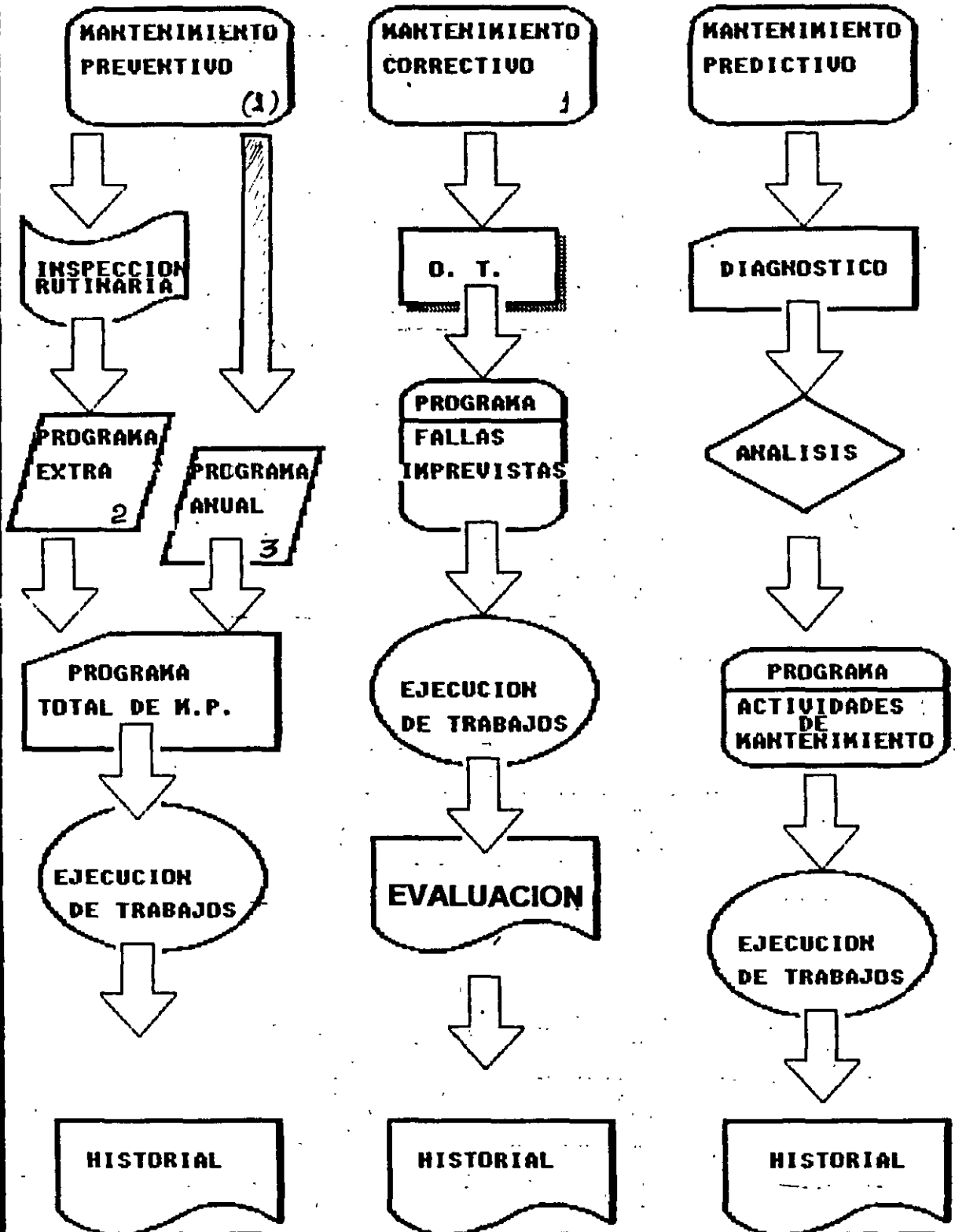
Este tipo de mantenimiento predice las fallas, con base a los datos de las inspecciones periódicas realizadas con instrumentos de registro. Generalmente este tipo de mantenimiento es aplicado a los elementos destinados a movimientos rotativos, para detectar el principal defecto que es la vibración. La posibilidad de medir las vibraciones con elemento fiables, permite determinar el estado de la eficiencia de todas las piezas en movimiento. (Ver cuadro: BX- 02)

M. PRED.

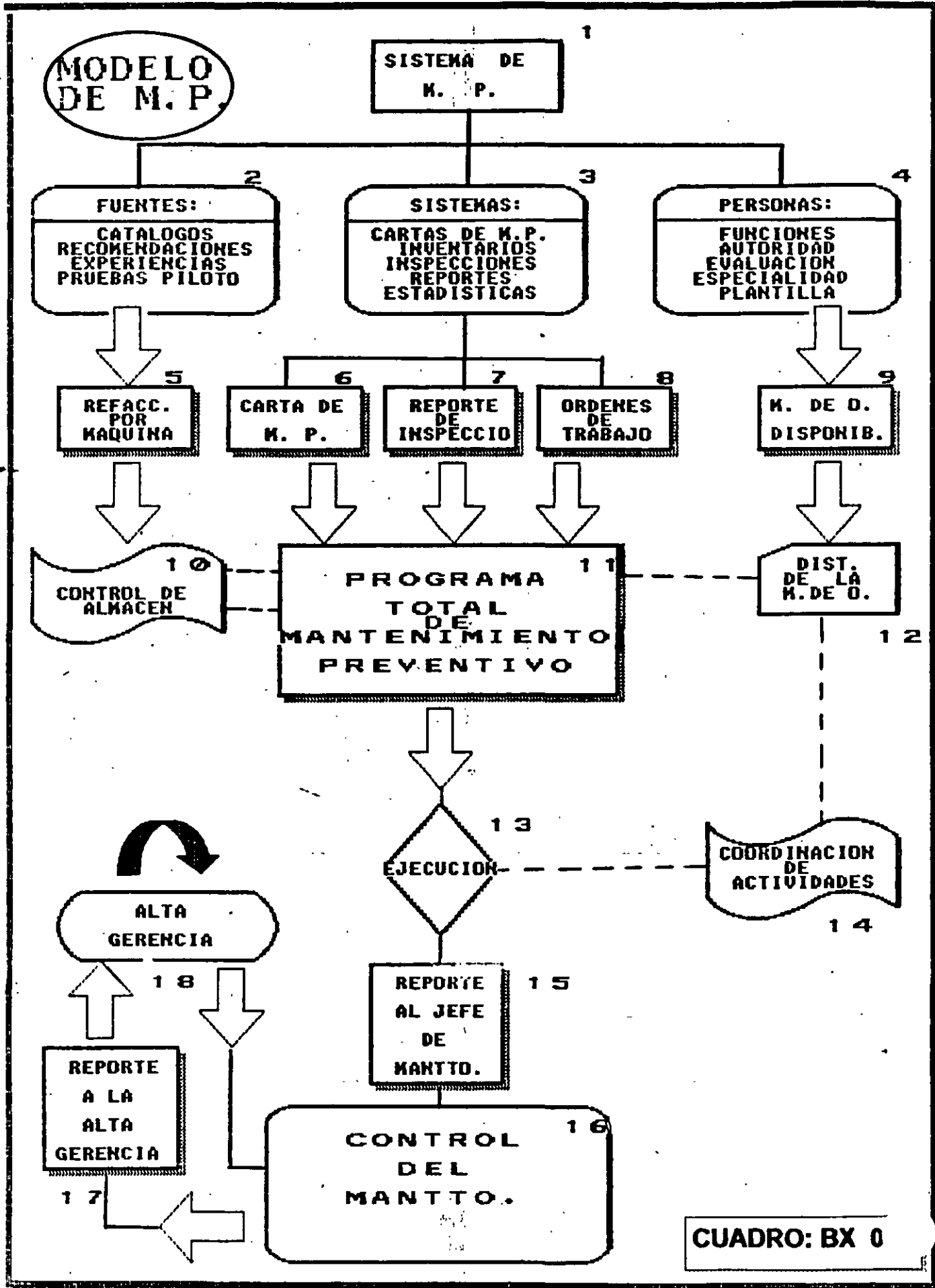
" Son las fallas de mantenimiento detectadas, como resultado de un diagnostico realizado con instrumentos indicadores, que condicionan permiten planeear su ejecución, antes que se presente una falla mayor "

TIPOS DE INSPECCION	A.- DIRECTA:	<ul style="list-style-type: none"> a) Estroboscopio b) Observacion directa c) Con liquidos penetrantes
	B.-NO DESTRUCTIVA:	<ul style="list-style-type: none"> a) Ultrasonidos b) Radiografías c) Gammagrafias
	C.- VIBRACIONES	<ul style="list-style-type: none"> a) Estetoscopio b) Amplificador de ultrasonidos c) Vibrómetro d) Analizador de vibraciones
	D.- LUBRICANTES	<ul style="list-style-type: none"> a) Espectrografía de absorción b) Analisis fisico

PROTOTIPOS DE MANTENIMIENTO



CUADRO: BX 01



1.7.- COMO AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO

El análisis de las definiciones anteriores, nos llevan a los siguientes conceptos, para relacionarlos con el mantenimiento de la empresa:

OBJETIVOS

EFICIENCIA

ASPECTO SOCIAL

FACTOR HUMANO

RECURSOS

Es conocido que la palabra *EFICIENCIA*, significa:

“OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS ...
... CON EL MENOR NUMERO DE RECURSOS”

A.- EFICIENCIA TECNICA DE MANTENIMIENTO:

- a.- Diseñar equipos y aditamentos para reducir los tiempos de trabajo
- b.- Practicar técnicas para mejorar el rendimiento en el trabajo
- c.- Reducir los costos por desperdicios
- d.- Lograr el cumplimiento de los programas de trabajo
- e.- Evitar al máximo los tiempos ociosos o improductivos
- f.- Distribución adecuada de las actividades de mantenimiento

$$\text{EFICIENCIA TECNICA} = \frac{\text{Cantidad del servicio}}{\text{Necesidades físicas}}$$

B.- EFICIENCIA ECONOMICA:

" Es el aprovechamiento maximo, con los recursos escasos"

- a.- Mismo servicio, con menor costo
- b.- Mayor servicio, con el mismo costo
- c.- Mismo servicio con menor recurso escasos recursos

Con fundamento a los puntos anteriores, se describe la definición de administración del mantenimiento:

"Es el conjunto de reglas y técnicas aplicadas, para alcanzar la máxima eficiencia y coordinación de los recursos, para lograr los objetivos del mantenimiento"

Productividad de mantenimiento:

" Es e l cociente obtenido, de la producción o servicio de la empresa, entre un factor seleccionado y generado en mantenimiento. "

C.- PARAMETROS PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO:

- a) Tiempos perdidos. (improductivos)
- b) Facturación de la empresa
- c) Unidades producidas (Ton, Pzas, M2, etc.)
- d) Rendimientos productivos
- e) Costos de producción
- f) Horas de trabajo, etc.
- g) Costos del proyecto, etc.

ANALISIS INDIVIDUAL:

¿ Cual será el verdadero alcance de controles administrativos que tiene actualmente mi departamento ?.

¿ Son suficientes?

¿Se tiene toda la información necesaria?

¿ QUE FALTA ?:

EJERCICIO No. 1

¿ Cuales son los parámetros de medición en mi área ? :

1.-

2.-

3.-

4.-

AREA:

Parametro seleccionado:

a) Individual :

b) Por grupo:

**FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Diplomado:
MANTENIMIENTO ELECTRICO

UNIDAD 2:

**NORMATIVIDAD DE INSTALACIONES
ELECTRICAS**

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

1 y 2 de Julio 97

INSTRUCTOR: ING. MANUEL ESTRADA

MEXICO, D. F.

METODOS DE INSTALACION, SU CALIDAD Y VERIFICACION

INTRODUCCION

La administración del sistema eléctrico es el control sistemático de la utilización de la energía eléctrica en una planta o edificio; es un esfuerzo de administración que integra y toma en cuenta los efectos de la tarificación de la empresa generadora de electricidad, es el sistema de distribución eléctrica del usuario; la localización geográfica, actividad, tipo de administración y objetivos de las operaciones del usuario. La administración de un sistema eléctrico bien controlado proporciona ahorros significativos y aumenta la confiabilidad a través de reducciones en la utilización de energía y costos de la empresa generadora de electricidad, requerimientos de optimización de equipo de capital, mejora en la eficiencia de la operación de la planta, y mejoras en la disponibilidad de equipo crítico durante las emergencias.

INSTALACIONES ELECTRICAS

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto de canalizaciones, cajas de conexión, elementos de unión entre las canalizaciones y las cajas de conexión, conductores eléctricos, accesorios de control y protección necesarios para interconectar una o varias fuentes de energía eléctrica con los aparatos receptores. Estos incluyen: lámparas, radioreceptores, televisores, monitores de video, refrigeradores, aparatos de calefacción, aparatos de intercomunicación, señalización luminosa, computadoras, fax, elevadores, motores eléctricos y en general cualquier equipo o sistema consumidor de energía eléctrica.

Todas las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos y/o condiciones, las cuales están reglamentadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

ELEMENTOS A CONSIDERAR AL EFECTUAR O REVISAR UNA INSTALACION ELECTRICA

Independientemente del lugar y/o función de una instalación eléctrica, esta deberá cubrir los siguientes elementos:

- Seguridad contra accidentes e incendios.
- Economía
- Eficiencia
- Mantenimiento
- Distribución de elementos, aparatos, equipo, etc.
- Accesibilidad

SEGURIDAD.-La seguridad debe ser prevista desde todos los aspectos posibles, para el personal en las empresas y para los usuarios en casa habitación, oficinas, escuelas, industrias, etc., es decir, una instalación eléctrica bien planeada y construida, con sus partes peligrosas protegidas y colocadas en los lugares adecuados, evita al máximo accidentes e incendios.

EFICIENCIA.-La eficiencia de una instalación eléctrica está en relación directa a su construcción y acabado. La eficiencia de las lámparas, los aparatos, los motores, en fin, de todos los receptores de energía eléctrica, es máxima si se respetan los datos de las placas de los mismos, tales como: tensión, frecuencia, corriente, potencia, no. de fases, etc.,. Además de todo esto, deben de estar conectados correctamente como lo indica el fabricante.

ECONOMIA.-El ingeniero o encargado de este aspecto, debe resolver este problema mediante un estudio técnico-económico de la inversión inicial, los pagos por consumo de energía eléctrica, los gastos de operación y mantenimiento, así como la amortización de materiales y equipos.

Por lo tanto, es conveniente contar con materiales, equipos y mano de obra de buena calidad, salvo en los casos especiales de instalaciones eléctricas provisionales o temporales.

MANTENIMIENTO.-El mantenimiento de una instalación eléctrica debe efectuarse periódicamente, realizando la limpieza y/o la reposición de las partes en caso necesario.

DISTRIBUCION.-Cuando se trata de equipos para iluminar, la distribución adecuada tanto en un buen aspecto como en un nivel lumínico uniforme, a no ser que se trate de iluminación localizada. Si se trata de motores y otros equipos, la distribución de los mismos deberá dejar espacio libre para los operarios y circulación libre para el demás personal.

ACCESIBILIDAD.-Aunque el control de equipos de iluminación y motores está sujeto a las condiciones de los locales, siempre deben elegirse lugares de fácil acceso, pero colocados en forma tal que resulten poco visibles para el personal ajeno a la operación.

TIPOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Debido principalmente al tipo de construcciones en que se realizan, el material utilizado, a las condiciones ambientales, al trabajo a desarrollar en los locales de que se trate y al acabado que se les dé, existen diferentes tipos de instalaciones eléctricas, tales como:

- Totalmente visibles
- Visibles entubadas
- Temporales
- Provisionales
- Parcialmente ocultas
- Ocultas

-A prueba de explosión

Para entender en qué radica la diferencia entre los tipos de instalaciones eléctricas, se da una breve explicación de las características de las mismas.

TOTALMENTE VISIBLES.-Como su nombre lo indica, todos sus componentes se encuentran a la vista y su protección, tanto en contra de esfuerzos mecánicos, como en contra del medio ambiente (calor, humedad, corrosión, viento, etc.,).

TEMPORALES.-Son instalaciones eléctricas que se construyen para el aprovechamiento de la energía eléctrica por temporadas o períodos cortos de tiempo, por ejemplo, en ferias, juegos mecánicos, exposiciones, servicios contratados para obras en proceso, etc..

VISIBLES ENTUBADAS.-Son instalaciones eléctricas en las que debido a las estructuras de las construcciones y al material de los muros, es imposible ahogarlas (colocarlas intramuros). Sin embargo, sí están protegidas contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente, con tuberías, cajas de conexión y dispositivos (de unión, de control y de protección) adecuados de acuerdo a cada caso particular.

PROVISIONALES.-Las instalaciones eléctricas provisionales quedan incluidas en realidad, en las temporales, salvo en los casos en que se realizan en instalaciones definitivas en operación, para hacer reparaciones o eliminar fallas cuando no se puede prescindir del servicio, aún en un solo equipo, motor o local. Ejemplo, fábricas con proceso continuo, hospitales, salas de espectáculos, hoteles, etc..

PARCIALMENTE OCULTAS.-Se encuentra en accesorías grandes o fábricas, en las que parte del entubado está en pisos y muros y el restante en armaduras. También es muy común observarlas en edificios comerciales y de oficinas que tienen plafón falso. La parte oculta está generalmente, en muros y columnas; la parte superpuesta, pero entubada en su totalidad, es la que va entre las losas y el falso plafón, para que de ahí mediante cajas de conexión localizadas de antemano, se hagan las tomas necesarias.

TOTALMENTE OCULTAS.-Son las de mejor acabado pues en ellas se tiene la solución técnica más adecuada y el mejor aspecto estético. Después de que se termina la instalación eléctrica, se completa con la calidad de los dispositivos de control y protección que quedan solo con el frente al exterior de los muros.

A PRUEBA DE EXPLOSION.-Se construyen principalmente en fábricas y laboratorios en donde se tiene ambientes corrosivos, polvos o gases explosivos, materias fácilmente inflamables, etc.. En estas instalaciones, tanto las canalizaciones como las partes de unión y las cajas de conexión quedan herméticamente cerradas para que en caso de producirse un corto circuito, la flama o chispa no salga al exterior, lo que da la seguridad de que jamás llegará a producirse una explosión por fallas en las instalaciones eléctricas.

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES
ELECTRICAS (NTIE)

PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES.
CIRCUITOS DERIVADOS.

ART. 282.6 CAIDA DE TENSION.

EN UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTE A
CUALQUIER TIPO DE CARGA ALUMBRADO, FUERZA
O CALEFACCION, LA CAIDA DE TENSION HASTA
LA SALIDA MAS LEJANA DEL CIRCUITO, NO DEBE
EXCEDER DEL 3% . ADEMÁS, LA CAIDA DE
TENSION TOTAL EN EL CONJUNTO
CIRCUITO-ALIMENTADOR
CIRCUITO-DERIVADO
NO DEBE EXCEDER DEL 5% .

1

ENTRADA DE SERVICIO HASTA LOS DIS.
DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS
CIRCUITOS DERIVADOS, NO EXCEDA DEL 3% .
ADEMÁS, LA CAIDA DE TENSION TOTAL ENTRE
ALIMENTADORES Y DERIVADOS, NO DEBE
EXCEDER DEL 5% .

ART. 284.2 CALCULO DE LA CARGA DE CIRCUITOS
DERIVADOS:

a.1. PARA EFECTOS DE CALCULO EN
CASAS-HABITACION Y CUARTOS DE HOTEL,
DEBEN ASIGNARSE 125 WATTS POR SALIDA DE
ALUMBRADO. Y 188 WATTS POR CADA CONTACTO
DE USO GENERAL.

Alternativa de calculo: tabla 284.2.a.2

3

ART. 282.7.b. CONDUCTORES DE CIRCUITOS
DERIVADOS

EN CIRCUITOS DERIVADOS PARA CARGAS
DEFINIDAS NO DEBE USARSE CALIBRES MENORES
AL AWG No. 14 (2.08 MM).

Y EN CIRCUITOS PARA CARGAS NO DEFINIDAS
(CONTACTOS) NO DEBEN USARSE CALIBRES
MENORES AL AWG No. 12(3.31 MM).

Circuitos Alimentadores

ART. 283.3 CAIDA DE TENSION

EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADO
RES, ABASTECEDORES DE CIRCUITOS DERIVADOS
DE ALUMBRADO, FUERZA O CALEFACCION, DEBE
SER TAL QUE LA CAIDA DE TENSION DESDE LA

2

TIPO DE LOCAL WATTS/M

AUDITORIOS	18
BANCOS	38
BODEGAS O ALMACENES	2.5
CASA HABITACION	28
CLUBES O CASINOS	28
EDIFICIOS INDUSTRIALES	28
EDIFICIOS DE OFICINAS	38
ESCUELAS	28
ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES.	5
HOSPITALES	28
HOTELES, MOTELS Y DPTOS.	
AMUEBLADOS	28
IGLESIAS	18
PELUQUERIAS Y SAL. DE BELLEZA	38

4

ART. 284.2.b.3
ALIMENTADO DE APARATOS COMERCIALES,
CONSIDERARSE 600 WATTS POR METRO LINEAL
DEL APARADOR, A LO LARGO DE LA BASE.

ART. 285.4
LA CAPACIDAD DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
NO SERA MENOR AL 125% DE LA CORRIENTE A
PLENA CARGA NI MAYOR A LA CAPACIDAD DE
CONDUCCION DEL CONDUCTOR.

Instalacion, canalizacion y seleccion
de conductores.

5

UN TUBO, NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL
AREA DISPONIBLE EN EL CASO DE TRES
CONDUCTORES O MAS;
NO MAS DEL 30% PARA EL CASO DE DOS
CONDUCTORES;
Y NO MAS DEL 55% PARA EL CASO DE UN
CONDUCTOR.

NOTORES:

ART. 483.14 CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN
SOLO MOTOR.
LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO DERIVADO
ALIMENTADOR DE UN SOLO MOTOR, DEBEN TENER

7

ART. 311.18.b.2
CAPACIDAD DE CONDUCCION PERMISIBLE
EN CHAROLA DESCUBIERTA Y HASTA DOS CAPAS
DE CONDUCTORES, LA CORRIENTE PERMISIBLE NO
DEBE EXCEDER DEL 75% DE LA CAPACIDAD
INDICADA EN LA TABLA No. 382.4 COLUMNA AL
AIRE.

SI LA CHAROLA ESTA CUBIERTA EN MAS DE 1.80
MTRS., Y SIN VENTILACION, LA CORRIENTE
PERMISIBLE NO DEBE EXCEDER DEL 70% DEL
VALOR INDICADO EN LA TABLA MENCIONADA.

ART. 384.4 TUBERIA:
TODOS LOS CONDUCTORES ALOJADOS DENTRO DE

6

UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE
NO MENOR AL 125% DE LA CORRIENTE A
PLENA CARGA.

ART. 483.16 CONDUCTOR ALIMENTADOR DE
VARIOS MOTORES.
LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTEN A DOS O MAS
MOTORES, DEBEN TENER UNA CAPACIDAD IGUAL
A LA SUMA DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA
DE CADA UNO DE LOS MOTORES A ALIMENTAR,
MAS EL 25% DE LA CORRIENTE DEL MOTOR MAS
GRANDE DEL GRUPO.

ART. 483.23 PROTECCION CONTRA SOBRECARGA

8

LA CAPACIDAD O EL AJUSTE DEL DISPOSITIVO DE SOBRECARGA NO DEBE SER MAYOR AL 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

ART. 483.35 PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO
EL DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO O FALLA A TIERRA DEL CIRCUITO DERIVADO PARA UN SOLO MOTOR, DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE, PERO SU AJUSTE O CAPACIDAD NO DEBE EXCEDER DE LOS SIGUIENTES VALORES:
a.- FUSIBLES SIN RETARDO DE TIEMPO O INTERRUPTOR AUTOMATICO DEL TIPO INVERSO, SU CAPACIDAD O AJUSTE NO DEBE SER MAYOR AL 400% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

9

PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO O FALLA A TIERRA DEL MOTOR MAYOR, MAS LA SUMA DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA DE LOS DEMAS MOTORES.

ART. 483.72 CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE DESCONEXION.

EL DISPOSITIVO DE DESCONEXION DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR AL 115% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

ART. 486.32 CAPACITORES:

LA CORRIENTE NOMINAL DE LOS FUSIBLES NO DEBE SER INFERIOR AL 165% DE LA CORRIENTE NOMINAL CAPACITIVA, CUANDO SE CONECTEN EN

11

b.- FUSIBLES CON RETARDO DE TIEMPO, SU CAPACIDAD NO DEBE SER MAYOR AL 225% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

c.- INTERRUPTORES AUTOMATICOS TIPO DISPARO INSTANTANEO(SIN RETARDO DE TIEMPO), SU AJUSTE NO DEBE SER MAYOR AL 1300% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

ART. 483.44 CAPACIDAD O AJUSTE PARA CARGAS DE MOTORES:

a.- EL DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR QUE ALIMENTA A VARIOS CIRCUITOS DERIVADOS, DEBE TENER UNA CAPACIDAD O AJUSTE DEL DISPOSITIVO DE

18

ESTRELLA; O BIEN NO MENOR AL 150% CUANDO SE CONECTEN EN DELTA.

12

NORMAS TECNICAS ELECTRICAS
PREVENIO Y PROTECCION DE INSTALACIONES
218.19.a. CONDUCTORES

- Los conductores derivados deben tener una capacidad de conduccion minima igual a la corriente de la carga por servir.

218.19.a.4
EN UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTE CUALQUIER TIPO DE CARGA, ALUMBRADO, FUERZA O CALIFACCION:

- La caida de tension hasta la salida mas lejana del circuito, no debe exceder el 3%.

13

- La caida de tension global desde el medio de desconexion principal hasta la salida mas lejana de la instalacion, considerando circuitos alimentadores y derivados, no debe exceder del 5%.

- Dicha caida de tension debe distribuirse razonablemente entre ambos circuitos, procurando que en cualquiera de ellos la caida de tension no exceda el 3%

CIRCUITO	ALUMBRADO Y/O FUERZA								
ALIMENTADOR	3%	3%	2%	2%	2%	1%	1%		
DERIVADO	1%	2%	1%	2%	3%	3%	2%		
TOTAL	4%	5%	3%	4%	5%	4%	3%		

15

ADEMÁS:

- La caida de tension total entre el alimentador y el derivado, no debe exceder del 5%.

218.24 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS

- Los circuitos derivados deberan ser alimentados por conductores, como minimo, del calibre indicado en la tabla:

CAP. DEL CIRC.	15A	20A	30A	40A	50A
COND. CAL. AVG.	14	12	10	8	6

215-2.1 CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS ALIMENTADORES.

14

228.2 TENSIONES

- A menos que otras tensiones se especifiquen, para propósitos de calculo se utilizaran los valores siguientes:
 120, 127, 220/127, 240/120, 208/120, 440/254, 480/277, 600 VOLTS.

228.3.a. CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS

a).- La capacidad del circuito derivado, no debe ser menor a la suma de las cargas no continuas mas el 125% de la carga continua.

228.10 CIRCUITOS ALIMENTADORES:

b).- Cuando un alimentador sirve a cargas continuas y no continuas el dispositivo de

16

sobrecorriente no debe ser menor a la suma de las cargas no continuas mas el 125% de las cargas continuas.

248.3 PROTECCION DE CONDUCTORES EN GENERAL

Los conductores deben protegerse acorde con su capacidad de conduccion(art 318.15) o menos.

a).- Se exceptua la proteccion cuando por la interrupcion exista riesgo de dano fisico o personal.

248.6 CAPACIDADES DE CONDUCCION NORMALIZADAS

a.- Las capacidades de conduccion de

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA 258.94

Calibre del conductor mayor, de la acometida o su equivalente en paralelo.

2	2	1/0	3/0	250kcm	600kcm	mas
0	a	a	a	a	a	de
<	1/0	3/0	350kcm	600kcm	1100kcm	1100kcm

8	6	4	2	1/0	2/0	3/0
---	---	---	---	-----	-----	-----

calibre awg del electrodo de puesta a tierra (cobre).

318.15.a. FACTORES DE CORRECCION F.T. Y F.A.

b.- La capacidad de corriente para temperaturas ambientes diferentes a 30 C

corriente normalizada de interruptores y fusibles son:

- 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, 6000 AMPERES.

- Para fusibles, se consideran normalizadas tambien 1, 3, 6 y 10 AMPERES.

258.94 ELECTRODOS DE TIERRA:

- El tamaño del electrodo de puesta a tierra, no debe ser menor a lo indicado en la tabla 258.94(siguiente):

debe corregirse con los factores de temperatura indicados en las tablas correspondientes.

318.15.8.a

a)- Para cables o canalizaciones que contengan mas de tres conductores activos la capacidad de corriente obtenida en las tablas 318.16 a la 318.19 y ya corregida por temperatura, debe ser reducida por el factor de agrupamiento de la tabla correspondiente.

318.11.b CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CABLES EN CHAROLAS.

- Los factores de correccion del art. 318.8.a conductores para no menos de

2000 volts, no son aplicables a la capacidad de corriente en charolas.

- Para monoconductores mayores a 1/0 ver incisos 1 y 2 del mismo articulo.
- Para cables multiconductores de mas tres conductores activos, se aplican los factores de correccion por agrupamiento.

345.7 y 346.6 CONDUCTORES EN TUBERIA CONDUIT:

- El numero de conductores en un solo tubo conduit, no debe sobrepasar los porcentajes permitidos dados en la tabla 1 capitulo 10, acorde con las dimensiones de la tabla 4 misma seccion.

21

miento no se aplican a los 38 conductores cuando la suma de sus secciones transversales no exceden del 28% de la seccion transversal del ducto.

- Al aplicar el factor de agrupamiento no se limita el No. de conductores sin exceder el 28% de la seccion transversal del ducto.

384.15 GABINETES DE CONTROL:

- En ningun gabinete de control deben instalarse mas de 42 dispositivos de sobrecorriente, aparte del dispositivo principal propio.

23

PORCENTAJES DE RELLENO DE CONDUCTORES PARA TUBO CONDUIT

Hc. de conductores:	1	2	3 o mas
Porcentaje de la seccion del tubo:	53%	38%	48%

362.5 DUCTOS METALICOS:

- Los ductos metalicos con tapa no deben alojar mas de 38 conductores activos en cualquier trayectoria.
- La suma de las secciones transversales no deben exceder el 28% de la seccion transversal del ducto.
- Los factores de correccion por agrupa

22

384.16 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE EN GABINETE DE CONTROL

- La carga total de cualquier dispositivo de sobrecorriente dentro de un gabinete no debe ser mayor al 88% de su capacidad cuando la carga dure tres horas o mas.

422.5 PROTECCION DE APARATOS EN CIRCUITOS DERIVADOS:

- La capacidad del dispositivo de proteccion, no excedera el valor de la corriente indicada en la placa del aparato

422.28 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

a)- Los aparatos electricos se consideran protegidos contra sobrecorriente, cuando

24

los circuitos derivados que los alimentan han sido protegidos conforme a su capacidad de conduccion (tablas 319.16..19)

430.22 CONDUCTOR ALIMENTADOR PARA UN SOLO MOTOR:

a)- Los conductores alimentadores a un solo motor deberan tener su capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

430.24 VARIOS MOTORES O MOTORES Y OTRAS CARGAS:

- Los conductores que alimentan a varios motores o a motores y otras cargas,

25

430.62 ITM ALIMENTADOR PRINCIPAL A VARIOS MOTORES:

a)- El valor nominal del ITM principal debera ser de valor o ajuste del dispositivo mayor mas la suma de las corrientes del resto de las cargas.

27

deberan tener una capacidad de conduccion igual a la suma de las corrientes nominales de todas las cargas mas el 25% de la corriente nominal a plena carga del motor mayor.

430.32 DISPOSITIVO DE SOBRECARGA(ITMD)

a.1)- Un dispositivo sensible a la corriente del motor y separado de el, no sera mayor a los porcentajes siguientes:

Motors con factor de servicio minimo al
1.5%.....125%
Motors con aumento de temperatura minima
a 40 C125%
Resto del tipo de motores.....115%

26

**NORMAS TECNICAS
ELECTRICAS**

N. T. I. E.

proyecto y proteccion de
instalaciones electricas

REQUISITOS PARA LA PRESENTACION DE PLANOS

Para realizar una instalación monofásica, se deben elaborar, en primer lugar, los planos respectivos, los cuales deben cubrir ciertos requisitos indispensables. En este apartado se especifica, paso a paso, el contenido de los planos, el número de copias que se deben entregar, las dimensiones que deben cubrir, el tipo de materiales y dispositivos usados en la instalación, etc. También se presenta la simbología que se debe utilizar para evitar errores en la instalación.

1. Se deberán entregar dos copias heliográficas de cada plano, éstas deberán ser legibles, tener buena presentación, los trazos rectos hechos a regla, la letra debe ser de 3 mm, ejecutada con plantilla o letra de molde bien hecha. Los símbolos usados deberán ser los que pida la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; no deben mostrar instalaciones sanitarias de agua potable, ni otro tipo de instalación o cortes relacionados con la construcción civil.

2. Las copias deberán tener como mínimo las dimensiones siguientes:

Tipo A = 42 x 56 cm.

Tipo B = 63 x 84 cm.

Tipo C = 84 x 112 cm.

Las escalas usadas serán: 1:50 y 1:100, pero si la obra re--

quiere alguna otra escala o dimensión, se usará siempre y cuando se justifique el uso de la misma. En este caso se debe anotar en el plano la escala usada y dejar un espacio libre para la colocación de los sellos de aprobación.

3. Las copias contendrán el nombre completo del propietario, la ubicación correcta de la obra (croquis de localización), la indicación del nombre de la calle o de la avenida, la calzada, la cerrada, la privada, el callejón, la prolongación, la carretera, el camino, etc.; el número oficial del predio, el nombre de la colonia o del fraccionamiento, el barrio, etc., y la delegación dentro de cuya jurisdicción se encuentra la obra.
4. Nombre, dirección, firma y los números de registro en la Dirección General de Electricidad y el número de la cédula profesional del responsable de la instalación, que debe ser ingeniero electricista o mecánico electricista de acuerdo con el artículo 210 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.
5. Se indicará la marca de fábrica y tipo de materiales y dispositivos usados en la instalación, inclusive su número de registro correspondiente. En caso de motores, se indicarán los datos de la placa.
6. Para instalaciones que tengan más de dos circuitos, los planos deberán traer un diagrama unifilar.

7. Se indicará en vistas físicas y diagramas unifilares, los elementos de protección y control de motores.

8. Todos los planos deben tener un cuadro de distribución de cargas por circuito. Se considera una carga de 100 watts como mínimo para cada contacto en viviendas, edificios y casas residenciales, aunque normalmente este valor se eleva a 200 ó 250 watts, especificando cuando así lo requieran las necesidades, contactos de mayor capacidad.

Para contactos e instalaciones industriales, debe considerarse 7 Amperes por contacto (800 watts). Si hay más de un contacto en cada local, debe tomarse la carga de 2 en cada 4, teniendo en cuenta que no se utilizan todos a la vez. Se debe considerar para circuitos de alumbrado y contactos una carga mayor de 2,500 watts.

9. En las canalizaciones se deberán indicar, los diámetros de las tuberías, las dimensiones y el material de otros ductos, el calibre y el número de conductores utilizados. Indicando toda medida en el sistema nacional de unidades de medida, en cada dispositivo se mencionará el circuito a que correspondan.

10. Mostrarán las plantas de la construcción, los sótanos, la planta baja, el mezzanine, la planta alta, la azotea, etc. en caso de edificios se pondrá la planta tipo y se indicará el número de ellas al calce de la misma, exhibirán

la instalación eléctrica y los cortes de las conducciones verticales que se estimen pertinentes, así como la instalación de fuerza (bombas, elevadores, motores, etc).

- 11) Deberá anotarse el número de cajas de conexión utilizadas en las instalaciones. Se consideran como cajas de conexión la unión de dos o más conductores que vayan a dar un servicio determinado.

DISTRIBUCION DE UN PLANO

Croquis de
Localización

Diagrama
Unifilar

Materiales
Empleados

Ubicación del
Plano

Simbología

Espacio para
Sellos

Cuadro de Cargas

Cuadro de
Referencia

Cálculo de la
Demanda

INSTALACIONES ELECTRICAS TRIFASICAS, ASPECTOS DE CONTROL Y DIAGRAMAS ELECTRICOS

1. Medidas de seguridad, normas y especificaciones de la D.G.N. para instalaciones eléctricas industriales de fuerza y alumbrado:

Relativo a este punto solo quisiera recordar que el tema fué ampliamente visto en los cursos anteriores e incluso usted debe contar en este momento con un mini-reglamento de bolsillo que debió de armar con las fotocopias que se le obsequiaron al final del curso anterior; recuerdese igualmente que al final del segundo manual del primer curso encontrará las fotocopias de un manual de seguridad para electricistas el que puede reproducir, recortar y engargolar para convertirlo en manual de bolsillo.

2. Simbología eléctrica.

De igual manera con relación a este punto ya cuenta usted con la información necesaria en cuanto a símbolos en los dos primeros manuales. Pero consideramos necesario hacer los comentarios siguientes:

- Los símbolos eléctricos a considerar aquí son aquellos relativos a INSTALACIONES y a DIAGRAMAS para maquinaria y aparatos electrodomésticos.

- En el caso de símbolos para instalaciones solo se manejarán los nacionales.

- En cuanto a los relativos a diagramas de control, etc. para maquinaria y aparatos; en su oportunidad daremos su equivalencia con sus correspondientes símbolos europeos, pero esto será en el último curso que habla de motores, control e instalación de estos.

Por tanto sugerimos que siga las indicaciones de su instructor en cuanto a este tema de SIMBOLOS ELECTRICOS.

3. Interpretación de diagramas eléctricos.

- Para una instalación eléctrica se requiere generalmente el dominio de los siguientes tópicos:

- a) Diagrama unifilar.
- b) Diagrama elemental.
- c) Plano de instalación eléctrica.

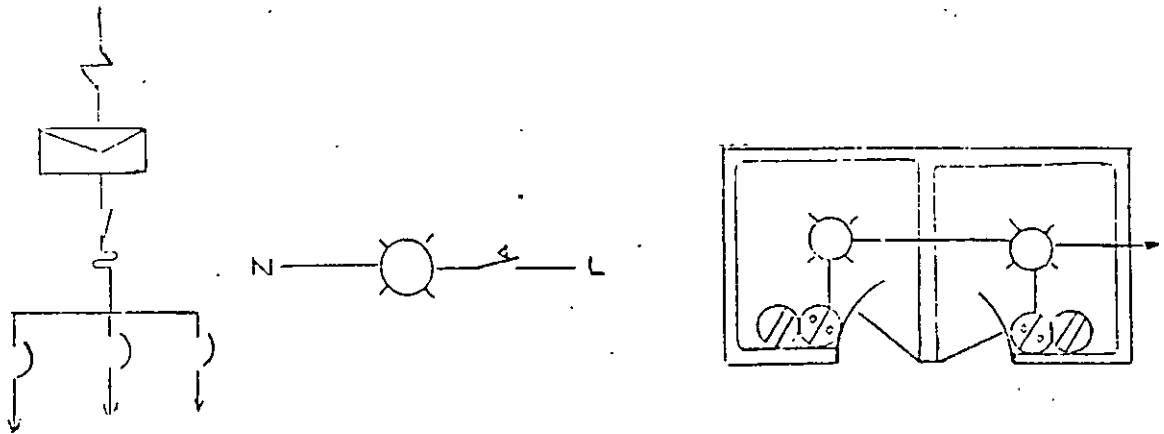


DIAGRAMA UNIFILAR

EL DIAGRAMA UNIFILAR es aquel que utiliza símbolos simplificados y líneas sencillas para así indicar la estructura y los dispositivos de un sistema de circuitos.

Debe ser claro, sin errores, etc. para poderse interpretar.

Para elaborar bien sus diagramas unilaterales tome en cuenta lo siguiente:

- En lo posible aproxímese a la posición física de las partes del sistema que represente con su diagrama. NO utilice dimensiones a escala.

- Los símbolos que proponen las asociaciones técnicas y de fabricantes de material eléctrico deberán ser convencionales (estándar), comprensibles para todos y SIMPLES.

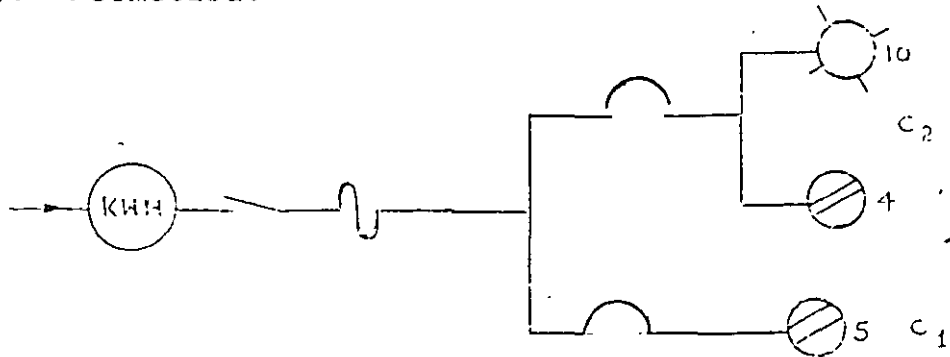
- Cada línea, símbolo, figura o letra debe proporcionar una información exacta. Y sin duplicar.

- Recuerde que los datos superfluos para Ud. no lo son para otras personas. Incluso para usted mismo días después.

Por tanto NO OMITA NADA-MUESTRE TODOS Y CADA UNO DE LOS DATOS QUE CONOZCA. Ningún dato debe ser considerado no importante. Cuide mucho que cada parte del diagrama contenga los siguientes puntos:

- 1). Tensiones, fases y frecuencia a la entrada de la red o acometida.
- 2). Tensión de los alimentadores.
- 3). Capacidad de motores, versión de trabajo, factor de potencia, velocidad, frecuencia, etc.
- 4). Capacidad de interruptores: volts, amperes; capacidad interruptora, etc.
- 5). Capacidad de desconectores y sus fusibles en volts y amperes.
- 6). Cantidad de componentes iguales por circuito.

- 7). Numero de circuito.
- 8). Kilowatt-horimetro o medidor por departamento, accesoria o servicio en general.
- 9). Interruptor de seguridad con sus protecciones para cada servicio.
- 10). Acometida.



- 11). Metodo de conexión a tierra del neutro y de los equipos o maquinaria.
- 12). Es deseable indicar aplicaciones a futuro.
- 13). Por último no olvide indicar tipo y capacidad de todos los dispositivos que no han sido tomados en cuenta en los incisos anteriores.

Estudie con atención, ayudado por su instructor el diagrama siguiente y practique según le sea indicado.

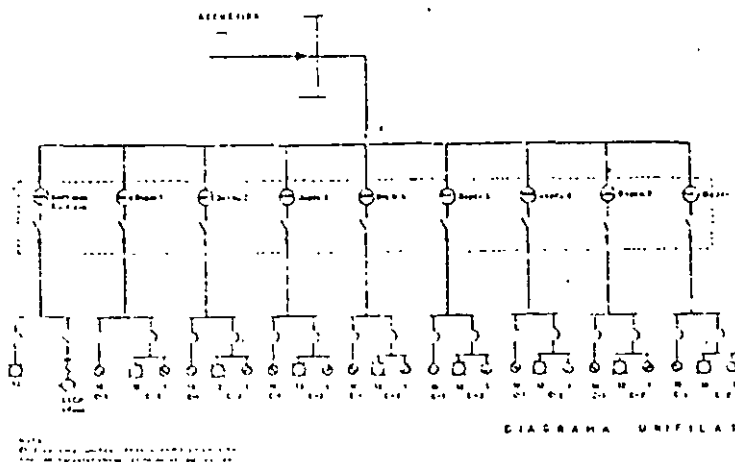
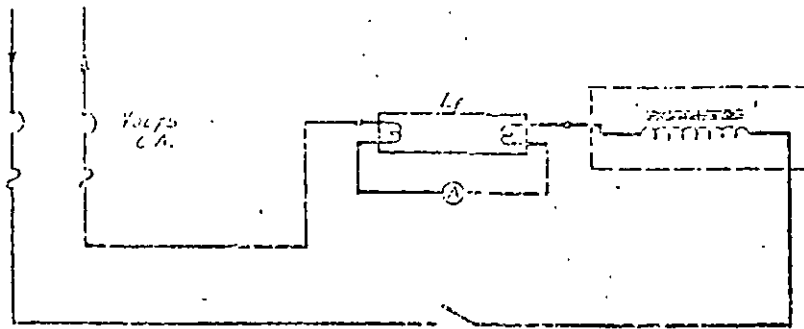


DIAGRAMA ELEMENTAL

Es el diagrama que en forma sencilla nos muestra por medio de símbolos y líneas rectas (verticales-horizontales), un circuito y sus elementos, permitiendo deducir con facilidad su funcionamiento pudiéndose determinar el camino que sigue la corriente eléctrica por los conductores y componentes pero sin describir la posición física de los mismos.

También es conocido como diagrama de alambrado esquemático y se deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Representar todos los conductores y accesorios que intervengan en el circuito.
- Representar los conductores en forma recta ya sea vertical u horizontal y de preferencia usar lo menos posible tramos diagonales.

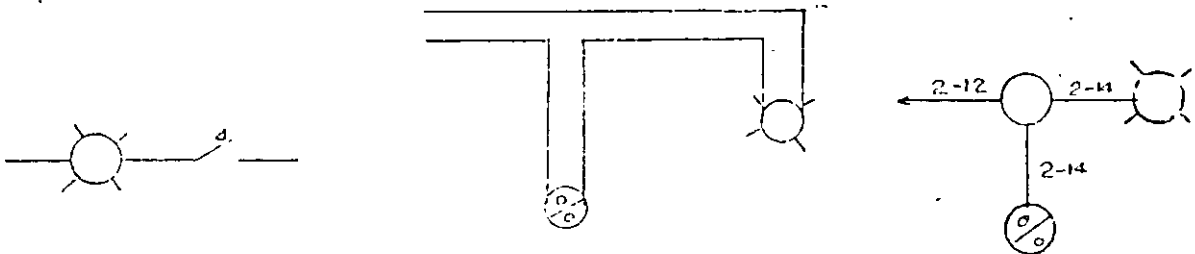


- Ahorrar conductores cuando dos o mas viajan desde y hasta las mismas cajas.

Hay varias clases de diagramas elementales para instalaciones:

- Diagramas elementales propiamente dichos.
- Diagramas o esquemas multifilares.

Observe los siguientes diagramas para un mismo circuito y comprenderá mejor la anterior clasificación.

