

24: 91



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO ELECTRICO PARA  
UNA PLANTA EMBOTELLADORA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA: INGENIERIA DE SISTEMAS  
ELECTRICOS Y ELECTRONICOS  
P R E S E N T A N**

**BENIGNO WALTER NANGO ZAPATA  
OSCAR SOLORIZANO PEREZ  
MIGUEL ANGEL HERNANDEZ LOPEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE GENERAL

Pág.

CAPITULO I.-	INTRODUCCION Y DISTRIBUCION	
	GENERAL DE LA PLANTA . . . . .	1
CAPITULO II.-	SUBESTACION ELECTRICA . . . . .	12
CAPITULO III.-	CIRCUITOS DE ALIMENTACION	
	DISTRIBUCION Y CONTROL . . . . .	52
CAPITULO IV.-	TABLEROS Y CONTROLES . . . . .	61
CAPITULO V.-	INTERRUPTORES . . . . .	84
CAPITULO VI.-	MOTORES ELECTRICOS . . . . .	97
CAPITULO VII.-	ALUMBRADO . . . . .	123
CAPITULO VIII.-	EQUIPO DE MEDICION Y FORMULAS . . . . .	131

CAPITULO I

INTRODUCCION Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

## INTRODUCCION Y DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA.

### MANTENIMIENTO:

Un buen servicio de conservación de instalaciones y equipo busca reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo que hacer más eficaz el empleo de dichos elementos y de los recursos humanos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible. La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poseer controles adecuados, de poder planear y programar con acierto, ha sido puesta de relieve por varios motivos, a saber;

- 1.- Una creciente mecanización
- 2.- Una mayor complejidad del equipo
- 3.- Aumento de inventarios de repuestos y accesorios
- 4.- Controles más estrictos de la producción
- 5.- Menores plazos de entrega
- 6.- Exigencias crecientes de una buena calidad
- 7.- Costos mayores.

### OBJETIVOS:

Los objetivos de la función de mantenimiento son - los siguientes:

- 1.- Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo - para la producción.

2.- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro.

3.- Conseguir estas metas en la forma más económica posible y a largo plazo.

También para el departamento de mantenimiento el -- propósito primario y último es impulsar y cooperar a la generación de utilidades para la empresa. La meta subordinada se encuentra estrechamente vinculada a la producción como medio para el logro de utilidades.

Si el objetivo final es la utilidad, resulta, pues, necesario conservar las instalaciones que contribuyen a la producción en un estado de eficiencia máxima y con un costo mínimo. Esto exige lo siguiente:

1.- Mantenimiento preventivo, como limpiar, engrasar, ajustar, etc., con miras a economizar la producción.- Cuando el equipo está en malas condiciones tienen lugar pérdidas cuantitativas y cualitativas.

2.- El aseo personal, la salud y la seguridad de los trabajadores mejorar el trabajo y el aprovechamiento.

3.- La planeación debe hacerse en conformidad con los objetivos de tiempo establecidos: La imprecisión en la estimación del tiempo repercute en los plazos, causa trastornos en los asuntos prioritarios, suscita efectos negativos en los costos y perturba la coordinación y sincronización con otros departamentos.

4.- La planeación deberá basarse en el costo real de la mano de obra de reparación. Una diversificación en los costos de mano de obra tendrá efectos en los cálculos y hará que se exceda el presupuesto.

5.- La planeación tendrá que ser de acuerdo con la disponibilidad de materiales actuales y los costos.

Toda desviación de los materiales disponibles - implica demoras, con el consiguiente desorden de programas y prioridades.

La desviación en los costos de materiales afecta las estimaciones y ocasiona aumentos en el presupuesto.

6.- Es menester establecer controles para determinar si se está cumpliendo o no con los planes y si se está avanzando hacia la realización de los objetivos. Tendrán que hacerse los ajustes necesarios en el desempeño antes de que las imprecisiones perjudiquen producción, mantenimiento y otras metas, y de que llegue a ser imposible evaluar la calidad de la operación de mantenimiento.