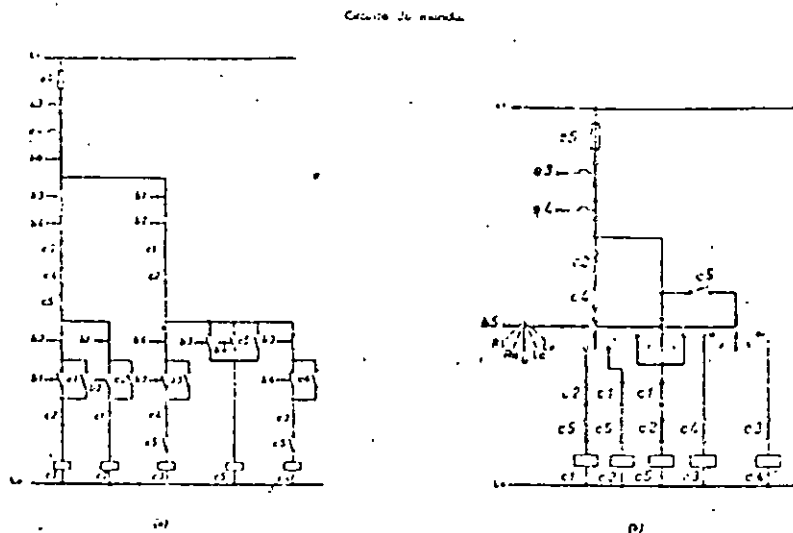


Algunas personas consideran una sub-clasificación más para A

los diagramas multifilares elementales:

- Diagrama de control(Bifilar).
- Diagrama Trifilar
- Diagrama tetrafilar.
- Diagrama polifilar(multilineal).

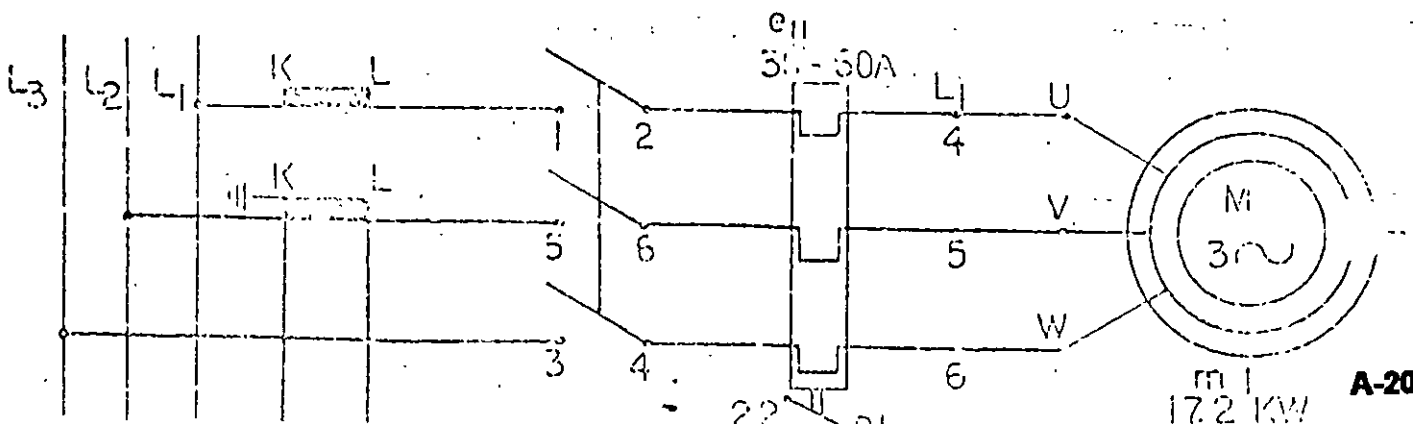
Dentro de la clasificación de bifilares debemos considerar los diagramas de la sección anterior pero muy particularmente debemos fijar nuestra atención en circuitos de control cuando hablemos de motores, en nuestro próximo curso. Analice el el siguiente diagrama:



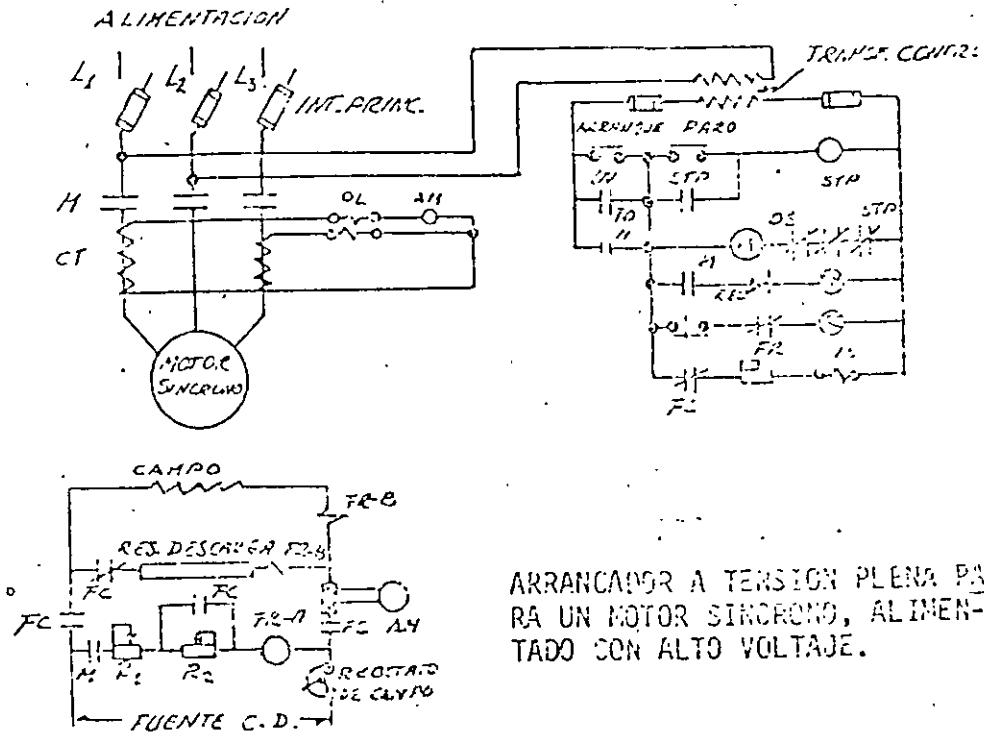
Como se puede observar contiene un circuito entre dos líneas de donde le viene su nombre. Permite con facilidad examinar la secuencia de operaciones de un circuito o parte de él.

Un diagrama trifilar nos estará representando un sistema trifásico con el equipo, máquinas, dispositivos, etc relacionados con él o el equipo solo conectado a la red trifásica. Como aparte de los conductores de fuerza(principales) también contiene los de control, auxiliares y de señal; se podrá comprender con cierta facilidad su funcionamiento.

Mostramos a continuación un breve ejemplo:



Para poder representar no solo el control o la fuerza sino todos los dispositivos y líneas que intervienen en el funcionamiento de un equipo o maquinaria, se requiere una representación multifilar de un diagrama elemental, como los diagramas de aparatos electrónicos que tal vez ud. haya visto ya; solo que a nivel eléctrico como en seguida lo demuestra este diagrama.



ARRANCADOR A TENSION PLENA PARA UN MOTOR SINCRONO, ALIMENTADO CON ALTO VOLTAJE.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| M - Contactor principal | LSW- Interruptor de línea |
| FC- Contactor de campo | CT - Transformador de corriente |
| FR- Relevador de campo | STP- Relevador de paro |
| OL- Relevador de sobrecarga | TO - Relevador de apertura temporizada |
| IS- Relevador de secuencia incompleta | UV - Relevador sobre voltaje |
| AM- Amperímetro | |

PLANO DE INSTALACION ELECTRICA

Para esto será necesario dar algunas indicaciones que esperamos comprenda Ud.

- Habrà que conocer los siguientes aspectos básicos:
- Tipo de planos.
 - Escalas a emplear.
 - Datos que debe llevar.
 - Simbolos.
 - Datos adicionales.

El reglamento de instalaciones eléctricas en cuanto a planos senala que se pueden realizar estos en dimensiones diferentes según el uso, la escala y la magnitud de la obra, etc.

Para lo cual transcribimos a continuación las principales normas relacionadas con esto:

- Los planos de las instalaciones eléctricas que se

presenten para la autorización ante esta Dirección General de Electricidad, deberán llenar los siguientes requisitos:

a) Completa claridad y delineado cuidadoso, tanto del conjunto como de los detalles debiéndose emplear los instrumentos de dibujo adecuados, y utilizar tirta negra para los dibujos originales.

b) Las anotaciones y explicaciones deberán ejecutarse con caracteres claros y bien hechos, ya sea usando plantilla o letras de molde manuscritas.

En acotaciones y especificaciones, se usará el sistema métrico decimal.

c) Presentar una tabla con los símbolos eléctricos convencionales que se hayan empleado en los dibujos. Se recomienda el empleo de los símbolos aprobados por la dirección general de electricidad.

d) No mostrar otro tipo de instalaciones tales como las correspondientes a gas, agua potable, sanitaria y detalles de la construcción civil o arquitectónica.

e) En caso de presentarse un plano que muestre solamente parte de las instalaciones eléctricas, deberá incluirse un croquis del conjunto de la obra civil, especificando claramente la porción que se indique en dicho plano, además, se harán referencias de la autorización relativa para la parte de las obras que no se detallen en estos planos.

- Las dimensiones de los planos deben ser las que se indican a continuación:

a) Casas habitación y edificios alimentados en baja tensión

70*110 cm, 55*70 cm, 35*55 cm con escala de 1:50 hasta 1:200

b) Subestaciones Eléctricas abiertas o compactas para servicio interior.

85*110 cm, 70*110 cm, 44*70 cm. Escala de 1:20 hasta 1:100

c) Plantas eléctricas.

85*110 cm, 70*110 cm, 55*70 cm. Escala de 1:20 hasta 1:100

d) Instalaciones industriales de alumbrado y potencia.

85*110cm, 70*110cm, 55*70cm. Escala de 1:50 hasta 1:500

Las escalas indicadas podrán ser modificadas cuando la magnitud de la obra lo requiera, para que su representación aparezca con suficiente detalle, anotándose en cada caso, la escala empleada. Debe dejarse un margen de cinco centímetros en el lado izquierdo de cada plano y en los tres lados restantes, otro

no mayor de dos centímetros ; así como un espacio libre no menor de 10*20cm arriba del cuadro de referencia que se cita en el punto 3 siguiente, para inscribir las notas de autorización correspondientes.

- Cada plano deberá identificarse por medio de un cuadro de referencia localizado en el ángulo inferior derecho y en el cual se indicará:

a) Nombre completo de la persona física o moral propietaria de las instalaciones.

b) Nombre completo, firma autógrafa y número de registro ante la secretaria de comercio, Dirección general de electricidad, del perito responsable del proyecto de la instalación eléctrica de que se trate, Según lo prescriben los artículos 210 y 212 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.

- Deberá indicarse la ubicación de la obra por medio de un croquis, que muestre la orientación de ésta, con respecto a las calles, carreteras, caminos, etc., así como el número oficial del predio, nombre de la colonia, fraccionamiento. zona postal en su caso, etc.

- Los planos de las instalaciones eléctricas mostrarán una lista de los materiales y equipo utilizados, indicando la marca de fábrica y sus características eléctricas completas; que incluyen entre otras cosas, el tipo, número de catálogo, etc., así como el número de autorización de la Secretaria de Comercio, Dirección General de Electricidad(DCE), de acuerdo con el artículo 51 de la Ley de la Industria Eléctrica.

- La revisión de los planos, se efectuará en los diferentes departamentos de esta Dirección General de Electricidad, remitiendo la mencionada documentación por duplicado tal como se indica a continuación:

a) En el Departamento de Instalaciones Eléctricas , cuando el total de las cargas instaladas no sea mayor de 100 KVA, siempre que no estén alimentadas en alta tensión por medio de una subestación propiedad del usuario.

b) Proyectos que en su conjunto contengan cargas superiores a los 100 KVA, y aquellas que sean alimentadas en alta tensión por medio de una subestación propiedad del usuario, serán revisadas en el Departamento de Plantas, Subestaciones y líneas.

- Las presentaciones de planos, sus anexos y demás documentos, la deberán efectuar directamente los interesados o sus representantes legales, por duplicado y en la forma que a continuación se indica.

a) En las Delegaciones Federales de esta Secretaría, en la mesa de correspondencia respectiva o enviándose directamente por correo a estas Delegaciones.

b) Planos de instalaciones eléctricas de casa habitación, edificios, comercios y, en general los correspondientes a instalaciones industriales de alumbrado y potencia con carga total conectada no mayor de 100KVA, se presentarán directamente y contra recibo, en la sección de recepción de planos del Departamento de Instalaciones Eléctricas, ubicado en la esquina de Dr. Carmona y Valle y Dr. Liceaga de esta ciudad. Estos planos deberán presentarse doblados a tamaño media carta para facilitar su manejo, en tal forma que las inscripciones queden en el interior.

c) Los planos de instalaciones eléctricas de alta y baja tensión, deberán presentarse simultáneamente.

Esta documentación deberá entregarse en la OFICIALIA DE PARTES, de la Secretaría, o bien enviarse por correo. La documentación debe acompañarse de un escrito en el cual se solicite la revisión y aprobación del proyecto.

Los planos que formen el proyecto, deben doblarse a tamaño carta, mostrando al frente el cuadro de referencia y el espacio para la inscripción de los sellos de aprobación por esta Dirección.

Para mayor información sobre el particular, consultar "Instructivo" de la secretaria de comercio Dirección General de Electricidad.

Trámite para obtener la autorización para instalaciones eléctricas de casa habitación, edificios comerciales y departamentos alimentados en baja tensión.

PLANO DE PROYECTO ELECTRICO

a) Antes de ejecutar cualquier instalación eléctrica oculta nueva o reformarse en mas del 30%, una instalación existente, se hace necesaria la presentación de planos del proyecto, para efectos de revisión y autorización de la Dirección General de Electricidad.

b) Los planos del proyecto eléctrico deben elaborarse de acuerdo con los lineamientos generales que se indican en los capítulos I y VII del Instructivo.

c) Las copias de los planos deben presentarse por duplicado y se entregarán contra un recibo en la Secretaría de Planos del Departamento de Instalaciones Eléctricas.

d) En el recibo de recepción de planos que se proporciona en la oficina mencionada en el párrafo anterior, se señala en la fecha en la cual los interesados podrán acudir a recoger la orden de pago de derechos que causen las tuberías de instalaciones eléctricas. Esta orden de pago debe cubrirse en la Oficina Federal de Hacienda No. 19, sita en Lorenzo Boturini No. 52 de la ciudad de México, o en la oficina correspondiente fuera de la ciudad de México.

e) Una vez cubiertos los derechos que se indican, los interesados deben presentar su recibo de pago ante la sección de planos del mismo departamento para obtener las copias autorizadas de sus planos.

SOLICITUD DE INSPECCION

a) Una vez ejecutado por lo menos el 90% de la instalación eléctrica de una casa habitación o edificio comercial o de departamentos y estando autorizados sus planos eléctricos, los interesados o sus representantes legales deberán solicitar la inspección reglamentaria ante el Departamento de Instalaciones Eléctricas de la Dirección General de Electricidad o Delegación Federal Correspondiente, en donde proporcionarán los datos que se indican a continuación:

1. Nombre completo del interesado.
2. Calle, número, interior, colonia y delegación donde se localizará el servicio.
3. Naturaleza del servicio. Si se trata de casa habitación deben indicarse las plantas y niveles que serán abastecidos.
4. El número total de lámparas, contactos, motores fijos y su capacidad total en caballos de potencia (C.P.) y otros aparatos eléctricos especiales, tales como calefactores, etc.

INSPECCION Y AUTORIZACION DE LA INSTALACION

a) Una vez proporcionados los datos que se indican en el punto 2, se devuelve a los interesados una copia de la solicitud de inspección.

b) Al siguiente día, la Dirección General de Electricidad practicará inspección inicial reglamentaria en el lugar para el que se solicita el servicio. Los interesados deben mostrar al inspector de la Dirección los planos ya autorizados de la instalación eléctrica.

c) En el caso de que la instalación cumpla con los requisitos que señala el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas y coincida con los datos que aparecen en el plano autorizado, el inspector entregará al interesado o a su representante legal, el Certificado de Inspección (forma DGE-7), por cuadruplicado. Con este documento, el interesado podrá celebrar el contrato de suministro con la empresa eléctrica correspondiente.

REQUISITOS ADICIONAL

a) Para solicitar la inspección de una instalación eléctrica, es necesario que los interesados o sus representantes legales, exhiban uno o más de los documentos siguientes: boleta predial, contrato de arrendamiento, recibo de pago anticipado de renta o comprobante de compra-venta del inmueble donde se suministrará el servicio.

b) Los trámites a que se refieren los puntos 1 y anteriores podrán promoverse por escrito a solicitud de los interesados.

c) Para el trámite de autorización de planos de instalaciones eléctricas de construcciones ubicadas en poblaciones del interior de la República, en donde actúan Delegaciones Federales de la secretaría de comercio, se seguirán los lineamientos que se indican en los puntos 6 y 7 del capítulo I, 3o. del capítulo VII del instructivo, sin perjuicio de que el trámite de dichos planos se promueva excepcionalmente en las oficinas de la Dirección General de Electricidad, siguiendo el procedimiento ya mencionado.

4. Distribución de circuitos de fuerza, iluminación, partiendo de los diagramas de alumbrado, ubicación de salidas.

Estudie cualquier diagrama unifilar de una instalación eléctrica de edificio o casa habitación y podrá comprender mejor los conceptos que este tema involucra.

La secuencia desde una acometida es la siguiente:

1. Acometida de la compañía de luz y fuerza.



**FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

**Diplomado:
MANTENIMIENTO ELECTRICO**

UNIDAD 3:

**SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE
EQUIPOS ELECTRICOS**

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

3 y 4 de Julio 97

INSTRUCTOR: ING. MANUEL ESTRADA:

MEXICO, D. F.

PASOS PARA CALCULAR EL CALIBRE MINIMO

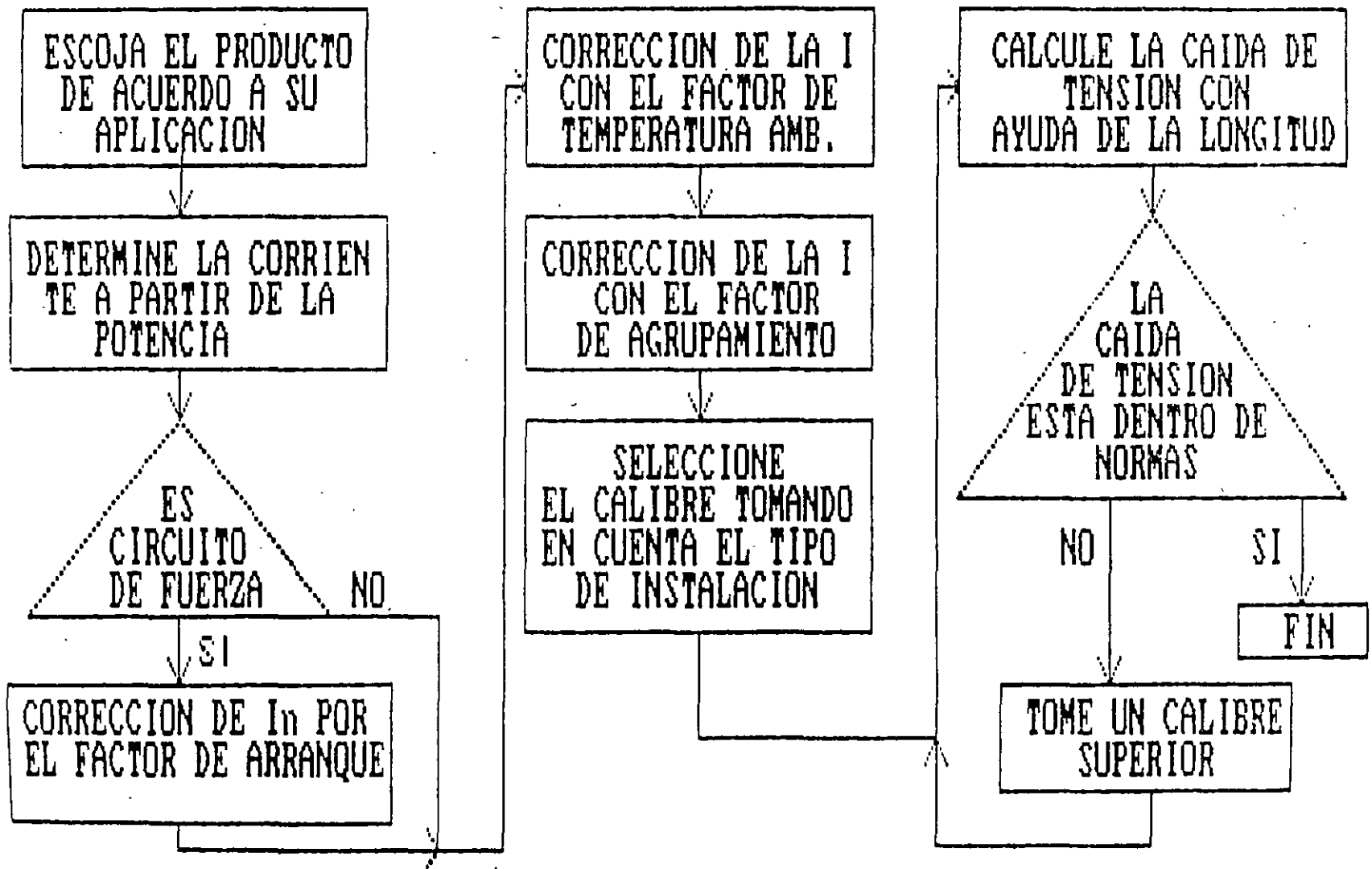


TABLA DE CAPACIDADES DE CORRIENTE Y CAIDAS DE VOLTAJE EN CONDUCTORES ELECTRICOS

CALIBRE AWG Y MCM	AMPS. MAXIMOS 1 a 3 CONDUCTORES EN UN TUBO 30°C EN EL LOCAL			CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS. POR AMPER Y POR 100 M. 80% F.P.	
	TIPOS R, RW, RU, T TW 50° C MAX. TEMP DE OPERACION	TIPOS RH, RHM Y THW 75° C MAX. TEMP. DE OPERACION	TIPOS VINANEL 900 90° C MAX. TEMP. DE OPERACION	1 FASE VOLTS	3 FASES VOLTS
	14	15	15	25	1.56
12	20	20	30	1.03	0.86
10	30	30	40	0.64	0.55
8	40	45	50	0.41	0.36
6	55	65	70	0.27	0.23
4	70	85	90	0.18	0.15
2	95	115	120	0.12	0.11
1/0	125	150	155	0.09	0.08
2/0	145	175	185	0.07	0.06
3/0	165	200	210	0.06	0.05
4/0	195	230	235	0.05	0.05
250	215	255	270	0.05	0.04
300	240	285	300	0.04	0.04
350	260	310	325	0.04	0.03
500	320	380	405	0.03	0.03
750	400	475	500	0.03	0.02
1000	455	545	585	0.03	0.02

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°C			
°C	°F	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR:	
		PARA AISLAMI- ENTO T-TW	PARA AISLAMIENTO RH, RHM, VINANEL
40	104	0.82	0.88
45	113	0.71	0.82
50	122	0.58	0.75
55	131	0.41	0.67
60	142		0.58
70	158		0.35

FACTORES DE CORRECCION POR MAS DE TRES CONDUCTORES EN UNA TUBERIA	
Nº DE CONDUCTORES	FACTOR
4	0.6
7	0.4
25	0.2
DE 43 EN ADELANTE	0.5

NOTA:

LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE INDICADAS EN LA TABLA SON MAYORES CUANDO LOS CONDUCTORES SE INSTALAN EN CHAROLAS O AL AIRE LIBRE.

CALCULO DE CONDUCTORES ELECTRICOS POR CORRIENTE Y POR CAIDA I
TENSION.

Para calcular los conductores por corriente, se usan las fórmulas siguientes:

$$W = E_n I \cos \phi$$

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

En donde:

W = potencia, carga por alimentar o carga total, instalada expresada en watts.

E_n = tensión o voltaje entre fase y neutro (127.5 volts.)

I = corriente en amperes por conductor.

Cos ϕ = factor de potencia (f.p) o coseno del ángulo formado entre el vector tensión, tomado como plano de referencia y el vector de corriente, cuyo valor expresado en centésimas (0.85 - 0.90)

Cos ϕ = 1.00 ó 100% cuando se tienen conectadas sólo cargas resistivas.

Ejemplo:

Calcular por corriente el calibre de los conductores para alimentar una carga total de 2,400 watts, que se considera concentrada a 60 metros.

Datos:

$$W = 2,400 \text{ watts.}$$

$$E_n = 127.5 \text{ volts (1 } \phi\text{-2h)}$$

$$\cos \phi = 0.85$$

Considerar un factor de utilización F.U. = 0.8.

$$W = E_n I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{E_n \cos \phi} = \frac{2,400}{127.5 \times 0.85} = \frac{2,400}{108.37} = 22.14 \text{ A.}$$

Corriente corregida = $I_c = 22.41 \times 0.8 = 17.7 \text{ A.}$ (ver tabla No. 2)

Se utilizará un conductor del #. 12

Cálculo del conductor para caída de tensión.

$$e = \frac{4 L I_c}{E_n S}$$

$$S = \frac{4 L I_c}{E_n e \%}$$

en donde:

$e\%$ = caída de tensión en tanto por ciento

L = distancia expresada en metros desde la toma de corriente hasta el centro de carga.

Ic = corriente corregida

En = tensión o voltaje entre fase y neutro (127.5 volts)

S = Sección transversal o área de los conductores eléctricos expresada en mm² (área del cobre sin aislamiento).

Ejemplo:

Calcular por caída de tensión el calibre de los conductores para alimentar una carga total de 2,400 watts, que se considera concentrada a 60 metros.

Datos:

W = 2,400 watts

En = 127.5 volts

Cos ϕ = 0.85

e% = 2

L = 60 metros

Ic = obtenida del cálculo de los conductores por corriente.
= 17.7 A.

Fc = 0.8

Por tensión:

$$e\% = \frac{4L I C}{En S}$$

$$S = \frac{4L I c}{En e\%} = \frac{4 \times 60 \times 17.7}{127.5 \times 2} = \frac{4248}{255} = 16.65 \text{ mm}^2$$

Ver tabla No. 6 con valor $S = 16.65 \text{ mm}^2$. Si este valor no se encuentra, se escoge el calibre de conductor eléctrico que tenga el valor inmediato superior, en el caso presente corresponde al calibre No. 4 ($S = 27.24 \text{ mm}^2$).

CARACTERISTICAS DE ALAMBRES DE COBRE
 EMPLEADOS EN EMBOBINADOS PARA MOTORES

CALIBRE AWG	DIAMETRO COND. DESNUDO Pulas	AREA mm ²	CALIBRE AWG	DIAMETRO COND. DESNUDO Pulas	AREA mm ²
2	0.2576	33.6	23	0.0226	0.259
3	0.2294	26.7	24	0.0201	0.205
4	0.2043	21.1	25	0.0179	0.162
5	0.1819	16.8	26	0.0159	0.128
6	0.1620	13.3	27	0.0142	0.102
7	0.1443	10.5	28	0.0126	0.081
8	0.1285	8.37	29	0.0113	0.065
9	0.1144	6.63	30	0.0100	0.051
10	0.1019	5.26	31	0.0089	0.040
11	0.0907	4.17	32	0.0080	0.032
12	0.0808	3.309	33	0.0071	0.025
13	0.0720	2.625	34	0.0063	0.020
14	0.0641	2.082	35	0.0056	0.016
15	0.0571	1.652	36	0.0050	0.013
16	0.0508	1.307	37	0.0045	0.010
17	0.0453	1.039	38	0.0040	0.008
18	0.0403	0.821	39	0.0035	0.006
19	0.0359	0.654	40	0.0031	0.005
20	0.0320	0.517	41	0.0028	0.0039
21	0.0285	0.411	42	0.0025	0.0032
22	0.0253	0.324	43	0.0022	0.0025
			44	0.0020	0.0020

AREAS DE CONDUCTORES DE NUDOS Y CON AISLAMIENTO.

CALIBRE AWG Y MCM	AREA EN mm ² DEL COBRE	AREA EN mm ² DEL CONDUCTOR CON AISLAMIENTO																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		*	+	*	+	*	+	*	+	*	+	*	+	*	+	*	+	*	+	*	+
20	0.518	2		4		6		8		10		12		14		16		18		20	
18	0.823	6	11	11	22	17	33	23	43	28	54	54	65	40	76	45	86	51	97	57	108
16	1.309	7	13	14	25	21	38	28	50	35	73	42	86	49	99	56	111	63	124	70	136
14	2.081	9	21	17	42	26	64	35	84	44	106	52	127	61	148	70	169	78	190	87	211
12	3.309	11	25	22	50	33	74	44	100	55	124	67	149	78	174	89	198	100	223	111	240
10	5.261	14	29	29	57	43	86	58	115	72	143	87	172	101	200	116	228	130	256	144	290
8	8.366	26	49	53	98	79	147	105	196	132	245	158	294	184	343	211	392	237	441	263	450
6	13.300	53	80	106	160	158	240	211	320	264	400	317	480	370	560	423	640	475	720	528	800
4	21.150	70	104	140	207	210	342	280	414	351	520	421	621	491	720	561	820	631	936	701	1040
2	33.630	95	134	190	267	285	400	380	534	475	667	570	800	665	934	760	1067	855	1200	950	1340
1/0	53.480	153	200	305	401	458	601	611	802	763	1002	916	1203	1059	1403	1221	1604	1377	1804	1527	2000
2/0	67.430	179	231	359	462	538	696	717	924	897	1154	1076	1385	1256	1616	1435	1847	1614	2078	1794	2310
3/0	85.030	212	268	424	536	636	803	848	1071	1060	1340	1272	1607	1486	1875	1697	2142	1909	2410	2121	2680
4/0	107.20	252	312	504	625	755	937	1007	1250	1295	1561	1511	1874	1763	2186	2015	2500	2266	2810	2518	3122
250	126.75	315	380	629	760	944	1140	1258	1520	1573	1900	1887	2280	2202	2660	2517	3040	2831	3420	3146	3800
300	152.10	360	425	720	850	1090	1275	1440	1700	1800	2125	2160	2550	2520	2975	2880	3400	3240	3825	3600	4250
350	177.45	406	555	812	1110	1217	1665	1623	2220	2029	2775	2435	3330	2840	3885	3246	4440	3652	4995	4058	5550
500	253.50	536	780	1073	1560	1609	2340	2146	3120	2682	3900	3218	4680	3755	5460	4291	5260	4027	7020	5364	7800
750	379.30	760	990	1520	1980	2280	2970	3040	3960	3800	4950	4560	5940	5320	6930	6080	7920	6840	8910	7600	9900
1000	505.8	970		1940		2910		3880		4850		5820		6790		7760		8730		9700	

+ CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TIPOS: R, RW, RHW (DEL No. 250 AL 1000 LAS AREAS SON APROXIMADAS)

* CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TIPOS: T, TW, THW VINANEL.

PARA UNA SEGURIDAD CUANDO HAYA UNA CURVA O UNA DISTANCIA GRANDE TOMÉ MEJOR LAS AREAS MARCADAS CON +

TABLA PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE UNA TUBERIA CONOCIENDO EL AREA QUE OCUPAN UN DETERMINADO NUMERO DE CONDUCTORES.

DIAMETRO		DIAMETRO INTERIOR EN mm ²	AREA DE TUBERIA OCUPADA POR CONDUCTORES EN mm ² .			
plgs.	mm.		1 CONDUCTOR 53 %	2 CONDUCTORES 31 %	3 CONDUCTORES 43 %	4 o MAS CONDUCTORES 40 %
1/2	13	15.79	104	61	84	78
3/4	19	20.92	179	105	145	135
1	25	26.05	295	173	240	223
1 1/4	32	35.05	511	299	415	386
1 1/2	38	40.89	696	407	564	525
2	51	52.50	1147	671	930	865
2 1/2	63	62.71	1636	957	1328	1235
3	76	77.93	2526	1477	2050	1907
4	101	101.63	4306	2519	3494	3250

TABLA PARA CALCULAR EL TAMAÑO DE UN DUCTO CONOCIENDO EL AREA QUE OCUPAN LOS CONDUCTORES.

DUCTO CUADRADO	AREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES EN mm ² .
6.5X6.5 cm.	1267
10X10 cm.	3000
15X15 cm.	6750

NOTA: EL NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT DEBEN SER 9 Y EN UN DUCTO 30 A NO SER QUE LOS CONDUCTORES EN EXCESO SEAN PARA CIRCUITOS DE CONTROL O DE SEÑALES.

Unidades eléctricas y magnéticas



Magnitudes	Dimensiones C.G.S.	Unidades prácticas	
		Nombre	Valor en C.G.S. (electro magnéticas)
Intensidad (I)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Ampere	10^{-1}
Tensión (V)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-2}$	Volt	10^8
Fuerza electromotriz (E)		Ohm	10^9
Resistencia (R)	$L T^{-1}$	Ohm-cm	10^{18}
Resistividad (ρ)	$L^2 T^{-1}$	Mho-cm	10^{18}
Conductividad (Y)	$L^2 T$	Culomb	10^{18}
Cantidad electricidad (Q)	$L^{1/2} M^{1/2}$	Joule	10^{-1}
Trabajo eléctrico (J)	$L^2 M T^{-2}$	Watt	10^7
Potencia eléctrica (W)	$L^2 M T^{-3}$	Farad	10^7
Capacidad (C)	$L^{-1} T^2$	Henry	10^{-9}
Autoinducción (L)	L	Volt/cm	10^9
Intensidad campo eléctrico (e)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-2}$	Maxwell	10^8
Flujo magnético (Φ)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$		1
Inducción magnética (B)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Volt-segundo	10^8
		Gauss	1
		Volt-seg cm ²	10^8
Intensidad campo magnético (H)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Oersted	1
Fuerza magnetomotriz (F)	$L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	Amp/cm	0.4
		Gilbert	1
Reluctancia magnética (R)	L^{-1}	Ampere-vuelta	0.4
Frecuencia (f)	T^{-1}	ciclos-seg.	

Nota: Las unidades magnéticas son todas de sistema C.G.S., por no haber sido establecidas las unidades prácticas.

- Definiciones:
- Ampere:** Intensidad de una corriente que corresponde al paso de culomb en un segundo.
 - Coulomb:** Cantidad de electricidad que al atravesar una solución de nitrato de plata deposita 1.118 miligramos de plata.
 - Ohm:** Resistencia que presenta al paso de una corriente una columna de mercurio a 0° de 1,063 m de longitud, con sección uniforme de 1 mm y masa de 14,4521 gramos masa.
 - Volt:** Tensión capaz de producir una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.
 - Joule:** Trabajo producido en un segundo por una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.
 - Watt:** Potencia de un joule por segundo. Potencia que transporta un circuito por el que circula una corriente de un ampere bajo la diferencia de potencial de un volt.
 - Farad:** Capacidad de un condensador en el que la carga de un culomb da entre sus armaduras una d.d.p. de un volt.
 - Henry:** Autoinducción de un circuito en el que la variación de un ampere en un segundo produce la f.e.m. de un volt.
 - Maxwell:** Flujo total producido por un polo magnético de fuerza, unidad dividida por 4π .
 - Gauss:** Inducción (o densidad de flujo) producida por un maxwell por cm de superficie normal a la dirección de flujo.
 - Gilbert:** Fuerza magnetomotriz de una bobina de una espira recorrida por una corriente de intensidad igual a la unidad C.G.S. dividida por 4π .
 - Oersted:** Variación de potencial magnético equivalente a un gilbert por centímetro.

Fórmulas eléctricas

	Corriente Continua	Corriente Alterna		
		Una Fase	* 2 Fases 4 Hilos	3 Fases
Amperes conociendo HP	$\frac{HP \times 746}{E \times N}$	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{1.73 \times E \times N \times f.p.}$
Amperes conociendo KW	$\frac{KW \times 1000}{E}$	$\frac{KW \times 1000}{E \times f.p.}$	$\frac{KW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$\frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times f.p.}$
Amperes conociendo KVA	—	$\frac{KVA \times 1000}{E}$	$\frac{KVA \times 1000}{2E}$	$\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$
KW	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 1.73}{1000}$
KVA	—	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
Potencia en la flecha HP	$\frac{I \times E \times N}{746}$	$\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 2 \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de Potencia	Unitario	$\frac{W}{E \times I}$	$\frac{W}{2 \times E \times I}$	$\frac{W}{1.73 \times E \times I}$

I = Corriente en amperes
 E = Tensión en volts.
 N = Eficiencia expresada en %
 HP = Potencia en Horse Power

$$R.P.M. = \frac{f \times 120}{p}$$

f.p. = Factor de potencia
 KW = Kilowatts
 KVA = Kilovoltamperes
 W = Potencia en watts
 R.P.M. = Revoluciones por minuto.
 f = Frecuencia
 p = Número de polos

* Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor común es 1.41 veces mayor que en cualquiera de los otros conductores.

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

Calibre AWG MCM	Cable de un solo conductor				Cable de dos conductores				Cable de tres conductores			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
14	½	¾	¾	1	¾	1	1	1¼	¾	1¼	1½	1½
12	½	¾	¾	1	¾	1	1¼	1¼	1	1¼	1½	2
10	½	¾	1	1	¾	1¼	1¼	1½	1	1½	2	2
8	½	1	1¼	1½	1	1¼	1¼	2	1	2	2	2½
6	¾	1¼	1½	1½	1¼	1½	2	2½	1¼	2½	3	3
4	¾	1¼	1½	1½	1¼	2	2½	2½	1¼	3	3	3½
3	¾	1¼	1½	2	1¼	2	2½	3	1¼	3	3	3½
2	1	1¼	1½	2	1¼	2	2½	3	1½	3	3½	4
1	1	1½	2	2	1½	2½	3	3½	2	3½	4	4½
0	1	2	2	2½	2	2½	3	3½	2	4	4½	5
00	1	2	2	2½	2	3	3½	4	2½	4	4½	5
000	1¼	2	2½	2½	2	3	3½	4	2½	4½	4½	5
0000	1¼	2½	2½	3	2½	3	3½	4½	3	5	6	6
250	1¼	2½	3	3	...	...	...	...	3	6	6	...
300	1½	3	3	3½	...	...	...	...	3½	6	6	...
350	1½	3	3	3½	...	...	...	...	3½	6	6	...
400	1½	3	3	3½	...	...	...	...	3½	6	6	...
500	1½	3	3½	4	...	...	...	...	4	6	...	...
600	2	3½	4	4½	...	...	...	...	...	...	...	...
700	2	4	4	5	...	...	...	...	...	...	...	...
750	2	4	4	5	...	...	...	...	...	...	...	...
800	2	4	4½	5	...	...	...	...	...	...	...	...
900	2½	4	4½	5	...	...	...	...	...	...	...	...
1000	2½	4½	4½	6	...	...	...	...	...	...	...	...
1250	3	5	5	6	...	...	...	...	...	...	...	...
1500	3	5	6	6	...	...	...	...	...	...	...	...
1750	3	6	6	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2000	3½	6	6	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Los tamaños anteriores se aplican a tendidos rectos o con curvas nominales equivalentes a no más de dos ángulos rectos.
Basado en NEC - 1968.

Tamaño AWG	Número máximo de conductores en tubo metálico flexible de 3/8"		
	Tipos RF-32, RH	Tipos RHW	Tipos TF, T, TW, THW, THHN, THWN, XHHW, RUF, RUW.
18	4	—	8
16	3	—	6
14	3	2	5
12	2	2	4
10	—	—	3

Voltaje de Operación	Separación entre Conductores a Diferentes Voltajes						Separación entre Partes Metálicas Desnudas			Separación al Aire Mínima en Interiores		y el Suelo u Otra Superficie de Trabajo (2)	
	Distancia entre Centros		Distancia Mínima de un Conductor a Tierra		Distancia Mínima entre Conductores de Potenciales Opuestos		Polos Opuestos Montados sobre la Misma Superficie	Polos Opuestos Mantenidos Libres en el Aire	Entre Partes Activas y Tierra	Entre Conductores Activos Desnudos	Entre Conductores Activos Desnudos y las Superficies Adyacentes		Separación Vertical Mínima de las Partes no Protegidas
	Volts	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.		Pulg.
	A	B	A	B	A	B							
125							3/4	1/2	1/2				
250	1 1/2 a	2 1/2	1/2 a	1 1/2	1	2	1 1/4	3/4	1/2			96	
600	2 a	3	1 a	2	1 1/2	2 1/2	2	1	1			96	
1100	4 a	5	1 1/2 a	2 1/2	2 1/2	3 1/2						96	
2300										5	4	96	
2500												96	
4000	6 a	7 1/2	2 1/2 a	3	3	4 1/2				6	5	96	
5000												96	
6600	7 a	8	2 1/2 a	3	3 1/2	4 1/2						96	
7500	8 a	9	2 1/2 a	3 1/2	4	4 1/2				7	6	96	
9000	9 a	10	3 a	3 1/2	4 1/2	4 1/2						96	
11000	9 a	11	3 1/2 a	3 1/2	4 1/2	4 1/2						108	
13200	9 a	12	3 1/2 a	4	4 1/2	5						108	
15000	9 a	14	5 1/2 a	4 1/2	5	5 1/2				12	7	108	
16500	10 a	14	4 1/2 a	5	5 1/2	6						108	
22000	12 a	15	6 a	7	7 1/2	9						111	
23000										15	10	111	
26000	14 a	16	8 a	9	10	12						111	
33000												114	
34500										18	13	114	
35000	18 a	22	10 a	12	12	15						114	
44000												118	
45000	22 a	27	13 1/2 a	15	16	18						118	
46000										21	17	118	
56000	28 a	31	16 a	17 1/2	17 1/2	19						118	
66000	34 a	31	18 1/2 a	23	22	24						125	
69000										31	25	125	
75000	36 a	42	25 a	27 1/2	26	30						125	
88000												132	
90000												132	
104000	54 a	60	28 1/2 a	32	34 1/2	39						132	
110000	60 a	72	33 a	36	38	41						146	
122000	66 a	78	35 1/2 a	39	42	47						146	
132000												146	
134000	74 a	84	39 a	41	48 1/2	56							
148000	82 a	96	45 a	50	59	67							
160000	88 a	105	53 a	63	70	85							

(1) Las Distancias Dadas en "A" se Basan en un Factor de Seguridad de 3.5 Veces entre las Partes vivas de Polaridad Opuesta y de 3 veces entre las Partes Vivas y Tierra. La Columna de "B" es Aplicada en Grandes Plantas.
 (2) Obsérvese que las Distancias Anteriores son las Mínimas Permisibles en Condiciones Favorables de Servicio. Se Aumentarán en Condiciones de Servicio Siempre que las Limitaciones lo Permitan.

⊕ Dimensiones y por Ciento del Area Util en Conduits para Combinaciones de Conductores

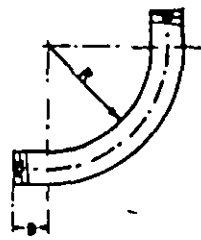
Tamaño Comercial	Diámetro Interno Pulgadas	Area en pulgadas cuadradas					
		Total 100%	Factor de relleno para cables con aislamiento termoplástico o de hule				
			25%	31%	35%	40%	53%
½	0.622	0.30	0.08	0.09	0.11	0.12	0.16
¾	0.824	0.53	0.13	0.16	0.19	0.21	0.28
1	1.049	0.86	0.22	0.27	0.30	0.34	0.46
1¼	1.380	1.50	0.38	0.47	0.53	0.60	0.80
1½	1.610	2.04	0.51	0.63	0.71	0.82	1.08
2	2.067	3.36	0.84	1.04	1.18	1.34	1.78
2½	2.469	4.79	1.20	1.48	1.68	1.92	2.54
3	3.068	7.38	1.85	2.29	2.58	2.95	3.91
3½	3.548	9.90	2.48	3.07	3.47	3.96	5.25
4	4.026	12.72	3.18	3.94	4.45	5.09	6.74
4½	4.506	15.94	3.99	4.94	5.56	6.38	8.45
5	5.047	20.00	5.00	6.20	7.00	8.00	10.60
6	6.065	28.89	7.22	8.96	10.11	11.56	15.31

Tubo Conduit

Diámetro Nominal		Diámetro		Area Interior cm ²	Longitud del Tramo m.	Peso por 10 Tramos Kg.	Cuerdas por Pulgada
Pulgadas	m.m.	Exterior m.m.	Interior m.m.				
½	13	21.0	15.8	1.9	3.04	34.5	14
¾	19	26.6	21.0	3.4	3.04	45.5	14
1	25	33.0	27.0	5.6	3.04	66.2	11½
1¼	32	42.0	35.1	9.7	3.02	87.0	11½
1½	38	48.0	40.9	13	3.02	108.0	11½
2	51	60.0	52.5	22	3.02	145.0	11½
2½	64	73.0	62.7	31	3.01	229.0	8
3	76	89.0	78.0	48	3.01	300.0	8
3½	89	100.0	90.0	64	3.01	360.0	8
4	102	114.0	102.0	82	3.00	426.0	8
4½	114	126.0	114.0	103	3.00	500.0	8
5	127	141.0	128.0	129	2.97	582.0	8
6	152	167.0	154.0	186	2.97	765.0	8

Codos

Diámetro Nominal		Peso por 10 Pza. Kg.	Dimensiones en cms.	
Pulgadas	m.m.		*R	B
½	13	3.8	10.2	6
¾	19	5.6	12.7	7
1"	25	9.2	15.2	7
1¼	32	14.5	20.3	7
1½	38	19.6	25.4	7
2	51	32.0	30.5	11
2½	64	57.0	38.1	13
3	76	83.0	45.7	13
3½	89	115.0	53.3	13
4	102	144.0	60.9	13
4½	114	186.0	68.6	14
5	127	280.0	76.2	14
6	152	435.0	91.4	17



Soporte de tubo Rígido no Metálico

Tamaño del tubo pulg.	Espaciamiento Máximo entre soportes pies
½"	4
¾"	4
1"	5
1¼"	5
1½"	5
2"	5
2½"	6
3"	6
3½"	7
4"	7
5"	7
6"	8

⊕ Cajas Profundas					
Dimensiones Comerciales de la caja pulgadas	Cap. en Pulg. ³	Número Máximo de los Conductores			
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8 AWG
3 1/4 x 1 1/2 octogonal	10.9	5	4	4	3
3 1/2 x 1 1/2 octogonal	11.9	5	5	4	3
4 x 1 1/2 octogonal	17.1	8	7	6	5
4 x 2 1/8 octogonal	23.6	11	10	9	7
4 x 1 1/2 cuadrado	22.6	11	10	9	7
4 x 2 1/8 cuadrado	31.9	15	14	12	10
4 11/16 x 1 1/2 cuadrado	32.2	16	14	12	10
4 11/16 x 2 1/8 cuadrado	46.4	23	20	18	15
3 x 2 x 1 1/2 dispositivo	7.9	3	3	3	2
3 x 2 x 2 dispositivo	10.7	5	4	4	3
3 x 2 x 2 1/4 dispositivo	11.3	5	5	4	3
3 x 2 x 2 1/2 dispositivo	13	6	5	5	4
3 x 2 x 2 3/4 dispositivo	14.6	7	6	5	4
3 x 2 x 3 1/4 dispositivo	18.3	9	8	7	6
4 x 2 1/8 x 1 1/2 dispositivo	11.1	5	4	4	3
4 x 2 1/8 x 7/8 dispositivo	13.9	6	6	5	4
4 x 2 1/8 x 2 1/8 dispositivo	15.6	7	6	6	5

Cajas Normales				
Dimensiones Comerciales de la caja, pulgadas	Número Máximo de los Conductores			
	No. 14	No. 12	No. 10	AWG
3 1/4	4	4	3	
4	6	6	4	
1 1/4 x 4 cuadrado . . .	9	7	6	
4 11/16	8	6	6	

Cualquier caja de menos de 1 1/2" de profundidad se considera una caja normal.