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El mantenimiento preventivo puede ser definido como la conservación planeada de fábrica y equipo, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones-

defectuosas. Su finalidad es reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva, resultantes de negligencias. No debería permitirse que ninguna máquina o instalación llegase hasta el punto de ruptura.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa dinero en conservación y operación.

En todo plan de mantenimiento preventivo se pueden introducir cuantos refinamientos se deseen. A un extremo del asunto, cuando se trata de una fábrica pequeña y la producción no es crítica, este tipo de mantenimiento puede constar de una inspección informal del equipo por parte del director de la fábrica, de acuerdo con un plan periódico.

Independientemente del grado de refinamiento a que se quiera llegar, un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado debe incluir:

- 1.- Una inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
- 2.- El mantenimiento necesario para remediar estas situaciones antes de que lleguen a ser de gravedad.

Si se permite que el equipo o instalaciones se deterioren, ya sea por un falso sentido de economía o por una producción muy presionada, es preciso trazar planes para-



elevar el nivel del equipo hasta un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla, ya que es necesario llegar hasta una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de mantenimiento preventivo. De otro modo, la fuerza de mantenimiento estará demasiado ocupada reparando averías para que se pueda llevar a cabo una inspección y mantenimiento bajo programa. Diremos, como regla empírica, que una empresa que emplee más de 75% de su tiempo de mantenimiento en arreglar descomposturas, es posible que llegue a tropezar con serias dificultades para pasar a una condición de mantenimiento preventivo, a menos de que acondicione debidamente su maquinaria para que existan operaciones normales, más bien que anormales.

Una vez establecido el programa, el número de trabajadores tendrá que ser inferior al que había cuando se inició, como resultado de reparaciones más económicas y menos paros. Por otra parte, el tiempo perdido en la producción disminuirá, con un apreciable ahorro en los costos.

#### EL PORQUE DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Nunca faltará quien pregunte: ¿para que implantar un programa de mantenimiento preventivo si como estamos nosotros hayamos bien? Se trata de una inquisición válida, sea que provenga del presidente de la empresa o del sobrestan --

te de ingreso reciente. Una respuesta sencilla sería que si no pudiera demostrarse que la compañía obtendría un sensible ahorro en el mantenimiento preventivo, no habría porque adaptarlo. Pero si se le concibe, pone en obra y controla como debe ser, no hay porque pensar que no se conseguirá economías.

Desde luego, el objetivo principal para poner en práctica el mantenimiento preventivo es bajar los costos, pero esta economía puede asumir distintas formas;

- 1.- Menor tiempo perdido como resultado de menos paro de maquinaria por descomposturas.
- 2.- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- 3.- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de mantenimiento, como resultado de laborar un programa preestablecido, en lugar de hacer lo inopinadamente para componer desarreglos.
- 4.- Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.
- 5.- Menor costo por concepto de composturas. Cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes y con ello aumenta todavía más el costo de reparación. Una atención previa a que se presenten averías que reducirá los costos.

6.- Menos ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mayor condición de equipo.

7.- Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar la necesidad de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien el remplazo de máquinas anticuadas.

8.- Mejores condiciones de seguridad.

Las ventajas del mantenimiento preventivo son múltiples y variables y benefician no sólo a la fábrica pequeña, sino también a los grandes complejos industriales. A sí mismo, presenta ventajas para las fábricas que sirven sobre pedido, las de alta producción, las de elaboración o procesamiento, las de productos químicos, en fin, puede decirse que para toda clase y dimensión de instalaciones.

Al llegar a éste punto, creemos conveniente formular una regla para el mantenimiento preventivo. Es la siguiente: a mayor valor de las instalaciones por metro cuadrado, mayor será el beneficio del mantenimiento preventivo. Por lo que no habrá una sólo empresa bien administrada que no quiera adoptar el procedimiento del mantenimiento preventivo.

Antes de emprender un mantenimiento preventivo es -

indispensable trazar un plan general y despertar el interés de quienes participen en el mismo, e inclusive de -- quienes le sean ajeno.

Desde luego, habrá que dedicar gente a la iniciación y operación de un programa de mantenimiento preventivo.- Las necesidades varían de acuerdo con el tipo y tamaño - de la fábrica. Tendrá que implantarse poco a poco y paso por paso.

Un rasgo esencial del mantenimiento preventivo es la acumulación de datos históricos de reparación de maquinaria y equipo general, la cual se efectúa en forma de - solicitud de mantenimiento mediante perforación de datos estadísticos, o bien en tarjetas de registro histórico - donde se asientan manualmente las reparaciones importantes.

#### REVISION ANUAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Por lo menos una vez al año será necesario revisar el programa de mantenimiento preventivo para identificar cualquier tendencia o defecto surgido en el transcurso - del mismo. Habrá que precisar si la frecuencia de las -- inspecciones es la apropiada, que el contenido de las -- formas de cotejo sea el necesario sin incurrir en exageraciones, que la maquinaria vital esté incluida en el -- programa, que las formas de papelería estén bien proyec-

tadas y que los registros estén siendo llevados debidamente para que sean de positiva utilidad, etc. Los cambios que impongan la revisión deberán hacerse de inmediato, pero habiéndolos sopesado antes con base en hechos concretos para que no haya que dar marcha atrás -- posteriormente.

Pero aún cuando se lleve a cabo esa revisión anual minuciosa, esto no eliminará la necesidad de una atención constante a los resultados del funcionamiento del mantenimiento preventivo. A menudo sucede que cuando una unidad de equipo exige una dedicación mayor que la usual, conviene elaborar registros detallados adicionales cuando se efectúan inspecciones detalladas, los cuales constituirán una base tangible para hacer los cambios antes de que se llegue la revisión anual a que nos hemos referido.

#### MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Es aquel que se ejecuta una vez que se ha presentado la falla, generalmente éstas fallas son imprevistas y ocasionan la inactividad de la máquina.