Basado en NEC - 1968

Ubicaciones Especiales

Lugares Peligrosos

Precaución especial. El propósito de este Artículo es requerir una forma de construcción de equipo y de instalación que asegure la realización de los sistemas de seguridad en las condiciones de uso y mantenimiento adecuados. Por tanto, se supone que los inspectores y los usuarios desarrollarán un cuidado extraordinario en lo que respecta a la instalación y mantenimiento.

Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos peligrosos dependen del material peligroso específico que contienen. Será pues, necesario que el equipo sea aprobado, no solamente para la clase de local, sino también para el gas, vapor o polvo específico que se halle presente.

Para los fines de comprobación y aprobación, se han agrupado varias mezclas atmosféricas según sus características de peligro, proporcionando así facilidades para la comprobación y aprobación del equipo. Los grupos atmosféricos son los siguientes.

Grupo A, Atmósferas que contienen acetileno; Grupo B, Atmósferas que contienen hidrógeno o gases o vapores de peligro equivalente, tal como el gas del alumbrado; Grupo C, Atmósferas que contienen vapores de éter etílico, etileno o ciclopropano; Grupo D, Atmósferas que contienen gasolina, hexano, nafta, bencina, butano, propano, alcohol, benzol, vapores de disolventes de lacas, o gas natural. Grupo E, Atmósferas que contienen polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, y otros metales de características asimismo peligrosas; Grupo F, Atmósferas que contienen negro de humo, polvo de carbón o de coque; Grupo G, Atmósferas que contienen harina, almidón o polvo de granos.

Lugares de la Clase I. Los lugares de la Clase I son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables

en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de la Clase I incluirán los siguientes:

(a) Clase I, División 1. Lugares (1) en los cuales existan continua, intermitente o periódicamente, en condiciones normales de funcionamiento, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; (2) en los cuales las concentraciones peligrosas de dichos gases o vapores puedan existir frecuentemente debido a operaciones de reparación o mantenimiento o debido a pérdidas; o (3) en los cuales las chispas disruptivas o los fallos en el funcionamiento del equipo o procesos que puedan liberar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, puedan también ocasionar el fallo simultáneo del equipo eléctrico.

Esta clasificación contendrá corrientemente los lugares en donde se transparen líquidos volátiles inflamables, o gases inflamables licuados de un recipiente a otro; los interiores de las casetas de esmaltado al duco, y las áreas en la proximidad de los lugares en que se realicen operaciones de esmaltado-al duco o de pintura, donde se emplean disolventes volátiles inflamables, lugares que contengan tanques abiertos o tinas de líquidos volátiles inflamables; secadores o compartimientos para la evaporación de disolventes inflamables; lugares que contengan aparatos para la extracción de grasas y aceites, y que empleen disolventes volátiles inflamables; partes de las plantas de limpieza y tintorería en la que se empleen líquidos peligrosos; salas de generadores de gas, y otras partes de las plantas de fabricación de gas en las que puedan haber escapes de gas; salas de bombas inadecuadamente ventiladas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables; y todos los demás lugares en los cuales puedan existir concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables durante el funcionamiento normal de las operaciones.

⊕ Cálculo de Factores

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Carga Conecta}} \leq 1$$

$$\text{Factor de Diversidad} = \frac{\text{Suma de las Demandas Máximas Individuales}}{\text{Sistema de la Demanda Máxima}} > 1$$

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Promedio de Carga en un Período}}{\text{Carga Máxima en el Mismo Período}} \leq 1$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Potencia Nominal}} \leq 1$$

Factores de Demanda Aproximadamente Usuales

Comercial		Industrial	
Comercio	F. D.	Industria	F. D.
Alumbrado Público	1,00	Acetileno (Fca. de)	0,70
Apartamentos	0,35	Armadoras de Autos	0,70
Bancos	0,70	Carpinterías (talleres de)	0,65
Bodegas	0,50	Carne (Empacadoras)	0,80
Casinos	0,85	Cartón (Productos de)	0,50
Correos	0,30	Cemento (Fca. de)	0,65
Escuelas	0,70	Cigarros (Fca. de)	0,60
Garages	0,60	Dulces (Fca. de)	0,45
Hospitales	0,40	Fundición (talleres de)	0,70
Hoteles Chicos	0,50	Galletas (Fca. de)	0,55
Hoteles Grandes	0,40	Hielo (Fca. de)	0,90
Iglesias	0,60	Herrería (Talleres de)	0,50
Mercados	0,80	Imprentas	0,60
Multifamiliares	0,25	Jabón (Fca. de)	0,60
Oficinas	0,65	Lámina (Fca. Artículos)	0,70
Restaurants	0,65	Lavandería Mecánica	0,80
Teatros	0,60	Niquelado (Talleres de)	0,75
Tiendas	0,65	Maderería	0,65
		Marmolería (talleres de)	0,70
		Mecánico (Taller)	0,75
		Muebles (Fca. de)	0,65
		Pan (Fca. mecánica de)	0,55
		Papel (Fca. de)	0,75
		Periódicos (rotativas)	0,75
		Pinturas (Fca. de)	0,70
		Química (Industria)	0,50
		Refinerías (Petróleo)	0,60
		Refrescos (Fca. de)	0,55
		Textiles (Fca. telas)	0,65
		Vestidos (Fca. de)	0,45
		Zapatos (Fca. de)	0,65

⊕ Cálculo de carga de Alimentadores por Locales		
Tipo de local	porción de la carga de alumbrado a la cual se aplica el factor de demanda (en watts)	Factor de demanda del alimentador
Domicilios—distintos a hoteles	Primeros 3,000 o menos a 3,001 siguientes a 120,000 a Resto, de más de 120,000 a	100 % 35 % 25 %
* Hospitales	Primeros 50,000 o menos a Restantes, más de 50,000 a.	40 % 20 %
* Hoteles—incluyendo casas de apartamentos, sin provisión de cocina por los ocupantes	Primeros 20,000 o menos, a 20,001 siguientes a 100,000, a Resto, sobre 100,000, a	50 % 40 % 30 %
Bodegas (almacenaje)	Primeros 12,500 o menos, a Restante, más de 12,500, a	100 % 50 %
Todos los demás	Carga total en watts	100 %

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplicarán a la carga calculada para los subalimentadores, en áreas de hospitales y hoteles en que sea probable el empleo de la totalidad del alumbrado, al mismo tiempo; por ejemplo, en salas de operaciones, salones de baile o comedores.

Basado en NEC — 1968

Factores de Demanda Comunes para el Cálculo de Alimentadores Principales y de Servicio

Potencia de los Aparatos	Rango de factores de demanda comunes
Motores para bombas, compresoras, elevadores, máquinas herramientas, ventiladores, etc.	20 a 60 %
Motores para operaciones semi—continuas en algunos molinos y plantas de proceso.	50 a 80 %
Motores para operaciones continuas, como en máquinas textiles.	70 a 100 %
Hornos de arco.	80 a 100 %
Hornos de inducción	80 a 100 %
Soldadoras de arco	30 a 60 %
Soldadoras de resistencia	10 a 40 %
Calentadores de resistencia, hornos.	80 a 100 %

⊕ Distancias de circuito en metros para una caída de tensión de 3, (+)

Calibre AWG o MCM	3 Amp.	6 Amp.	15 Amp.	20 Amp.	25 Amp.	35 Amp.	50 Amp.	70 Amp.	80 Amp.	90 Amp.	100 Amp.	125 Amp.
14	64	32	13									
12	101	51	20	15								
10	161	81	32	24	19							
8	256	128	51	38	30	22						
6	407	204	82	61	49	35	27					
4	647	324	129	97	78	55	39	28				
2	1030	515	207	155	124	88	62	44	38	34		
0	1635	820	327	246	196	140	98	70	61	55	49	39
00	2065	1033	413	310	248	177	124	88	77	69	62	49
000		1300	522	390	312	223	156	112	98	87	78	62
0000		1640	656	492	394	281	197	140	123	110	99	79
250			777	583	466	333	232	166	145	129	116	93
300			932	700	558	399	279	200	174	155	140	112
350				816	653	465	327	232	203	182	163	130
400				932	746	533	372	266	232	207	186	149
500					932	664	466	333	285	258	232	186
600						798	558	399	349	310	279	223
700						932	653	466	407	363	327	261

Calibre AWG o MCM	150 Amp.	175 Amp.	225 Amp.	250 Amp.	275 Amp.	300 Amp.	325 Amp.	400 Amp.	450 Amp.	500 Amp.	525 Amp.
00	41	45									
0000	66	56	44								
250	78	66	52	46							
300	93	80	62	56	51						
350	108	93	72	65	59	54					
400	124	106	83	74	67	62	57				
500	155	133	103	93	85	78	72	58			
600	186	159	124	112	102	93	86	70	62		
700	217	186	145	130	119	108	100	82	72	65	
800	248	213	166	149	135	124	114	93	83	75	71
1000	310	266	207	186	169	155	144	116	104	93	89

(+) La tabla se calculó para 110 V.C.D.; pero es aplicable para circuitos monofásicos con F.P=1.

Para circuitos trifásicos, multiplíquense los valores de la tabla por el factor 1.12.

Para otros voltajes, pueden usarse los siguientes factores: 2.0 para 220V., 4.0 para 440V., 5.0 para 550V., 20.0 para 2200V.

Para otras caídas, pueden usarse los siguientes factores: 0.33 para 1%, 0.67 para 2%.

Voltaje de línea a línea Kv.	Potencia trifásica transmitida en Kw, con un factor de potencia de 0.8									
	corriente del conductor en amperes.									
	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
7.5	2,080	2,600	3,120	3,640	4,160	4,680	5,200	5,710	6,230	6,750
13.2	3,660	4,570	5,480	6,400	7,320	8,230	9,150	10,100	11,000	11,900
23	6,370	7,970	9,550	11,100	12,700	14,300	15,900	17,500	19,100	20,700
34.5	9,560	11,900	14,300	16,700	19,100	21,500	23,900	26,300	28,700	31,000
46	12,800	16,000	19,100	22,300	25,500	28,700	31,900	35,100	38,200	41,400
69	19,100	24,000	28,700	33,500	38,300	43,100	47,900	52,700	57,400	62,200
92	25,500	31,900	38,300	44,700	51,000	57,400	63,800	70,200	76,600	82,900
115	31,900	39,900	47,800	55,800	63,800	71,700	79,700	87,700	95,700	104,000
138	38,200	47,800	57,300	66,900	76,500	86,100	95,600	105,000	115,000	124,000
154	42,700	53,300	64,100	74,700	85,300	96,000	107,000	117,000	128,000	139,000
161	44,600	55,800	66,900	78,100	89,200	100,000	112,000	123,000	134,000	145,000
196	54,300	67,900	81,500	95,100	109,000	122,000	136,000	149,000	163,000	177,000
230	63,800	79,700	95,700	112,000	128,000	143,000	159,000	175,000	191,000	207,000
287	79,600	99,400	119,000	139,000	159,000	179,000	199,000	219,000	239,000	258,000

⊕ Número Máximo de Conductores en Ramas Comerciales de Tubería Conduit
Instalación Nueva

Col. A = Tipos RF-2, RFH-2, RH, RHH, RHW, RUH, RUW, T, TF, THW, TW
XHHW (AWG 14 a 6)
FEPB (AWG 6 a 2)

Col. B = FEP, THHN, THWN, TFN, PF, PGF
XHHW (AWG 4 a 2000 MCM)
FEPB (AWG 14 a 8)

Calibre AWG o MCM	½ Pulg.		¾ Pulg.		1 Pulg.		1¼ Pulg.		1½ Pulg.		2 Pulg.		2½ Pulg.		3 Pulg.		3¾ Pulg.		4 Pulg.		4½ Pulg.		5 Pulg.		6 Pulg.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
18	7	11	12	20	20	33	35	58	49	80	80	131	115	187	176											
16	6	9	10	16	17	27	30	47	41	64	68	106	98	151	150											
14	4	8	6	15	10	24	18	43	25	58	41	96	58	137	90	121		155		197						
12	3	6	5	11	8	18	15	32	21	43	34	71	50	102	76	158	103	132	168							
10	1	4	4	7	7	11	13	20	17	27	29	45	41	65	64	100	86	134	110	172	140		173			
8	1	2	3	4	4	6	7	11	10	16	17	26	25	37	38	58	52	78	67	100	85	127	105	157	152	
6	1	1	1	2	3	4	4	7	6	9	10	16	15	23	23	35	32	47	41	61	52	78	64	96	93	139
4	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	12	14	18	21	24	29	31	37	40	48	49	59	72	85
3			1	1	1	2	3	3	4	5	7	8	10	12	16	18	21	24	28	31	35	40	44	50	63	72
2			1	1	1	1	3	3	3	4	6	7	9	10	14	15	19	20	24	26	31	34	38	42	55	61
1			1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	7	7	10	11	14	15	18	20	23	25	29	31	42	45
1/0			1	1	1	2	2	2	4	4	4	4	6	6	9	9	12	13	16	16	20	21	25	26	37	38
2/0			1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	5	5	8	8	11	11	14	14	18	18	22	22	32	32
3/0			1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	4	7	7	9	9	12	12	15	15	19	19	27	27
4/0			1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	6	6	8	8	10	10	13	13	16	16	23	23
250					1	1	1	1	1	2	1	2	3	3	5	5	6	6	8	8	11	11	13	13	19	19
300					1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	5	5	7	7	9	9	11	11	16	16
350					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	5	5	6	6	8	8	10	10	15	15
400					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	6	6	7	7	9	9	13	13
500					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	5	5	6	6	8	8	11	11
600									1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	5	6	6	9	9
700									1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	4	4	5	5	8	8
750									1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	4	5	5	8	8
800									1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	7	7
900									1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	7	7
1000									1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4	4	6	6	
1250									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	5	5	
1500									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	
1750									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	4	
2000									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3		

⊗ Características de Conductores

Nombre Comercial	Letras Símbolos	Temperatura	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Resistente al calor	RH RHH	75°C 167°F 90°C 194°F	Goma resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales secos
Resistente al calor y a la humedad	RHW	75°C 167°F	Goma resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales húmedos y secos
Goma látex, resistente al calor	RUH	75°C 167°F	Goma sin grano, no molida, 90%	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales secos
Goma látex, resistente a la humedad	RUW	60°C 140°F	Goma sin grano, no molida, 90%	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60°C 140°F	Compuesto termoplástico, retardador de llama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad	TW	60°C 140°F	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la llama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico, resistente al calor	THHN	90°C 194°F	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la llama	De nylon	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad y al calor	THW	75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama	Ninguna	Locales secos y húmedos
Termoplástico, resistente a la humedad y al calor	THWN	75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama	De nylon	Locales secos y húmedos
Colocación térmica del polietileno, cadena cruzada, resistente a la humedad y al calor	XHHW	90°C 194°F 75°C 167°F	Polietileno, cadena cruzada, retardador de llama	Ninguna	Locales secos Locales húmedos
Termoplástico, resistente a la humedad al calor y al aceite	MGW	60°C 140°F 90°C 194°F	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor, y al aceite retardador de llama	(A) Ninguna (B) De nylon	Locales húmedos, alambrado en máquinas herramientas Locales secos, alambrados en máquinas herramientas
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite	THW MTW	90°C 194°F 75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la llama	Ninguna	Locales secos y húmedos. Aplicaciones especiales en descargas eléctricas en equipo de alumbrado. Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos

⊕ Características de Conductores
(Continuacion)

Nombre Comercial	Letras Símbolos	Temperatura	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Termoplástico y amianto	TA	90°C 194°F	Termoplástico y amianto	No metálica, retardadora de la llama	Instalaciones de tableros de distribución solamente
Trenzado con fibras termoplásticas	TBS	90°C 194°F	Termoplástico	No metálica, retardadora de llama	Sólo alambrado de tableros
Sintético, resistente al calor	SIS	90°C 194°F	Goma, resistente al calor	Ninguna	Sólo alambrado de tableros
Con cubierta metálica y aislante mineral	MI	85°C 185°F	Oxido de magnesio	De cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo 0. Para aplicaciones especiales la máxima temperatura de funcionamiento, 250 °C
Silicón-Amianto	SA	90°C 194°F	Goma de silicón	Amianto o vidrio	Locales secos Temp. máxima de operación para aplicaciones especiales, 125°C
Fluorizado Etileno Propileno	FEP	90°C 194°F	Fluorizado Etileno Propileno	Ninguna	Locales secos.
	FEPB	200°C 392°F	Fluorizado Etileno Propileno	Trenzado de vidrio. Trenzado de amianto	Locales secos, aplicaciones especiales
Batista Barnizada	V	85°C 195°F	Batista Barnizada.	No metálica, o Funda de plomo	Sólo en locales secos. Menores que el No. 6 con permiso especial.
Amianto y Batista Barnizada	AVA	110°C 230°F	Amianto Impregnado y batista barnizada	Trenzado de Amianto o Vidrio	Locales secos unicamente
	AVL	110°C 230°F		Funda de plomo	Locales húmedos y secos
	AVB	90°C 194°F		Trenzado de algodón, retardadora de llama cableado de cuadros	Locales secos unicamente
Amianto	A	200°C 392°F	Amianto	Sin trenzado De Amianto	Locales secos unicamente. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.
	AA	200°C 392°F	Amianto	Con trenzado de amianto o vidrio	
	AI	125°C 257°F	Amianto impregnado	Sin trenzado de amianto	
	AIA	125°C 257°F	Amianto impregnado	Con trenzado de amianto o vidrio	Locales secos unicamente Instalaciones a la vista. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
Papel	—	85°C 185°F	Papel	Funda de plomo	Para conductores de acometidas subterráneos o con permiso especial
Poliétileno termofijo de cadena cruzada	XLP	90°C 194°F	Poliétileno vulcanizado termofijo de cadena cruzada	No metálica, tardadora de llama, resistente a la humedad.	Locales húmedos secos, directamente enterrado

⊗ Características de los Conductores para Conexión de Aparatos Eléctricos

Nombre Comercial	Letras Símbolo	Temperatura	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos, cubierta de goma	RF 1	60° C 140° F	Goma código	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.
	RF 2	60° C 140° F	Goma código Goma latex	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, cubierta de goma.	FF 1	60° C 140° F	Goma código	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.
	FF 2	60° C 140° F	Goma código Goma latex	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos, resistente al calor, cubierta de goma	RFH 1	75° C 167° F	Goma resistente al calor	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V
	RFH 2	75° C 167° F	Goma resistente al calor Goma Latex resistente al calor	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado.
Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, resistente al calor, cubierta de goma	FFH 1	75° C 167° F	Goma resistente al calor	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V
	FFH 2	75° C 167° F	Goma resistente al calor Goma Latex resistente al calor	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado.
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o trenzado, cubierta de termoplástico	TF	60° C 140° F	Termoplástico	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, cubierta de termoplástico.	TFE	60° C 140° F	Termoplástico	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado.
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o trenzado, resistente al calor, cubierta de termoplástico.	TFN	90° C 194° F	Termoplástico	Funda de Nylon	Instalación de aparatos de alumbrado.
Conductor para aparatos de alumbrado, flexible o trenzado, resistente al calor, cubierta de termoplástico	TFEN	90° C 194° F	Termoplástico	Funda de Nylon	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado resistente al calor y cubierta de algodón	CF	90° C 194° F	Algodón impregnado	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.
Conductor para aparatos de alumbrado resistente al calor y cubierta de amianto	AF	150° C 302° F	Amianto impregnado	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V y local seco al interior.
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos aislado con silicon	SF 1	200° C 392° F	Goma silicon	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.
	SF 2	200° C 392° F	Goma silicon	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, aislado con silicon	SFF 1	150° C 302° F	Goma silicon	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V
	SFF 2	150° C 302° F	Goma silicon	Cubierta no metálica	Instalación de aparatos de alumbrado
Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos trenzado, etileno propileno	PE	150° C 302° F	Etileno, propileno	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado
	PGF			Varios trenzados	
Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, trenzado etileno propileno	PEE	150° C 302° F	Etileno, propileno	Ninguna	Instalación de aparatos de alumbrado
	PGFE			Varios trenzados	

⊕ Características de Cordones Flexibles
(Continuación)

Nombre Comercial	Tipo letra	Calibre AWG	Número de conductores	Aislante	Trenzado sobre cada conductor	Cubierta exterior	Utilización		
Cordón para estufas	HC	18-12	2,3,6,4	Goma y amianto	Algodón	Ninguna	Portátil	Lugares secos	Estufas portátiles
	HPD				Ninguno	Algodón o rayón			
Cordón para estufas con funda de goma	HSJ	18-16	2,3,6,4	Goma y amianto ó todo neopreno	Ninguno	Algodón y goma	Portatil	Lugares húmedos	Estufas portátiles
Cordón para estufas con funda de goma	HSJO	18-16	2,3,6,4	Goma y amianto ó todo neopreno	Ninguno	Algodón y componente resistente al calor y al aceite	Portatil	Lugares húmedos	Estufas portátiles
	HS	14-12				Algodón y hule o neopreno			
	HSD	14-12				Algodón y componente resistente al aceite			
Cordón paralelo para estufas	HPN	18-12	2	Termofijo	Ninguno		Portatil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
Cordón resistente al calor y a la humedad	HVPO	18 a 10	2	Amianto y batista barnizada	Ninguno	Amianto retardador de llama y resistente a la humedad	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	AVPD		2 ó 3						
Cable para cocinas	SRD	10-4	3 ó 4	Goma	Ninguno	Goma o neopreno	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas
	SRDT	10-4	3 ó 4	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico			
Cable para procesamiento de datos	DPT	30-min.	2 ó más	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Sistemas para procesar datos	Lugares secos	Circuitos de potencia y señales
Cable para ascensores	E	18-14	2 ó más	Goma	Algodón	Tres de algodón, la exterior retardadora de llama y resistente a la humedad. Una de algodón y la otra de neopreno.	Mando y alumbrado de ascensores.	Lugares no peligrosos	
	EO			Termoplástico	Rayón				
	EN	18-14	2 ó más	Goma	Funda de nylon flexible	Tres de algodón, la exterior retardadora de llama y resistente a la humedad. Una de algodón y la otra de neopreno o termoplástico.	Mando y alumbrado de ascensores.	Lugares no peligrosos	
	ET			Termoplástico	Rayón				
	ETP	18-14	2 ó más	Termoplástico	Rayón	Termoplástico	Mando y alumbrado de ascensores	Lugares peligrosos	

⊕ Características de Cordones Flexibles

Número Comercial	Tipo letra	Calibre AWG	Número de conductores	Aislante	Trenzado sobre cada conductor	Cubierta exterior	Utilización		
Cordón de utilillos paralelos	TP	27	2	Goma	Ninguno	Goma	Fijo a un aparato	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	TPT	27	2	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Fijo a un aparato	Lugares húmedos	Trabajo no duro
Cordón de utilillo con funda	TS	27	2 ó 3	Goma	Ninguno	Goma	Fijo a un aparato	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	TST	27	2 ó 3	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Fijo a un aparato	Lugares húmedos	Trabajo no duro
Cordón cubierto de caucho y resistente al calor	AFC	18-10	2 ó 3	Amianto impregnado	Algodón o rayón	Ninguno	Colgante	Lugares secos	Trabajo no duro
	AFPD		2 ó 3		Ninguno	Algodón rayón o amianto saturado			
Cordón cubierto de algodón resistente al calor	CFPD	18-10	2 ó 3	Algodón impregnado	Ninguno	Algodón o rayón	Colgante	Lugares secos	Trabajo no duro
Cordón paralelo	PO-1	18	2	Goma	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Trabajo no duro
	PO-2	18-16							
	PO	18-10							
Cordón paralelo de goma	SP-1	18	2	Goma	Ninguno	Goma	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	SP-2	18-16							
	SP-3	18-12							
Cordón paralelo de plástico	SPT-1	18	2	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	SPT-2	18-16							
Cordón paralelo de plástico	SPT-3	18-10	2	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Refrigeradores o Acondicionamiento de Aire para cuartos	Lugares húmedos	Trabajo no duro
Cordón para aparos	C	18-10	2 ó mas	Goma	Algodón	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares secos	Trabajo no duro
Cordón portátil trenzado	PD	18-10	2 ó mas	Goma	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Trabajo no duro
Cordón para aspiradoras	SV, SVO	18	2	Goma	Ninguno	Goma	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
	SVT,	18-17		Termoplástico					
	SVTO	18		Termoplástico					
Cordón para aspiradoras resistente al calor	SVHT	18-17	2	Termoplástico	Ninguno	Termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no duro
Cordón junior para servicios tensos	SJ	18-16	2, 3 ó 4	Goma	Ninguno	Goma	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo duro
	SJO			Termoplástico o goma		Composición resistente al aceite			
	SJT					Termoplástico			
	SJTO								
Cordón para servicios tensos	S	18-12	2 ó mas	Goma	Ninguno	Goma	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo extraordinariamente duro
	SO			Termoplástico o goma		Composición resistente al aceite			
	ST					Termoplástico			
	STO								
Cordón resistente al calor con funda de goma.	AFSJ	18-16	2 ó 3	Amianto impregnado	Ninguno	Goma	Portátil	Lugares húmedos	Estufas portátiles
	AFS	18-16-14							

Dimensiones de los Conductores Cubiertos
de Goma y Cubiertos de Termoplásticos

Calibre AWG MCM.	Tipos RH-2, RFH-2, RH RHH*** RHW **SF-2		Tipos TF, T, THW, †TW, RUH**, RUW**		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEPB PF, PGF				Tipos XHHW	
	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.	Diámetro Aprox. Pulg.	Area Aprox. Pulg.
18 16	0.146 0.158	0.0167 0.0196	0.106 0.118	0.0088 0.0109	0.089 0.100	0.0064 0.0079	0.081 0.092	0.0052 0.0066	-	-	-	-
14 14 14	2/64 in. 0.171 3/64 in. 0.204*	0.0230 0.0327*	0.131 - 0.162 †	0.0135 - 0.0206 †	0.105 - -	0.0087 - -	0.105 - -	0.0087 - -	0.0087 - -	0.0087 - -	- - 0.129	- - 0.0131
12 12 12	2/64 in. 0.188 3/64 in. 0.221*	0.0278 0.0384*	0.148 - 0.179 †	0.0172 - 0.0251 †	0.122 - -	0.0117 - -	0.121 - -	0.121 - -	0.0115 - -	0.0115 - -	- - 0.146	- - 0.0167
10 10 8 8	- 0.242 - - - 0.311 - -	0.0460 - - 0.0760 -	0.168 0.199 † 0.228 0.259 †	0.0224 0.0311 † 0.0408 0.0526 †	0.153 - 0.201 -	0.0184 - 0.317 -	0.142 - 0.189 -	0.142 - 0.169 -	0.0159 - 0.0280 -	0.0159 - 0.0225 -	- 0.166 - 0.224	- 0.0216 - 0.0394
6 4 3 2 1	0.397 0.452 0.481 0.513 0.588	0.1238 0.1605 0.1817 0.2067 0.2715	0.323 0.372 0.401 0.433 0.508	0.0819 0.1087 0.1263 0.1473 0.2027	0.257 0.328 0.356 0.388 0.450	0.0519 0.0845 0.0995 0.1182 0.1590	0.244 0.292 0.320 0.352 -	0.302 0.350 0.378 0.410 -	0.0467 0.0669 0.0803 0.0973 -	0.0716 0.0962 0.1122 0.1316 -	0.282 0.328 0.356 0.388 0.450	0.0625 0.0845 0.0995 0.1182 0.1590
0 00 000 0000	0.629 0.675 0.727 0.785	0.3107 0.3578 0.4151 0.4840	0.549 0.595 0.647 0.705	0.2367 0.2781 0.3288 0.3904	0.491 0.537 0.588 0.646	0.1893 0.2265 0.2715 0.3278	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	0.491 0.537 0.588 0.646	0.1893 0.2265 0.2715 0.3278
250 300 350 400 500	0.868 0.933 0.965 1.032 1.119	0.5917 0.6837 0.7620 0.8365 0.9834	0.788 0.483 0.895 0.942 1.029	0.4877 0.5581 0.6291 0.6969 0.8316	0.716 0.771 0.822 0.869 0.955	0.4026 0.4669 0.5307 0.5931 0.7163	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	0.716 0.771 0.822 0.869 0.955	0.4026 0.4669 0.5307 0.5931 0.7163
600 700 750 800 900	1.233 1.304 1.339 1.372 1.435	1.1940 1.3355 1.4082 1.4784 1.6173	1.143 1.214 1.249 1.262 1.345	1.0261 1.1575 1.2252 1.2908 1.4208	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	1.073 1.145 1.180 1.210 1.270	0.9043 1.0297 1.0936 1.1499 1.2668
1000 1250 1500 1750 2000	1.494 1.676 1.801 1.916 2.021	1.7531 2.2062 2.5475 2.8895 3.2079	1.404 1.577 1.702 1.817 1.922	1.5482 1.9532 2.2748 2.5930 2.9013	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	1.300 1.500 1.620 1.740 1.840	1.3893 1.7672 2.0612 2.3779 2.6590

* Dimensiones para los tipos RHH y RHW.

** Del No. 14 al No. 2.

† Dimensiones del tipo THW en tamaños del 14 al 8. El tipo THW del No. 6 en adelante tienen las mismas dimensiones que el tipo T.

*** Las dimensiones del tipo RHH y RHW sin cubierta exterior son las mismas que las del tipo THW del No. 18 al No. 3 sólidos, y del No. 6 en adelante.

Capacidades de transporte de corriente, permisibles en amperes, en conductores con aislamiento de cobre o de aluminio. No más de tres conductores instalados en conduit o directamente enterrados y un conductor al aire.

Se basa en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)

Calibre AWG MCM	Tipos RH, RHW, RUM (14, 2), THW, THWN, XHHW (1) THW - MTW (1)								Tipos V, MI								Tipos TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, FEPB, RHH, THHN, XHHW **								Tipos AVA, AVL								Tipos A (14, 8), AA, FEP - (1), FEPB - (1)							
	Tipos RUW (14-2), T, TW				Tipos Cobre				Tipos Aluminio				Tipos Cobre				Tipos Aluminio				Tipos Cobre				Tipos Aluminio				Tipos Cobre				Tipos Aluminio							
	Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio									
	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire	En conduit, cable o directos enterrados.	Al Aire										
14	15	20	-	-	15	20	-	-	25	30	-	-	25	30	-	-	30	40	-	-	30	40	-	-	30	45	-	-												
12	20	25	15	20	20	25	15	20	30	40	25	30	30	40	25	30	35	50	25	40	40	60	30	40	40	55	30	45												
10	30	40	25	30	30	40	25	30	40	55	30	45	40	55	40	55	45	65	35	50	50	70	40	55	55	75	45	60												
8	40	55	30	45	45	55	40	55	60	70	50	60	70	80	60	75	85	90	45	65	65	90	50	70	70	100	55	80												
6	55	80	40	60	65	95	50	75	70	100	65	80	70	100	65	80	80	120	60	95	85	125	65	100	95	135	75	105												
4	70	105	55	80	85	125	65	100	90	135	70	105	90	135	70	105	105	160	80	125	115	170	90	135	120	180	95	140												
3	80	120	65	95	100	145	75	115	105	155	80	120	105	155	80	120	120	180	95	140	130	195	115	150	145	210	115	165												
2(2)	95	140	75	110	115	170	90	135	120	180	95	140	120	180	95	140	135	210	105	165	145	225	135	175	185	240	130	185												
1(2)	110	165	85	130	130	195	100	155	140	210	110	165	140	210	110	165	160	245	125	190	170	265	160	205	190	280	150	220												
0(2)	125	195	100	150	150	230	120	180	155	245	125	190	155	245	125	190	190	285	150	220	200	305	180	240	225	325	180	255												
00(2)	145	225	115	175	175	265	135	210	185	295	145	220	185	295	145	220	215	335	170	255	230	355	210	275	250	370	200	290												
000(2)	165	260	130	200	200	310	155	240	210	330	165	255	210	330	165	255	245	385	195	300	265	410	245	320	285	430	225	335												
0000(2)	195	300	155	230	230	360	180	280	235	385	185	300	235	385	185	300	275	445	215	345	310	475	270	370	340	510	270	400												
250	215	340	170	265	255	405	205	315	270	425	215	330	270	425	215	330	315	495	250	385	335	530	305	415	-	-	-	-												
300	240	375	190	290	285	445	230	350	300	480	240	375	300	480	240	375	345	555	275	435	380	590	335	460	-	-	-	-												
350	260	420	210	330	310	505	250	395	325	530	260	415	325	530	260	415	390	610	310	475	420	655	360	510	-	-	-	-												
400	280	455	225	355	335	545	270	425	360	575	290	450	360	575	290	450	420	665	335	520	450	710	405	555	-	-	-	-												
500	320	515	260	405	380	620	310	485	405	660	330	515	405	660	330	515	470	765	380	595	500	815	440	625	-	-	-	-												
600	355	575	285	455	420	690	340	545	455	770	370	585	455	740	370	585	525	855	425	675	645	910	485	720	-	-	-	-												
700	385	630	310	500	460	765	375	605	490	815	395	645	490	815	395	645	560	940	455	745	800	1005	505	795	-	-	-	-												
750	400	655	320	515	475	785	385	620	500	845	405	670	500	845	405	670	580	980	470	775	820	1045	520	825	-	-	-	-												
800	410	680	330	525	490	815	395	645	515	880	415	695	515	880	415	695	600	1070	485	805	840	1085	-	855	-	-	-	-												
900	435	730	355	580	520	870	425	700	555	940	455	750	555	940	455	750	-	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-												
1000	455	780	375	625	545	935	445	750	605	1000	480	800	605	1000	480	800	680	1165	560	930	730	1240	-	990	-	-	-	-												
1250	495	890	405	710	590	1065	485	865	645	1130	530	905	645	1130	530	905	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
1500	520	980	435	795	625	1175	520	950	700	1260	580	1020	700	1260	580	1020	785	1450	650	1175	-	-	-	-	-	-	-	-												
1750	545	1070	455	875	650	1280	545	1050	735	1370	615	1125	735	1370	615	1125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
2000	560	1155	470	960	665	1385	560	1160	775	1470	650	1220	775	1470	650	1220	840	1715	705	1425	-	-	-	-	-	-	-	-												

- * Uso especial únicamente
- ** Para locales secos únicamente
- + Las capacidades para transporte de corriente para los conductores tipo FEP, FEPB, RHH, THHN y XHHW en calibres AWG 14, 12 y 10 serán las mismas que para los conductores tipo RH indicadas en esta tabla.
- ++ Las capacidades para transporte de corriente para los conductores tipo RHH, THHN y XHHW en calibres AWG 12, 10, 8 serán las mismas que para los conductores tipo RH indicadas en esta tabla.

- Tipos únicamente para conductores de cobre.
- Para conductores de aluminio. Para circuitos de tres conductores, circuito monofásico y servicio secundario, la capacidad de transporte de corriente permisible para los conductores tipo RH, RHH, RHW y THW será: para calibre No. 2 - 100 amperes, No. 1 - 100 amperes, No. 1/0 - 125 amperes, No. 2/0 - 150 amperes, No. 3/0 - 170 amperes, No. 4/0 - 200 amperes. Las capacidades de corriente de cables instalados en soportes rígidos y continuos será como sigue: Para cables que contienen no más de tres conductores, se instalarán en soportes verticales, rígidos y continuos. El espacio conservado es desde un cuarto a un diámetro del cable. Los factores de la siguiente serán aplicados a las capacidades de corriente de los cables usados.

Factores Decrementales con Espacio Conservado Por Agrupamiento en Cables

Número de cables horizontalmente	Verticalmente					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68
4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61

TABLA # 1

ALAMBRES	CALIBRE A.W.G. O M.C.M	DIAMETRO DEL COBRE EN mm	AREA DEL COBRE		DIAMETRO TOTAL CON AISLAMIENTO	
			mm ²	C.M	TW , THW VINANEL 900	VINANEL NYLON
	14	1.53	2.08	4098	3.25	2.74
	12	2.05	3.30	6502	3.68	3.17
	10	2.59	5.27	10380	4.22	3.96
	8	3.26	8.35	16443	5.72	5.19
C A B L E S	14	1.84	2.66	5238	3.48	2.96
	12	2.32	4.23	8328	3.96	3.44
	10	2.95	6.83	13465	4.57	4.32
	8	3.71	10.81	21296	6.15	5.64
	6	3.91	12.00	23654	7.92	6.60
	4	5.89	27.24	53677	9.14	8.38
	2	7.42	43.24	85185	10.67	9.91
	0	9.47	70.43	138758	13.54	12.54
	00	10.64	88.91	175162	14.70	13.71
	000	11.94	111.97	220580	16.00	15.00
	0000	13.41	141.23	278237	17.48	16.40
	250	14.61	167.65	330261	19.50	18.24
	300	16.00	201.06	396088	20.90	19.63
400	18.49	268.51	528970	23.40	22.12	
500	20.65	334.91	659777	25.60	24.28	

CAPACIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES
DE 1 A 3 EN TUBO CONDUIT (TODOS HILOS DE FASE) Y A
LA INTEMPERIE

TABLA # 2

Calibre	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTEMPERIE	
A.W.G. o M.C.M.	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NYLON 900 THW
14	15	25	25	20	30
12	20	30	30	25	40
10	30	40	40	40	55
8	40	50	50	55	70
6	55	70	70	80	100
4	70	90	90	105	135
2	95	120	120	140	180
0	125	155	155	195	245
00	145	185	185	225	285
000	165	210	210	260	330
0000	195	235	235	300	385
250	215	270	270	340	425
300	240	300	300	375	480
350	260	325	325	420	530
400	280	360	360	455	575
500	320	405	405	515	660
FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°c					
C°	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES				
40	NO SE	0.88	0.90		
45	USA A	NO A	0.85		
50	MAS DE	MAS DE	0.80		
55	35°	40°	0.74		
FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO					
DE 4 a 6 CONDUCTORES 80%					
DE 7 a 20 CONDUCTORES 70%					
DE 21 a 30 CONDUCTORES 60%					
CALIBRE A.W.G. o M.G.M.	CAPACIDAD NOMINAL DE 1 a 3	PROTECCION MAXIMA DEL (100%)	P R O T E C C I O N E S		
			DE 4 a 6 (80%)	DE 7 a 20 (70%)	DE 21 a 30 (60%)
14	15A	15A	10A	10A	5A
12	25A	20A	15A	10A	10A
10	30A	30A	20A	20A	15A
8	40A	40A	30A	25A	20A
6	55A	50A	40A	35A	30A
4	70A	70A	50A	40A	40A

TABLA # 3

RESISTENCIA OHMICA Y PESO DE LOS CONDUCTORES				
	CALIBRE A.W.G. o M.C.M.	RESISTENCIA OHMS/KM A 20°C	PESO EN KG/KM CON AISLAMIENTO	
			VINANEL 900 THW	VINANEL NYLON TW
	14	8.28	27	23
	12	5.21	40	35
	10	3.28	56	50
	8	2.06	99	91
	14	8.45	30	25
	12	5.31	43	38
	10	3.35	63	60
	8	2.06	105	98
	6	1.29	170	148
	4	0.81	250	237
	2	0.51	380	362
	0	0.32	600	568
	00	0.26	740	706
	000	0.20	915	877
	0000	0.16	1134	1094
	250	0.14	1352	1295
	300	0.11	1600	1539
	400	0.09	2095	2026
	500	0.07	2584	2509

Diámetros y áreas interiores de tubos conduit y ductos cuadrados

TABLA # 4

DIÁMETROS NOMINALES		ÁREAS INTERIORES EN MM ²			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	MM	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	---	----	1376	3440
3	76	---	----	2116	5290
4	102	---	----	3575	8938
2 1/2 x 2 1/2	65 x 65			1638	4096
4 x 4	100x 100			4000	10000
6 x 6	150x 150			9000	22500

Caidas de tensión máximas permitidas según el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas

TABLA # 5

SISTEMA	TENSIONES		
	127.5	220	440
<u>ALUMBRADO</u> 3% Alimentadores princi-- pales 1 %	1.27	2.2	
	2.54	4.4	
<u>FUERZA</u> 4 % Alimentadores principa- les 3%		6.6	13.2
		2.2	4.4
Circuitos derivados 1%			

TABLA # 6

	CALIBRE A.W.G O M.C.M	AREA DEL COBRE EN mm ²	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIEN TO mm ²	AREA TOTAL DE ACUERDO AL CALIBRE Y AL NUMERO DE CONDUCTO- RES ELECTRICOS, PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LAS TUBE-- RIAS SEGUN LA TABLA No. 4				
				2	3	4	5	6
	14	2.08	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.64	21.28	31.92	42.55	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.98	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.80	128.50	154.20
	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
	10	6.38	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.66
	2	43.24	39.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	863.94
	00	88.91	169.72	339.44	509.16	678.88	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	503.18	804.24	1005.30	1206.35
	0000	141.23	239.98	479.96	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	298.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	686.14	1029.21	1372.28	1715.35	2058.42
	400	258.51	430.05	850.10	1290.15	1720.20	2150.25	2580.30
	500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32

TABLA # 7

Area promedio de los conductores eléctricos de cobre suave o recocido, con aislante tipo vinanel nylon

CALIBRE A.W.G o M.C.M	AREA TOTAL DEL COBRE mm ²	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO mm ²					
			2	3	4	5	6
14	2.08	5.90	11.80	17.70	23.60	29.50	35.40
12	3.30	7.89	15.78	26.67	31.56	39.45	47.34
10	5.27	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
8	8.35	21.16	42.32	63.48	84.64	105.80	126.96
14	2.66	6.88	13.76	20.64	27.52	34.40	41.28
12	4.23	9.24	18.58	27.87	37.16	46.45	55.74
10	6.83	14.65	29.32	43.98	58.64	73.30	87.96
8	10.81	24.98	49.96	74.94	99.92	124.90	149.88
6	12.00	34.21	68.42	102.63	136.84	171.05	205.26
4	27.24	55.15	110.30	165.45	220.60	275.75	330.90
2	43.24	77.13	154.26	231.39	308.52	385.65	462.78
0	70.43	123.50	247.00	370.50	494.00	617.50	741.00
00	88.91	147.62	295.24	442.86	590.48	738.10	885.72
000	111.97	176.71	353.42	530.13	706.84	883.55	1060.26
0000	141.23	211.24	422.48	633.72	844.96	1056.20	1267.44
250	167.65	261.30	522.60	783.90	1045.20	1306.50	1567.80
300	201.06	302.64	605.28	907.92	1210.56	1513.20	1815.84
400	268.51	384.29	768.58	1152.87	1537.16	1921.45	2305.74
500	334.91	463.00	926.00	1380.00	1852.00	2315.00	2778.00

CANALIZACIONES Y ACCESORIOS

Este tema tiene por objeto describir las diversas clases de tubos que se utilizan, según la instalación eléctrica, sus diferentes diámetros y el material de que están fabricados, de tal forma que el medio ambiente no los destruya ni bloquee su funcionamiento. Por otra parte, se explica la forma de utilizar el material aislante de acuerdo al voltaje que se aplique y las diferentes denominaciones que adquiere; se esquematizan los distintos amarres y derivaciones que se realizan para obtener un funcionamiento óptimo de las instalaciones monofásicas.

DUCTOS

Existe actualmente gran cantidad de tubos, de modo que se pueden seleccionar los más convenientes para cada trabajo en particular.

TUBO CONDUIT

El tubo conduit es el elemento utilizado en las instalaciones eléctricas, para alojar en su interior a los conductores que no están provistos de aislamiento adecuado para resistir esfuerzos mecánicos o que están expuestos a ser atacados por grasas, aceites, agentes químicos, etc., debido al medio ambiente en que se encuentran. El tubo conduit da a los conductores eléctricos máxima protección, ya que pueden incrus-

trarse en muros, losas y pisos, cuando se trata de instalaciones eléctricas ocultas; puede sujetarse en muros, techos, columnas y armaduras por medio de abrazaderas, cuando la instalación es visible, como en el caso de las grandes industrias, locales comerciales y de servicios.

La diferencia del tubo conduit con respecto al tubo para agua, es que las paredes interiores del primero, están perfectamente pulidas, con lo que se evita dañar el aislamiento de los conductores que se introducen y desplazan dentro de él. Se fabrica de varios diámetros (Ver anexo tabla No. 4) y su longitud es de 3.05 m. (10 pies).

TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE ACERO

Esta construido a base de cintas de acero galvanizado, unidas entre sí a presión y en forma helicoidal.

Su aplicación más común es en la conexión visible de maquinaria, en instalaciones y lugares expuestos al peligro inminente de esfuerzos mecánicos y vibraciones, para conexiones de luminarias en falsos plafones, así como en lámparas de pasillos y butacas. Este tubo no es impermeable, pero su interior está forrado de cartón aislante. Para unir los extremos de los tubos a las cajas de conexión se emplean conectores rectos y conectores curvos.

TUBO CONDUIT FLEXIBLE PLICA

Por su bajo precio, fátíl manejo y flexibilidad, se le encuentra con bastante frecuencia en construcciones pequeñas. Se construye de laminillas en forma de cintas bastante flexibles y está forrado en su interior con dos capas de papel impregnado de aceite. Su mayor desventaja es que tiene poca resistencia mecánica, por lo que si no se toman las debidas precauciones puede ser aplastado, alterando considerablemente su adecuado funcionamiento.

TUBO CONDUIT DE ACERO ESMALTADO

El tubo de pared demasiado delgada, impide hacerle cuerda en sus extremos. Para cambios de dirección a 90° se dispone de codos para tubos de 25 mm de diámetro en adelante; para ensamblar los extremos de los tubos a las cajas de conexión se emplean conectores, así como coples para unir tramos. La longitud de este tipo de tubo es de 3.05 m.

El de pared muy gruesa también se fabrica de longitud de 3.05 m y con cuerda en sus extremos; para uniones de tubos se utilizan coples con rosca interior y para ensamblar los extremos de los tubos a las cajas de conexión se dispone de contras y monitores. Para cambios de dirección a 90° hay codos para tubos de 25 mm de diámetro en adelante.

TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO

El tubo de pared delgada, no tiene rosca y su ligereza facilita el trabajo al operario, pero deben tomarse precauciones -- dada su poca resistencia mecánica a la compresión o aplastamiento. Los tubos se unen con cople sin rosca y los extremos de éstos a las cajas de conexión con conectores. La longitud de este tipo de tubo es de 3.05 m.; para cambios de dirección a 90° hay codos para tubos desde 25 mm de diámetro adelante. El galvanizado lo protege de la oxidación e impide hasta cierto punto el ataque de grasas, aceites, humedad, etc.

El tubo de pared gruesa se fabrica de longitud de 3.05 m y -- con rosca en los extremos. Para unir tubos, hay coples con rosca interna y para ensamblar los extremos a las cajas de -- conexión, se dispone de contras y monitores. Para cambios de dirección a 90° se fabrican codos de todas medidas excepto de 13 mm.

El galvanizado lo protege de la oxidación, por lo que es recomendable para instalaciones de mejor acabado y, especialmente, para lugares que están a la intemperie, húmedos, corrosivos, etc. Su único inconveniente es el elevado precio, por lo que no es utilizado en todas las instalaciones.

POLIDUCTO

Es un tubo de plástico conocido con el nombre de manguera. - Se caracteriza por ser resistente a la corrosión, flexible - en grado sumo, fácil de cortar, de bajo precio, muy ligero y de poca resistencia mecánica, principalmente a la compresión.