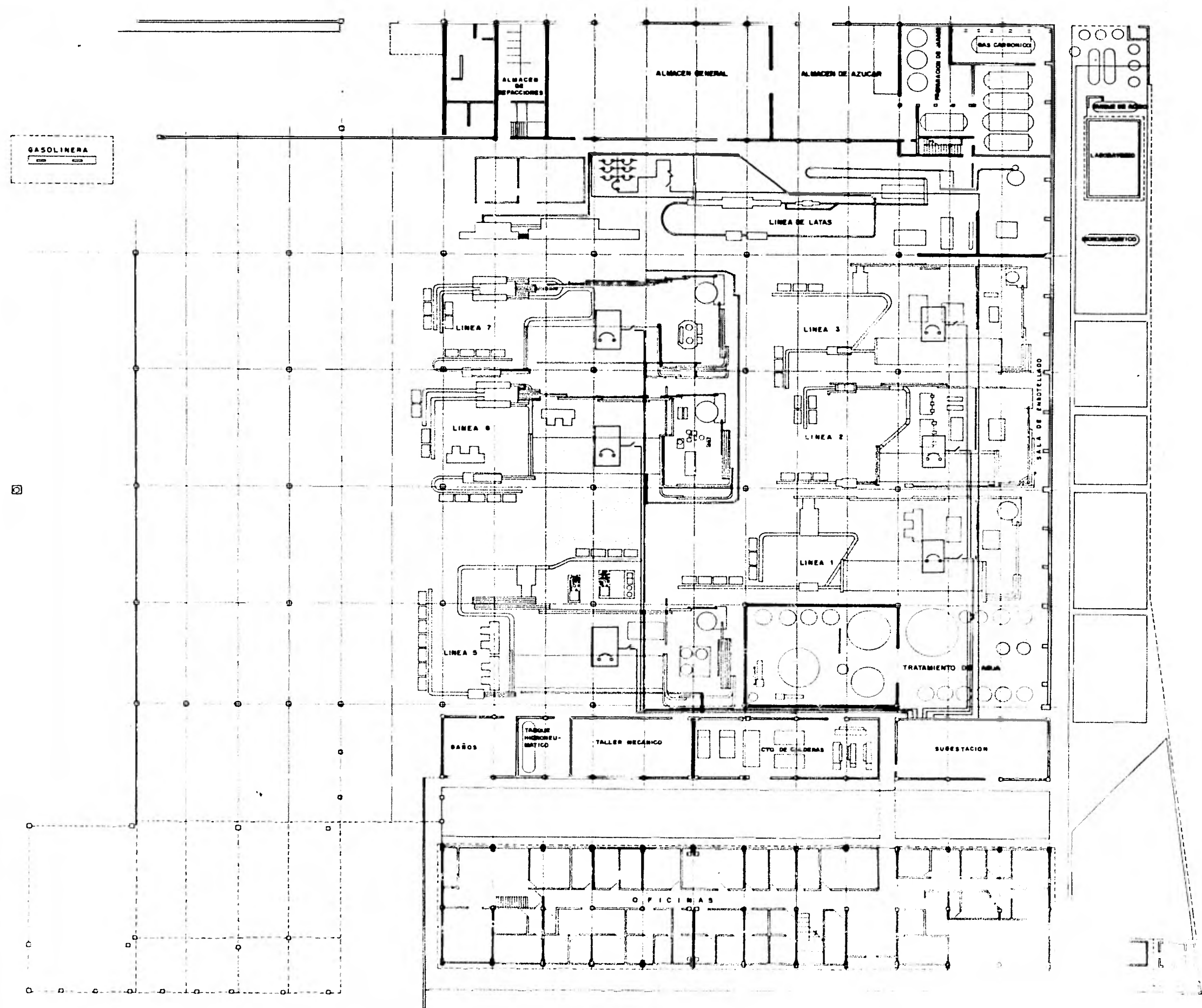
En éste sistema de mantenimiento, la característica es la corrección de las fallas a medida que se van presentando, ya sea por síntomas claros y avanzados, o por falla total;

Este es el sistema más generalizado, posiblemente por ser el que menos conocimientos y organización requiere, -- trayendo como consecuencia los siguientes aspectos negativos; cargas de trabajo incontrolables, que causan actividades intensas, que cuando son imperiosas obligan al pago de horas extras y la interrupción de los servicios o la producción; teniendo la necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado. En resúmen son las consecuencias lógicas cuando se sufre un percance inesperado.