Para cambios de dirección a 90° se dispone de codos del mismo material de todas las medidas. Para unir dos tubos entre sí se utilizan coples y para ensamblar sus extremos a las cajas de conexión se emplean conectores, todo del mismo material. - El poliducto es utilizado en instalaciones pequeñas en las -- que el monto de la inversión es bajo.

Para trabajar con este material, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar aplastarlo y dañarlo con partes -- puntiagudas.

DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

Este ducto es un sistema ideal de canalización que presenta - máxima facilidad para la colocación de los conductores eléc-- tricos en su interior y en toda su longitud. Todos los tra-- mos, las conexiones, los niples, los adaptadores y los reduc-- tores se abren y cierran por medio de bisagras.

Dadas sus características no hay necesidad de jalar los con-- ductores eléctricos a lo largo del ducto; simplemente se colo

can en él, con lo cual se facilita grandemente el trabajo y se evita que el forro del aislamiento de los conductores se maltrate.

Cuenta con salidas troqueladas preparadas (chiqueadores) para recibir tubo conduit a todo lo largo, para poder hacer fácilmente derivaciones, conexiones e interruptores.

DIFERENTES TIPOS DE AISLANTES

Un material aislante es aquél que posee una resistencia relativamente alta al paso de la corriente eléctrica, es decir, no permite la conducción de cantidades considerables de esto que ayuda a proteger adecuadamente el equipo eléctrico. Sin embargo, aún con los mejores materiales, el aislamiento no es total.

Algunos de los aislantes más comunes son: la pizarra, la porcelana, la esteatita, el vidrio, el bitumen, la cera, la parafina, el hule, el papel, el aceite, la mica, el algodón y la seda.

La pizarra se usa para tableros de control; la porcelana, la esteatita y el vidrio como aisladores de líneas aéreas, mangos o pasadores; el bitumen, la cera y la parafina como compuestos llenadores en cajas de unión y bujes pequeños de interruptores respectivamente. El hule y el papel, en la ma-

nufactura de cables; el aceite para transformadores e interruptores; la mica, en aislamiento de máquinas. Finalmente el algodón y la seda como cubierta de conductores.

Para determinar la utilidad de un material aislante, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Eléctrico.
- Mecánico.
- Físico.
- Químico.

- Eléctrico: se requiere saber su resistencia eléctrica, voltaje al flameo, conductividad y pérdidas dieléctricas. Mientras mayor sea el voltaje que se aplique a una pieza del equipo, más complejo es el problema de aislamiento y el grado de complejidad puede aumentar en el caso de trabajos con altas frecuencias.

La Dirección General de Electricidad, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial establece el voltaje máximo a que puede ser sometido cada tipo de aislante.

- Mecánico: su resistencia a la tensión, compresión, corte e impacto, así como su maquinabilidad.

- Físico: es importante conocer los efectos que tienen la

humedad y la temperatura sobre el material aislante.

La absorción de la humedad y la temperatura a que son sometidos los aislantes, disminuyen considerablemente sus propiedades. Si por algún motivo el material aislante se enciende, es necesario saber si tienen la propiedad de apagarse por sí mismos y la facilidad de carbonizarse.

- Químico: la capacidad para resistir el daño producido por agentes químicos.

Existen varios tipos de aislamiento con propiedades y calidades distintas que se utilizan para forrar conductores (alambres y cables):

- TW
- THW
- Vinanel 900
- Vinanel Nylon
- Cordón flexible con aislamiento SPT

AISLAMIENTOS TW

Sirve para recubrir conductores de cobre suave o recocado. Es de cloruro de polivinilo (PVC), termo-plástico a prueba de humedad. Ocupa poco espacio en el interior de los ductos por su reducido espesor. Aunque se encuentra firmemente adherido al conductor, se puede desprender con facilidad. No propaga las llamas.

Es utilizado en instalaciones eléctricas de interiores, con ambiente húmedo o seco.

Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas. (del aislante)

- Tensión nominal: 600 Voltios
- Resistencia al calor: 60° C (temperatura máxima)
- Capacidad de corriente en amperios (ver tabla No. 2)
- Temperatura ambiente no mayor de 35°C.

Los diferentes calibres de alambres que puede recubrir el aislante TW son los siguientes:

Del 20 al 6 A.W.G. conductor sólido

Del 20 al 16 A.W.G. cordón flexible

Del 14 al 4/0 A.W.G. conductor cableado.

AISLAMIENTO THW

Recubre conductores de cobre suave o recocido. Este aislamiento de goma (plastilac) termoplástico es resistente al calor y a la humedad. Los alambres y cables con este aislante tiene mayor capacidad de conducción que con el T.W.; ocupa mayor espacio dentro de los ductos, pero se le considera el mismo si se respeta el factor de relleno*

*El factor de relleno puede definirse como la relación del área utilizable con respecto al 100% dentro de las canaliza--

Generalmente se le emplea en canalizaciones para edificios y en las instalaciones eléctricas con ambientes secos o húmedos.

Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas.

- Tensión nominal: 600 Voltios
- Resistencia al calor: 60° C. (temperatura máxima)
- Temperatura ambiente no mayor de 40° C
- Capacidad de corriente en amperios (ver tabla No. 2)

Los calibres de alambres que recubre el aislante T.H.W. son:

Del 20 al 16 A.W.G. cordón flexible

Del 20 al 6 A.W.G. conductor sólido

Del 14 A.W.G. al 500 M.C.M. conductor cableado.

AISLAMIENTO VINANEL 900

Se utiliza para recubrir conductores de cobre suave o recocido. Es un aislante especial de cloruro de polivinilo (PVC), resistente al calor, a la humedad y a los agentes químicos. No propaga las llamas. Los alambres y cables tienen gran capacidad de conducción de corriente eléctrica con este aislamiento, por lo tanto, se pueden ahorrar calibres en muchas ocasiones. Ocupa el mismo espacio que los aislantes T.W. T.H.W. dentro de los ductos, además, resiste en forma única

las sobrecargas continuas. Se puede introducir fácilmente - en las canalizaciones, ya que se le da un tratamiento con com puesto deslizando.

Generalmente se usa en industrias, edificios públicos, hote-- les, bodegas e instalaciones donde se requiere mayor seguri-- dad.

Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas.

- Tensión nominal : 600 Voltios
- Temperaturas máximas:
 - . 75°C en ambiente seco o húmedo para calibres del 6 A.W.G. al 1000 M.C.M.
 - . 90°C al aire ó 60° C en aceite para calibres del 14 al 8 A.W.G.
- Resistencia al calor: 60° C (temperatura máxima)

AISLANTE VINANEL NYLON

Es un aislante para conductores de cobre suave o recocido, - formado por dos capas termoplásticas: la primera es de cloru- ro de polivinilo (PVC) de alta rigidez dieléctrica, gran ca-- pacidad térmica y notable flexibilidad; la segunda es de nylon de alta rigidez dieléctrica y gran resistencia mecánica.

El aislamiento tipo vinanel-nylon es resistente a la humedad,

al calor y a los agentes químicos. Tiene muy bajo coeficiente de fricción, no propaga las llamas, da a los alambres y cables gran capacidad de conducción de corriente eléctrica. Además, ocupa menos espacio con respecto a los aislamientos tipo T.W., T.H.W., y vinanel 900.

Tiene una aplicación universal en circuitos de baja tensión, pues, aparte de sus características singulares incluye las que corresponden a los conductores eléctricos con aislantes tipo T.W., T.H.W., y vinanel 900. Es decir, pueden utilizarse como alimentadores secundarios de transformadores a tablero general; alambrado de tableros de distribución en baja tensión; circuitos de alumbrado y fuerza; acometida y alambrado interior de maquinaria; conexión de controles y señalización, et

Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas.

- Tensión nominal: 600 voltios o menos a régimen permanente.
- Temperaturas máximas:
 - . 75°C en locales húmedos o en presencia de hidrocarburos.
 - . 90°C en locales secos
- Resistencia al calor 60° C (temperatura mínima)

CORDON FLEXIBLE CON AISLAMIENTO TIPO SPT

Este aislante se utiliza para conductores de cobre suave o

recocido, es de cloruro de polivinilo, especialmente flexible. El aislante SPT (simple par termoplástico), no propaga las llamas.

Los conductores se mantienen en posición paralela en un mismo plano, por el estrecho aislamiento que los une facilitando la separación de flujo eléctrico.

Se emplea en toda clase de lámparas de pie, radios, televisiones, tocadiscos, etc. Estos cordones (cables bipolares) tienen grueso su aislamiento y por lo tanto buena protección mecánica, lo que permite que se les emplee para cualquier aparato doméstico portátil.

Propiedades físicas, mecánicas y eléctricas.

- Tensión nominal: 300 voltios
- Resistencia al calor: 60° C (temperatura máxima)

ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS

En este tema se incluye un listado de los accesorios eléctricos más usuales, el material de que se fabrican, su aplicación y presentación comercial.

También se menciona la clasificación de los tipos de cajas de conexión y sus características.

Por último, se describen los accesorios de protección y seguridad, los cuales tienen como función evitar sobrecargas y con ello proteger aparatos y equipos eléctricos.

CAJAS DE CONEXION

A estas cajas se hace llegar normalmente un número variable de tuberías de diferente diámetro, por lo que se construyen de diferentes formas, tamaños y profundidades. Para uso común se tienen cajas negras de acero esmaltado, galvanizadas y plásticas de PVC.

CAJAS RECTANGULARES

Conocidas también como cajas de conexión chalupas o rectangulares, de 50 x 100 mm (2' x 4") de base, por 38 mm. (1 1/2") de profundidad. Se emplean para colocar en ellas apagadores, contactos y botones de timbre, cuando el número de estos dispositivos no excede de tres, aunque se recomienda colocar solamente dos para facilitar su conexión y reposición en el momento dado. Sólo tienen perforaciones para hacer llegar a ellas tuberías de 13 mm. de diámetro.

CAJAS OCTAGONALES

Conocidas como cajas de conexión redondas; existen cajas chicas con perforaciones que permiten también hacerles llegar tuberías de 13 mm. de diámetro; tienen una perforación por cada dos lados, otra en el fondo y una en la tapa.

CAJAS CUADRADAS

Existen en varias medidas y se clasifican según el diámetro de los tubos que pueden ser unidos a ellas; así es como se --

tienen cajas cuadradas de: 19, 25, 31, 38, 51 mm, etc.

Cuando el número de tubos es considerable y de diferentes diámetros, se tienen cajas de conexiones especiales.

Todas las cajas de conexión, excepto las chalupas, van con su tapa correspondiente que es del mismo material de aquellas y con perforaciones para atornillarse.

CAJAS CONDULET

Se utilizan generalmente, en instalaciones entubadas visibles. Este tipo de cajas de conexión debe acoplarse a tuberías de pared gruesa, ya que tienen cuerdas interiores correspondientes a todas las medidas.

Se fabrican con una aleación de aluminio y otros metales que no especifica el fabricante. Así pues, se tiene con el aluminio resistencia a la corrosión y dureza con los otros metales.

Tiene un margen excelente de seguridad, ya que quedan perfectamente aisladas al exterior y, por lo tanto, no las perjudican vapores ni gases.

Se fabrican en diferentes formas y tipos, para escoger, según las necesidades de la instalación y son:

1. Tipo O, que se divide a su vez en:

Condulet OC, OE, OLB, OLF, OLL, OLR, OT y OX.

Todas estas cajas vienen complementadas con sus tapas, si las conexiones son:

De paso:	tapa ciega
De contacto:	tapa de contacto, doble o sencilla
Para cople exterior:	tapa con niple macho
Para acoplar directamente al tubo:	tapa con niple hembra
Para sacar conexión para "spot"	tapa con abrazadera para salida de cordón flexible o cable para uso rudo.

2. Tipo V, se divide en:

Condulet VGA, VGC, VGH, VGL, VGT y VGX.

3. Tipo FS, se divide en:

Condulet FS, FSC, FSR, FSL, FST y FSCT.





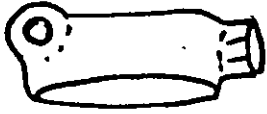
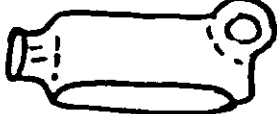

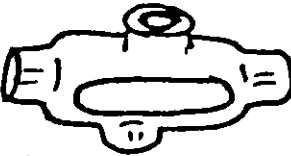
Estas cajas también vienen equipadas con tapas, las cuales -- pueden ser:

FSLC	Tapa para contacto sencillo
FST	Tapa para apagador de intemperie
FSCDR	Tapa para contacto doble

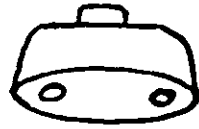
Las cajas tipo O son de forma oval; las de tipo VG son redondas y las del tipo FS son cuadradas.

A continuación se muestran algunos dibujos de las cajas conductor mencionadas:

CAJAS TIPO "O"

 <p>OC</p>	 <p>OE</p>
 <p>OLB</p>	 <p>OLF</p>
 <p>OLL</p>	 <p>OLR</p>
 <p>OT</p>	 <p>OX</p>

CAJAS TIPO "V"



VGA



VGL



VGX



VGT

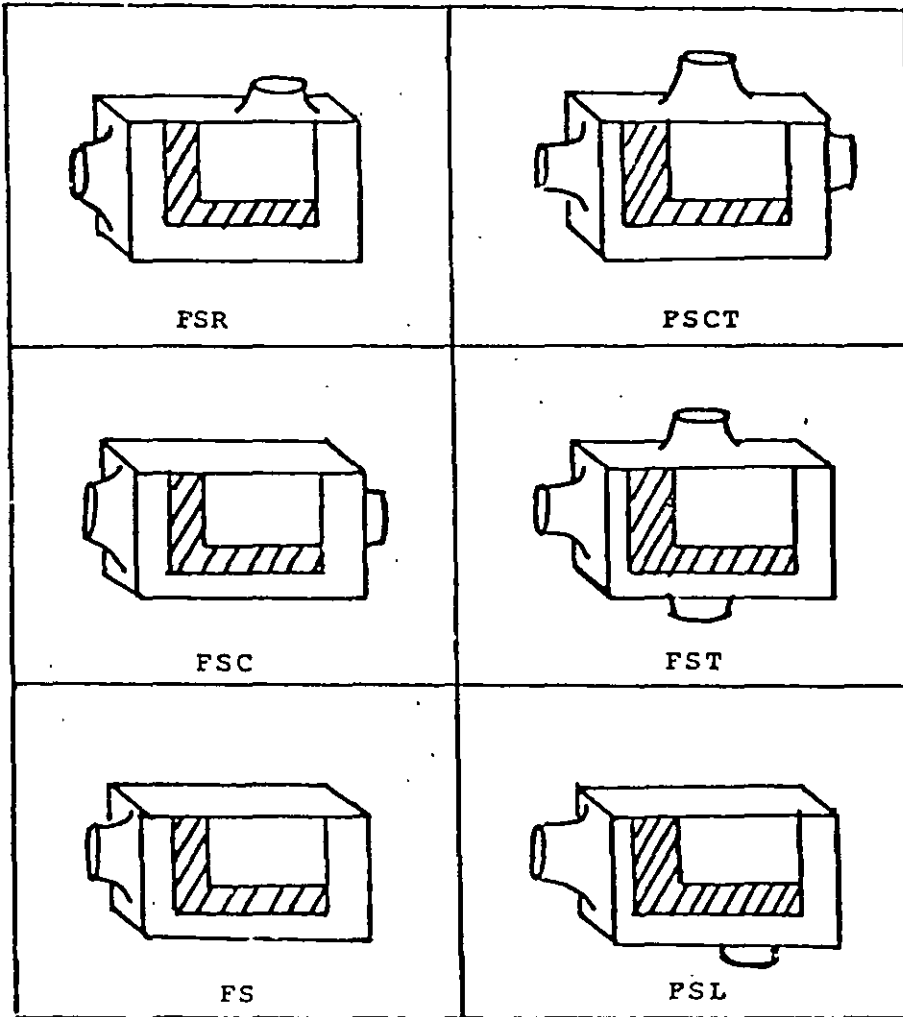


VGC

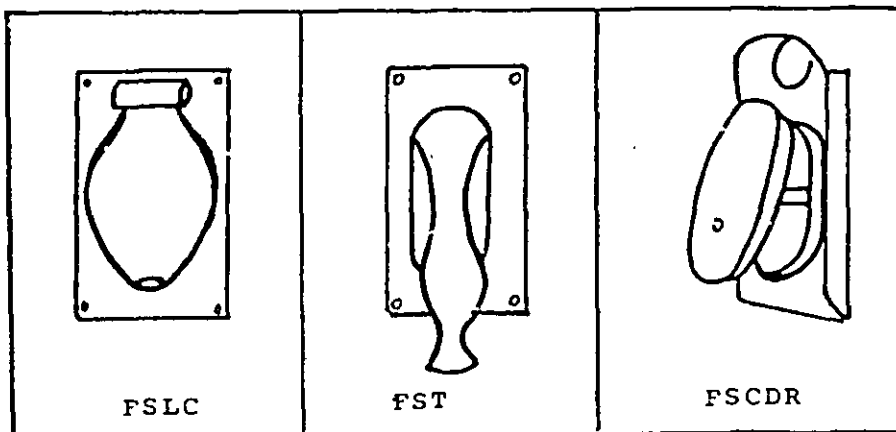


VGH

CAJAS TIPO "FS"



TAPAS PARA CAJAS CONDULET



ACCESORIO DE PROTECCION Y SEGURIDAD

Son dispositivos cuya función es interrumpir y restablecer la continuidad de corriente en un circuito eléctrico.

DIFERENTES TIPOS DE INTERRUPTORES

Un interruptor es un dispositivo que sirve para abrir o cerrar un circuito eléctrico. Existe una gran variedad de interruptores según su forma, función y capacidad, pero todos ellos -- pueden ser agrupados en dos clases: manuales y automáticos.

Los interruptores operados manualmente van provistos de un -- accesorio aislado de los bornes del interruptor para prevenir choques eléctricos. Comercialmente se les conoce como interruptores de navajas, de palanca, de botón y rotativos; son -- empleados en aparatos e instalaciones domésticas y en tableros industriales, en donde la corriente no excede de 10 a 30 amperios.

Si la corriente y el voltaje en el circuito son más altos, se requieren interruptores automáticos o semiautomáticos, en los que la rapidez de la operación impide que se formen arcos -- eléctricos en los bornes del instrumento; en el instante en -- que éstos se detengan, ofrecen además protección contra las -- sobrecargas sin necesidad de usar fusibles. Dentro de esta -- clasificación, se fabrican interruptores de aire ("breakers") aceite y magnéticos.

"BREAKERS."

Es aconsejable, como doble protección, que exista un interruptor general con fusibles o breaker y derivar de él circuitos a los tableros de distribución ("multibreakers") que son muy funcionales. Además de que estos últimos protegen la instalación, pueden dar corriente únicamente a la parte que se desee, según los circuitos en que se haya dividido la instalación. Para instalaciones residenciales, se tiene el breaker tipo MO, como uno de los más funcionales, ya que vienen para una, dos o tres fases y, por lo tanto, dentro de un tablero de éstos se puede hacer la división de circuitos adecuada a las necesidades. Se fabrican con dos y hasta 20 circuitos. Si se trata de una casa de apartamentos es muy funcional el tipo MS para medición separada, es decir, se pueden colocar tantos tableros como departamentos tenga el edificio.

La combinación de los elementos térmicos y magnéticos que intervienen en el diseño de los "multibreakers" proporciona una doble protección:

1. Contra sobrecargas y altas temperaturas del ambiente que se combinan para producir temperaturas peligrosas en los conductores (elemento térmico)
2. Contra cortocircuitos (elemento magnético)

OPERACION DEL ELEMENTO TERMICO

El disparo térmico es efectuado por un elemento bimetálico en cada polo, debido a la corriente que pasa por el interruptor. Este elemento térmico bimetálico está construido para soportar corrientes de corto circuito muy altas y tienen características de calentamiento muy parecidas a las de los alambres normales, forrados de goma o de plástico, de tal manera que cuando la temperatura del conductor se eleva por efectos de la corriente, la del elemento bimetálico aumenta proporcionalmente y causa una flexión en dicho elemento.

Cuando debido a sobrecargas en el circuito o a la combinación con altas temperaturas ambientales, el conductor alcanza temperaturas peligrosas, la flexión en el elemento bimetálico será suficiente para hacer disparar al interruptor. Por lo tanto, la velocidad del disparo por el elemento térmico es proporcional a la carga y se observa un retraso relativamente largo en sobrecargas ligeras y una acción más rápida en sobrecargas mayores.

Una característica importante de este dispositivo es que se compensa así mismo, cuando opera en temperaturas ambientales normales.

OPERACION DEL ELEMENTO MAGNETICO

Cuando ocurre una sobrecarga elevada o un corto circuito, la

alta corriente que pasa por el interruptor, da energía a una armadura magnética que lo hace disparar instantáneamente a -- un valor de corriente predeterminado. Este disparo magnético es muy valioso cuando se usa en combinación con el térmico, - pero no es efectivo en todas las condiciones. Cuando éste se emplea solo, el elemento térmico dispara en un tiempo inversamente proporcional a la sobrecarga, mientras que el magnético actúa instantáneamente en corto circuito o en sobrecarga exagerada. Cada uno tiene su ajuste basado en la capacidad no--minal del interruptor y en los valores probables de corrien--tes anormales.

Los "multibreakers" termomagnéticos operan sin la acostumbrada bobina magnética enrollada y hacen pasar la corriente por un circuito magnético muy sensible. Cuando la armadura magnética es excitada por corrientes mayores que las normales, -- hace disparar instantáneamente el mecanismo de operación y -- abre el circuito antes de que ocurra algún daño. De esta manera se elimina el peligro y las molestias de bobinas quemadas durante cortocircuitos muy severos.

A continuación se muestra una figura de las partes que conforman un multibreaker termomagnético, de las cuales son cinco móviles.

10. Cámara del arco: es muy resistente y está provista de cas supresoras del arco, espaciadas entre sí.
11. Cuerpo del interruptor: es de baquelita, tiene una tapa - de metal a través de la cual sella la unidad completa por medio de remaches.
12. Zapatas de presión: se usan en los interruptores de 40 y- 50 Amperios y en los más pequeños se emplean conectores - de tornillo. No es necesario enrollar el alambre alrededor de las terminales para conseguir una buena conexión.

ARRANCADORES

Una de las clases más sencillas de arrancadores es un interrup- tor de acción rápida de cerrado y abierto, que se acciona por - una palanca de trinquete montada en el frente del arrancador. El motor se conecta directamente a través de la línea en el - arranque, lo que usualmente no es necesario para los motores - de un caballo de fuerza o menos.

Los arrancadores manuales de potencia fraccionaria se emplean siempre que se desee tener protección contra sobrecarga para - el motor, así como para el control de abierto y cerrado de -- pequeños motores monofásicos de corriente alterna (C.A.) o -- corriente directa (C.D.). Los códigos eléctricos exigen - tección contra sobrecarga para los motores de potencia fraccio-

naria, siempre que se arranquen automáticamente o por control remoto.

Como los arrancadores manuales son dispositivos mecánicos accionados a mano, los contactos permanecen cerrados y la palanca continúa en la posición de cerrado en el caso de una falla de energía. El motor volverá a arrancar automáticamente cuando se restablezca la energía. Por lo tanto, no son posibles la protección y la desconexión para bajos voltajes con estos arrancadores accionados a mano; sin embargo, esta acción es una ventaja cuando el arrancador se aplica a motores que funcionan continuamente, como los que se emplean en ventiladores, sopladores, bombas y quemadores de petróleo.

FUSIBLES

El fusible es la parte principal dentro de la seguridad de una instalación. Si es débil, se fundirá a cada rato; si es demasiado fuerte, resistirá tanto que habrá peligro de que la instalación se quemé. Por lo tanto, los fusibles deben ser de una capacidad adecuada, para que tan pronto como una sobrecarga exceda de lo calculado, se funda como si se tratara de un cortocircuito.

FUSIBLES SENCILLOS DE CAUCHO Y NAVAJA

Son los llamados fusibles de tapón de 30 amperios, usados en interruptores de 2 x 30 Amperios y en los de 3 x 30 Amperios

con base de procelana. Una vez que se funde el elemento fusible, por haberse presentado una falla en el circuito al -- que se da protección, ya sea por sobrecarga o por un cortocircuito, es necesario sustituir el tapón por uno de características iguales.

Para el empleo de estos fusibles existen dos tipos de interruptores:

- a) El más sencillo es aquél en el cual las partes vivas están sobre una base de porcelana; está sobre una madera que se sujeta generalmente a los muros de las construcciones, con lo cual todo el interruptor queda sin protección contra -- esfuerzos mecánicos y el medio ambiente.
- b) El blindado o de seguridad es el que está dentro de una -- caja metálica que lo protege contra esfuerzos mecánicos y evita, hasta cierto punto, accidentes, al quedar al exterior la planca de operación.

FUSIBLES DE CARTUCHO

Conocidos como fusibles de tipo industrial. Por la forma -- en que se conectan a la línea, se dividen en:

- Cartuchos con contacto de casquillo con capacidades comerciales de los elementos fusibles de 3, 5, 6, 10, 15, 20, - 25, 30, 35, 40, 45, 50 y 60 Amperios.

- Cartuchos de contactos de navaja con capacidades comerciales en los elementos fusibles de 75, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500 y 600 Amperios

Para utilizar los fusibles de cartucho se dispone de los siguientes tipos de interruptores de seguridad:

LD para servicio ligero

ND para servicio normal

HD para servicio pesado

APLICACIONES

Este tipo de interruptores se recomienda para uso ligero, en instalaciones residenciales, edificios, comercios, es decir, en lugares donde el número de operaciones (abrir o cerrar) no sea elevado.

Se les puede utilizar para servicio normal en instalaciones industriales para protecciones individuales de motores, siempre y cuando el ambiente y local no representen peligro constante.

Se recomiendan para uso pesado en donde el número de operaciones es muy frecuente y los requisitos de seguridad, funcionamiento y continuidad son importantes, por ejemplo, en fábricas, hospitales, servicios públicos, etc.

⊕ Conexión y Resistencia a Tierra

Valores aceptables recomendados.-

El más elaborado sistema de tierras que sea diseñado, puede ser inadecuado, a menos que la conexión del sistema a tierra sea adecuada y tenga una resistencia baja. Por consiguiente la conexión a tierra es una de las partes más importantes de todo sistema de tierras. Esto es también la parte más difícil de diseñar y obtener.

La perfecta conexión a tierra deberá tener una resistencia con valor cero, pero esto es imposible de obtener.

Para subestaciones grandes y estaciones de generación, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de un ohm.

Para subestaciones pequeñas y plantas industriales, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de 5 ohms. El NEC (National Electrical Code 1968) recomienda que la resistencia máxima no deberá exceder de 25 ohms.

La Resistividad de Diferentes Terrenos

Terreno	Resistencia (ohms) varillas de 5/8 Pulgs. x 5 piés			Resistividad (ohms por cm ³)		
	Promedio	Mín.	Máx.	Promedio	Mín.	Máx.
Rellenos, escorias, salmuera, desechos	14	3.5	41	2,370	590	7,000
Arcilla, arcilla esquistosa, suelo arcilloso, tierra negra	24	2	98	4,060	340	16,300
Igual, con variaciones en las proporciones de arena y grava	93	6	800	15,800	1,020	135,000
Grava, arena, piedras, con arcilla pequeña o barro	554	35	2,700	9,400	59,000	458,000

El Efecto del Contenido de Agua o Humedad en la Resistividad del Terreno

Contenido de agua ó humedad (% del peso)	Resistividad (ohms/cm ³)	
	Terreno superior	Barra arenosa
0	>1000 x 10 ⁶	>1000 x 10 ⁶
2.5	250 000	150 000
5	165 000	43 000
10	53 000	18 500
15	19 000	10 500
20	12 000	6 300
30	6 400	4 200

El Efecto de la Temperatura en la Resistencia del Terreno (Barro arenoso con 15.2% de humedad)

Temperatura		Resistividad (ohms por cm ³)
°C	°F	
20	68	7 200
10	50	9 900
0 (agua)	32	13 800
0 (hielo)	32	30 000
-5	23	79 000
-15	14	330 000

Cálculo de la resistencia a tierra.— la resistencia a tierra puede ser calculada y / o medida.

⊕ Fórmulas para el Cálculo de las Resistencias a Tierra

(Fórmulas aproximadas incluyendo los efectos de imágenes. Las dimensiones deberán estar en centímetros para obtener la resistencia en ohms).




dimensiones deberán estar en centímetros para obtener la resistencia en ohms)

ρ = Resistencia específica de la tierra en ohms por cm^3 .

L = Longitud

a = Radio

s = Espaciamiento

Símbolo	Descripción	Fórmula
	Hemisferia, Radio a	$R = \frac{\rho}{2\pi a}$
•	Una varilla a tierra Longitud L, radio a	$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\log_e \frac{4L}{a} - 1 \right)$
• •	2 varillas a tierra s > espaciamiento s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\log_e \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^3} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots \right)$
• •	2 varillas a tierra s < L, espaciamiento s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
—	Alambre enterrado horizontalmente longitud 2L profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
L	Curva en ángulo recto de alambre longitud de un lado L, prof s/2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	Estrella de 3 puntos Longitud de un lado L, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^3}{L^3} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
+	Estrella de 4 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{8\pi L} \left(\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
* ₆	Estrella de 6 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{12\pi L} \left(\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
* ₈	Estrella de 8 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{16\pi L} \left(\log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^3}{L^3} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
○	Anillo de alambre. Diám. del anillo, D Diám. del alambre d, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\log_e \frac{8D}{d} + \log_e \frac{4D}{s} \right)$
—	Placa enterrada horizontalmente Longitud 2L, sección a por b, prof. s/2, b < a/8	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\log_e \frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \log_e \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
	Placa redonda enterrada horizontalmente. Radio a, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{7a^2}{12s^2} + \frac{33a^4}{40s^4} \dots \right)$
|	Placa redonda enterrada verticalmente. Radio a, prof. s/2	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 + \frac{7a^2}{24s^2} + \frac{99a^4}{320s^4} \dots \right)$

⊕ Métodos de Sistemas de Conexión a Tierra
(Conexión a tierra del sistema neutro)

Descripcion	Circuito	Diagrama Equivalente
1. No conectado a tierra		
2. Sólidamente conectado a tierra		
3. Resistencia conectada a tierra		
4. Reactancia conectada a tierra		
5. Neutralizador de fallas a tierra.		

X_G Reactancia del generador o transformador usada para conexión a tierra.

X_N Reactancia del reactor para conexión a tierra.

R_N Resistencia del resistor para conexión a tierra.

⊕ Tamaños de Conductores de Conexión a Tierra

Intensidad de régimen o de disparo del dispositivo contra sobrecargas situado delante del equipo, conducto, etc., que no exceda. Amperes	Tamaño del conductor de puesta a Tierra	
	Hilo de cobre n.º	Hilo de Aluminio n.º
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	3	1
600	1	2/0
800	0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 "
2000	250 MCM	400 "
2500	350 "	500 "
3000	400 "	600 "
4000	500 "	800 "
5000	700 "	1000 "
6000	800 "	1200 "

⊕ Tamaños de Conductores de Tierra

Tamaño del conductor máximo de acometida o equivalente para conductores múltiples	Tamaño del Conductor de puesta a Tierra		
	Hilo de cobre AWG n.º	Tubería conducto tamaño comercial pulgadas	Tubo metálico eléctrico tamaño comercial pulgadas
2 ó más delgado	8	1 1/2	1/2
1 ó 1/0.....	6	1 1/2	1
2/0 ó 3/0	4	1 1/2	1 1/4
Mayor de 3/0 hasta 350 000 cir. mils	2	1 1/2	1 1/4
Mayor de 350 000 cir. mils hasta 600 000	1/0	1	2
Mayor de 600 000 cir. mils hasta 1 100 000	2/0	1	2
Mayor de 1 100 000 cir. mils	3/0	1	2
Conductor de acometida, de aluminio	Conductor de aluminio para conexión a tierra		
0 ó más delgado			6
2/0 ó 3/0			4
4/0 ó 250 MCM			2
Mayor de 250 MCM hasta 500 MCM			0
Mayor de 500 MCM a 900 MCM			3/0
Mayor de 900 MCM hasta 1750 MCM			4/0
Mayor de 1750 MCM			250 MCM

**FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Diplomado:

MANTENIMIENTO ELECTRICO

UNIDAD 4

LOS BENEFICIOS DE LA SUPERVISION EFECTIVA

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

4, y 5 de Julio 97

INSTRUCTOR: M. en C. JESUS R. M. del C.

MEXICO, D. F.

4.-LOS BENEFICIOS DE LA SUPERVISION EFECTIVA

Esta parte del ciclo administrativo, se aplica principalmente a la supervisión y cumplimiento de las actividades, programas preventivos y correctivos; así como todos los planes trazados originalmente, por los responsables del mismo. De la misma manera la supervisión verifica la existencia y suministro de materiales, refacciones, etc. de acuerdo a los procedimientos y reglas establecidas de cada empresa.

La ejecución, supervisión o dirección, está considerada como el corazón de la estructura empresarial; siendo la etapa que dá vida a la planta y coadyuva más directamente al logro de las metas y objetivos.

Para comprender mejor el concepto dirección, a continuación se describen las definiciones de algunos autores documentados en esta materia.

A.- DEFINICIONES DE DIRECCION

GEORGE R. TERRY.-

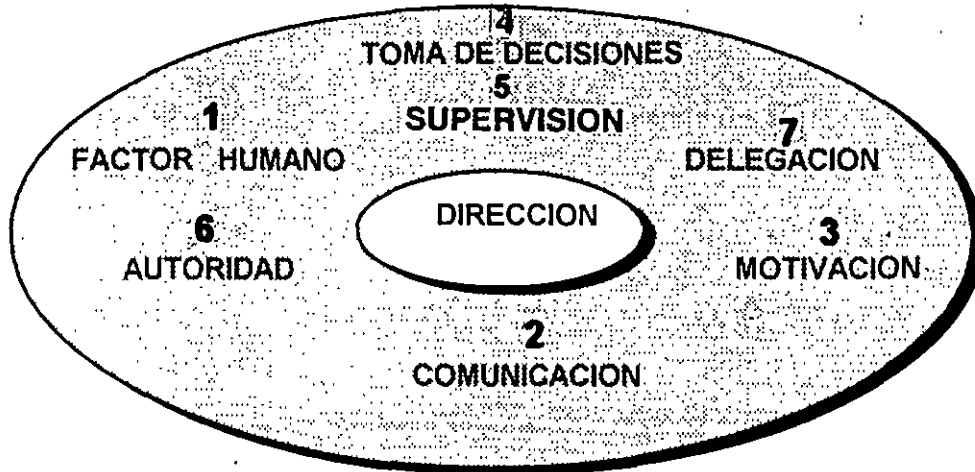
“ La dirección o el don de mando, es la relación en que una persona líder, influye a otros para trabajar unidos, espontáneamente en las labores relacionadas, para llevar a cabo lo que el líder desea.”

AGUSTÍN REYES PONCE.

Es aquel elemento de la administración en el que se logra la realización efectiva de todo lo planeado por medio de la autoridad del administrador, ejercida a base de decisiones, ya sea tomadas directamente, ya con frecuencia delegando la autoridad y se vigila que se cumplan en la forma adecuada todas las órdenes emitidas.

4.1.- INFLUENCIA DEL FACTOR HUMANO EN LA CALIDAD DEL MANTENIMIENTO

En la etapa de dirección, se contemplan los elementos;



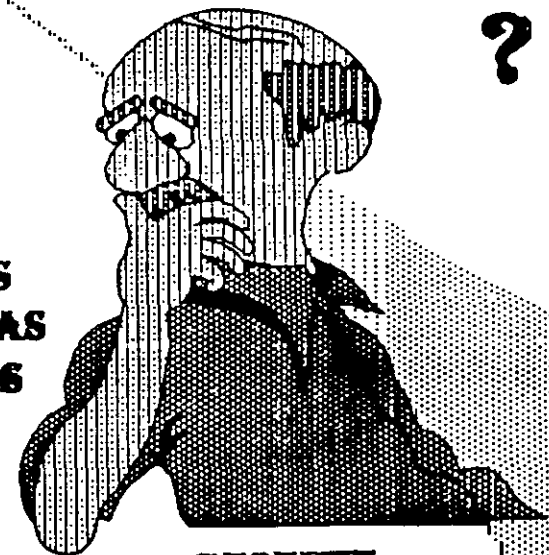
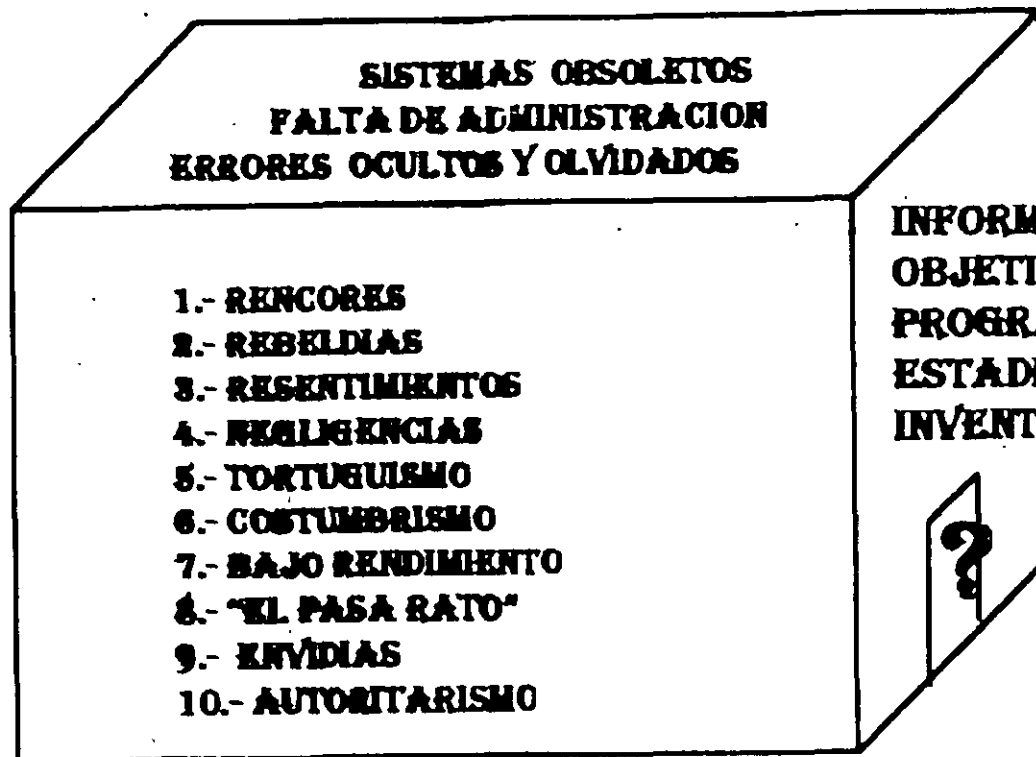
1.-FACTOR HUMANO.-

La dirección, es la etapa más humana del proceso administrativo, ya que se enfoca a que el personal obtenga los objetivos trazados; además se ha demostrado a través de estudios, que el aspecto humano, es el más importante para toda compañía.

REGLAS:

- 1.- Tener el hombre adecuado, para el puesto adecuado
- 2.- Dar la introducción adecuada al personal
- 3.- Provisionar los elementos necesarios (Equipos,Hrrtas.)
- 4.- Selección de personal :
 - a) Reclutamiento
 - b) Entrevista
 - c) Introducción
 - d) Capacitación

EL "CUARTO OSCURO" DE MANTENIMIENTO



GERENTE
DE
MANTENIMIENTO



OTROS:

CUADRO: DME 02

2.- COMUNICACION

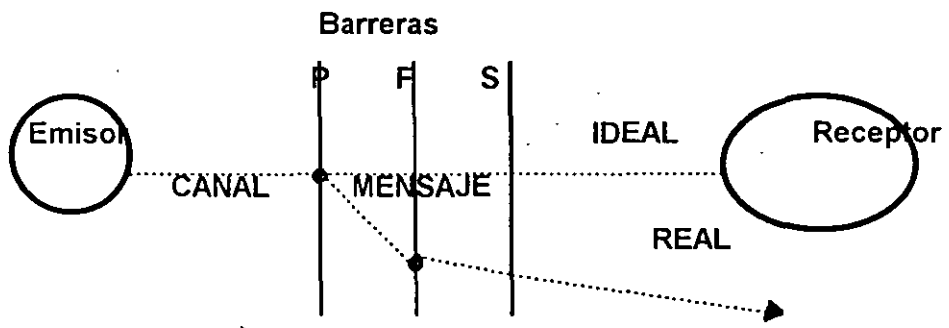
En toda empresa, la comunicación representa el "lubricante" adecuado, para el buen funcionamiento de la misma. Se ha comprobado a través de la experiencia, que esta técnica, ayuda mucho a la prevención y solución de situaciones, para evitar problemas en potencia, que logicamente afectan los intereses del mantenimiento, como:

- a) _____
- b) _____
- c) _____

A.- DEFINICION DE COMUNICACION.

" Es la trasmisión de ideas, sentimientos, órdenes, peticiones, inquietudes, entre dos ó más personas".

B.- ELEMENTOS DE LA COMUNICACION:



MODELOS DE COMUNICACION	CLASE:	Formal	Informal
	TIPO	VERBAL, ESCRITA, AUDIO VISUAL,	
	FORMA:	↔	↕
	SENTIDO:	UNO	DOS

C.- CINCO PRINCIPIOS PARA LA COMUNICACIÓN EN MANTENIMIENTO:

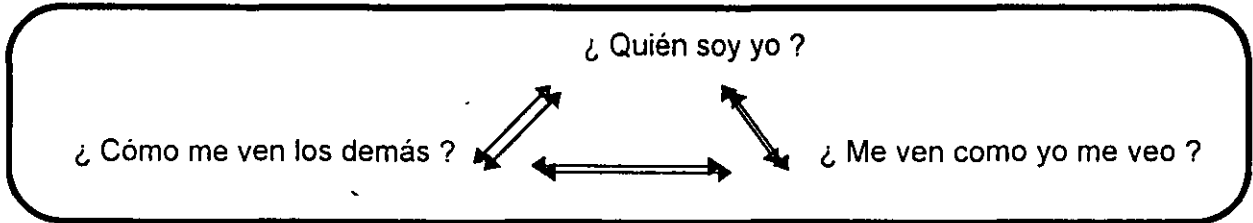
- 1o.- Aclare las ideas propias y el verdadero proposito del mensaje.
- 2o.- Considere antes, el sentido fisico y humano de los receptores
- 3o.- Utilice las técnicas de relacion humana, durante su mensaje
- 4o.- Evite las barreras al máximo, sea breve, conciso y preciso.
- 5o.- Fomente la retroalimentación

D.- RETROALIMENTACION. "FEED BACK"

El "feed-back" es la forma de ayudar a un individuo a entender mejor el mensaje enviado con la finalidad de que este, llegue con el máximo de su contenido y se evite el mayor número de barreras.

El "feed back" ayuda a las personas adoptar comportamientos adecuados y cambios en la conducta al darse cuenta que está por el camino equivocado.

El "feed back" debe ser descriptivo y no evaluativo ya que describe la forma de ser de la persona pero no la juzga .



3.-MOTIVACION :

(Es mover, impulsar, conducir las acciones)

FACTORES:

- a) Logro de importancia en el puesto
- b) Reconocimiento, eficiencia, voluntad, colaboración
- c) Progreso, desarrollo, avance
- d) Seguridad,
- e) Independencia, proponer iniciativas, libres

ANALISIS COMPARATIVO DEL MODELO DE JEFE

"UN BUEN JEFE"	↔	"EL QUE NO LO ES"
1.- Inspira al subalterno.		1.- "Arrea" al subalterno.
2.- Hace progresar al trabajador.		2.- Explota al trabajador.
3.- Emplea el enfoque positivo.		3.- Actúa negativamente.
4.- Instruye al trabajador.		4.- No lo instruye.
5.- Dice: "Nosotros"		5.- Dice: "Yo lo hice".
6.- Asume responsabilidades.		6.- Pasa "El paquete".
7.- Participa los éxitos.		7.- Actitud de "egoísta".
8.- Motiva al personal		8.- Amenaza, condiciona.

La palabra "JEFE" es muy popular, ya que es el nombre que se dá, a quien dirige un trabajo de grupo o coordina alguna actividad de vigilancia dentro de la empresa.

El éxito o fracaso, se debe a :

La función principal del JEFE es :

¿ Que " maquinaria" maneja el JEFE ?

¿ Con que herramientas trabaja ?

Generalmente el grupo de trabajo esta formado por individuos de diferentes:

PASOS PARA FOMENTAR LAS BUENAS RELACIONES HUMANAS

R AZONE NO DISCUTA
E XPLIQUE CON TODA CLARIDAD Y PACIENCIA
L EVANTE LOS PUNTOS DE VISTA POSITIVOS
A PARTESE DE LOS JUICIOS LIGEROS
C UIDE DE LOS DETALLES
I NFORME A SU PERSONAL DE LOS CAMBIOS
O BSERVE LOS DIFERENTES PUNTOS DE VISTA
N UNCA CRITIQUE EN PUBLICO
E SCUCHE A SU PERSONAL INTERNO Y EXTERNO
S ER GUIA Y MAESTRO EN SUS ACTOS
H ABITOS POSITIVOS Y CONSTRUCTIVOS
U TILICE SUS VALORES, CUALIDADES Y OPORTUNIDADES
M ANTENGA EL INTERES POR LOS DEMAS
A DMITA SUS ERRORES
N UNCA PROMETA LO QUE NO PUEDA CUMPLIR
A NALICE A FONDO CADA SITUACIÓN
S ..

4.- TOMA DE DECISIONES:

Toda organización, debe de contar con un " responsable " o persona" encargada ", que tenga la autoridad y la responsabilidad, para la toma de decisiones de su dependencia; el caso de mantenimiento, no es la excepción, ya que también se requiere de una persona que sea verdaderamente responsable en esta área, con un perfil de profesionista en la rama ingenieril, que tenga cualidades de líder, agresividad en el trabajo y de preferencia con experiencia en los dos campos de la conservación, que son:: El campo administrativo y el técnico.

" El peor enemigo del tiempo, es la indecisión"

5.- SUPERVISION Y LIDERAZGO

- 1.- Planear el trabajo buscando la productividad del mantenimiento
- 2.- Tomar decisiones acertadas en las acciones requeridas
- 3.- Traducir en comunicaciones sus decisiones
- 4.- Coordinar con su personal los programas de conservación
- 5.- Contar con un programa de inspecciones o recorridos preventivos
- 6.- Generar reportes e informes periodicos, para la gerencia.
- 7.- Tener un registro actualizado de los proveedores y contratistas
- 8.- Recabar la información general para las estadísticas del área
- 9.- Realizar juntas de trabajo, para analizar y resolver problemas
- 10.- Contar con un sistema de control para evaluar los resultados.
- 11.- Planear objetivos de acuerdo a las necesidades de la empresa
- 12.- Trabajar en busca de la calidad del servicio
- 13.- Buscar la simplificación del trabajo

A.- LA FUNCION DEL LIDER DEL MANTENIMIENTO:

- 1.- Fija objetivos y participa.
- 2.- Administra y obtiene resultados.
- 3.- Motiva y comunica a su personal.
- 4.- Evalúa y mide resultados.
- 5.- Instruye y desarrolla.
- 6.- Analiza y toma decisiones.