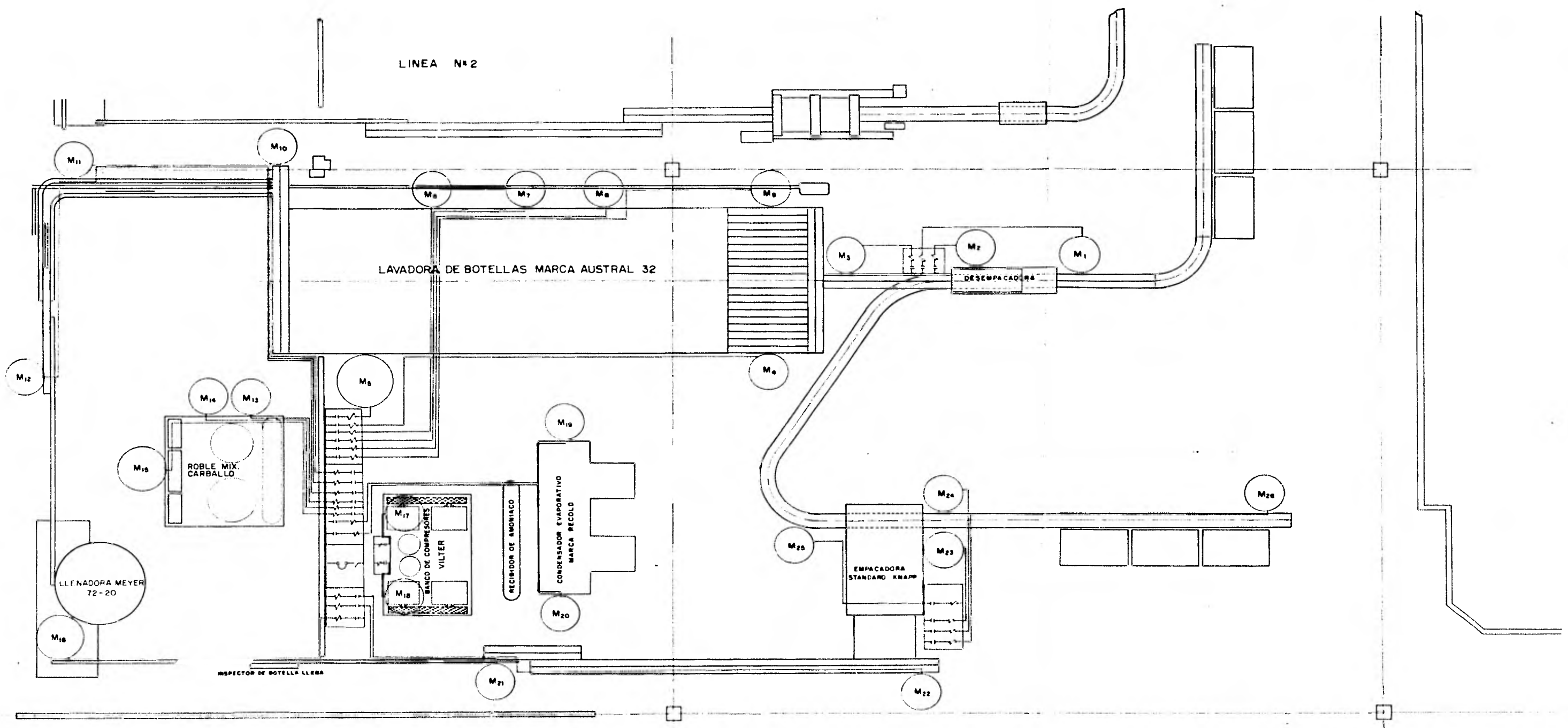
Como se observa, el mantenimiento correctivo, impide el diagnóstico exácto de las causas que provocan las fallas, pués se ignora si fué por mal trato, abandono o por desgaste natural, etc., por lo tanto sólo debe ser aplicado como emergencia.

Las causas asignables que hacen el uso del mantenimiento correctivo, pueden ser:

- 1.- Falta de planificación del mantenimiento
- 2.- Personal no capacitado
- 3.- Condiciones extremas de trabajo a que son sometidas -- las máquinas
- 4.- Como desventajas de éste tipo de mantenimiento, se pueden enumerar:
- 5.- Mayor número de máquinas en reparación
- 6.- Elevado costo de reparación
- 7.- Disminución de vida económica y útil.



U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULO		
"DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA"		
REVISOR: ING. C. LOPEZ PORTILLO	PLANO N° 1/1	1981



U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TITULO		
"DIAGRAMA UNIFILAR DE LA LINEA"		
REVISO	ING. C. LOPEZ PORTILLO	PLANO N° 1/1 1981.



CAPITULO II

SUBESTACION ELECTRICA.

## SUBESTACION ELECTRICA

### OBSERVACIONES GENERALES

En todas aquellas plantas embotelladoras, cuya capacidad instalada es tal, que amerita y paga la inversión de una subestación eléctrica, es posible amortizar el -- costo de dicha subestación mediante la diferencia de tarifa, entre las de alta tensión de 23 000, 13 800, etc., volts; y las de baja tensión de 127,220,440, etc..... volts.

El disponer de una subestación eléctrica, aparte de las ventajas económicas en cuanto al pago de energía se refiere, permite el embotellador disponer de un mayor -- control en sus circuitos, y de una mejor regulación de -- su voltaje de régimen. Todavía más, cuando el embotellador está recibiendo en el primario de su transformador, -- un voltaje tal, que le induce en el secundario un voltaje de utilización más bajo o más alto que el de régimen necesario en sus instalaciones, tiene la posibilidad de regularlo moviendo los taps de su transformador hacia -- arriba o hacia abajo según el caso presentado.

### DEFINICION DE SUBESTACION ELECTRICA:

En el empleo de energía eléctrica. Ya sea para líneas industriales, comerciales o residenciales, intervie

nen una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico utilizado para un fin determinado se le conoce con el nombre de: SUBESTACION ELECTRICA.

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (VOLTAJE, CORRIENTE, FRECUENCIA, etc.) tipo corriente continua a corriente alterna o bien conservarle dentro de ciertas características.

CLASIFICACION:

Es difícil hacer una clasificación precisa de las - subestaciones, pero de acuerdo con lo que hemos estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación:

a).- POR SU OPERACION

- 1.- De corriente Alterna
- 2.- De corriente Continua

b).- POR SU SERVICIO

- 1.- Primarias { Elevadoras  
Receptoras, reductoras  
De enlace o Distribución  
De switcheo o de maniobra  
convertidoras o rectificadoras

- 2.- Secundarias { Receptoras { Elevadoras  
Reductoras  
Distribuidoras  
De enlace  
Convertidoras o Rectificadoras

c).- POR SU CONSTRUCCION:

- 1.- De tipo interperie
- 2.- De tipo interior
- 3.- De tipo blindado.

## ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se -  
pueden clasificar en: **ELEMENTOS PRINCIPALES Y ELEMENTOS  
SECUNDARIOS.**

### ELEMENTOS PRINCIPALES

- 1.- Transformador
- 2.- Interruptor
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fusibles
- 5.- Cuchillas desconectadoras y cuchillas de prueba
- 6.- Apartarrayos
- 7.- Tableros duplex de control
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de instrumento

### ELEMENTOS SECUNDARIOS

- 1.- Cables de potencia
- 2.- Cables de control
- 3.- Alumbrado
- 4.- Estructura
- 5.- Herrajes
- 6.- Equipo contra incendio
- 7.- Equipo de filtrado de aceite

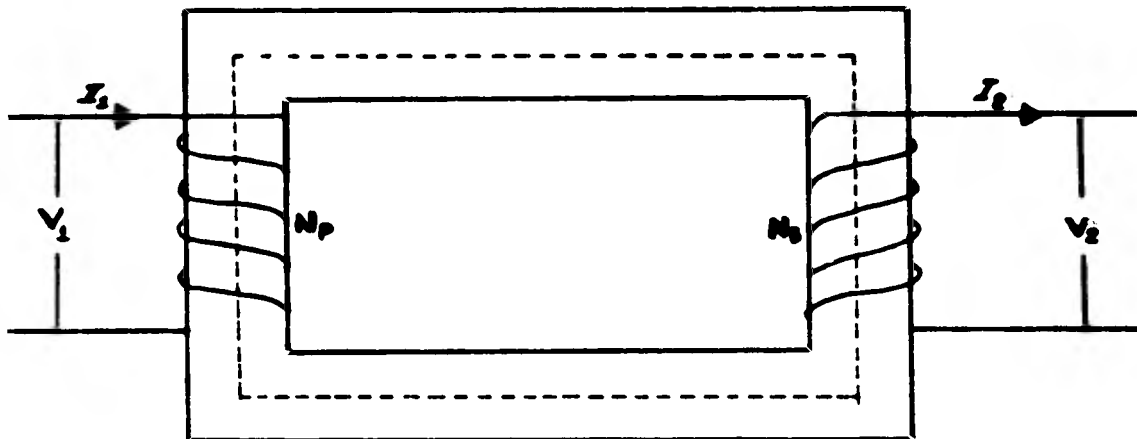
- 8.- Sistema de tierra
- 9.- Carrier
- 10.- Intercomunicación
- 11.- Trincheras, ductos, conductos, drenajes
- 12.- Líneas

Como se vió anteriormente, el elemento principal de una subestación eléctrica lo constituye el TRANSFORMADOR:- que como se dijo antes, permite la utilización de la energía de alta tensión transformándola en energía de baja tensión, propia para su directa utilización.