AUTORIDAD :

OPERATIVA

TECNICA

FORMAL

Recordando el concepto de:

**" La gran diferencia entre el aficionado y el profesional,
es que éste tiene la capacidad de progresar."**

Señala Andrew F.Sikula, que:

" El liderazgo es un proceso administrativo que se relaciona con la dirección de las actitudes de las otras personas."

"El liderazgo es un proceso de comportamiento que efectúan los jefes que guían los esfuerzos de los otros".

Con los conceptos definidos, se reafirma que el responsable del mantenimiento, debe tener la capacidad de líder, ya que es una de las características vitales para ser "Un buen jefe de mantenimiento".

CUALIDADES DEL BUEN SUPERVISOR.

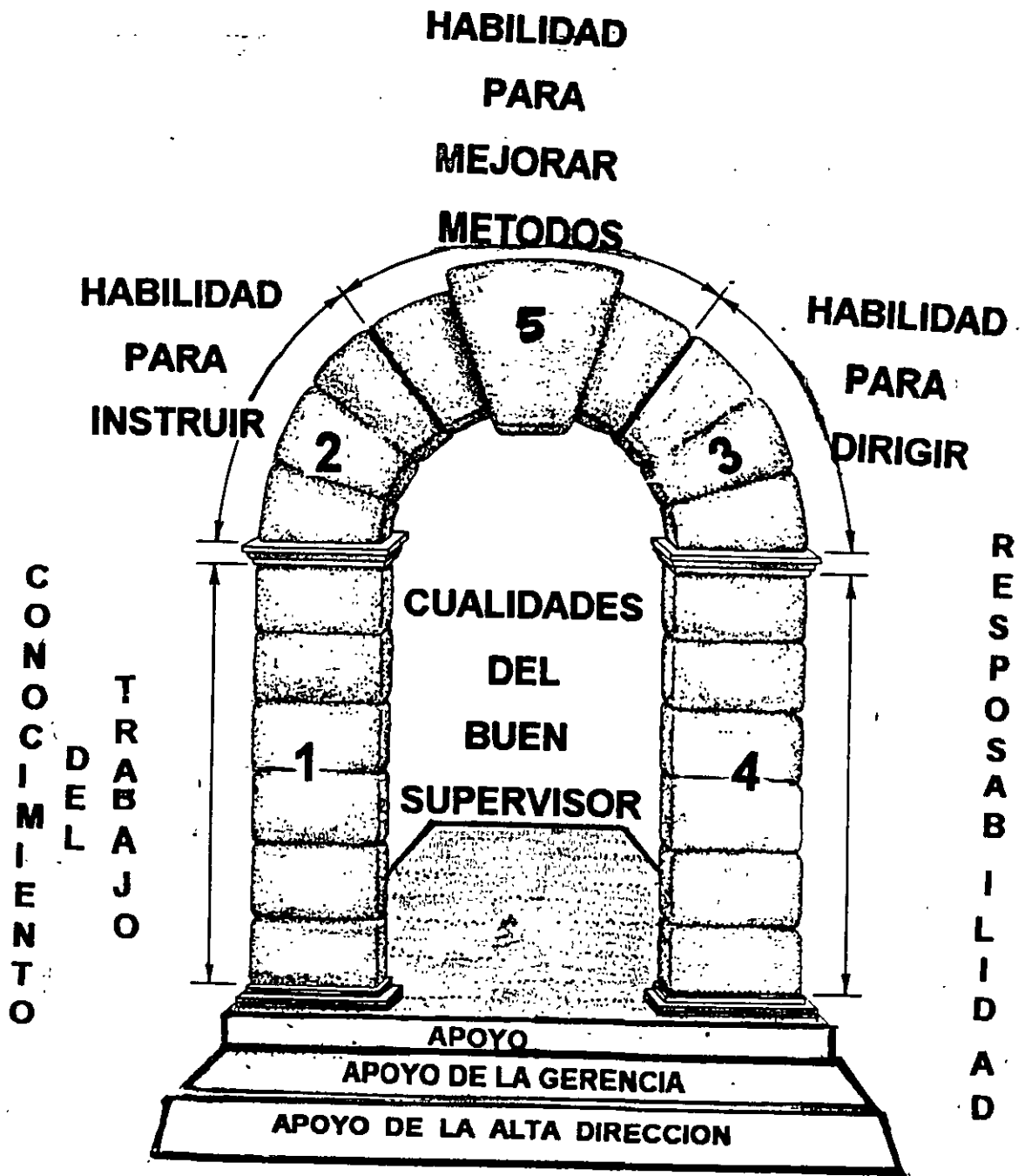
- 1.- CONOCIMIENTO DE SU TRABAJO
- 2.- HABILIDAD PARA INSTRUIR
- 3.- HABILIDAD PARA SIMPLIFICAR EL TRABAJO
- 4.- HABILIDAD PARA DIRIGIR
- 5.- CONOCIMIENTO DE SUS RESPONSABILIDADES

"CON PETALOS DE ROSA NO SE CONSTRUYE UNA COSA"

6.- AUTORIDAD :

En mantenimiento se han clasificado cuatro tipos de autoridad, que se definen como :

- | | | |
|--------|----------------|-----------------------------------|
| TIPOS: | a) Formal .- | Indicada en la organización |
| | b) Técnica.- | Ganada por los conocimientos |
| | c) Personal.- | Por la personalidad del individuo |
| | d) Operativa.- | Por la función que desempeña |



EL ARCO DEL TRIUNFO

7. DELEGACIÓN:

En esta actividad, se manifiesta la esencia de la dirección, cuando se dá al subordinado la autoridad para actuar. buscando el principio de: " Administrar es obtener resultados a través de los demás " acción que al llevarse a cabo provoca ventajas y desventajas en el mantenimiento, como se mencionan; por lo tanto es necesario recordar que; es necesario recordar que:

"SIEMPRE DE DELEGA EL TRABAJO, NO LA RESPONSABILIDAD "

4.2.- LA EFECTIVIDAD DEFINIDA DE LA PLANEACION DEL TRABAJO

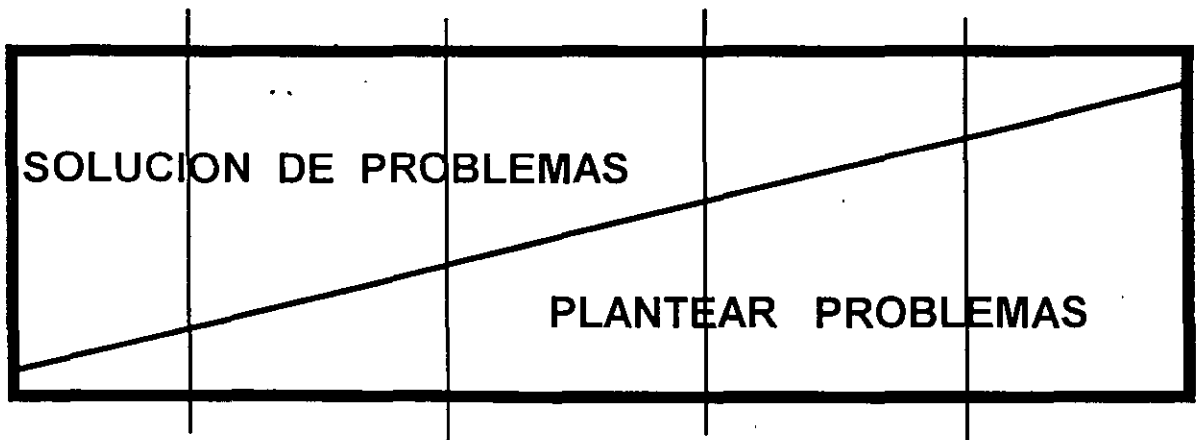
La habilidad direccional consiste en lograr resultados a través de los demás, enfocandose los gerentes de mantenimiento más en el **cómo**, que en el **qué** de todas las tareas.

- ¿ *Cómo, puedo planear mejor los trabajos de mantenimiento ?*
- ¿ *Cómo, puedo reducir los costos del departamento ?*
- ¿ *Cómo, incremento el rendimiento de mi personal ?*
- ¿ *Como, puedo tener el máximo apoyo de la alta dirección ?*

Lograr la creatividad directiva en mantenimiento, no es un punto simple, es un ...

C	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Sentido común 2.- Amplio conocimiento del mantenimiento 3.- Confianza en si mismo 4.- Inteligencia general 5.- Capacidad de lograr que se hagan las cosas
----------	---

DISTRIBUCION DEL TIEMPO



4.3.- IMPORTANCIA DE LOS ENFOQUES Y SISTEMAS DEL MANTENIMIENTO

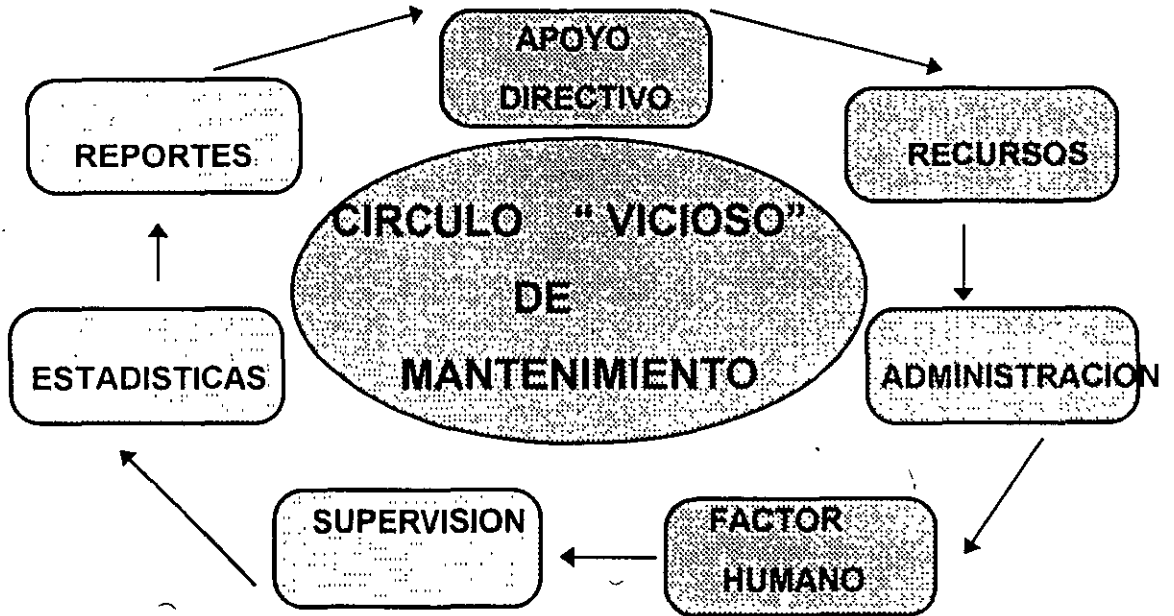


ENFOQUE DE CONTROL

E..T. Newbrough menciona en su texto, " ¿ *A que nivel de mantenimiento se obtiene un beneficio óptimo ?* la respuesta definitivamente, debe ser buscada por el jefe de mantenimiento en su planta. Para detectar las desviaciones y conocer los resultados como producto del trabajo de mantenimiento, es necesario establecer " *controles de medición y prevención*".

El control administrativo, se ha convertido como uno de los *apoyos más necesarios e importantes* para la ingeniería de mantenimiento; siendo este uno de los instrumentos clave que coadyuvan a conocer la productividad del departamento y de la planta. Tomando el enfoque administrativo, a continuación se presentan las definiciones de los tratadistas en esta área.

LOS CÍRCULOS VICIOSOS DEL MANTENIMIENTO



LAS HERRAMIENTAS PRINCIPALES DE UN JEFE, SON:

- ** LA COMUNICACION ** LA MOTIVACION ** LIDERAZGO
- ** LOS CONTROLES ** PARAMETROS DE MEDICION ** CONOCIMIENTO

El pensamiento ideal que debe tener un buen jefe de mantenimiento, es aquel que considera, que su actuación como responsable del área, dependerá del apoyo y cooperación que le brinde el personal bajo su cargo. llegando a la filosofía que:

" UN BUEN JEFE, ES AQUEL QUE OBTIENE RESULTADOS POSITIVOS A TRAVES DE LOS DEMAS "

4.4.- ANALISIS DE PROGRAMAS, RESULTADOS, ESTADISTICAS Y REPORTE

Para conocer la *eficiencia, calidad, productividad y rendimientos en el mantenimiento*, es necesario establecer sistemas y controles de medición que nos proporcionen la verdad del mantenimiento. Es conocido que los controles "*no trabajan solos*," se necesita de una persona que los mantenga, "*activos, actualizados y evalúe su información*", en pocas palabras se requiere de un liderazgo efectivo en mantenimiento.

A.- ESTADISTICAS Y RESULTADOS.

Durante el curso, se remarcó la importancia de las estadísticas y toda la información concerniente a la función del mantenimiento, porque de nada serviría la buena planeación y una excelente dirección, si no se conocen los resultados finales. Por ejemplo:

a.- *Gastos de mantenimiento*

b.- *Costo del tiempo extra*

c.- *Cantidad de tiempos perdidos*

d.- *Consumo de lubricantes*

e.- *Cumplimiento de programas*

f.- *Costos por contratistas*

g.- *Distribución de la mano de obra*

h.- *Cumplimiento de objetivos, etc.*

B.- INSTRUMENTOS PARA MEDIR EL MANTENIMIENTO

1.- *Formatos*

2.- *Controles*

3.- *Graficas*

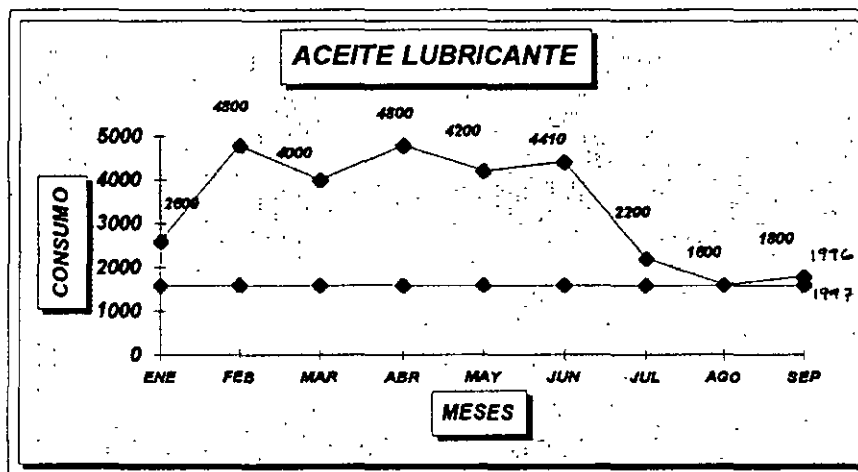
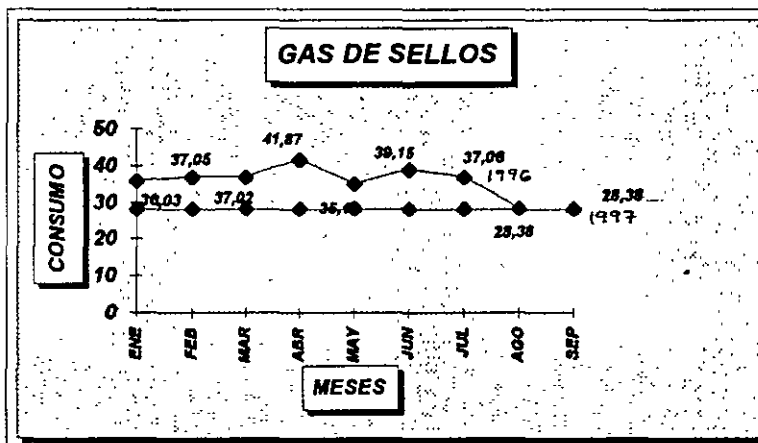
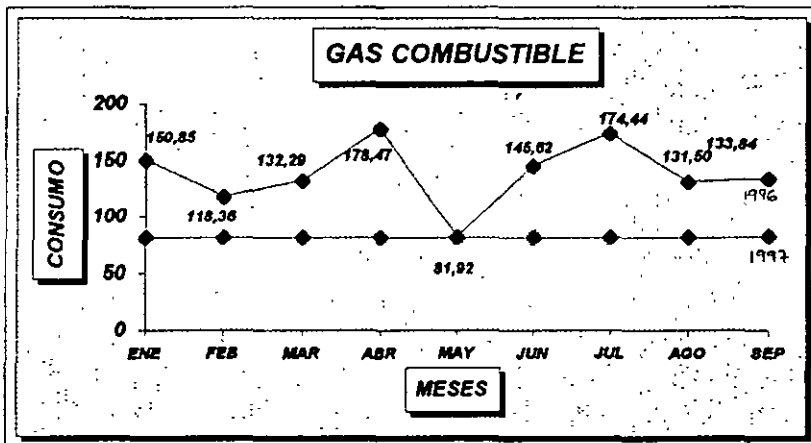
4.- *Ordenes de trabajo*

5.- *Programas, etc.*



EXPLORACION - PRODUCCION
DEPARTAMENTO SISTEMAS DE COMPRESION
DISTRITO REFORMA
REGION SUR

OBJETIVOS INDIVIDUALES
PARA 1997



CUADRO: DME 03
 88888888

17



**EXPLORACION - PRODUCCION
DEPTO SISTEMAS DE COMPRESION
DISTRITO REFORMA**

**COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO "A" CADA 336 HRS. REALIZADO A UNA UNIDAD
TURBOCOMPRESORA MARCA SOLAR, MODELO CENTAURO.**

ESTACION : _____

UNIDAD : _____

FECHA : _____

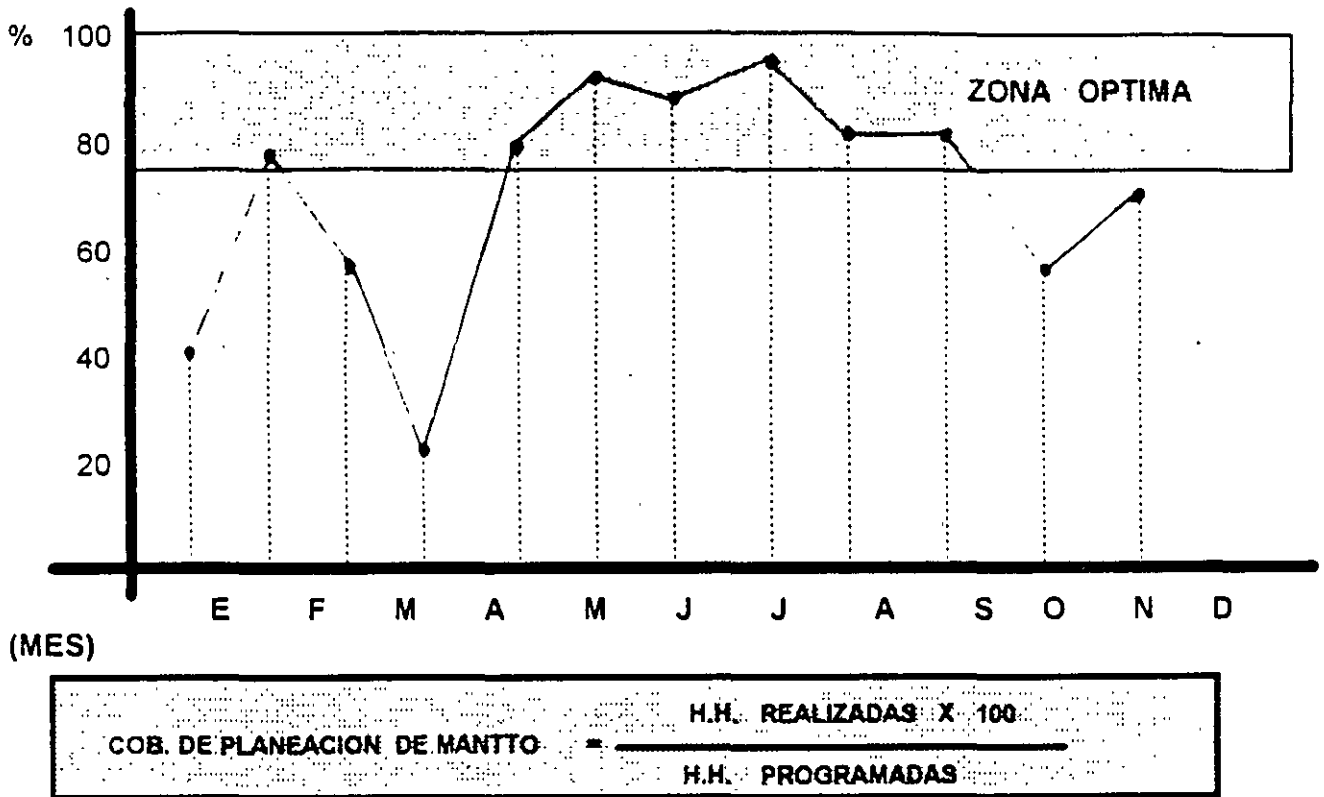
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	1 HORA	2 HORA	3 HORA
Recibir orden de trabajo y buscar herramienta	10 min		
Lavar el productor de Gases (Mec. de Ira. - y Ayte.)	10 min		
Mantenimiento al cargador de baterías, incluye reaprite de terminales y revisión de baterías. (Eléctrico Espta. y Ayte.)	10 min		
Medir resistencia interna y del aislamiento del servoactuador (Elect. Espta. y Ayte.)		10 min	
Limpieza o cambio de mallas y sopleteo de filtros de admisión de aire (Mec. Ira. y Ayte.)		10 min	
Reaprite de terminales, resistencia de termopares y pruebas de baterías (Eléct. Espta. y Ayte.)			10 min
Limpieza a coladores del sistema hidráulico y gas a sellos (Elect. Ira. y Ayte.)		10 min	
Ajuste del goteo a lubricadores, inspección visual a reductores de velocidad y trampas de aceite de sellos (Mec. Ira. y Ayte.)			10 min

18

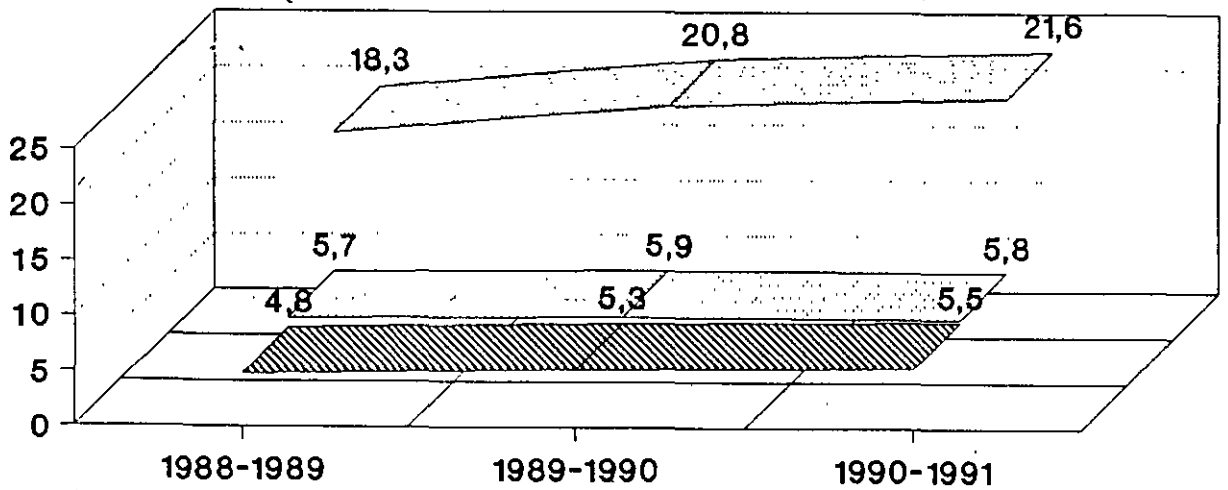
CUADRO: DME 04

COBERTURA DE LA PLANEACION DE MANTENIMIENTO

MANTTO. PLANEADO - VS- MANTTO. REALIZADO



PROGRAMAS DE TRABAJO



DT



C.- INDICES DE MEDICION

La tribulación que existe en la dirección general y la jefatura de mantenimiento de la planta, es encontrar la forma idealizada, para llevar indicadores confiables y eficaces, que permitan tener un conocimiento pleno de la función exacta de los costos del mantenimiento. Para que esto suceda y los datos tengan valor, es necesario definir los "*Parametros de medición*" o "*Puntos de referencia*", contra los cuales se contrastarán los resultados obtenidos.

1.- MEDICIONES COMPARATIVAS DIRECTAS:

Se mencionó que las condiciones de operación y las necesidades de mantenimiento en la mayoría de las empresas, son diferentes; salvo en aquellas empresas similares que se comparan contra alguna factoria base. Pero en la mayoría de los casos, las plantas industriales *diseñan sus propios sistemas de control*, para fines de estadísticas e información. Como ejemplos de los indices de medición, señalamos los siguientes:

- | | | |
|-----------------------------|--------|---------------------|
| a.- COSTO DE MANTENIMIENTO | - VS - | EL COSTO DE VENTAS |
| b.- COSTOS REALES | - VS - | PRESUPUESTO |
| d.- TIEMPOS PERDIDOS | - VS - | TIEMPOS PROGRAMADOS |
| d.- MANO DE OBRA DISPONIBLE | - VS - | TIEMPO EXTRA |

2.- MEDICIONES EMPRESAS DEL MISMO GIRO

Las estadísticas registradas de: *MOODY'S INDUSTRIAL MANUAL*, señalan un ejemplo comparativo de estadística, con los parametros de:

El costo de mantenimiento - vs - El costo del activo fijo en la planta.

(Estudio realizado; entre diferentes giros de plantas industriales, Ver cuadro: No. M4X O1

3.- PERFIL MULTIFACTORIAL

Este sistema de medición, consiste en graficar los índices aceptados como objetivos y comparar graficamente contra los resultados reales obtenidos. por ejemplo:

(Ver cuadro: No. M4X 02).....

a.- Costos de mantenimiento

b.- Tiempo extra

c.- Ausentismo

d.- Tiempos perdido s

e.- Cobertura de la mano de obra

f.- Costo de refacciones

g.- Costo de contratistas

h.- Costo por ton. de gas

4.- GRAFICO DE W. S. LUCK.

Un consultor industrial, diseñó un metodo gráfico para medir la función de mantenimiento, indicando los parámetros (Ver cuadro: No. M4X 03.)

ANALISIS: MOODY'S INDUSTRIAL MANUAL
COSTO DE MANTENIMIENTO- VS- VALOR DEL ACTIVO FIJO

INDUSTRIA	MUESTRA	PROM 5 AÑOS	% ALTO	% BAJO
PETROLERA	7	2.6	3.9	1.5
RADIO-TV	4	3.2	3.9	1.3
QUIMICA	6	3.6	7.9	3.1
FARMACEUTICA	6	3.9	4.9	2.1
ALIMENTICIA	5	5.3	10.0	4.7
ELECTRICAS	5	5.8	7.0	3.7
ZAPATERIA	3	6.1	9.1	4.8
HULERA	5	6.2	13.4	4.2
CARNES	4	7.5	10.9	5.8
AERONAUTICA	5	7.6	13.3	2.0
VIDRIO	5	7.9	20.0	4.5
ACERO	5	8.6	15.1	6.3
AUTOMOTRIZ	4	12..8	20.0	5.3

CUADRO: MAX-0

22

PERFIL DE MULTIFACTORES

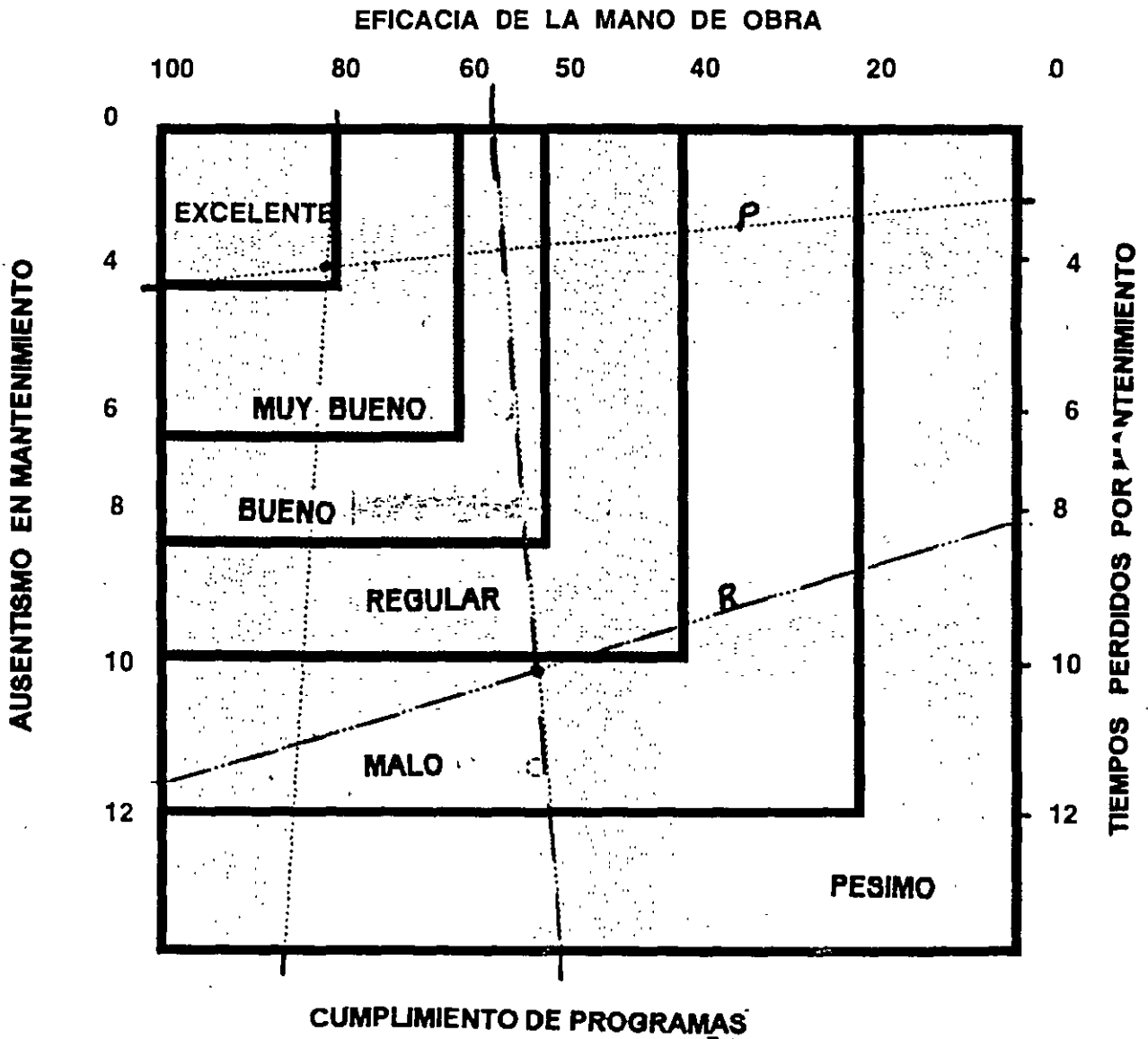
LIMITES:	EFICACIA	PRESUPUESTO	PLANEACION	AUSENTISMO	PAROS DE PLANTA
<p>ZONA CRITICA</p> <p>↑</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>
<p>↓</p> <p>ZONA EXCELENTE</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	

CUADRO: M4X-02

23

MEDICION DEL MANTENIMIENTO

TEORIA DE W. S. LUCK



CUADRO: M4X-03

**FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Diplomado:

MANTENIMIENTO ELECTRICO

UNIDAD 5:

**LA FUNCION PREVENTIVA EN LOS EQUIPOS
ELECTRICOS**

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

7 y 8 de Julio 97

INSTRUCTOR: M en C. JESUS R. M. del C.

MEXICO, D. F.

5.- LA FUNCION PREVENTIVA EN LOS EQUIPOS ELECTRICOS

Los equipos nuevos instalados en la planta, supuestamente cuentan con mayor indice de confiabilidad de operación, con respecto a los que tienen cierto tiempo trabajando; Todo dependerá del cuidado y mantenimiento que estos hayan recibido, durante su tiempo de operación.

5.1.- IMPORTANCIA DE LOS DIAGNOSTICOS DE INSPECCION

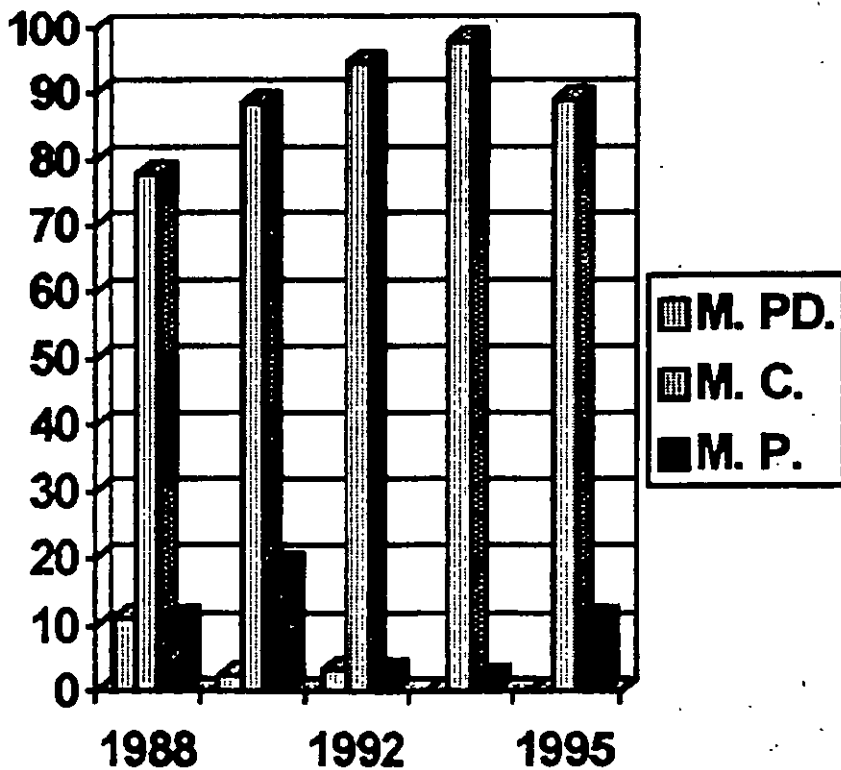
Cabe mencionar que dichos equipos al estar sometidos a una carga de trabajo, sus partes sufren: *desgastes, roturas, desajustes, fatigas, etc.* que cuando no son detectadas y corregidas a tiempo, estas se convierten en situaciones de mayor gravedad y pueden llegar a ser problemas en potencia para la empresa. Los departamentos responsables e indicados para evitar dichos efectos y tales consecuencias, es la sección de "*mantenimiento*". y para que estas secciones sean completamente funcionales, deberan de contar con lo siguientes puntos:

- 1.- APOYO DE LA ALTA DIRECCION
- 2.- SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS BIEN DEFINIDOS
- 3.- INSTRUMENTOS DE CONTROL TECNICOS Y ADMINISTRATIVOS
- 4.- PERSONAL ADECUADO AL PUESTO QUE DESEMPEÑA
- 5.- REGISTROS Y ESTADISTICAS DE LOS RESULTADOS
- 6.- MODELOS Y PROGRAMAS COORDINADOS Y EFECTIVOS
- 7.- PARAMETROS DE MEDICION Y EVALUACION CONTINUA

Se ha mencionado, que el mantenimiento preventivo; es el que más beneficios proporciona a una empresa y para implantarlo es necesario contar con algunos requisitos, como:

ESTADISTICA DE MANTENIMIENTO

**MUESTRA DE 37 EMPRESAS
CON GIROS DIFERENTES**



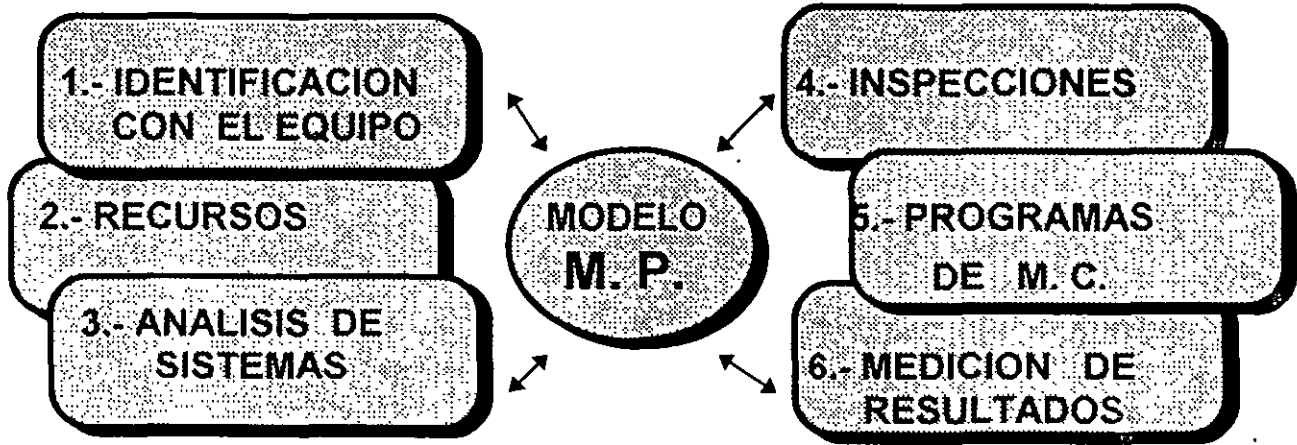
PRINCIPALES CAUSAS:

FALTA DE CULTURA EN LA MATERIA
FALTA DE APOYO DE LA DIRECCION
MALA ADMINISTRACION
SEGUIMIENTO DE LAS COSTUMBRES
FALTA DE RECURSOS
MALOS HABITOS EN RAIZ
FALTA DE ESTADISTICAS

SOLUCIONES :

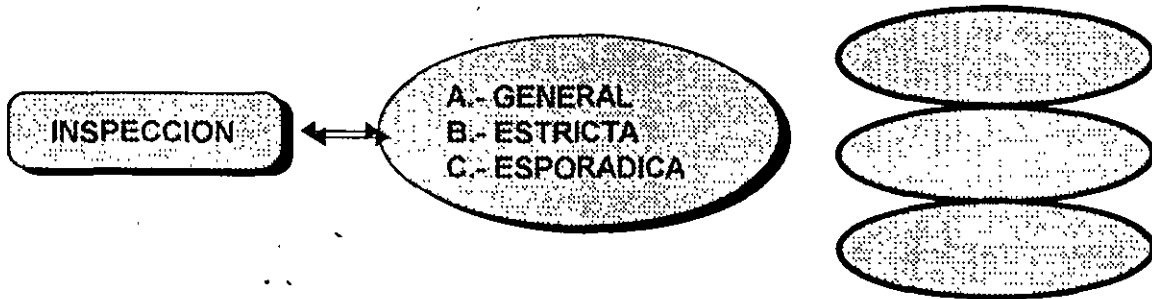
CREAR UN BUEN AMBIENTE LABORAL
IMPLANTAR SISTEMAS ADMINISTRATIVOS
CREAR CONCIENCIA DEL MANTTO.

MODELO BASICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



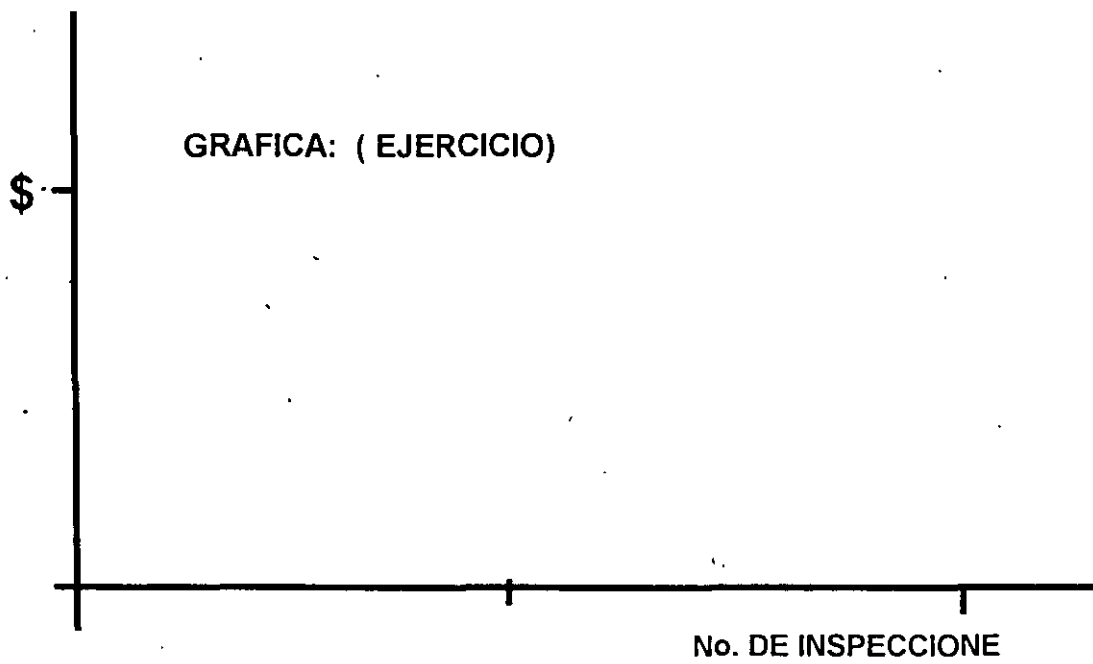
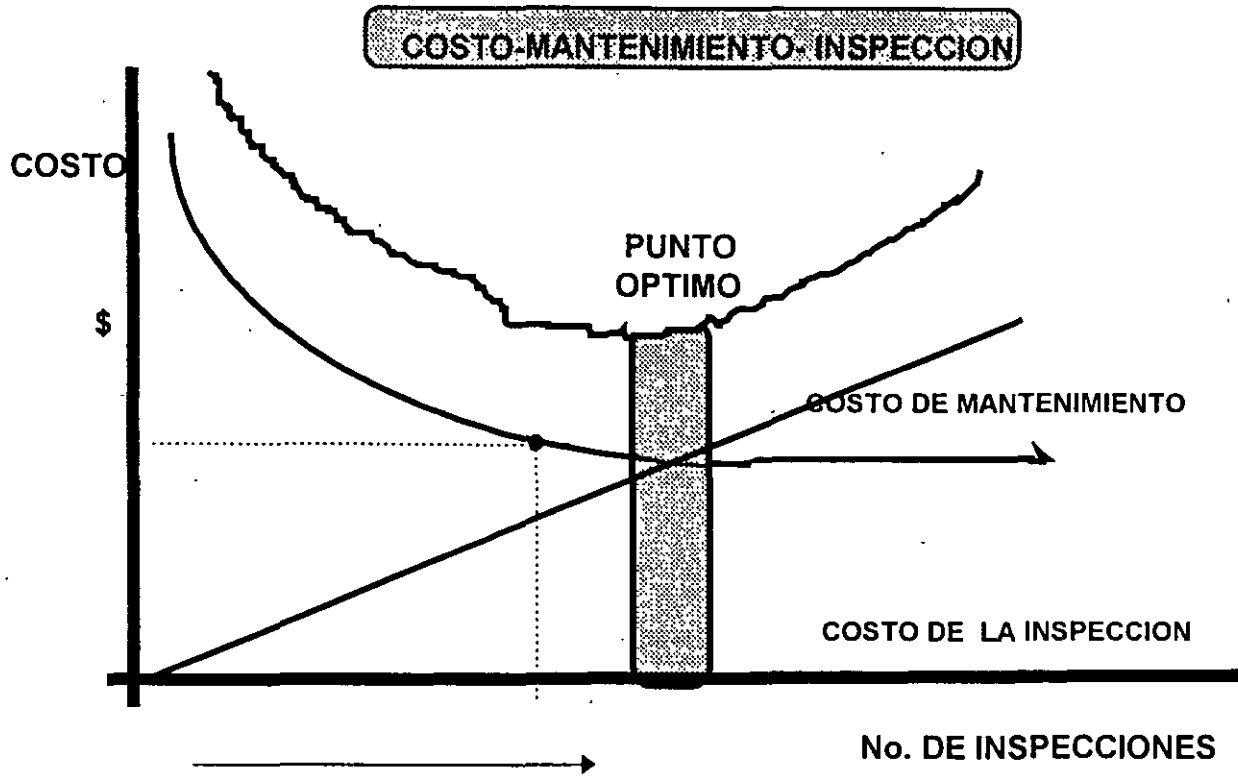
La inspección, tiene un perfil muy esencial en el campo de mantenimiento, ya que por este medio se buscan las necesidades y sirve de instrumento que proporciona la información suficiente, para el análisis y toma de decisiones sobre las fallas detectadas en los equipos.