DEFINICION:

- a).- Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro, - conservando la frecuencia constante.
- b).- Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.
- c).- Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados mag-  
néticamente y aislados eléctricamente.
- d).- Usualmente se hace con un cambio de voltaje, aunque -  
ésto no es necesario.

## DIAGRAMA ELEMENTAL DE UN TRANSFORMADOR



$V_1$  = Voltaje en el devanado primario

$V_2$  = Voltaje en el devanado secundario

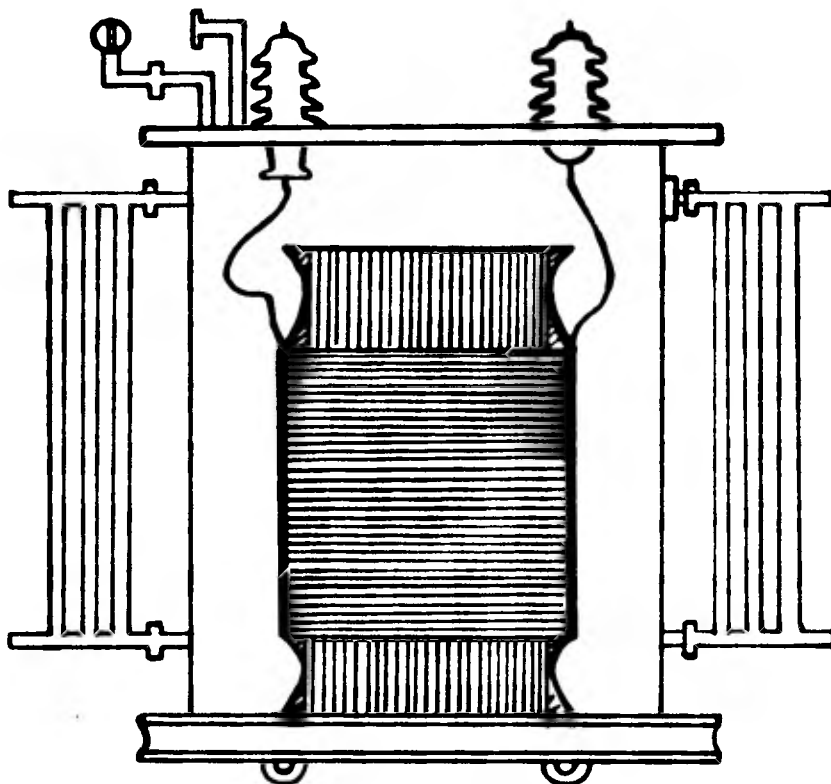
$N_p$  = Número de vueltas en el devanado primario

$N_s$  = Número de vueltas en el devanado secundario

$I_1$  = Corriente en el devanado primario

$I_2$  = Corriente en el devanado secundario

PARTES PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR:



- 1.- Tanque
- 2.- Tubos radiadores
- 3.- Núcleo (circuito magnético)
- 4.- Devanados
- 5.- Tanque conservador
- 6.- Indicador del nivel de aceite
- 7.- Relé de protección (Buchholz)
- 8.- Boquillas ó aisladores de porcelana
- 9.- Conexión de tubos radiadores
- 10.- Termómetro
- 11.- Bases de rodar
- 12.- Refrigerante.