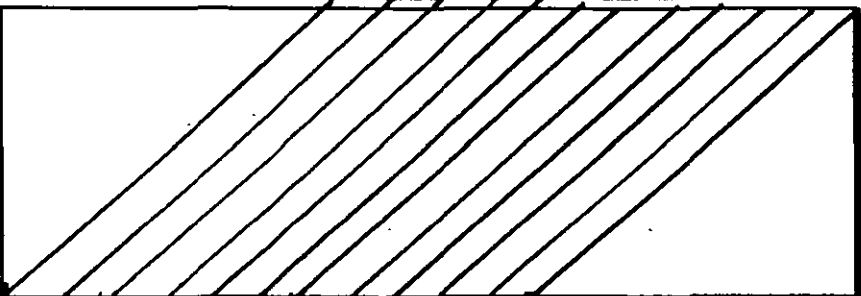
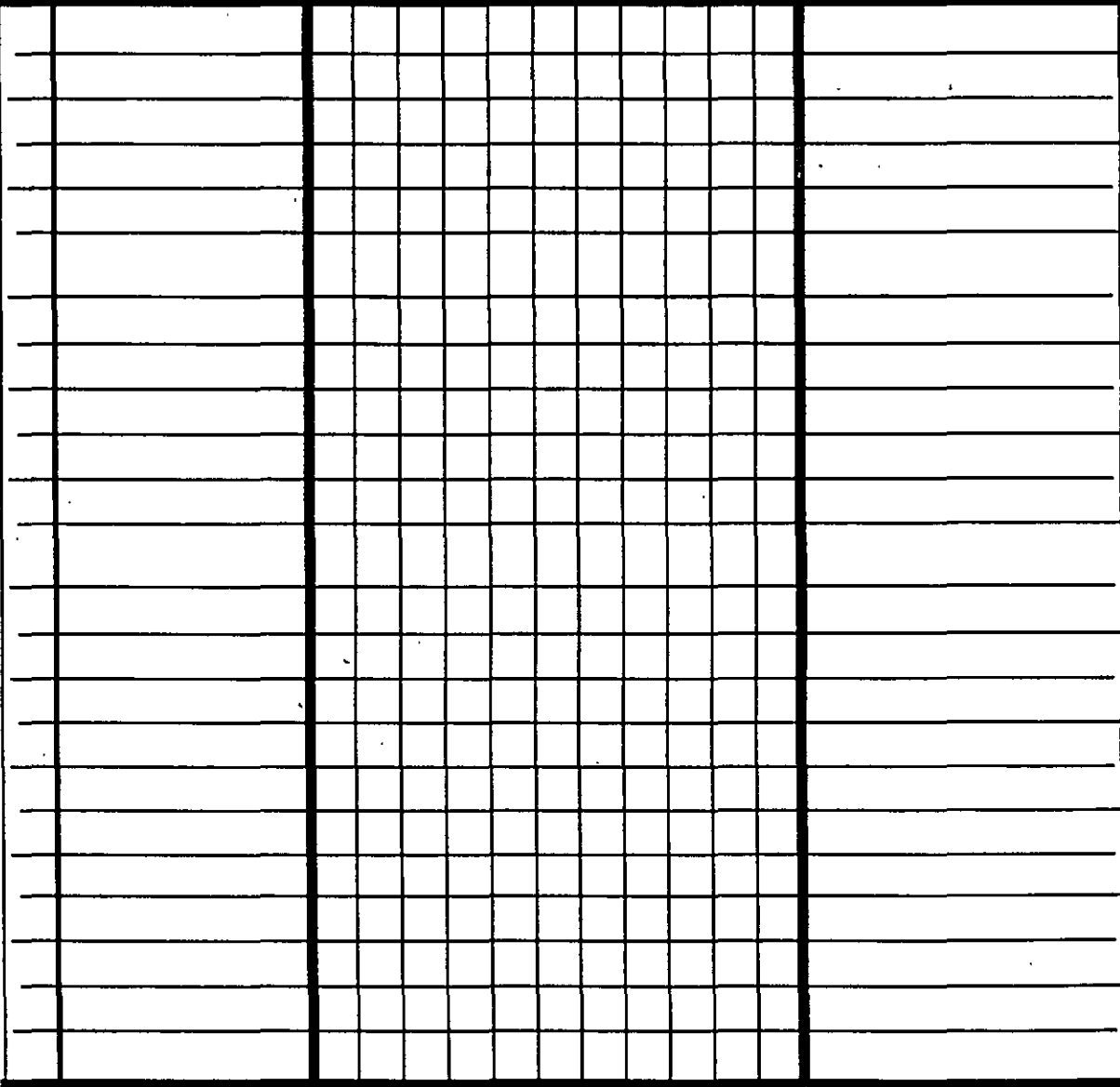
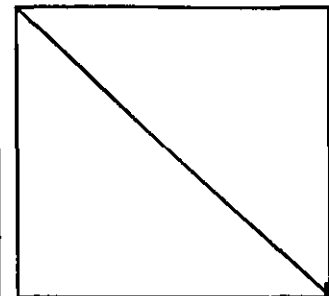
CLASES DE INSPECCION:



FRECUENCIA DE INSPECCION:





DIA- 01		DIAGNOSTICO DE INSPECCION			
					

DIA- 02

DIAGNOSTICO DE INSPECCION

EQUIPO:

AREA :

SECCION:

REF	MOTOR	AMPERS		VOLTS		TEMP		OBSERVACIONES
		P	R	P	R	P	R	

No	PARTE	OK	MAL					OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

D/A-03

DIAGNOSTICO DE INSPECCION

No.	EQUIPO:	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB.

NOMENCLATURA:

5.2.- CICLO ADMINISTRATIVO Y TECNICO DE LA SOLICITUD DE TRABAJO

Uno de los instrumentos administrativos de mayor utilidad, necesarios para llevar el control de las actividades de mantenimiento, es la : *Orden de trabajo (OT.)*; El diseño de este formato dependerá de :

A.- CONTENIDO DE DATOS EN LA OT. :

Los sistemas deben ser sencillos y prácticos, minimizando la cantidad de documentos que intervengan en el campo "

" Los resultados no son automáticos, es indispensable una buena administración para asegurar un beneficio máximo".

Con el análisis de estos conceptos, deducimos que:

" Demasiado análisis, nos lleva a la parálisis ".

DEFINICION DE MANTENIMIENTO GENERAL:

" Mantenimiento, es la función que provee todos los medios necesarios, para la conservación de los elementos físicos de una empresa en condiciones optimas de operación, trabajando al máximo de eficiencia, economía y seguridad."

El diseñar controles para el mantenimiento no es una labor sencilla, por tal razón, se deben contemplar todos los **"PRO Y CONTRAS"** de su funcionamiento, para que el formato **asegure su buen funcionamiento y cumplan con su cometido propuesto**, evitando que sea un tramite burocratico más, que entorpezca la función administrativa de la empresa. por ejemplo:

- a) _____ b) _____

B.- CARACTERISTICAS DE LA ORDEN DE TRABAJO:

- a) Deben ser de simple manejo, de material y tamaño adecuado
- b) Servirá para recabar información breve ,necesaria y de importancia
- c) La información obtenida debe ser de beneficio y utilidad
- d) Deben ser breves y precisos,
- e) Registrar el No.de orden, fecha, causa de la solicitud , datos de la empresa, etc.
- f) Horas y fechas de recepcion, iniciación y Terminación de las ordenes de trabajo
- g) Firmas y nombres del Solicitante, ejecutante y responsable del mantenimiento
- h) Información sobre los materiales, refacciones, mano de obra, tiempo extra, etc.

C.- PRIORIDAD DE LAS ORDENES DE TRABAJO:

Las Ots. se clasifican en:

- ** NORMALES
- ** URGENTES
- ** PROGRAMADAS

D.- ESTADISTICA DE ORDENES DE TRABAJO:

La fuente principal para alimentar los "**HISTORIALES**" de los equipos, es la Orden de trabajo, además, el registro de las mismas nos permite conocer:

- | | |
|----|----|
| a) | d) |
| b) | e) |
| c) | f) |

En algunas empresas, no se elaboran las ordenes de trabajo, porque existen "Programas" establecidos para realizar sus mantenimientos; pero, si es recomendable que todos los jefes de la sección mencionada, elaboren el registro de fallas y las acciones tomadas al respecto (historial).

ya que este banco de información será de mucho beneficio en lo futuro.

EJERCICIO No. 1 .- " Diseño de una orden de trabajo "

Todo departamento de conservación, debe contar con una cantidad de formatos impresos para el control de sus actividades, en el entendido que cada empresa buscará el diseño funcional, que más se adapte a las necesidades . por ejemplo:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| a) Orden de trabajo (OT) | d) Vales de salida almacen |
| b) Requisición de compra | e) Reporte de inspección |
| c) Control de herramienta | f) Programa de trabajo |

Forma M-01

ORDEN DE TRABAJO

CTA.

MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO

SERVICIOS

FECHA

Día

Mes

Año

DEPTO. SOLICITANTE

CARACTER:

NORMAL PROGRAMADO URGENTE

No. ORDEN

1251

DESCRIPCION DEL TRABAJO

TIEMPO UTILIZADO H.H.

T. ESTIMADO _____

T. REAL _____

COSTOS:

HORA DE RECIBIDO:

HORA DE INICIACION.

HORA DE TERMINADO:

CAUSA y/o RAZON DEL TRABAJO

COSTO TOTAL

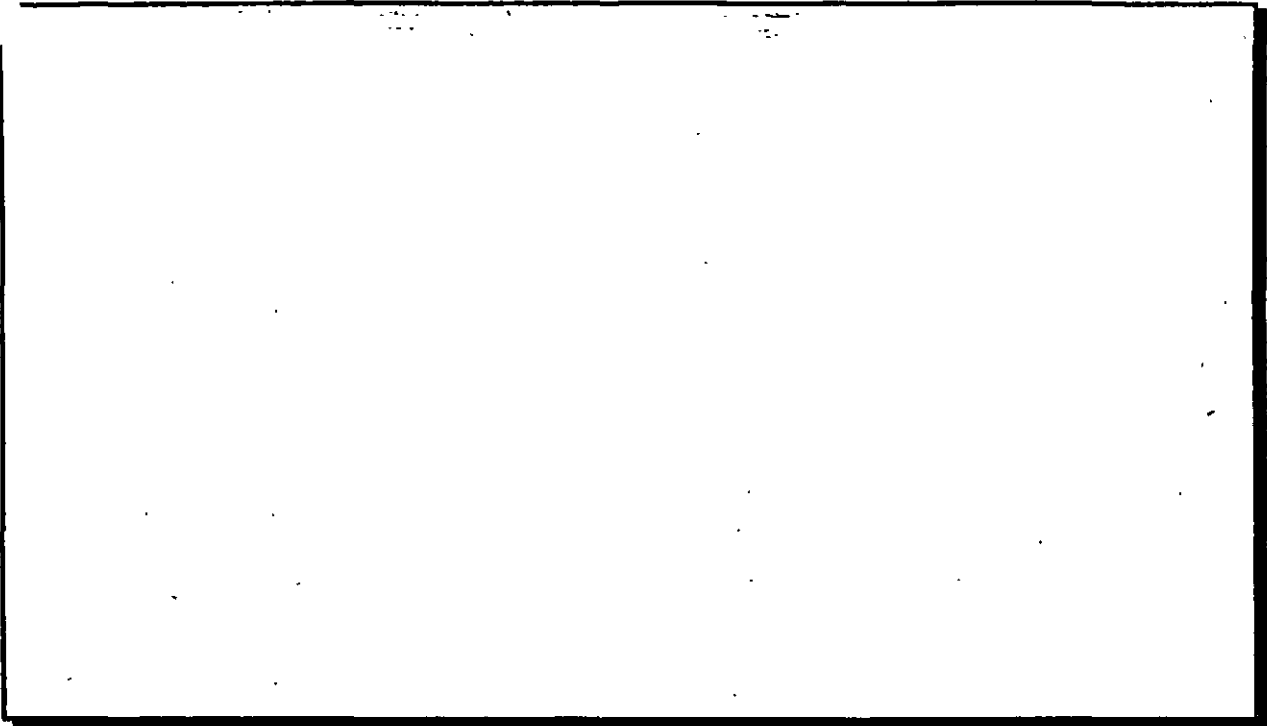
SOLICITADO POR:

Vo. Bo. MANTENIMIENTO

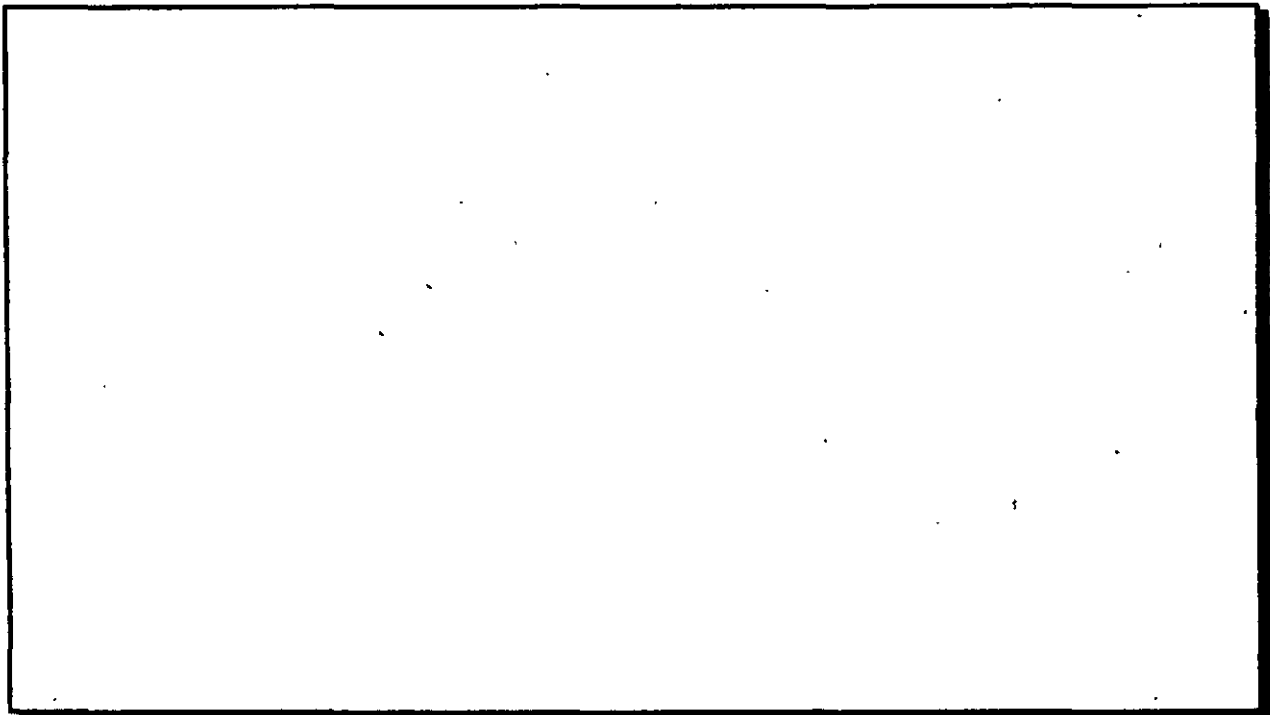
RECIBI DE CONFORMIDAD

12

DISEÑO DE LA ORDEN DE TRABAJO



ANVERSO



REVERSO

EJERCICIO No.1

MODELO PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A
P
O
Y
O
·
D
I
R
E
C
T
I
V
O

1.-UBICACION DE MANTTO.

2.-INSTUMENTOS DE CONTROL

3.-ANALISIS DE LOS E.F.E.

4.-VISION DE RECURSOS

5.-DESARROLLO DE ACTIVIDADES

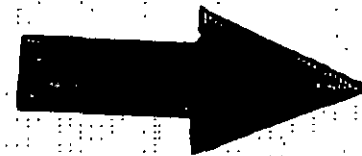
6.-ANALISIS DE COSTOS

7.-ANALISIS ESTADISTICA

8.-SISTEMAS DE CALIDAD

9.-PARAMETROS Y COMPARACION

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD
EN EL
MANTENIMIENTO



MODELO
DESARROLLO

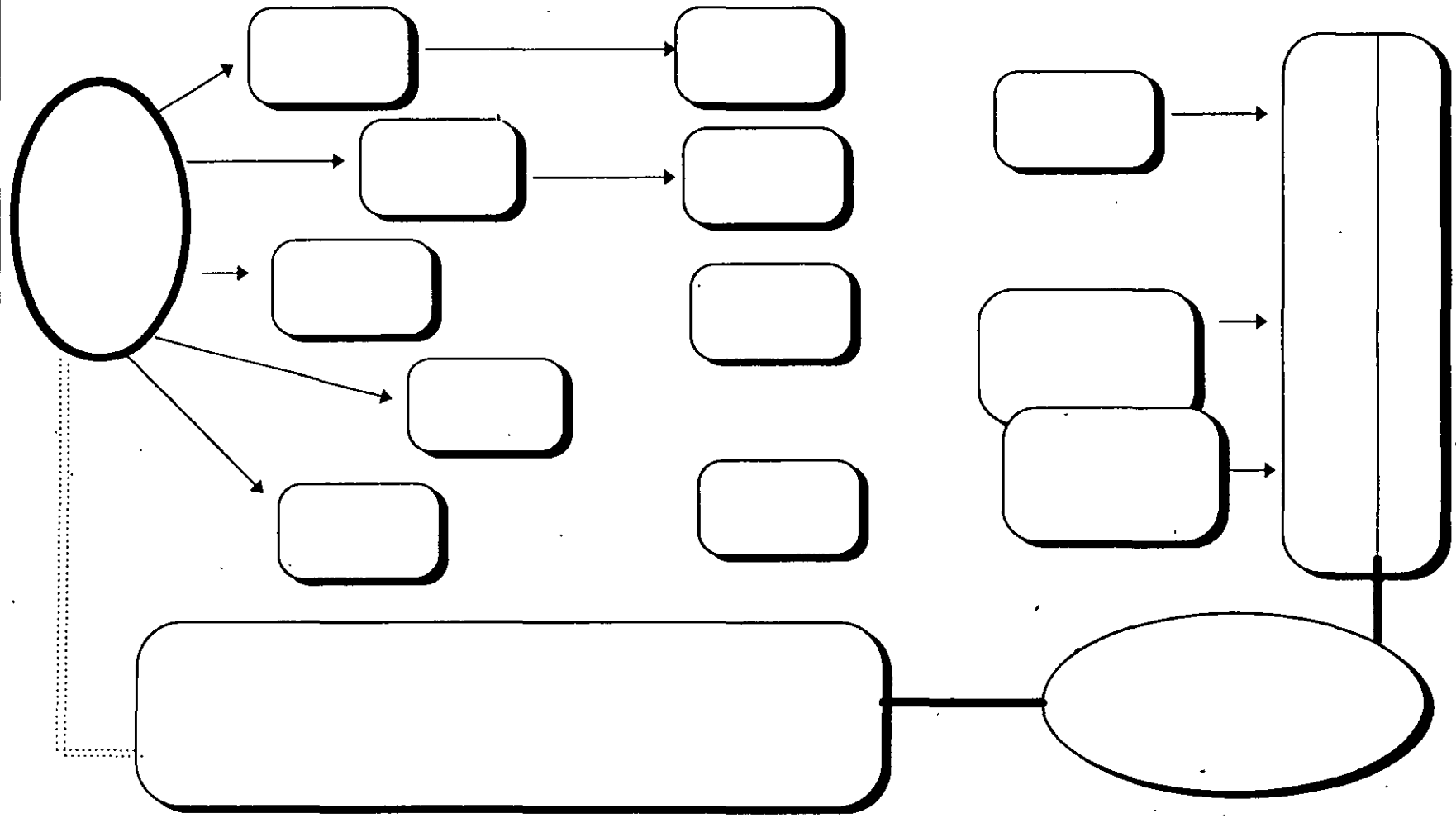
**SISTEMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO**

CLAVE:

HOJA:

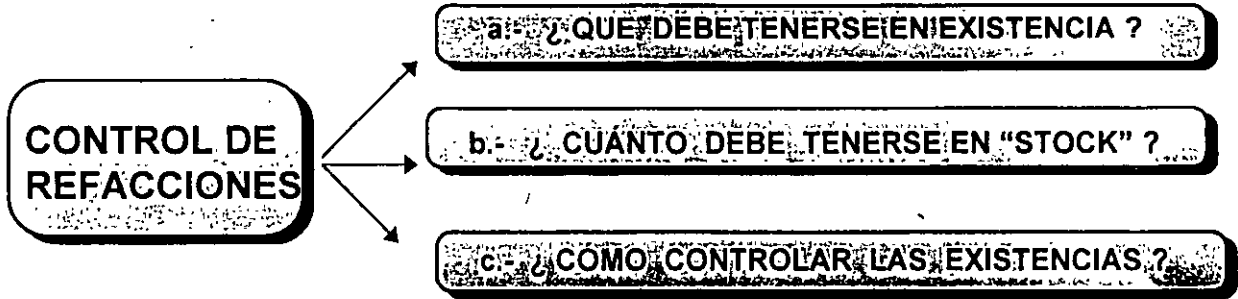
PASO	CONCEPTO	No. DE CONTROL	ACCIONES A DESARROLLAR

MODELO: DO-7 PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE M. P.



5.3.- EL CONTROL COORDINADO DEL INVENTARIO DE REFACCIONES

El control de refacciones y materiales en el mantenimiento es tan importante, porque una mala administración de los mismos, puede hacer fracasar



a.- ¿ QUE DEBE TENERSE EN EXISTENCIA ?

A.- EXISTENCIAS:

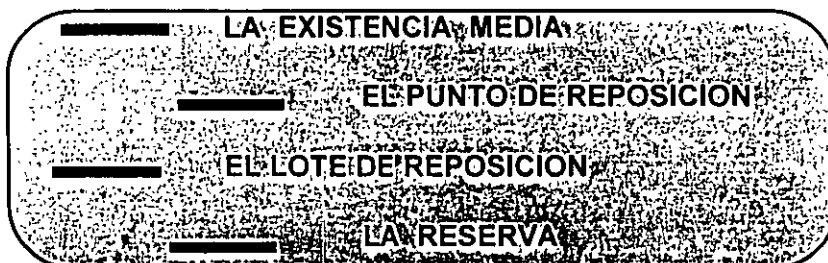
- a) EQUIPOS :
- b) HERRAMIENTAS:
- c) MATERIALES DE CONSUMO:
- d) REFACCIONES :

- ** 1.- CONSUMIBLES
- ** 2.- REPARABLES

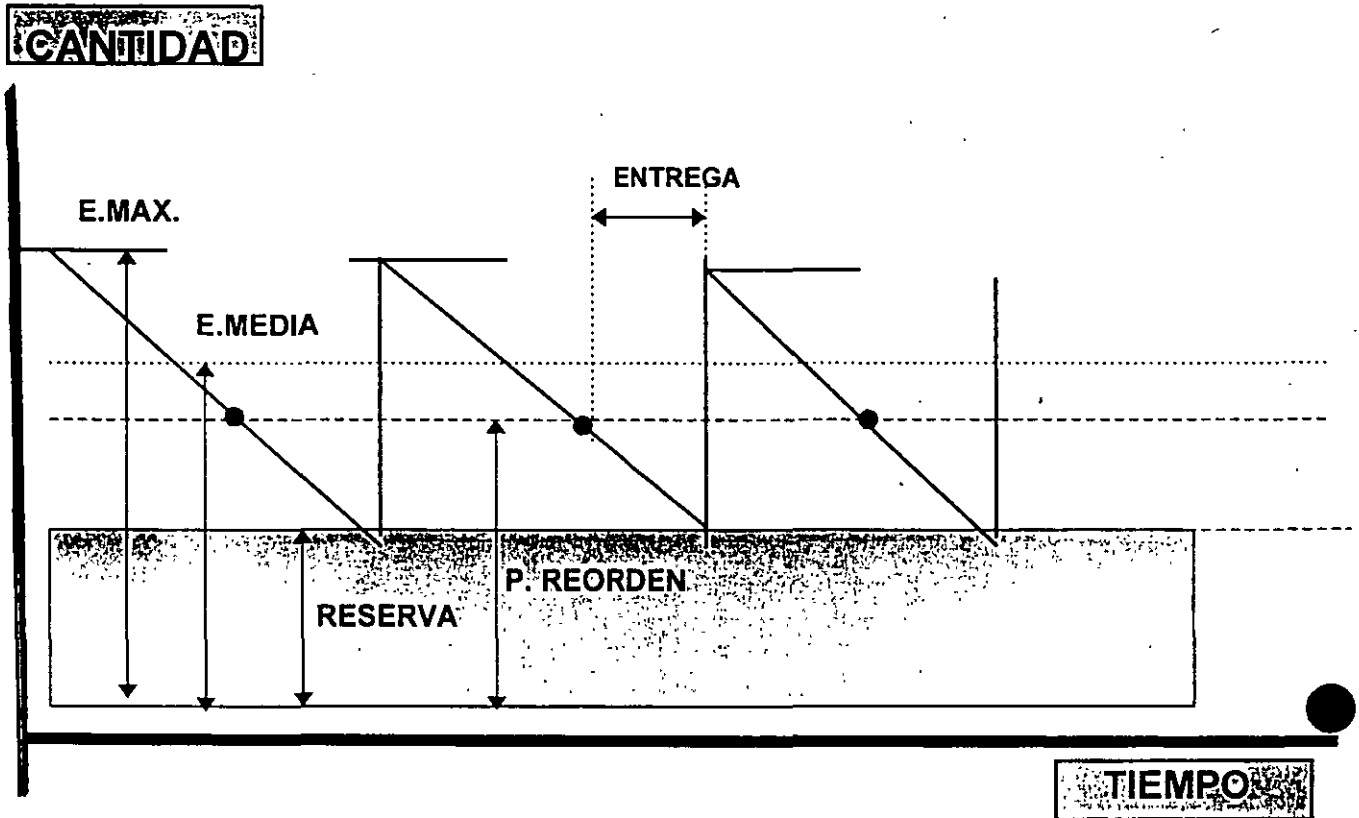
B.- ¿ CUÁNTO DEBE TENERSE EN "STOCK" ?

Se ha comentado la conveniencia de mantener un "STOCK" minimo y suficiente, para cumplir con las necesidades de mantenimiento, de acuerdo a los programas de trabajo planeados.

REALIZANDO ESTUDIOS ECONOMICOS → DETERMINANDO: →

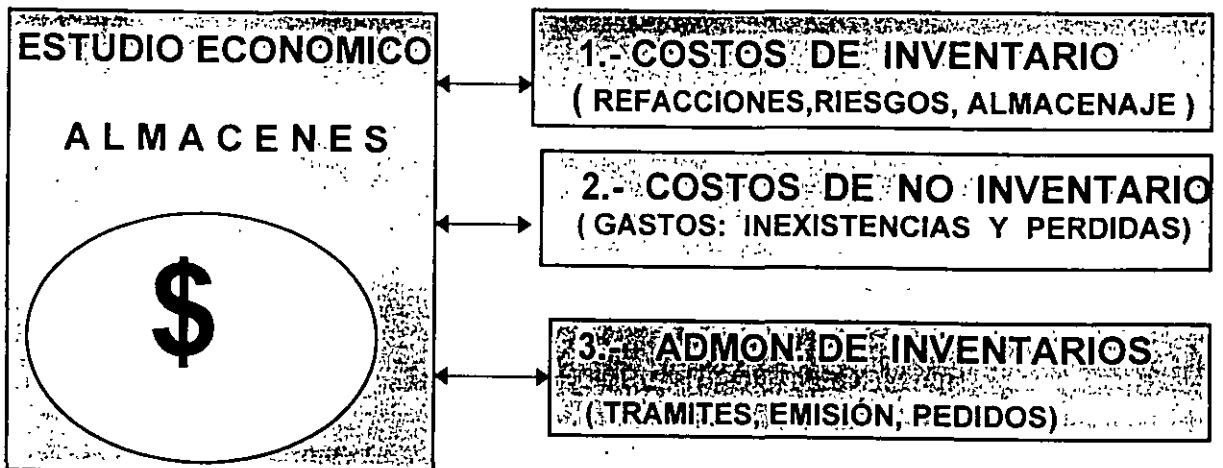


CONTROL EXISTENCIA - TIEMPO



C.- ¿ CÓMO CONTROLAR LAS EXISTENCIAS ?

Despues de realizar estudios correspondientes, sobre las cantidades que se deben tener en "stock". se determinen calcular la existencia media, la cantidad de reserva, el puntos de reorden



GRAFICA PARA DETERMINAR LOTES ECONOMICOS DE REPOSICION

COSTO

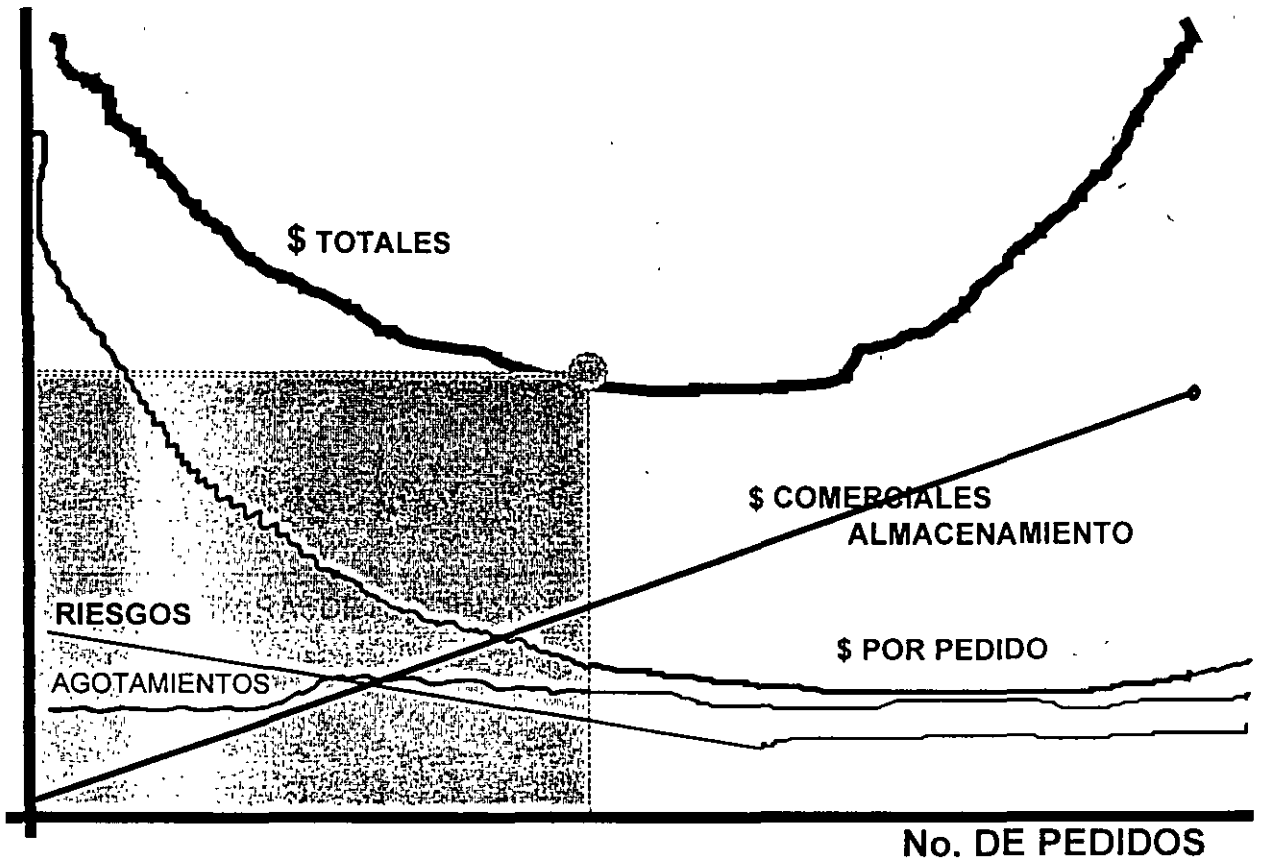
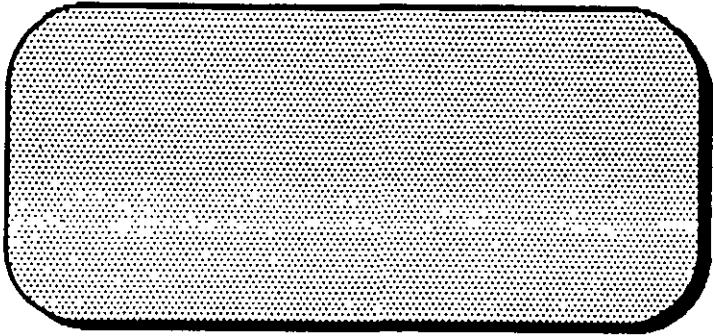


TABLA DE PUNTOS BASICOS PARA EL CONTROL IDEALIZADO

- 1.- CODIFICAR PARTES, REFACCIONES Y MATERIALES
- 2.- ORDENAMIENTO Y DISTRIBUCION LOGICA
- 3.- VALE DE ALMACEN FUNCIONAL
- 4.- TARJETA DE MOVIMIENTOS Y EXISTENCIAS
- 5.- SEGUIMIENTO Y EVOLUCION DE LOS PEDIDOS
- 6.- CONTROL PARA CONOCER LAS EXISTENCIAS FISICAS



5.4.- COBERTURA Y PLANEACION DE LA MANO DE OBRA

PLANTILLA DE PERSONAL

No.	NOMBRE	PUESTO	EDAD	N	OTROS	SALARIO/DIA	COSTO H.H.N.	COSTO H.H.E.	CALIF	OBSERVACIONES
1				32		193.39	24.17	25.54		
2				31		185.46	23.18	24.57		
3				24		138.33	17.29	18.75		
4				24		138.33	17.29	18.75		
5				19		116.12	14.51	15.62		
6				19		116.12	14.51	15.62		
7				19		116.12	14.51	15.62		
8				09		80.05	10.00	10.99		
9										
10										
11										
12										
13										
14										
PROMEDIOS RESULTANTES										

COORDINADOR:

RESPONSABLE:

EJERCICIO: No. 2

CALCULO DE LA MANO DE OBRA

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO:

Calcular el tiempo de la mano de obra en H. H. de la reparación de un compresor "X" de acuerdo a las siguientes actividades:

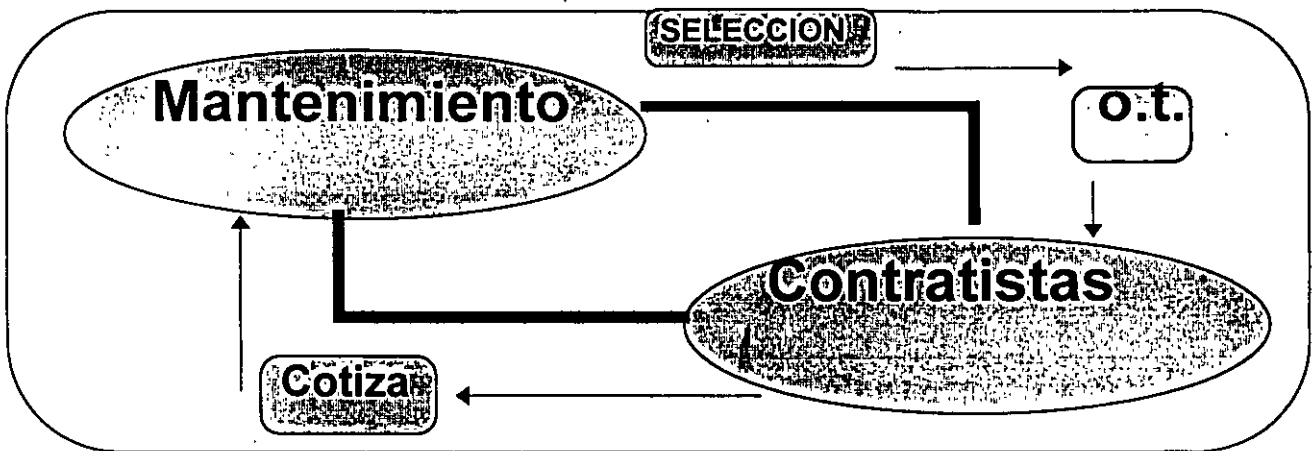
DATOS:

- 1.- Cambio de dos filtros de succión
- 2.- Limpieza de 4 valvulas de succión, 40 min, por pza.
- 3.- El cambio de anillos requiere de 98 H.H. (cuadrilla No. 1: 1 oF.+ 1 Ay)
- 4.- Inspección de bandas, 10 mins por un mecanico
- 5.- Limpieza de postenfriador 20 H.H. mecanico, 80 H.H. ayudantes
- 6.- Cambio de bandas 4 H.H. cuadrilla No.2
- 7.- Limpieza de purgas 3 H.H. un _____
- 8.- Cambio de aceite al motor 2 H.H. (cuadrilla No.1)
- 9.- Mano de obra pintor : 18 m² por jornada de 8 hrs. (Considerar el 60 % de eficiencia)
- 10.- Cambio de cinco manómetros 15 mins. cada pza

(TRABAJO INDIVIDUAL)

5.5.-CENTRALIZACION ADMINISTRATIVA DE LOS - CONTRATISTAS

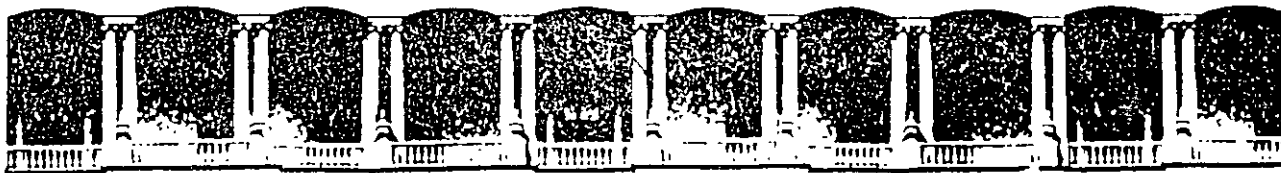
¿ Cuando se deben utilizar los servicios del contratista ?



La fuerza de trabajo para mantenimiento, debe ser con personal capacitado en los diferentes oficios relacionados a la conservación. En mantenimiento existe personal auxiliar llamado "Contratista" que desarrolla trabajos de construcción y mantenimiento, apoyando a las empresas en las cargas de trabajo, que no pueden ejecutarse con el personal de planta de la propia empresa. Para seleccionar al mejor personal, existen varias formas de controles de evaluación, por ejemplo:

MANTENIMIENTO ELECTRICO

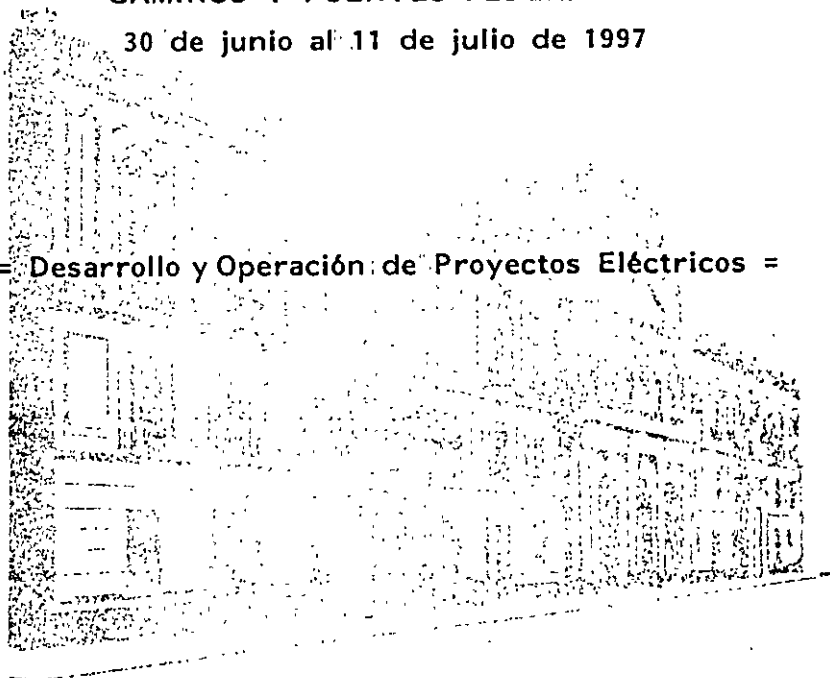
ANALISIS DE CONTRATISTAS	SUC.				
CONCEPTOS:	CONTRATISTA				
	1	2	3	4	5
MAGNITUD DE LA EMPRESA					
UBICACION					
CONFIABILIDAD					
PRESTIGIO-REFERENCIAS					
CALIDAD DE SU TRABAJO					
AUSENTISMO					
RESPUESTA EN CAMPO					
ADMINISTRACIÓN EJERCIDA					
EQUIPO DE TRABAJO					
SUMINISTRO DE MATERIALES					
SUPERVISION REQUERIDA					
ANTIGUEDAD EN LA EMPRESA					
DISPONIBILIDAD DE HORARIOS					
EQUIPO DE SEGURIDAD					
ROTACION DE PERSONAL					
EDAD PROMEDIO (TRABAJADORES)					
CALIDAD DE SUPERVISION					



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS INSTITUCIONALES**

**Diplomado
EN MANTENIMIENTO ELECTRICO
para
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES
30 de junio al 11 de julio de 1997**

= Desarrollo y Operación de Proyectos Eléctricos =



**Ing. Telésforo Trujillo Sotelo
Palacio de Minería
México D.F.**

6.- DESARROLLO Y OPERACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS.

6.1.- Selección y pruebas a plantas de emergencia.

6.2.- Elementos y equipo de protección eléctrico.

6.3.- Protección de sistemas de alumbrado.

6.4.- Protección de descargas atmosféricas.

6.5.- Sistema de pararrayos y tierra.

6.6.- Tipo y funcionamiento de subestaciones.

6.7.-Especificaciones eléctricas en lugares especiales.

Ing. Telésforo Trujillo Sotelo.
julio 1997

6.- DESARROLLO Y OPERACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS.

6.1.- Selección y pruebas a plantas d emergencia.

Una planta de emergencia se entiende aquella fuente alterna utilizada cuando la fuente principal falla.

De acuerdo al tipo de plantas o fuentes de emergencia básicamente se pueden tener de dos tipos:

a).- Sistema Motor - Generador.

b).- Sistema de alimentación ininterrumpibles.

El sistema motor - generador. El primo motor generalmente es un motor de combustión interna ya sea de gasolina o diesel el cual para su puesta en marcha puede ser con un motor eléctrico (marcha) o bien a través de un impulso manual, esto dependerá del tamaño de la planta. Si la planta arranca con un motor eléctrico se contara con baterías que proporcionen la energía inicial y posteriormente una vez puesto en servicio a la planta se cargaran para estar disponibles en el momento requerido, para la puesta en operación de ese tipo de plantas se requiere de algunos ciclos en que la carga se queda sin energía.

Los sistemas de alimentación ininterrumpida, están fabricados con las nuevas tecnologías de la electronica de potencia, los cuales básicamente consisten en elementos semiconductores y un conjunto de baterías que almacenan la energía en el estado normal entregándola en los momentos de emergencia, estas fuentes de acuerdo a el tipo de control pueden tener un tiempo de puesta en servicio tan pequeño que la carga mas sensible no es capaz de enterarse de esta emergencia.

Sin embargo, hay casos que se requiere alimentar grandes cargas en un período muy largo y en las cuales se requiere que la transferencias de la fuente principal a la de emergencia sea en forma instantánea de tal manera que la carga no se entere de la contingencia bajo estas condiciones se podrán utilizar una combinación de las dos fuentes antes citadas.

Independientemente del sistema a utilizar el sistema de emergencia deberá tener una capacidad nominal para alimentar simultaneamente todas las cargas indispensables.

Fundamentalmente las cargas prioritarias se pueden considerar básicamente de dos tipos:

a) la carga motriz o de operación variable. Donde se incluyen los motores eléctricos indispensables para la ejecución o conclusión de una actividad y/o proceso.

b) la carga de operación continua. En este tipo de carga se encuentra el alumbrado, dispositivos o equipo de seguridad y/o control indispensables para concluir o realizar una actividad y/o función.

Una vez identificadas las cargas indispensables será necesario determinar sus parámetros básicos como son tensiones, corrientes, potencias aparentes (V.A.), reales (W), reactivas (VAR), factor de potencia, tanto en estado normal de operación como en el momento de energización.

Para determinar las cargas de alumbrado se debe de considerar la potencias que consume el equipo auxiliar de tal forma que todas las lámparas de descarga que requieren equipo auxiliar para su funcionamiento (balastos) se considera que estos dispositivos consumen el 25% de la potencia de las lámparas.

Para el caso de motores será necesario considerar las características de arranque (tensión, corriente, potencia aparente y real) y las de operación normal.

nota: el F.P. de arranque de motores se podrá considerar de:

0.68 para motores hasta 5 C.P.

0.45 para motores de 7.5 a 40 C.P..

0.32 para motores de 50 a 250 C.P.

0.20 para motores mayores.

Dado que es equipo de emergencia se consideraría el caso mas critico de arranque de motores que seria que todos los motores arrancaran en forma simultanea y en ese momento estuvieran trabajando la demás carga.

Una vez que se conoce la carga que va a tener la planta será necesario determinar el factor de utilización de la planta en función de las expectativas de crecimiento y de la utilización óptima.

Interruptor de transferencia.

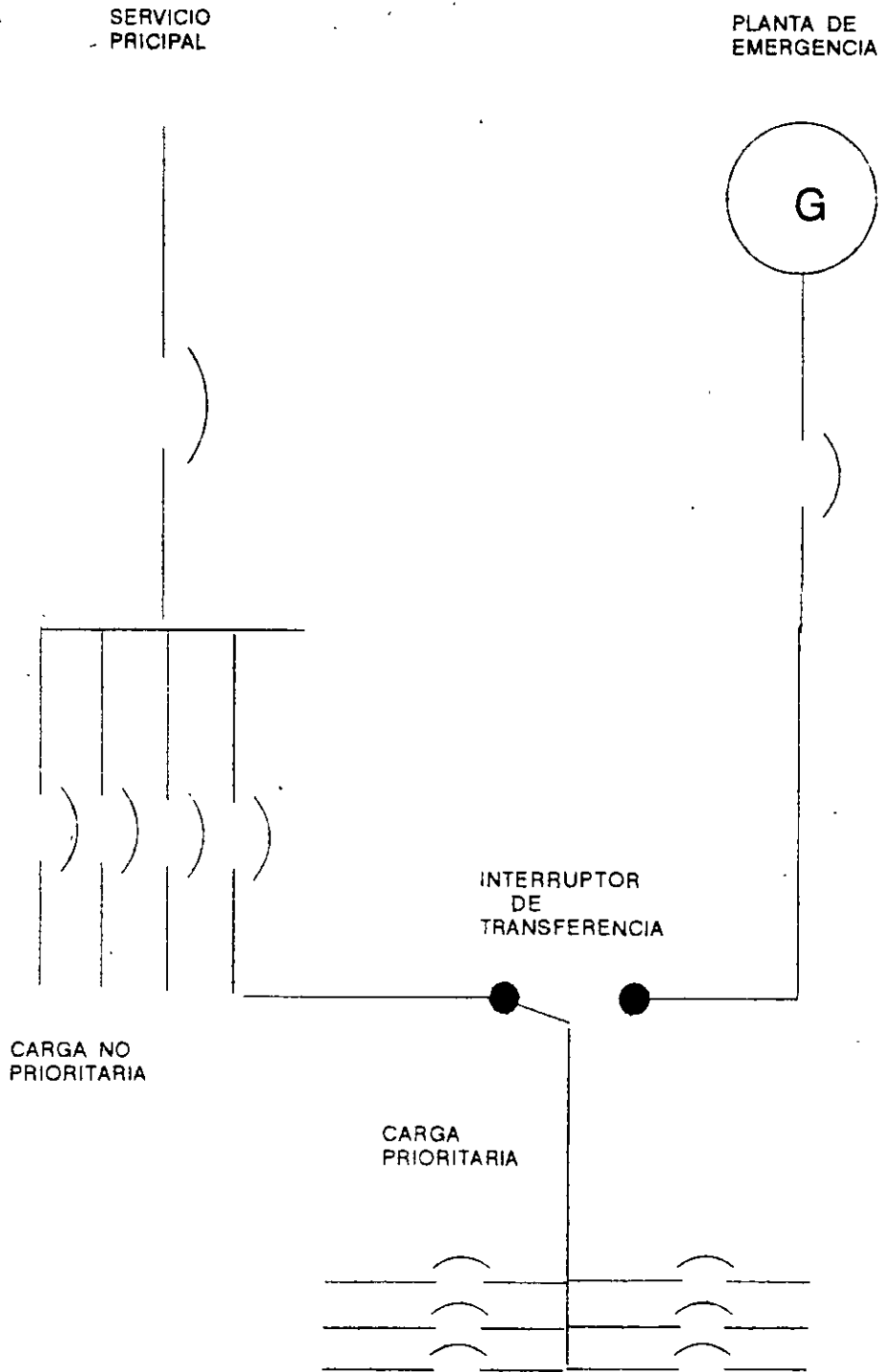
Es el interruptor que permite realizar el cambio de alimentación preferente a emergente este interruptor puede ser automático o manual.

En caso de que sea automático debe de contar con señalización de fallas y operación.

En el equipo de entrada de acometida se debe de indicar el tipo y ubicación de las fuentes de emergencia en el lugar.

Los conductores de las cargas indispensables deben de alojarse en canalizaciones independientes identificando las cajas, cubiertas y elementos del circuito de emergencia.

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA



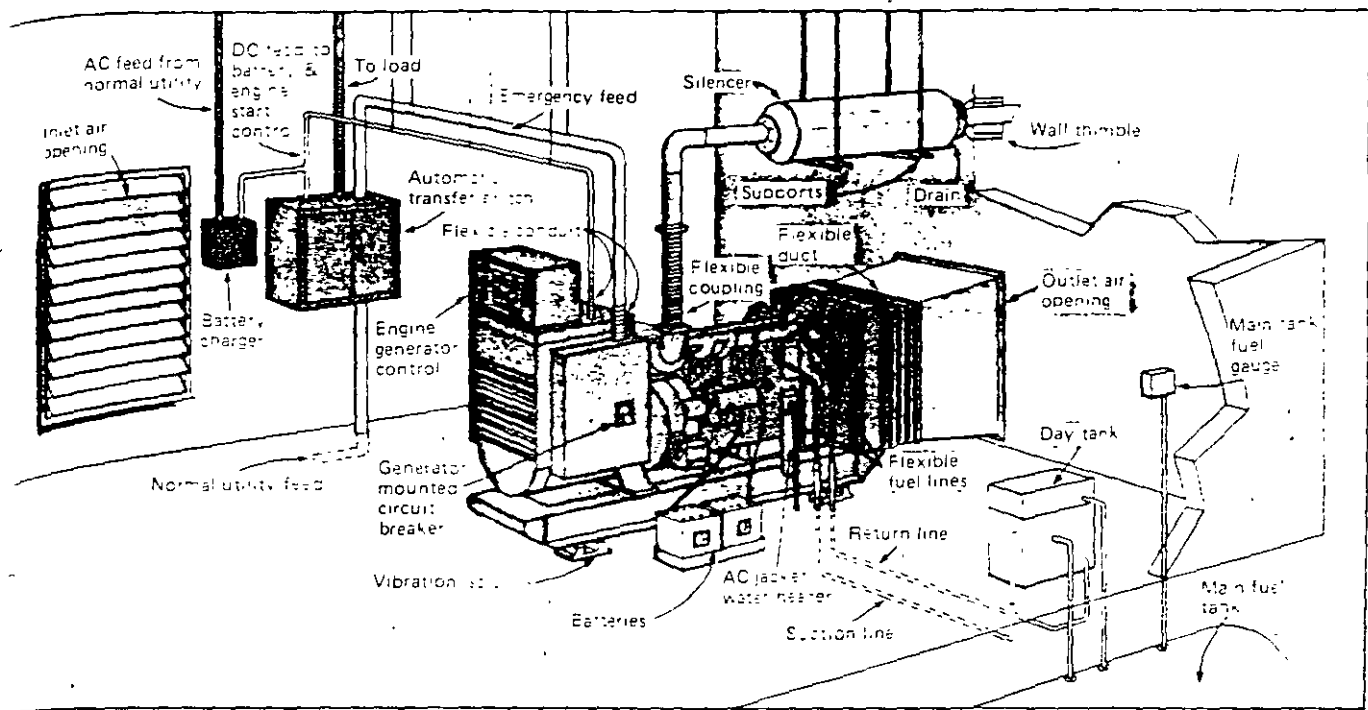


Figure 700-1. A typical generator installation supplying standby power in ratings from 55 kW to 150 kW, 60 Hz. (Caterpillar)

Pruebas básicas a plantas de emergencia tipo motor - generador.

Dado que el elemento eléctrico principal es un alternador las pruebas básicas dependerán del tipo de control de la excitatriz ya que la mayoría de las plantas son del tipo autorreguladas que independientemente de la carga (desde vacío hasta plena carga) la tensión de salida permanece constante son plantas auto reguladas que en forma automática inyectan mas combustible para generar mas potencia real o bien mas potencia reactiva a través de la corriente de excitación.

6.2. Elementos y equipo de protección eléctricos.

En los circuitos eléctricos de baja tensión deben de ser protegidos sobre corrientes ya sean originadas por una sobrecarga y corrientes de circuitos en corto.

Entendiéndose como sobrecarga un aumento de la corriente nominal del equipo en funcionamiento el cual puede tener valores mayores a la corriente nominal y puede alcanzar 2, 3, 4, 5,6 ó 7 veces la corriente nominal pero nunca llega a tomar corrientes de cortocircuito que llegan a ser de cientos de veces la corriente nominal generalmente del orden de los kA, por tal motivo una corriente originada por un corto circuito no se considera como una sobrecarga.

Esto implica que se protejan los equipos y conductores (sin perder de vista a los seres humanos como número uno).

Los elementos de protección se pueden clasificar de la siguiente forma:

* Fusibles. que esencialmente tienen un elemento que con el paso de una corriente mayor a la normal se funden y se rompen de ahí que el fusible deba de ser cambiado o bien elemento fusible deba de ser reemplazado. De acuerdo a esto podemos encontrar fusibles:

- ** Renobables
- ** De doble elemento
- ** Limitadores (desechables)

Los fusibles renobables son dispositivos que en caso de corrientes de cortocircuito liberan la falla en un tiempo de 4 a 8 ciclos y los fusibles limitadores empiezan a funcionar antes de alcanzar el valor máximo de la corriente de cortocircuito ($1/3$ ciclo aprox) y liberan la falla hasta en $1/2$ ciclo limitando con esto la corriente de corto circuito.

estos fusibles se pueden encontrar en baja y mediana tensión.

* Interruptores o disyuntores. son dispositivos que pueden operar repetidamente (dentro de sus características) sin que sean reemplazados los cuales los podemos encontrar de los siguientes tipos:

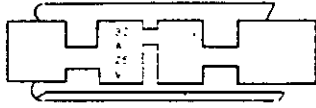
- ** Termomagneticos.
- ** Electomagneticos.
- ** Potencia

Los interruptores termomagneticos basan su principio de funcionamiento en una parte térmica (bimetal) que atiende a una sobrecarga y una parte magnética que atiende a corrientes de corto circuito. Estos elementos son de baja capacidad y baja tensión y no hay posibilidad de modificar su calibración.

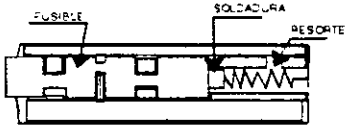
Los interruptores electromagnéticos también conocidos como de caja moldeada basan su principio de funcionamiento en el concepto termomagnético censando su corriente en forma directa o bien con elementos auxiliares aprovechando el flujo magnético originado por la corriente estos elementos pueden tener elementos intercambiables para ajustes de corrientes y en ultimas fechas la incorporación de equipo con microprocesadores para una mejor calibración, son mas robustos que los termomagneticos y con capacidades interruptivas mayores sin embargo son diseñados para utilizarse en baja tensión.

Los interruptores de potencia son empleados en mediana y alta tensión estos dispositivos basan su principio de funcionamiento en equipo auxiliar como transformadores de instrumento y relevadores y la apertura y cierre automático de estos equipos es energizando una bobina que libera un mecanismo que cierra o abre unos contactos los cuales a su vez están alojados en un ambiente que permite tener altas capacidades interruptivas por lo que se tienen interruptores en aceite, vacío, exafloruro de azufre.

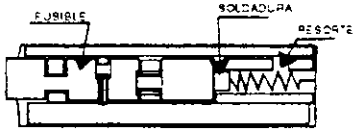
ELEMENTOS BASICOS DE PROTECCION EN BAJA TENSION



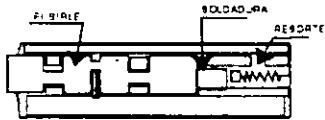
FUSIBLES RENOVABLES



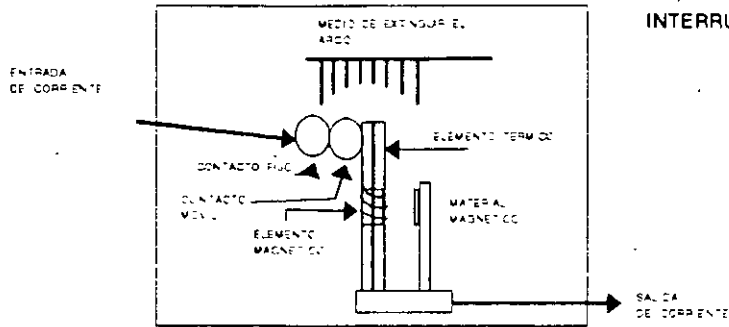
FUSIBLES DE DOBLE ELEMENTO
O RETARDO DE TIEMPO



FUSIBLES DE DOBLE ELEMENTO
O RETARDO DE TIEMPO
OPERO POR CIRCUITO CORTO



FUSIBLES DE DOBLE ELEMENTO
O RETARDO DE TIEMPO
OPERO POR SOBRECARGA



INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

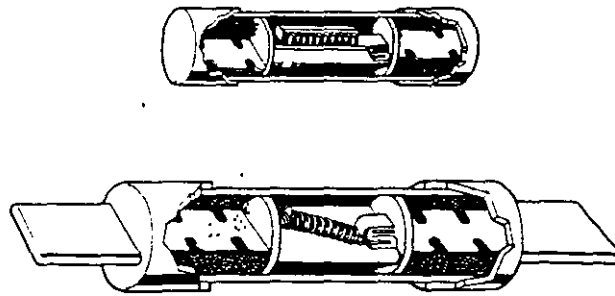


Figure 430-15. A Fusetron cartridge-type fuse. (Bussmann Mfg. Co.)

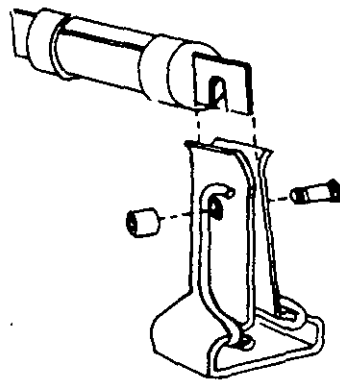
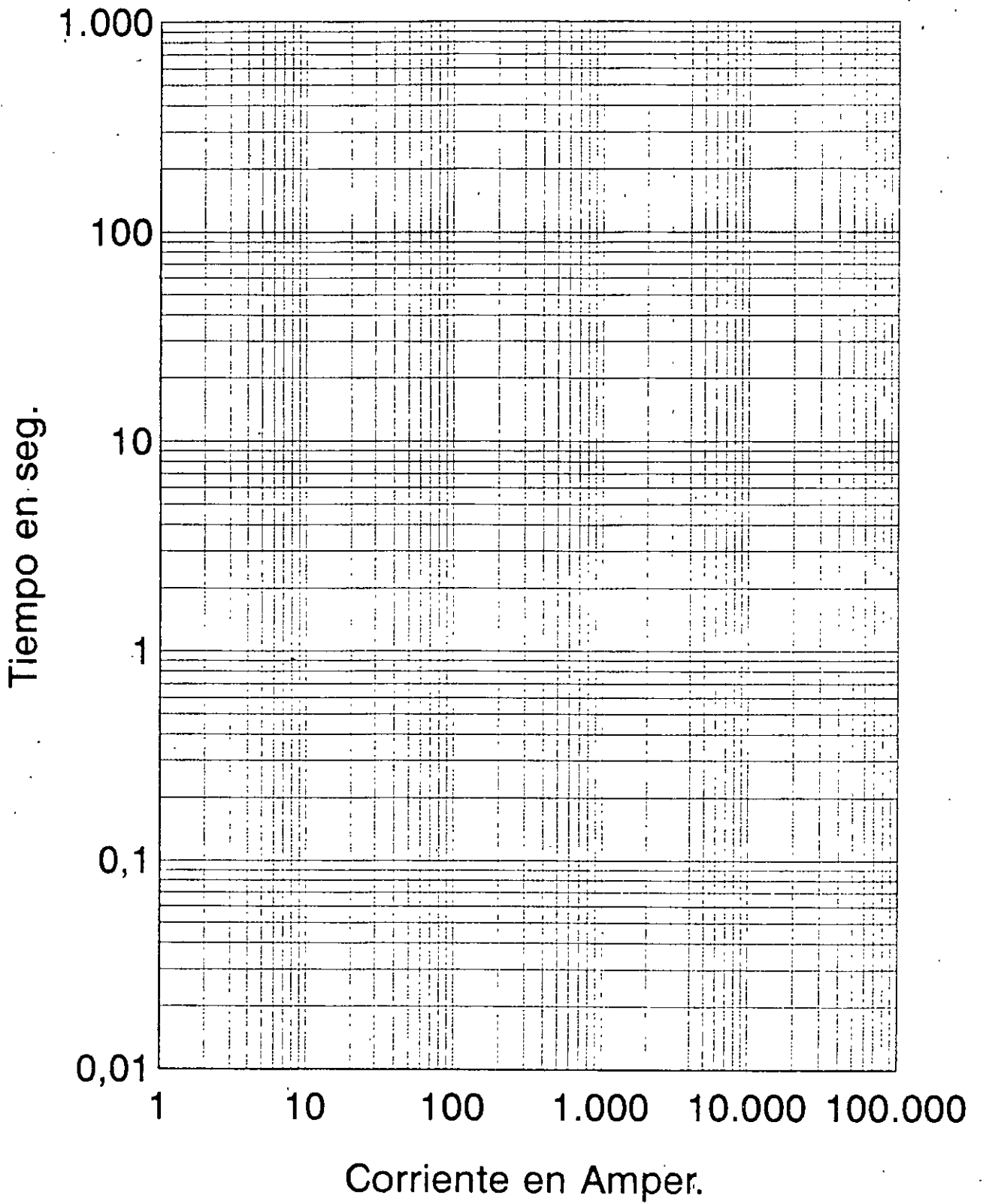


Figure 430-16. Class R dual-element fuse with physical rejection feature to prevent interchangeability. (International Association of Electrical Inspectors)

CURVA TIEMPO CORRIENTE



Parámetros básicos para su selección.

Los principales parámetros que identifican un elemento de protección son:

- a) tensión de operación.
- b) Corriente nominal.
- c) Corriente de marco.
- d) Capacidad interruptiva.

Tensión de operación es la tensión que se tiene en el circuito donde se instalara este dispositivo.

Corriente nominal será la corriente de operación normal y que al ser rebazada la protección esta en posibilidades de operar.

Corriente de marco se refiere al tamaño físico del interruptor de tal forma que sea compatible con el medio que lo alojara y con la uniformidad de otros dispositivos que sean colocados en el mismo gabinete.

Para poder entender y seleccionar adecuadamente una protección no solo se debe de ver los datos nominales sino también sus curvas características de operación.

Dado que las protecciones deben de desconectar el circuito o elemento donde se presenta una sobrecorriente se debe de buscar la selectividad de tal forma que dejen fuera el menor equipo para lo cual se debe de realizar una coordinación de protecciones para asegurarse que estas van a funcionar escalonadamente.

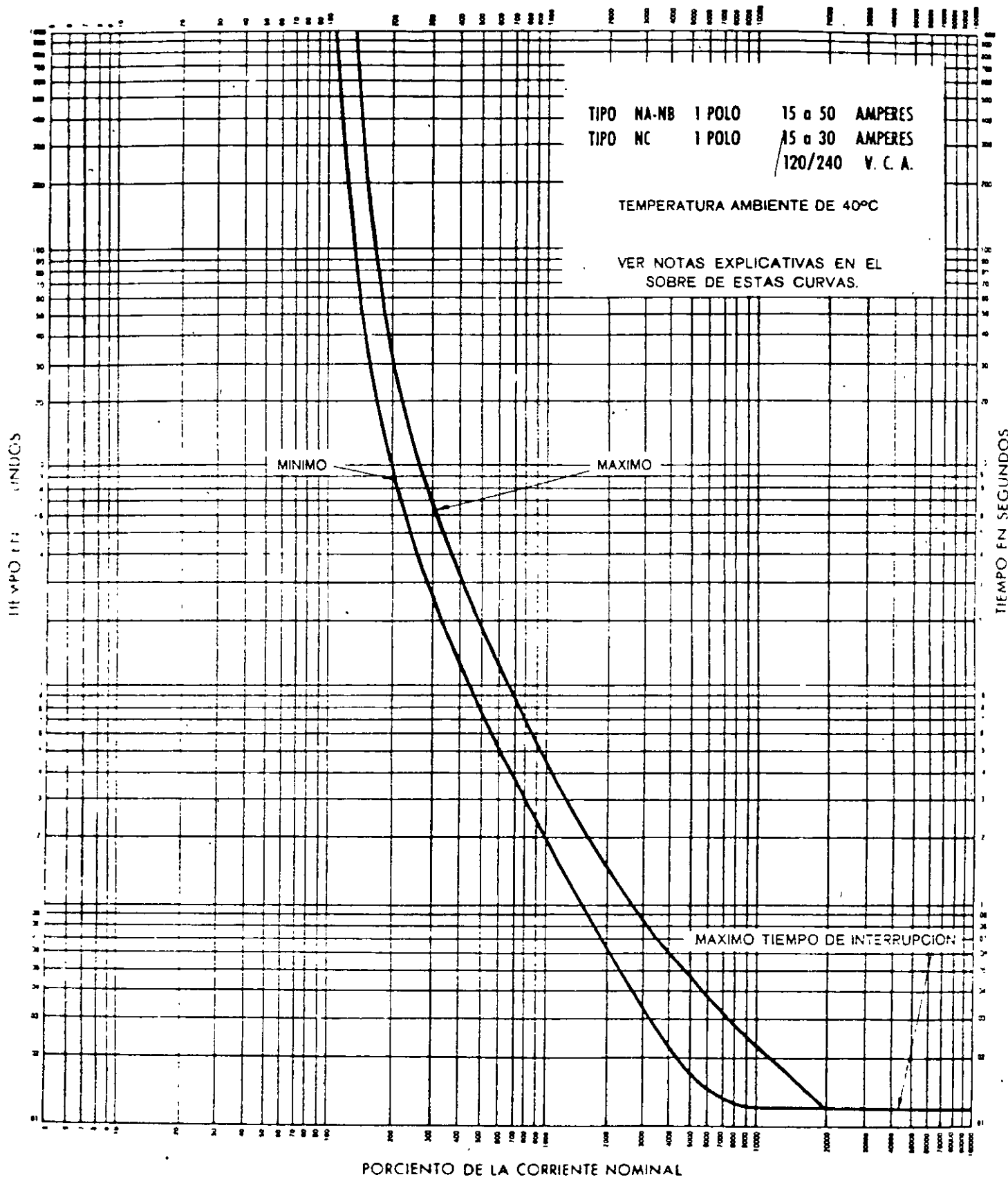
Interruptores Termomagnéticos en caja moldeada

CURVA CARACTERISTICA DE DISPARO

CLASE 1000

Marco: NA, NB, NC

PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL



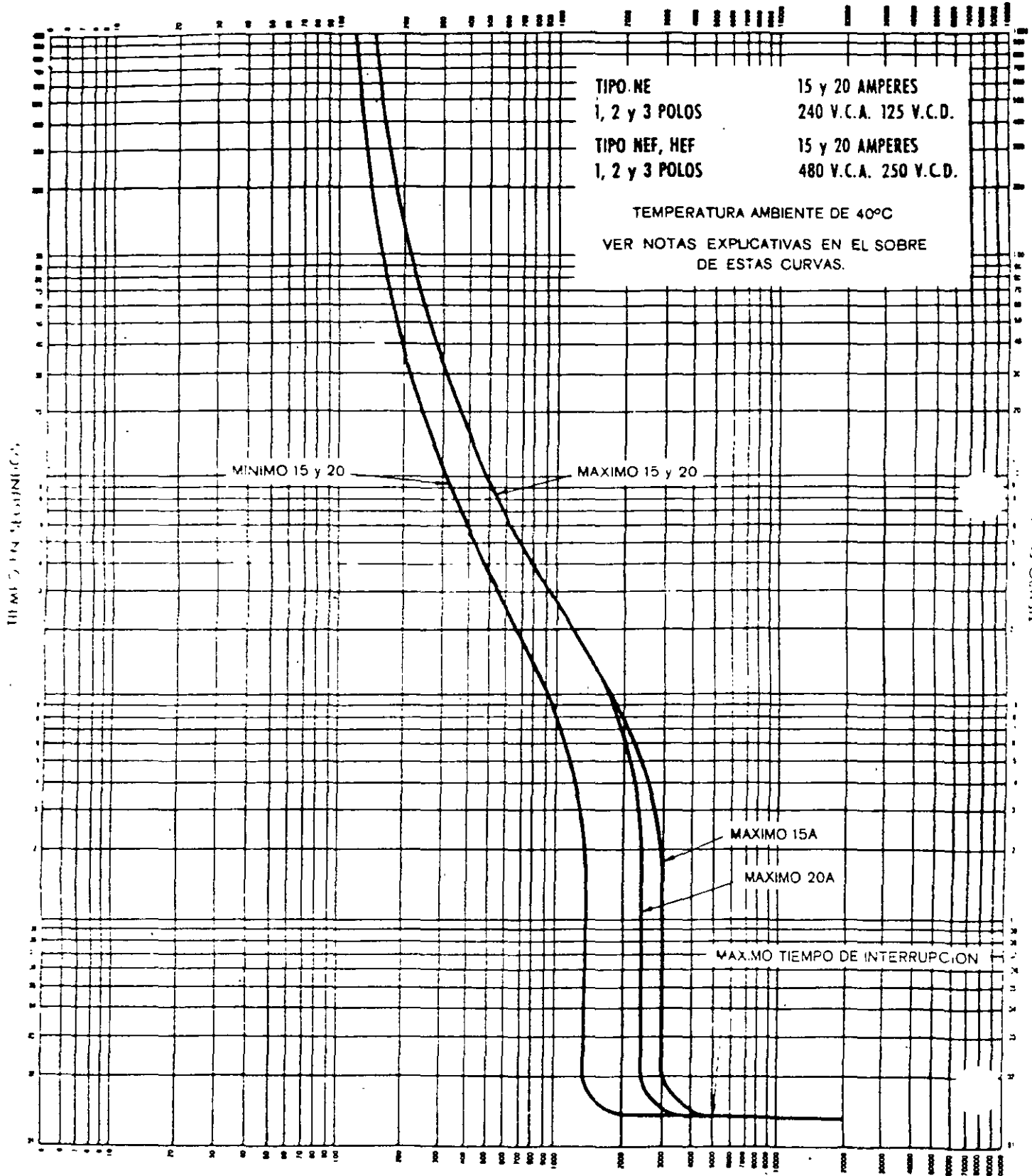
Interruptores Termomagnéticos en caja moldeada

CLASE 1000

CURVA CARACTERISTICA DE DISPARO

Marco: E. EF

PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL



TIPO NE 15 y 20 AMPERES
 1, 2 y 3 POLOS 240 V.C.A. 125 V.C.D.
 TIPO NEF, HEF 15 y 20 AMPERES
 1, 2 y 3 POLOS 480 V.C.A. 250 V.C.D.
 TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C
 VER NOTAS EXPLICATIVAS EN EL SOBRE DE ESTAS CURVAS.

PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL

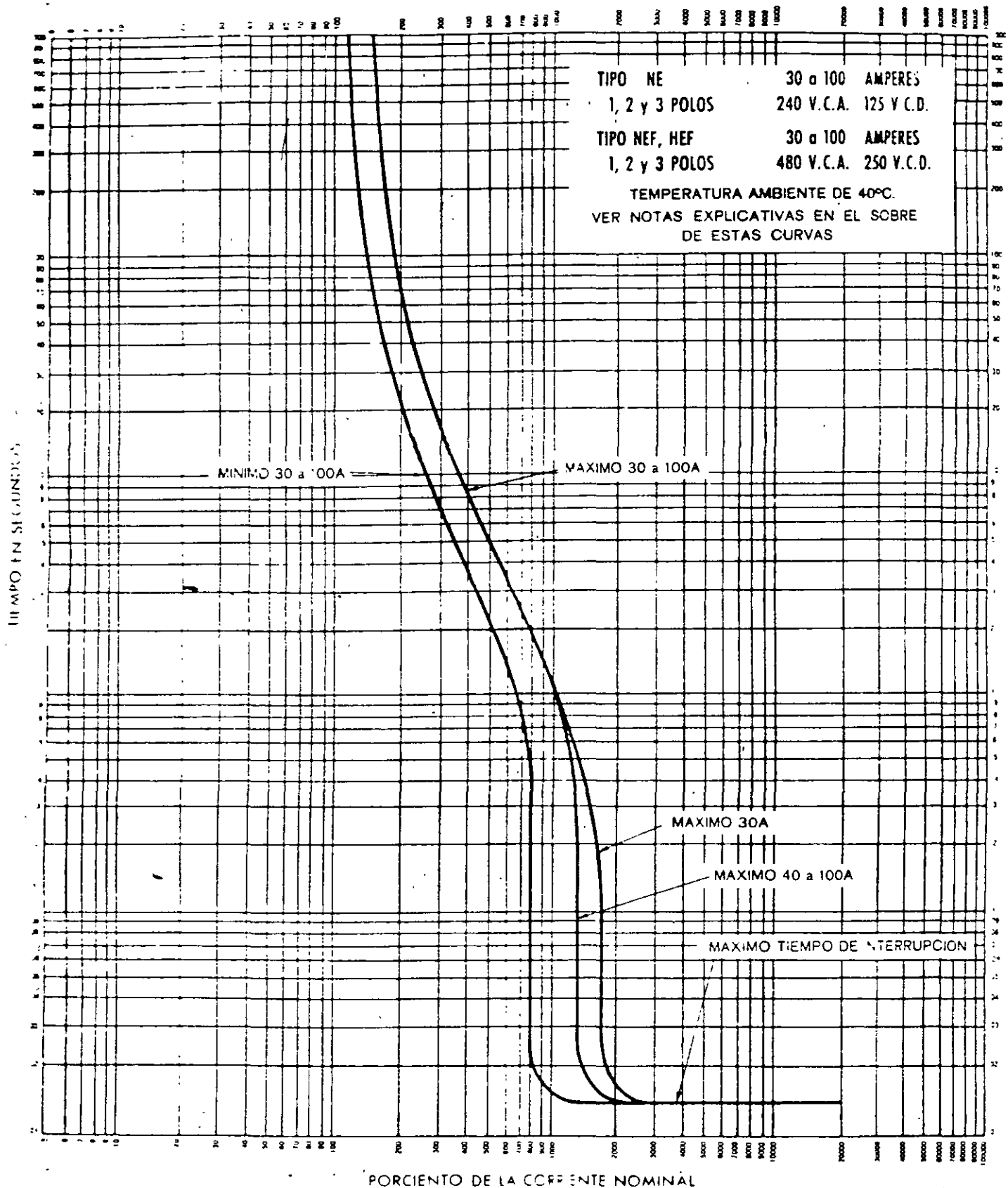
Interruptores Termomagnéticos en caja moldeada

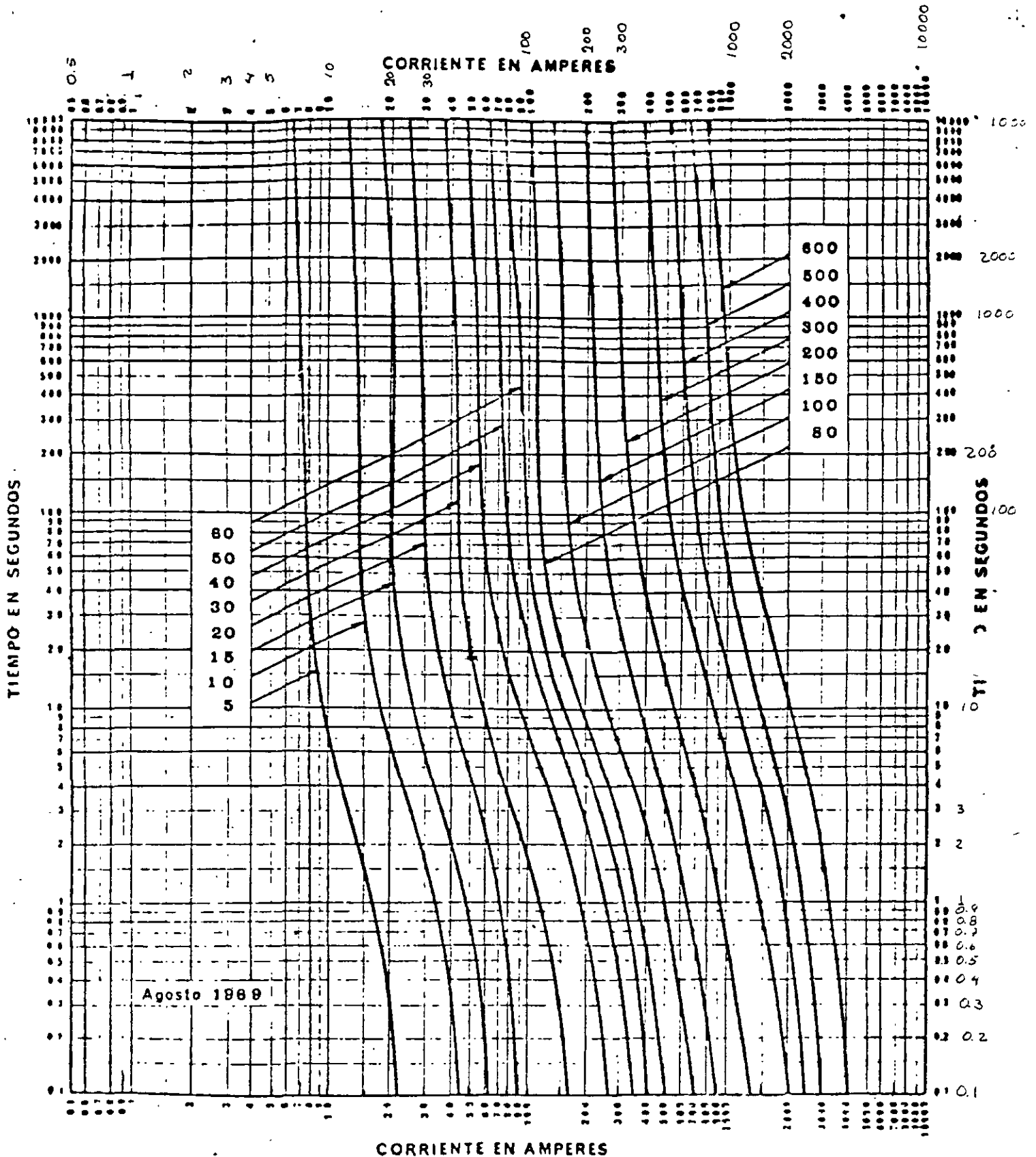
CLASE 1000

CURVA CARACTERISTICA DE DISPARO

Marco: E. EF

PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL





Fusibles para 250 volts o menos.

Curvas características
tiempo de fusión-corriente.

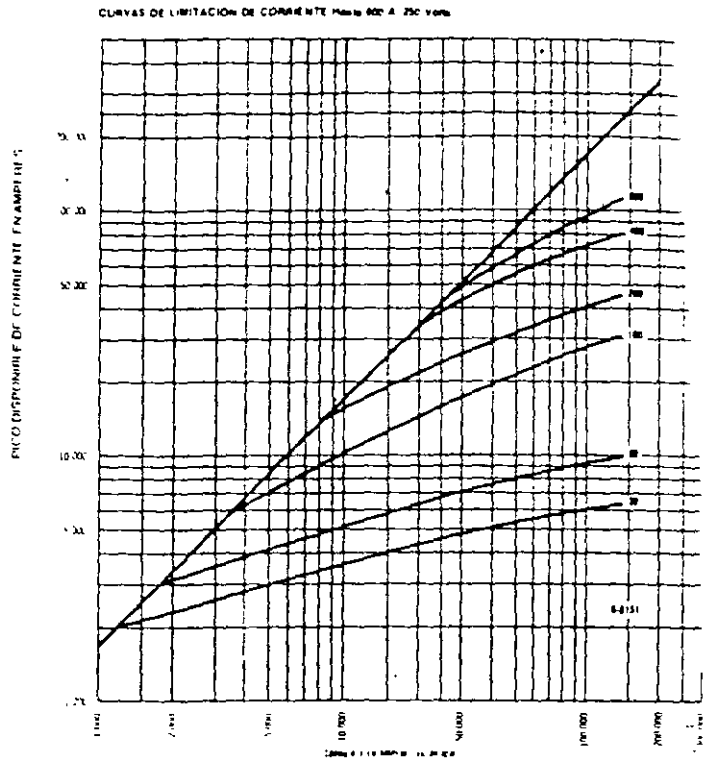
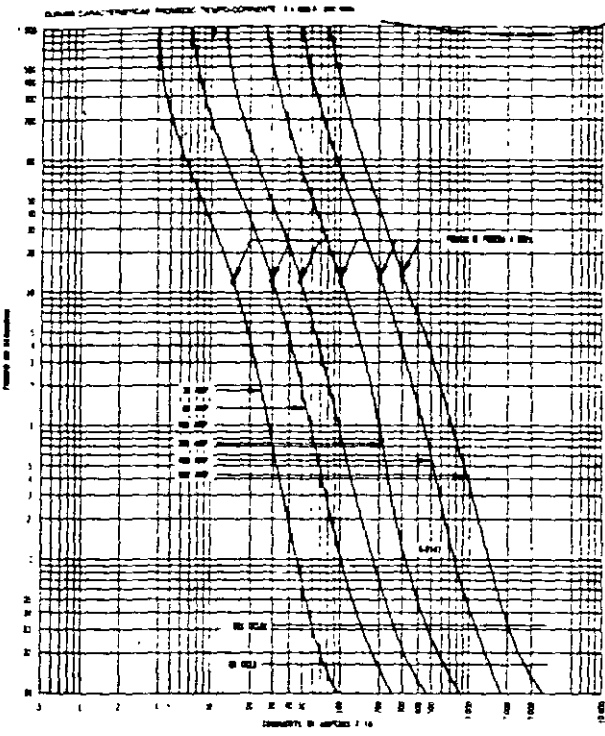
Estas curvas fueron trazadas para valores promedio que se obtuvieron a partir de pruebas efectuadas con una temperatura inicial de 23°C. a baja tensión y alto factor de potencia; sin sobrecorriente previa.

MERCURY ELECTRIC PRODUCTS, S.A.

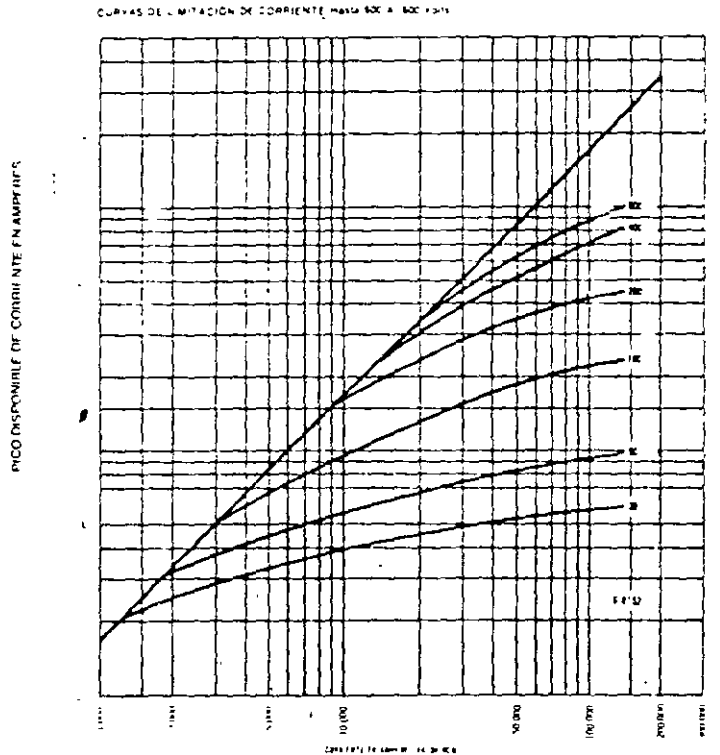
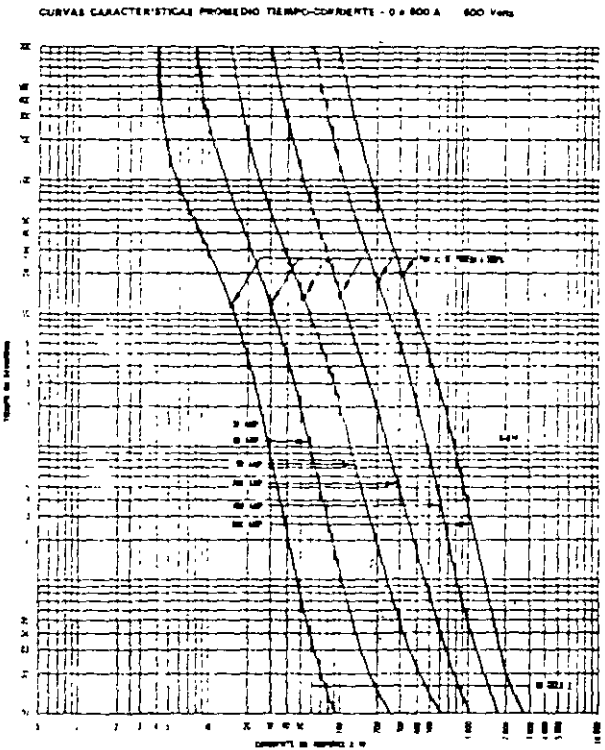
Poniente 122 No. 672 Col. Ind. Vallejo.
Mexico 13, D.F.

curvas características

M fusible ECN doble elemento



fusible ECS doble elemento



6.3 Protección de sistemas de alumbrado.

Clasificación de los tipos de lámparas. Las lámparas de pueden clasificar básicamente de dos tipos las incandescentes que no requieren de dispositivos auxiliares para su funcionamiento y las lámparas de descarga que requieren de dispositivos auxiliares para su funcionamiento (balastro) dentro de estas lámparas podremos encontrar las fluorescentes, vapor de sodio, vapor de mercurio, aditivos metálicos.

Los circuitos derivados son clasificados de acuerdo a la capacidad de la protección, para el calculo y selección de esta deberá incluirse la potencia de todo el luminario para lo cual en lámparas de descarga se debe de considerar la potencia que toma los equipos auxiliares, en caso de no contar con esta información se debe de considerar que estos dispositivos consumen un 25 % de la potencia de la lámpara.

Si los circuitos derivados son de uso continua la carga de los circuitos derivados no debe de ser mayor al 80% de la capacidad de la protección o bien la capacidad del circuito derivado no debe de ser menor del 125 % de la carga.

CIRCUITOS DERIVADOS.

Definición: Conductores, dispositivos y elementos del circuito que se encuentran entre el ultimo dispositivo de protección contra sobrecorriente (que protege al circuito) y a las cargas conectadas.

Clasificación de circuitos derivados: Estos se clasifican en función de la capacidad de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado los cuales pueden ser de 15 A, 20 A, 30 A, 40 A, 50 A etc. (art 210-3).

CARGAS DEL CIRCUITO DERIVADO.

En general la carga de los circuitos derivados deberá de ser:

- a).- Si la carga no es de uso continuo la carga del circuito derivado será igual a la capacidad del circuito derivado.

- b).- Si la carga es una combinación de carga continua y discontinua la capacidad del circuito derivado deberá ser no menor del 125% de la carga continua mas la carga no continua.

carga del C.D.= Carga continua(1.25) + carga no continua

- c).- Si la carga es continua la capacidad del circuito derivado deberá ser 25% mayor a la carga, o bien la carga deberá ser máximo el 80% de la capacidad de la protección, para evitar que la curva de la protección se corra a la izquierda por la temperatura generado por las demás protecciones que se encuentran en el centro de carga, y se interrumpa el circuito sin que en este se allá presentado una falla.

Nota: Carga continua es aquella carga que se mantiene su corriente máxima durante un tiempo de tres horas o mas.

PROTECCIÓN DE ACUERDO AL CALIBRES MÍNIMOS

CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO	15 A	20A	30A	40A	50A
CONDUCTOR PRINCIPAL	2.082 mm ² (14 AWG)	3.07 mm ² (12 AWG)	5.26 mm ² (10 AWG)	8.367 mm ² (8 AWG)	13.30 mm ² (6 AWG)
CONDUCTOR DERIVADO	2.082 mm ² (14 AWG)	2.082 mm ² (14 AWG)	2.082 mm ² (14 AWG)	3.07 mm ² (12 AWG)	3.07 mm ² (12 AWG)

NOTAS:1.- La ampacidad debe de ser mayor o igual a la corriente de la carga.

USOS Y CARGAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS (art. 210-23).

CIRCUITO DERIVADO A	USO	CARGAS
15 Y 20	Unidades de alumbrado y aparatos	La carga de cualquier aparato no debe de ser mayor al 80% de la capacidad del circuito derivado. La carga de los aparatos fijos no debe de ser mayor al 50% de la capacidad del circuito derivado donde también se conecten unidades de alumbrado, aparatos que no sean conectados con cordón no fijos.
30	Alimentar unidades fijas de alumbrado con portalámparas de uso pesado en lugares diferentes a las de vivienda.	La carga de cualquier aparato no debe de ser mayor del 80% de la capacidad del circuito derivado
40 y 50	Alimentar unidades fijas de alumbrado con portalámparas de uso pesado o unidades infrarrojas de iluminación que no sea en casa habitación.	La carga de cualquier aparato no debe de ser mayor del 80% de la capacidad del circuito derivado
mas de 50	Para cargas que no sean de alumbrado	La carga de cualquier aparato no debe de ser mayor del 80% de la capacidad del circuito derivado

6.4 Protección de descargas atmosféricas.

Los equipos y sistemas eléctricos están frecuentemente expuestos a sobretensiones que pueden dañar sus aislamientos.

Las sobretensiones se pueden presentar por:

a) Descargas atmosféricas. Tienen una frecuencia de los microsegundos y su tamaño depende de las características de las líneas y del tamaño de la descarga en "kA" que probabilísticamente el 90% son de 10 kA.

b) Maniobras u operación de interruptores. Estas sobretensiones se presentan por los transitorios que se presentan al desconectar y conectar carga y tiene una frecuencia del orden de 10 kHz o milisegundos.

c) Propias del sistema (desbalanceo, cortocircuito, etc.) estas sobretensiones son de frecuencias fundamental (60 Hz).

Un elemento de protección es el apartarrayos el cual se define como supresor de sobretensiones y tiene como función:

- * Descargar las sobretensiones de descargas atmosféricas o de maniobra.
- * Conducir a tierra las corrientes que originan la sobretensiones.
- * Ser un aislador a tensiones nominales y a sobretensiones del sistema.
- * La tensión residual cuando circula por el la corriente de descarga debe de ser menor a la tensión que soporta el equipo al cual esta protegiendo.

El apartarrayos se considera como una resistencia no lineal.

Clasificación de apartarrayos.

Por su forma.

- *Cuernos de arqueo.
- *Apartarrayos autovalvulares (convencionales).
- *Apartarrayos de oxido de zinc (metálicos).

Por su tamaño.

*Clase estación utilizados generalmente en alta tensión.

*Clase intermedia utilizados en mediana tensión y donde se requiere alta confiabilidad.

*Clase distribución. utilizados en mediana y baja tensión.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL APARTARRAYOS

TIPOS CRITERIOS	ESTACIÓN	INTERMEDIO	DISTRIBUCIÓN
Tensión máxima del sistema	2.6 - 765 kV	2.6 - 150 kV	2.6 - 37 kV
Capacidad térmica (impulso del ciclo inicial)	10 kA	5 kA	5 kA
descargas atmosféricas severas	100 kA	65 kA	65 kA
Corriente de alivio de la presión (simétrica) mayor a la corriente de cortocircuito	65kA-3 a 15 kV 40kA-20 a 19kV 25kA-240a294kV	1601-3a120kV	---

Las sobretensiones que se pueden presentar a frecuencia fundamental (60 Hz) básicamente dependen de la forma de aterrizamiento que se tenga en el sistema y las sobretensiones esperadas para fallas de fase a tierra en las fases no falladas serán:

SOBRETENSIONES ESPERADAS EN LAS FASES NO FALLADAS.

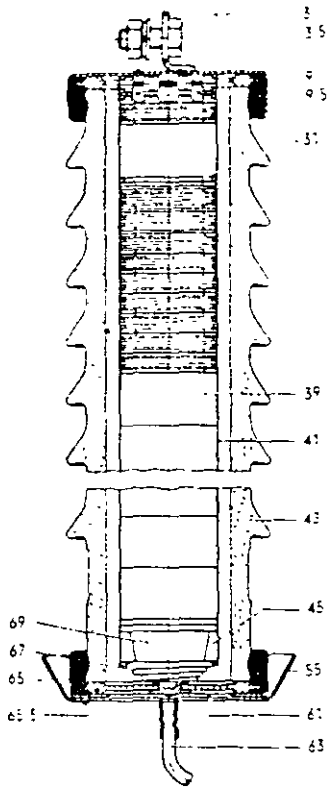
tipo de sistema	sistema de tierra	X_0/X_1	R_0/X_1	tensión de fase a tierra	tensión de fase a tierra
A	efectivamente aterrizada	-	-	$0.75 V_1$	
B	efectivamente aterrizada	0 a 3	0 a 1	$0.8 V_1$	
C	a través de una reactancia	3 a ∞	1 a ∞	$1 V_1$	
D	neutro aislado	-40 a ∞	-	$1.1 V_1$	
E	neutro aislado	0 a -40	—	estudio especial	

En el artículo 280-4 de la norma oficial mexicana indica que:

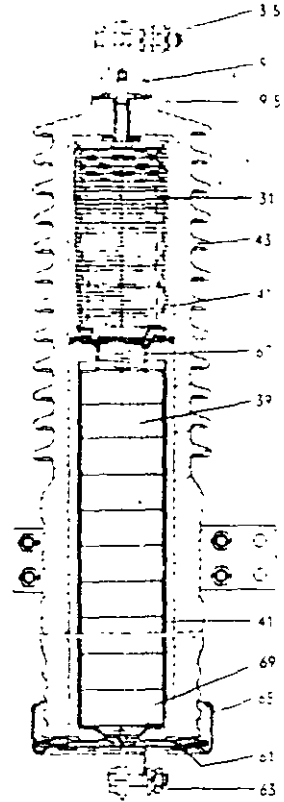
La tensión del apartarrayos para carburo de silicio deberá ser:

tensión de línea	tensión del apartarrayo	calibre mínimo del conductor
menor a 1000 V	mayor o igual a la tensión de fase	2.82 mm^2 (14 AWG)
mayor a 1000 V	mayor o igual a 1.25 la tensión de fase	13.30 mm^2 (6 AWG)

para apartarrayos de óxidos metálicos se debe de tomar en cuenta la máxima tensión de fase a tierra que se pueda presentar que dependen de las técnicas de las puesta a tierra.

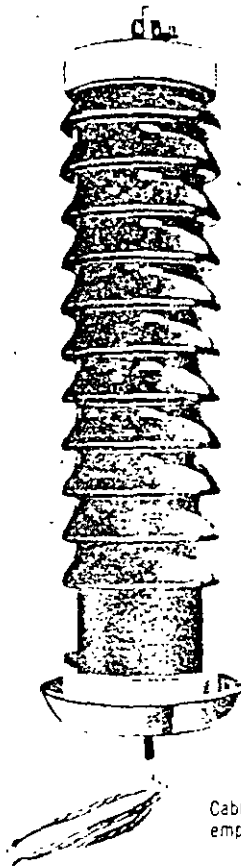


- 3 Pieza de empalme
- 35 Tornillo de empalme
- 9 Cubierta superior
- 95 Junta
- 31 Explosor de extinción
- 39 Discos de resistencia
- 41 Tubo aislante
- 43 Envoltorio de porcelana
- 45 Relleno de nitrógeno
- 55 Platillo inversor
- 61 Fusible de sobrecarga
- 63 Empalme a tierra
- 65 Cubierta inferior
- 65.5 Junta
- 67 Resorte
- 69 Cuerpo de relleno y contacto



H415a..

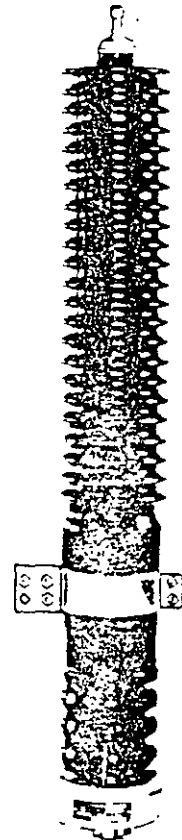
Empalme del conductor



Cable de empalme a tierra

3EK1 360-0

Empalme del conductor



Empalme a tierra

6.5 Sistemas de pararrayos y tierras.

El pararrayos es un elemento que tiene la función de atraer los rayos y drenarlos a tierra con la finalidad que no incidan en el equipo o elemento que se quiera proteger. Estos dispositivos basan su principio de funcionamiento en el efecto de puntas que se presenta principalmente en corriente continua o alterna de alta frecuencia.

La zona de protección de un pararrayos es un ángulo de 30° de tal forma que la distancia horizontal que protegerán esta en función con la altura que la punta tenga relacionadas con la tangente.

$\text{tag}(30) = \text{distancia horizontal} / \text{altura}.$

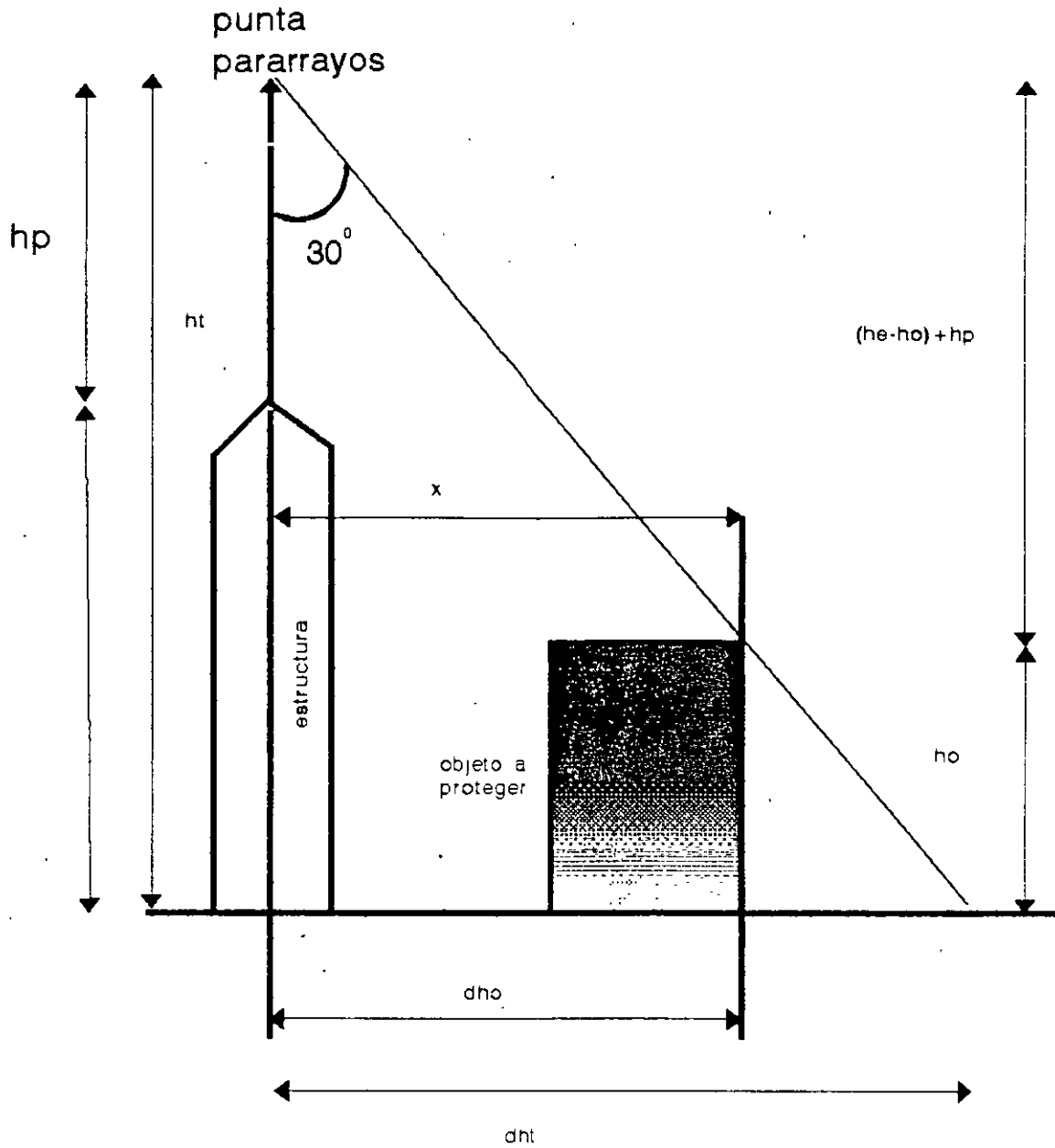
El conductor que conecta el pararrayos a tierra debe de ser en una dirección lo mas recta posible y en caso de que sea inevitable algún dobles procurar en lo posible angulos rectos para evitar el efecto de puntas, este conductor debe de estar conectado directamente a la red o electrodo de tierra y estar a una distancia mayor a 1.8 m de las canalizaciones del sistema eléctrico o comunicación.

RED DE TIERRA.

La configuración de la red de tierra dependerá la corriente que deba drenar y la resistencia de la red para que esta cumpla su función adecuadamente entre los que se tienen:

- a) Tener un circuito de baja impedancia para drenar la corriente de corto circuito y la corriente del apartarrayos y pararrayos.
- b) Cuando circula esta corriente por la red no se presenten diferencias de potencial altos.
- c) Facilitar la operación del equipo de protección.
- d) Evitar el desplazamiento del neutro y tener sobretensiones en el sistema.

Las formas de la red se prodran hacer de diferentes maneras entre las que se tienen:



zona de protección por el pararrayos

$$\begin{aligned} \text{tg } 30 &= d_{nt}/h_t \\ \text{tg } 30 &= d_{ho}/((h_e-h_o)+h_p) \\ d_{ho} &= \text{tg } 30 ((h_e-h_o)+h_p) \end{aligned}$$

se recomienda que el objeto se coloque a una distancia menor que d_{ho}

En sistemas de baja tensión:

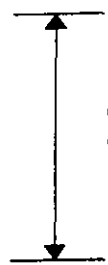
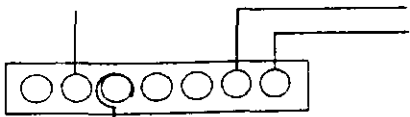
- 1.- Con una varilla de copperweld de una longitud no menor a 3 m y un diámetro de 13 mm (1/2") o 16 mm y 19 mm (3/4")
- 2.- Tubería de agua, siempre y cuando tenga una longitud de 3 m o mas enterrada.
Sin embargo es recomendable que este método se combinen con el anterior.
- 3.- Estructura metálico del inmueble siempre y cuando esta este puesta a tierra.
- 4.- Electrodo embebido en concreto siempre que este a una profundidad de 5 cm y una longitud de 6 m como mínimo, el diámetro del electrodo será:
de 1.25 cm (1/2") para acero reforzado.
de 21.15 mm² (4 AWG) para barra desnuda de cobre.
- 5.- Anillo de conductor de cobre desnudo de un calibre como mínimo de 33.6 mm² (2 AWG) y una longitud no menor de 6 m a una profundidad no menor de 0.80 m.
- 6.- Electrodo multiplex se utilizan mas de un electrodo y en la mayoría de los casos se emplean en una configuración de triángulo equilátero los cuales están separados un distancia no menor de 1.8 m y no mayor a 3 m.

Electrodos artificiales (construidos especialmente)

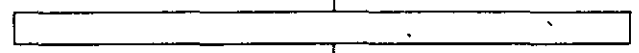
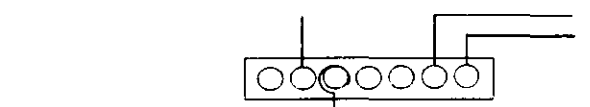
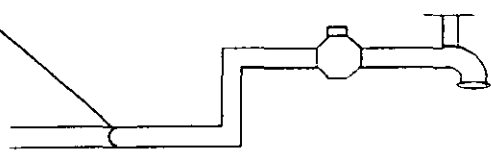
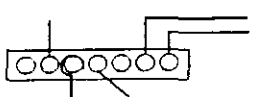
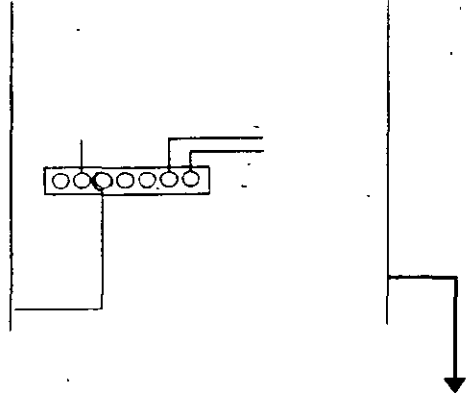
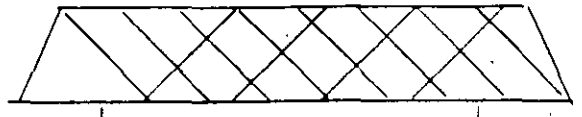
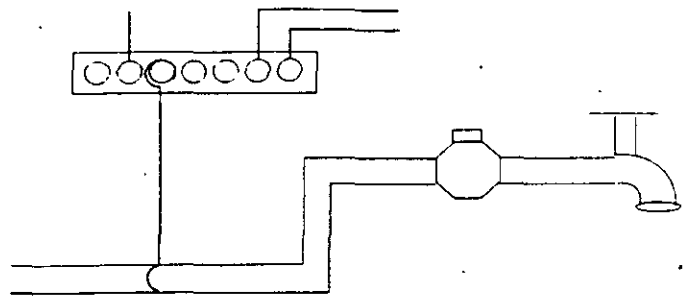
Se utilizan cuando la resistencia de puesta a tierra es mayor a 25 Ω debido a terrenos muy seco, arenoso o rocoso, este sistema es recomendado para equipo de computo.

No se recomienda el uso de sal común por disolverse muy fácilmente con la lluvia ni tampoco el uso de sulfatos por corroer los electrodos.

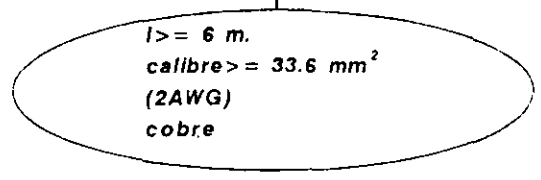
En mediana tensión la red de tierra debe de realizarse con cálculos en los que intervienen la corriente de corto circuito, tipo de terreno (resistividad), tipo de resistividad superficial en los que de acuerdo a estas características se deben de calcular las tensiones de paso y contacto seguros para el personal que labora o esta en el lugar, esta maya de tierra debe de estar compuesta por



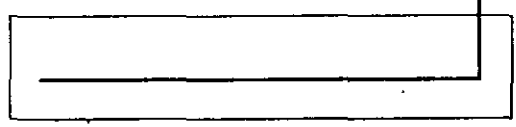
$l \geq 3m$
 diam. = 13,
 16, 19 mm



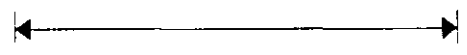
0.8 m



$l \geq 6 m.$
 calibre $\geq 33.6 mm^2$
 (2AWG)
 cobre

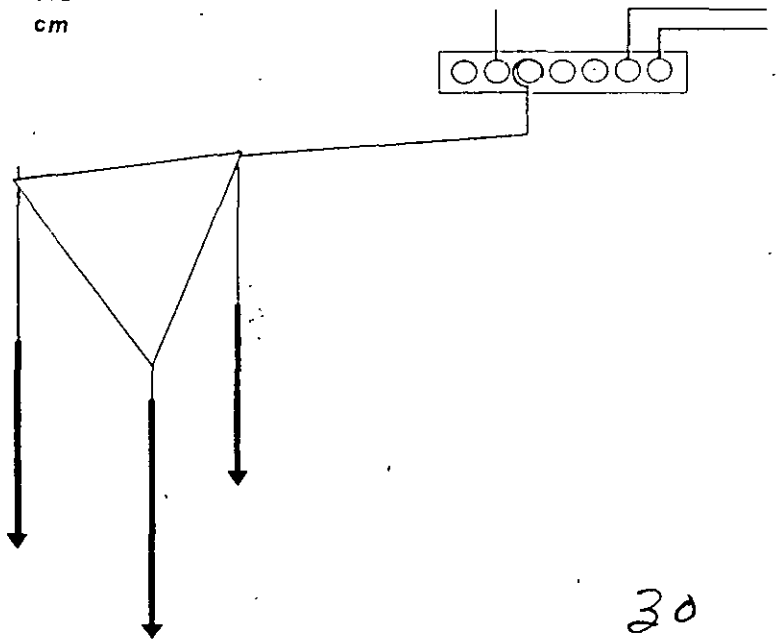


0.5
 cm



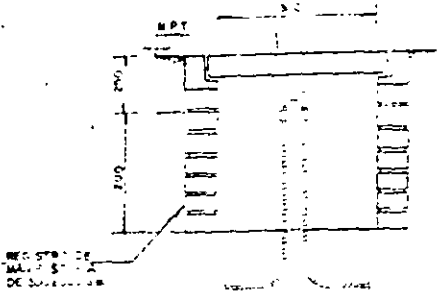
$l \geq 6 m$

diametro: 1.25 cmm 1/2' acero
 reforzada.
 21,15 mm² (4AWG) cobre desnudo



TASA DE CONCRETO
FABRICADA EN CAMPA
CON HAJADERAS

CONECTOR MECANICO PARA CABLE
A VARILLA DE TIERRA EN REGISTRO
PUNTO



CABLE DE COPPER
DEBILIDAD CONTROLADA
AUG 800

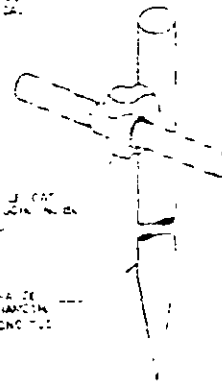
VARILLA DE TIERRA
DE TIPO
DE CONCRETO
CON HAJADERAS

VARILLA DE TIERRA EN REGISTRO
DETALLE N.º 1

CABLE DE COPPER
DEBILIDAD CONTROLADA
AUG 800

CABLE DE COPPER
DEBILIDAD CONTROLADA
AUG 800

VARILLA DE TIERRA DE
TIPO DE CONCRETO
CON HAJADERAS



VARILLA DE TIERRA DEL
TABLERO

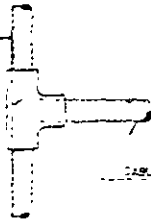
CABLE DE COPPER
DEBILIDAD CONTROLADA
AUG 800

CONEXION SOLIDABLE DE CABLE DE PASO A
VARILLA A CUALQUIER ALTURA
DETALLE N.º 2

CONEXION

CABLE DE COPPER DEBILIDAD
CONTROLADA (PRINCIPAL)

CONEXION SOLIDABLE TIPO "TA"
MARCA CADWELD

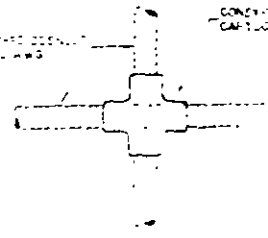


CABLE DE COPPER DEBILIDAD
CONTROLADA

CONEXION SOLIDABLE TIPO "TA"
DETALLE N.º 5

CABLE DE COPPER DEBILIDAD
CONTROLADA (PRINCIPAL)

CONEXION SOLIDABLE TIPO "B"
CAPTULO NO 200 MARCA CADWELD

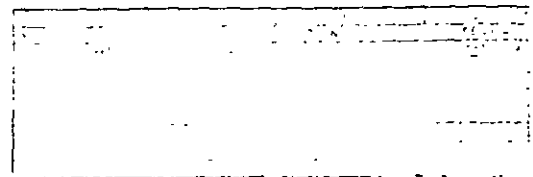


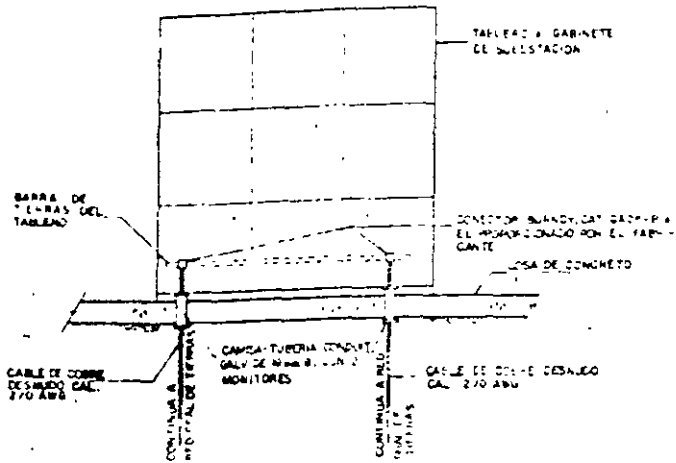
POSTE DE
TUBO DE

CONECTOR
MARCA B...

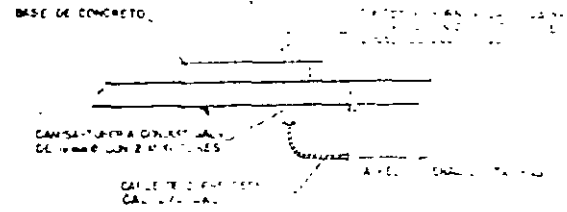
CONEXION SOLIDABLE TIPO "B"
DETALLE N.º 6

CABLE DE COPPER
DEBILIDAD CONTROLADA
AUG 800

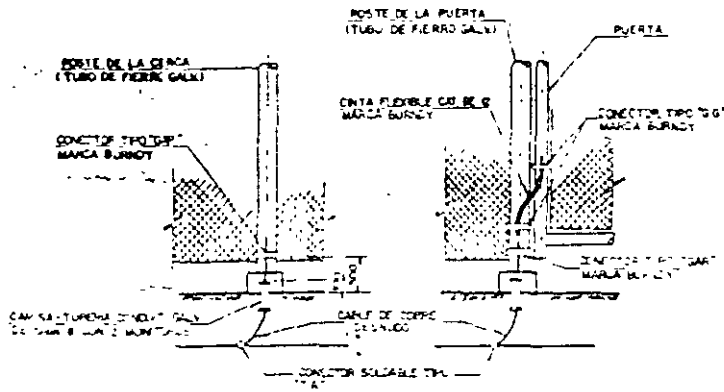




CONEXION A TIERRA DE TABLEROS AUTOSOPORTADOS
DETALLE N. 3



CONEXION A TIERRA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA
DETALLE N. 4



DIAMETRO DEL TUBO	DIABRE DEL CABLE	CONECTOR TIPO GAR CAT. No	CONECTOR TIPO 60 CAT. No
28 mm	4.0 AWG	GAR 1728	60 17-15
38 mm	4.0 AWG	GAR 1729	60 17-15
51 mm	4.0 AWG	GAR 1829	60 18-15
51 mm	4.0 AWG	GAR 1829	60 18-15
64 mm	4.0 AWG	GAR 1929	60 19-2
76 mm	4.0 AWG	GAR 2029	60 20-2
89 mm	4.0 AWG	GAR 2229	60 20-2

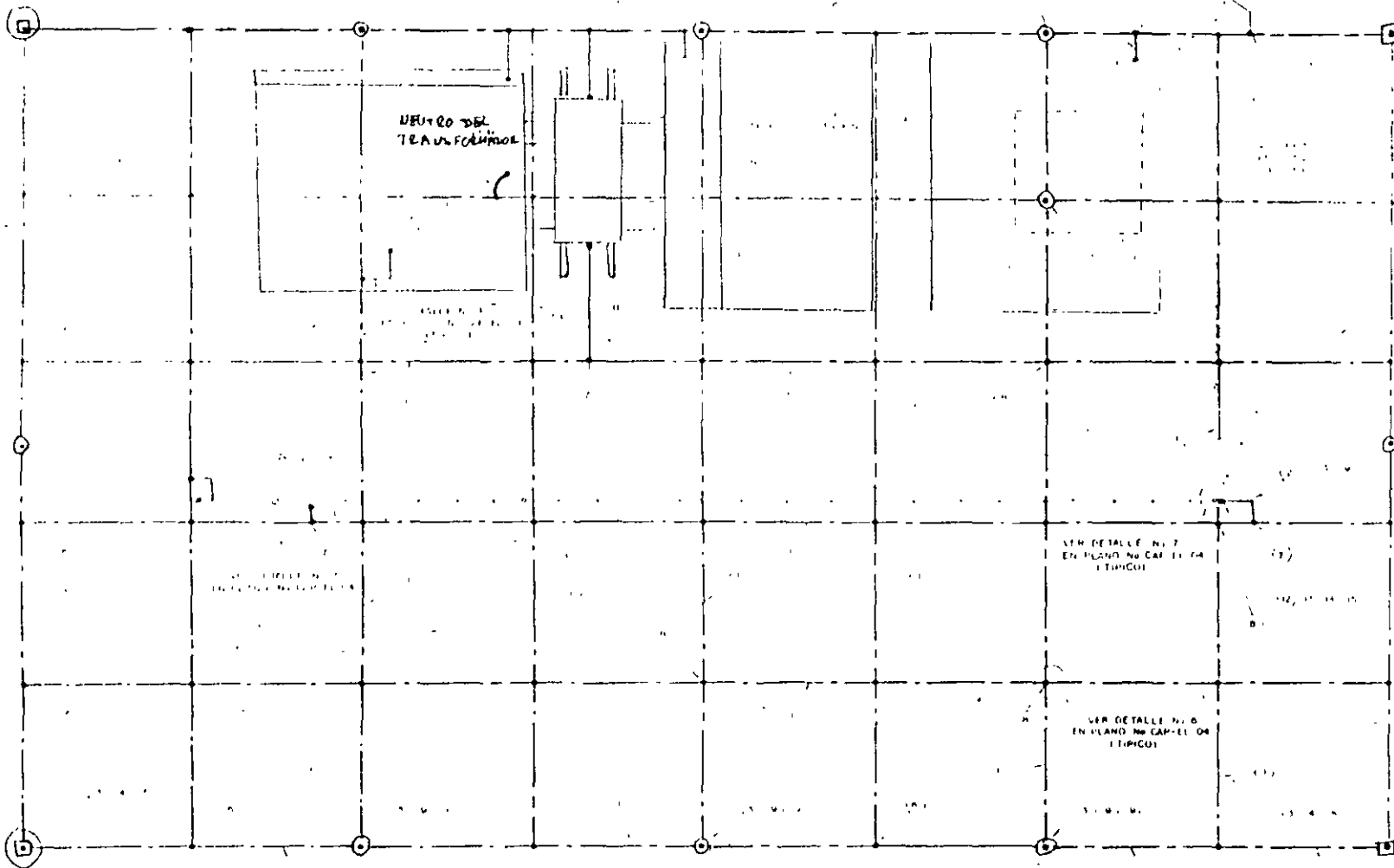
CONEXION A TIERRA DE CERCAS METALICAS
DETALLE N. 7

NISSAN MEXICANA

CENTRO DE CONEXION

SUBSTACION COMPACTA RED DE TIERRA

DETALLES DE INSTAL



UNIDAD DEL
TRANSFORMADOR

5 espacios @ 1420

VER DETALLE No 7
EN PLANO No CAP-EL-04
(TÍPICO)

VER DETALLE No 6
EN PLANO No CAP-EL-04
(TÍPICO)

VER DETALLE No 5
EN PLANO No CAP-EL-04
(TÍPICO)

VER DETALLE No 4
EN PLANO No CAP-EL-04
(TÍPICO)

PLANTA

--- cable 4/0
— cable 2/0

conductores horizontales y verticales formando en lo posible cuadrículas, uniéndolos en cada uno de las intersecciones, colocando electrodos en los vértices y en los sitios en donde se instalara el equipo que deberá ser puesto a tierra. Esta maya debe de estar enterrada a una profundidad entre 0.3 a 1 m y utilizar un conductor no menor a 107.2 mm² (4/0 AWG). La resistencia mínima de la red debe de ser menor o igual a:

25 ohms para transformadores menores o iguales a 250 kVA y 34.5 kV.

10 ohms para transformadores mayores de 250 kVA y menor a 34.5 kV.

5 ohms para tensiones mayores a 34.5 kV.

Los medios de conexión de los conductores de puesta a tierra del equipo y la red de tierra puede ser:

* soldable.

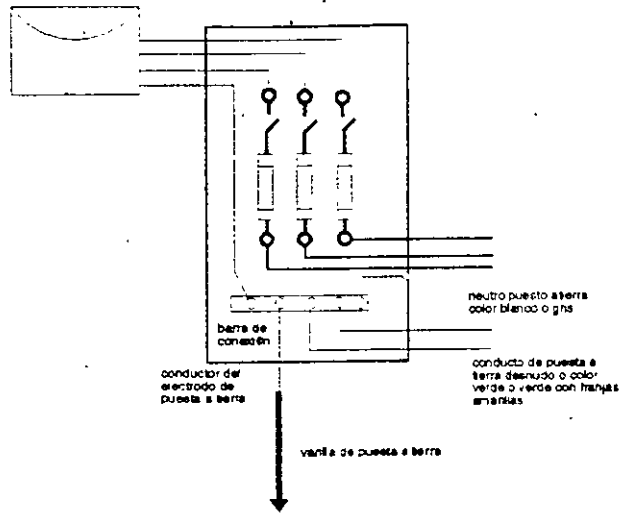
* conexión mecánica o de compresión.

* zapatas o abrazadera

El conductor de puesta a tierra del equipo dependerá de la capacidad de la protección eléctrica de acuerdo a la siguiente tabla.

CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

CAPACIDAD DE SOBRECORRIENTE A.	CALIBRE AWG	CAPACIDAD DE SOBRECORRIENTE	CALIBRE AWG
15	14	1000	2/0
20	12	1200	3/0
30	10	1600	4/0
40	10	2000	250
60	10	2500	350
100	8	3000	400
200	6	4000	500
300	4	5000	700
400	3	6000	800
500	2		
600	1		
800	1/0		



6.6 TIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE SUBESTACIONES.

Definición: Conjunto de elementos para distribuir y/o cambiar los parámetros eléctricos.

Clasificación.

Por su operación en Corriente alterna o corriente continua.

Por el servicio Elevadores, reductoras, receptoras, de enlace, de distribución, maniobra, convertidoras o rectificadoras.

Por su construcción en intemperie, exterior, blindada (SF₆)

Por el nivel de tensión en subestaciones de potencia y de distribución.

Elementos constitutivos de una subestación de distribución tipo industrial (usuario).

- 1 Acometida. Dependiendo del tipo de subestación y del sistema de distribución de la compañía suministradora la acometida puede ser aérea o subterránea.
- 2 Equipo de medición es el espacio en donde la compañía suministradora instalara su equipo de medición y equipos auxiliares, generalmente este equipo se instala en el lado de mediana tensión cuando la demanda es mayor a 200 kVA y en el lado de baja tensión cuando la demanda es menor a 200 kVA.
- 3 Cuchilla de paso y/o prueba generalmente son trifasicas para operar en grupo (sin carga) de tiro sencillo con dispositivo de apertura y cierre rápido. Esta sección tiene como objetivo proporcionar un medio de desconexión visible para la realización de mantenimiento o reposición de alguna protección o la conexión de un equipo de medición patrón sin necesidad de interrumpir el servicio.
- 4 Apartarrayos. Equipo para drenar las sobretensiones que lleguen a la subestación.

- 5 Interruptor el interruptor es un dispositivo que puede abrir o cerrar con carga ya sea en forma manual o automática operando los tres polos simultáneamente por medio de una palanca o volante con energía almacenada para una apertura y cierre rápida, el mecanismo automático de disparo está conectado mecánicamente o eléctricamente con los fusibles de tal manera que si opera un fusible el interruptor abre las tres fases. Este interruptor lo podremos encontrar en aire, aceite, vacío o gas (SF_6)
- 6 Fusible. En subestaciones interiores se instalan fusibles limitadores y en aéreas pueden ser de tipo de expulsión, este fusible debe de seleccionarse en función de la capacidad del transformador, la selectividad con las protecciones de baja tensión y con el último fusible o protección de la compañía suministradora.
- 7 Sección de acoplamiento son los medios de conexión del fusible a las terminales del transformador.
- 8 Transformador. Este elemento puede ser adquirido con todo el conjunto o bien en forma individual para sistemas de mediana a baja tensión las capacidades más usuales son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 760 y 1000 kVA .
- 9 Protección principal del lado de baja tensión, esta protección debe de atender las necesidades y requisitos de la carga y a su vez la del proteger al transformador de sobrecarga.
- 10 Tablero general de baja tensión.
- 11 Sistema de tierra.

PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES. (450.3 a 1)

Máximo rango de ajuste para dispositivos de sobrecarga.

Z%	PRIMARIO		SECUNDARIO V1>600 V		SEC. V1<600 V
	interruptor	fusible	interruptor	fusible	fusible o interrup.
MENOR A 6%	600 %	300 %	300 %	250 %	125 %
mas de 6%	400 %	300 %	250 %	225 %	125 %
maneje personal capacitado	300 %	250 %			

Cuando se tiene una subestación en gabinete este esta compuesto básicamente por los siguientes módulos:

- a) De medición.
- b) Cuchillas de prueba.
- c) De seccionamiento (apartarrayos, fusible e interruptor).
- d) Acoplamiento.

De acuerdo a las necesidades estos módulos se pueden tener de diferentes formas y numeros.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Una vez que se tiene instalada la subestación de deben seguir los siguientes pasos para su operación y conservación.

Revisión en la recepción.

1. Medir la regides dielectrica de los aislamientos con un megger.
2. Confirmar las tensiones y derivaciones del transformador.
3. Revisar que los puntos de conexión estén bien apretadas así como los puntos de contactos y funcionamiento de las cuchillas.
4. Revisar apertura y cierre del interruptor tanto de la forma de operar como de los contactos de apertura y cierre.
5. Revisar que los fusibles sean los adecuados así como estos se encuentren en su posición correcta para su operación.

Pasos para la puesta en marcha:

Antes de iniciar alguna maniobra en la subestación se debe de colocar el equipo de protección (guantes, casco, tarimas y tapetes, zapatos etc.) aprobado y garantizado para ese fin.

1. Cierre todas las puertas del gabinetes.
2. Cierre las cuchillas (sin carga).
3. Cierre el interruptor (se energiza el transformador en vacío).
4. Cierre los interruptores de baja tensión

Para el reemplazo o revisión de los fusibles.

1. En caso de falla verifique en donde se presento.
2. Abra los interruptores de baja tensión.
3. Opere el interruptor de alta tensión.
4. Abra la cuchilla de paso.
5. Abra las puertas.
6. Espere unos 30 seg. a que se desionize el ambiente.
7. Conecte la parte donde va a trabajar a tierra.

Una vez que se reviso y/o se reparo algún elemento de la subestación los pasos para su puesta en servicio son:

1. Cierre las puertas.
2. Cierre las cuchillas de paso.
3. Cierre el interruptor de alta tensión.
4. Cierre el interruptor de baja tensión.

Nunca se confié un error es el ultimo.

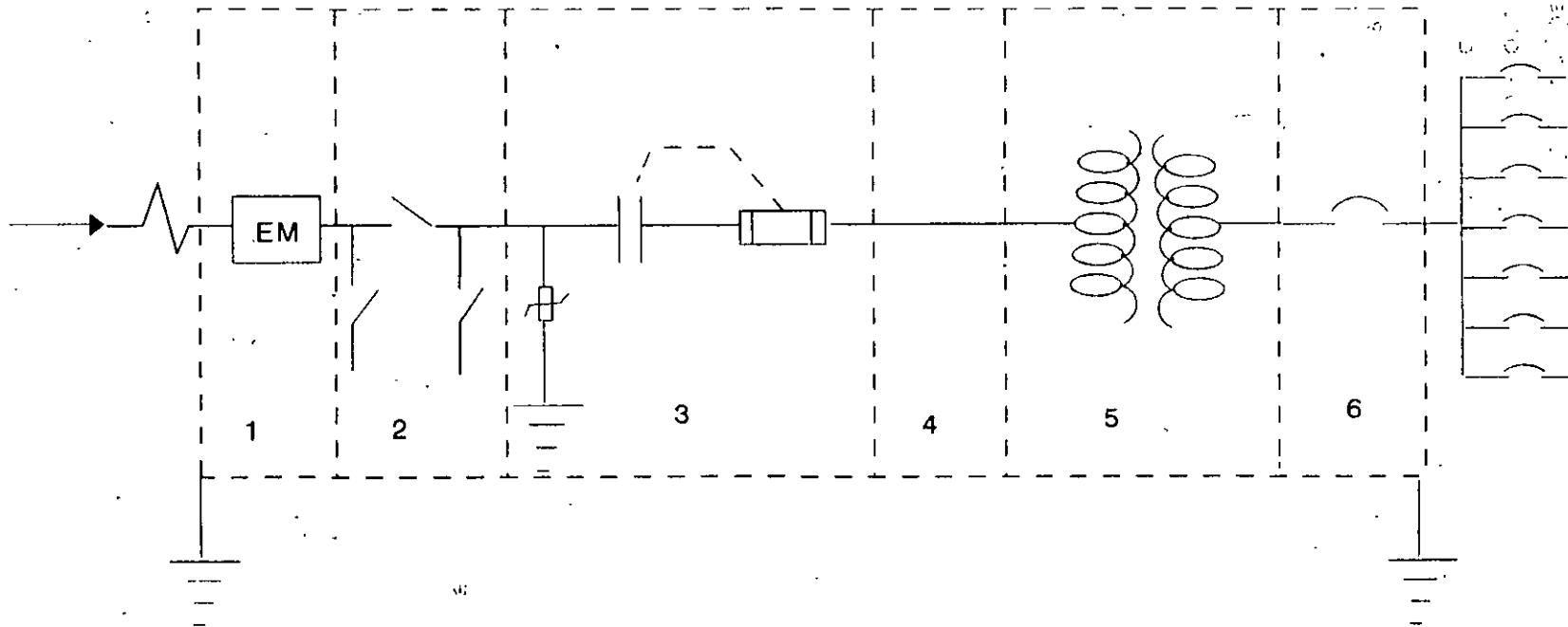
De acuerdo a la capacidad y confiabilidad de la subestaciones estas pueden tener uno o mas transformadores teniendo diferentes esquemas entre los que podemos citar.

- a) Radial simple con un solo transformador para capacidades máximas de 1000 kVA.
- b) Secundario selectivo.
- c) Red interconectada.
- d) Primario selectivo.
- e) Primario en anillo.

Los arreglos "b", "a", "e" generalmente son utilizados para subestaciones mayores a 1000 kVA.

DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE UNA SUBESTACIÓN INDUSTRIAL EN GABINETE

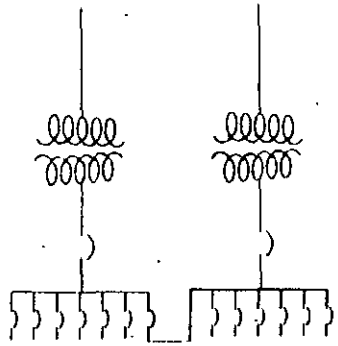
40



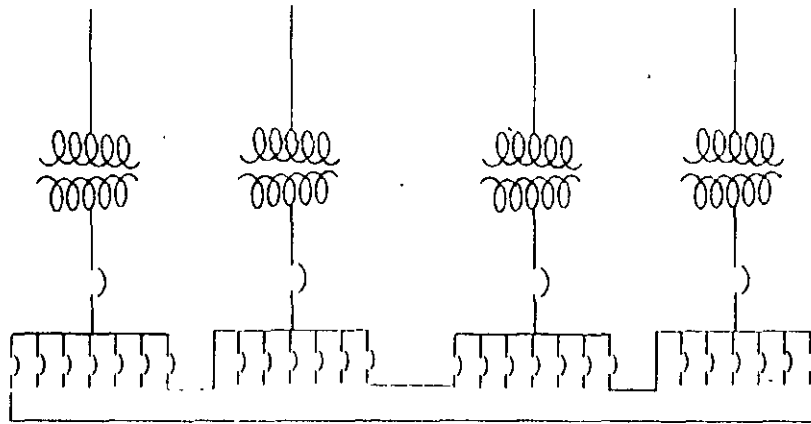
- 1.- Acometida
- 2.- Cuchilla de paso y/o prueba.
- 3.- apartarrayos, interruptor, fusible.
- 4.- Acoplamiento.
transformador.
- 5.- Interruptor gral de B.T.

ARREGLOS DE SUBESTACIONES EN M.T.

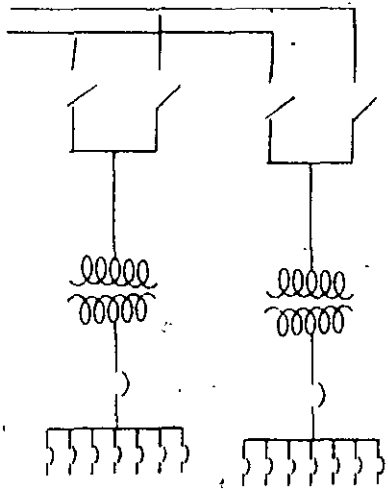
41



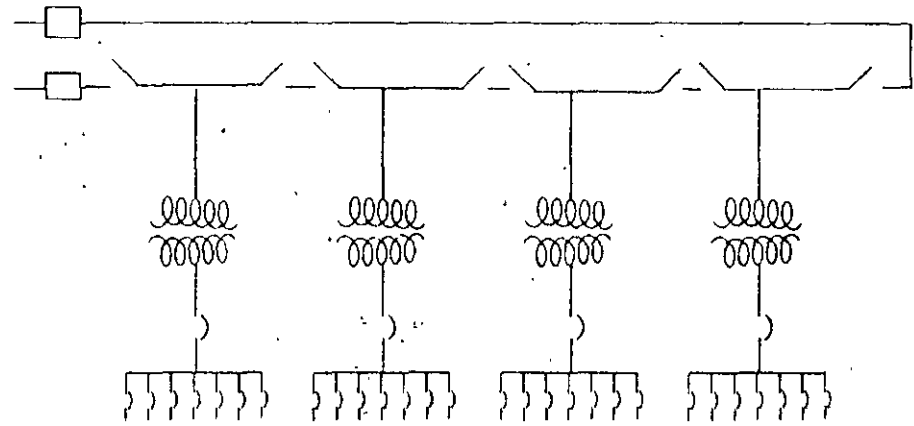
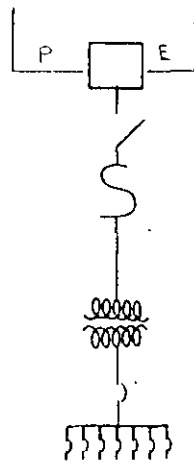
SECUNDARIO SELECTIVO



RED INTERCONECTADA



PRIMARIO SELECTIVO



PRIMARIO ANILLO

6.7 Especificaciones eléctricas en lugares especiales.

Todos las tuberías en estas instalaciones deben de ser roscadas y apretadas con firmeza en caso contrario utilizar puentes unión para evitar arcos debidas a corrientes circulantes por la canalización.

CLASIFICACIÓN:

CLASE I. son los lugares donde en el aire se encuentran gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

GRUPO A: Atmósferas que contengan acetileno.

GRUPO B: Atmósferas que contengan hidrógeno, combustibles y procesos de gases combustibles que contengan mas del 30 % de hidrógeno en volumen en gases o vapores de peligrosidad equivalente.

GRUPO C: Atmósferas con éter etílico, gases o vapores de peligrosidad equivalente.

GRUPO D: Atmósferas con acetona, amoníaco, benceno, butano, ciclopropano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, gases o vapores equivalentes.

DIVISIÓN I. Hay o puede haber concentración de gases o vapores inflamables, como donde se llenan tanques.

DIVISIÓN II. Donde los líquidos vapores o gases, están confinados dentro de un recipiente cerrado y puede escapar solo en caso de ruptura accidental.

CLASE II. son lugares donde se tienen presencia de polvo combustible.

DIVISIÓN I. Hay polvo en el aire o bien en caso de una falla mecánica puede producir una explosión o bien hay polvos conductivos del grupo E.

DIVISIÓN II. El polvo combustible no esta en el aire pero ocasionalmente se puede acumular.

GRUPO E: Atmósfera que contengan polvos metálicos combustibles como el aluminio, magnesio y aleaciones, donde el numero de partículas, abrasivos y conductividad presenten peligros similares en la utilización de equipo eléctrico.

GRUPO F: Atmósfera que contiene polvos de carbón combustible como carbón negro, carbón mineral, carbón o coque, con mas^o del 8% del total de los materiales volátiles o polvos sensibilizados por otros materiales, de modo que presenten un peligro de explosión.

GRUPO G: Atmósfera que contengan polvos combustibles no incluidos en los grupos E y F como flúor, granos, madera, plásticos y químicos.

CLASE III. presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición pero con poca probabilidad que se mantengan juntas para producir mezclas inflamables.

DIVISIÓN 1. Se manejan, manufacturan o usan fibras inflamables, como es el manejo de telas.

DIVISIÓN 2. Se almacenan o manejan fibras fácilmente inflamables.

Todos los equipos utilizados en esta areas deben de estar certificado y estar marcados indicando, clase, grupo y temperatura ambiente 40°C.

T1-842, T2-576, T2A-536, T2B-500, T2C-446, T2D-419, T3-392, T3A-356, T3B-329, T3C-320, T4-375, T4A-248, T5-212, T6-185.

estas temperaturas deben de ser menores a las temperaturas de ignición que son:

GRUPO A - 280 , GRUPO B - 280 , GRUPO C 180 , GRUPO D 280 ,
POLVOS ORGÁNICOS 165.

Todas estas instalaciones debe de contar con sellos que no permitan que en el interior de las canalizaciones o de los ductos de estos se pueda propagar el fuego por lo que cada vez que se cambie de ambiente se deberán colocar sellos que garanticen un aislamiento.

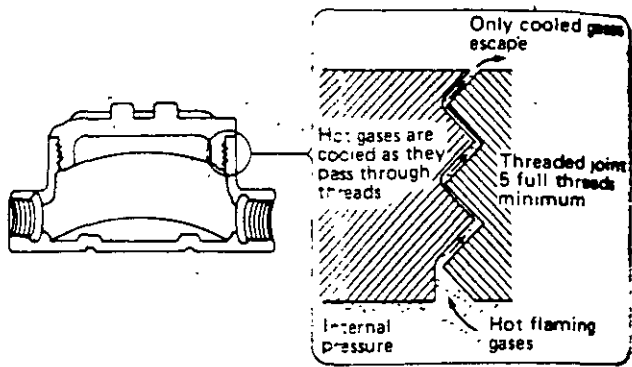


Figure 501-1. Hot gases are cooled as they pass through the threads of a screw-type cover of an explosionproof junction box.

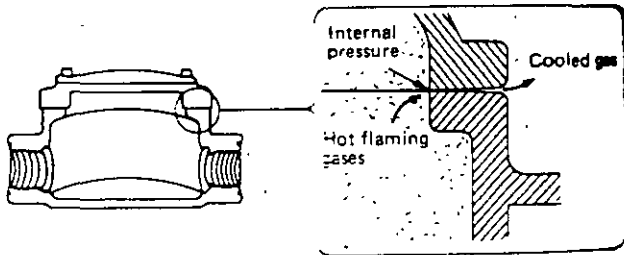


Figure 501-2. Hot gases are cooled as they pass across a machined-flanged joint. The clearance between the machined surfaces is kept very small.

(3) Where two or more enclosures for which seals are required under (a)(1) and (a)(2) above are connected by nipples or by runs of conduit not more than 36 inches (914 mm) long, a single seal in each such nipple connection or run of conduit shall be considered sufficient if located not more than 18 inches (457 mm) from either enclosure.

See Figure 501-8.

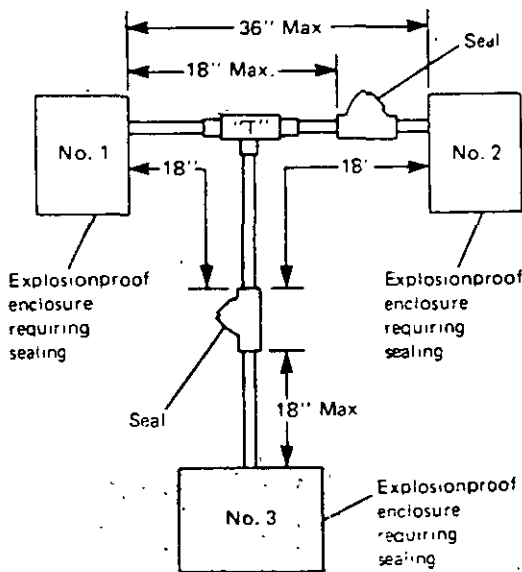


Figure 501-8. Two seals are required here so that the run of conduit between Enclosure No. 1 and Enclosure No. 2 is sealed. Even if Enclosure No. 3 were not required to be sealed, the seal in the vertical run of conduit to Enclosure No. 3 would be required to be sealed within 18 inches of Enclosure No. 1 because the vertical conduit run to the "T" fitting is a conduit run to Enclosure No. 1.

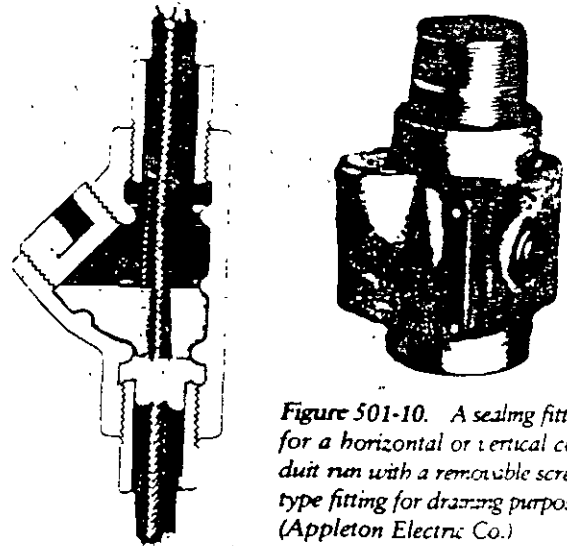


Figure 501-10. A sealing fitting for a horizontal or vertical conduit run with a removable screw-type fitting for drawing purposes. (Appleton Electric Co.)

Figure 501-9. A sealing fitting placed in a run of conduit to minimize the passage of gases from one portion of the electrical installation to another. (Crouse-Hinds)

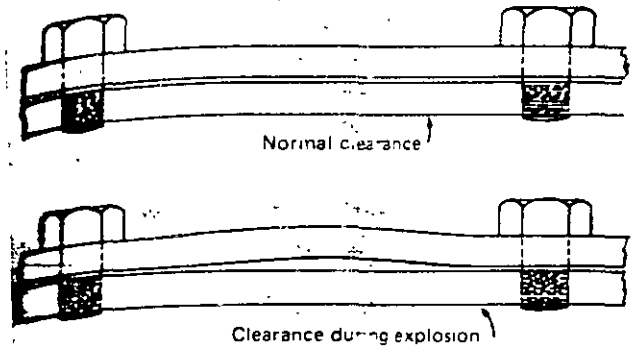


Figure 501-3. Effect of internal explosion on cover-to-body joint clearance in explosionproof enclosure. (Underwriters Laboratories Inc.)