## CLASIFICACION:

Los transformadores se pueden clasificar por:

a).- La forma de su núcleo:

- 1.- Tipo columnas
- 2.- Tipo acorazado
- 3.- Tipo envolvente
- 4.- Tipo radial

b).- Por el número de fases:

- 1.- Monofásicos
- 2.- Trifásicos

c).- Por el número de devanados:

- 1.- Dos devanados
- 2.- Tres devanados

d).- Por el medio refrigerante:

- 1.- Aire
- 2.- Aceite
- 3.- Líquido inerte

e).- Por el tipo de enfriamiento:

- 1.- Enfriamiento OA
- 2.- " " OW
- 3.- " " OW/A
- 4.- " " OA/AF

5.-	Enfriamiento	OA/FA
6.-	"	FOA
7.-	"	OA/FA/FOA
8.-	"	FOW
9.-	"	A/A
10.-	"	AA/FA

f).- Por su regulación:

- 1.- Regulación Fija
- 2.- Regulación variable con-  
carga
- 3.- Regulación variable sin-  
carga

g).- Por su operación:

- 1.- De potencia
- 2.- De distribución
- 3.- De Instrumentación
- 4.- De horno eléctrico
- 5.- De ferrocarril

Haciendo una generalización de los transformadores se clasifican en los tres primeros grupos mencionados del punto g).-

Sin embargo nosotros enfocaremos nuestro estudio y -- mantenimiento preventivo de los transformadores de potencia (grupo 1)

Por sus características de diseño y construcción, se puede decir que los transformadores han sido creados para durar muchos años en perfectas condiciones de operación, - siempre y cuando sean protegidos debidamente, y se tengan ciertos cuidados en su mantenimiento.

Particularmente puede decirse que los transformadores por ser máquinas estáticas y sin piezas en movimiento, requiere de poco mantenimiento.

#### MANTENIMIENTO.

A continuación se detallan las inspecciones que tienen que efectuarse para lograr la finalidad de una larga vida y un buen servicio.

#### INSPECCIONES SEMANALES:

Es una inspección ocular del estado externo en general.

1.- TRANSFORMADORES. Comprobar y reportar la corriente de carga (comprobar con la corriente nominal).

Esto se lleva a cabo observando los indicadores de consumo de corriente por las cargas (amperímetros) y comparando con la corriente nominal dada en los datos de placa del mismo transformador, y observando si está o no trabajando dentro de las normas establecidas.

2.- TERMOMETRO. Comprobar y reportar el indicador rojo - de temperatura (comprobar con temperatura nominal).- Observando el indicador de temperatura que se encuentra en la parte superior del transformador que temperatura marca sobre la temperatura ambiente y compararla con la temperatura indicada en los datos de placa, que es en la que debe estar trabajando en condiciones normales.

En caso de existir varios transformadores, trabajando en paralelo, éstos deben de tener la misma temperatura, ya que de no existir uniformidad en alguno de ellos, será porque está desbalanceado el consumo corriente y está trabajando en condiciones anormales.

3.- INDICADORES DE NIVEL, FLUJO Y TEMPERATURA. Checar su funcionamiento y anotar los resultados en las formas y comprobar con valores nominales.

En caso de existir un indicador en mal estado (no marque) éste será reportado y programado para su reparación en el próximo paro, ya que de esto depende la vida útil del transformador y evitar una avería de mayor grado por ésta falta de información de funcionamiento.

4.- RADIADORES. Comprobar y reportar su operación:

Esto es, si la parte superior está caliente y la in

ferior más fría, es que existe circulación adecuada de -  
aceite y por lo tanto está trabajando bien.

#### INSPECCIONES MENSUALES.

Este tipo de mantenimiento, para llevarse a cabo, -  
puede ser necesario parar un tiempo mínimo o aprovechar-  
un día de paro de las actividades de la planta, con la -  
finalidad de no afectar los **intereses** económicos de la -  
compañía, pero de no llevarse a efecto las inspecciones,  
se corre el riesgo de tener fallas de mayores consecuen-  
cias.

Se procederá a desconectar y desenergizar el trans-  
formador, antes de ejecutarse este programa.

1).- Inspección ocular de su estado externo en general -  
efectuar la limpieza exterior del tanque, tapa, tu-  
bos de circulación de aceite para enfriamiento, vál  
vulas, aisladores, aislamientos, bases, observar fu  
gas de aceite y ventiladores. Además comprobar el a  
priete de las conexiones.

Revisar si las boquillas no están flameadas por so-  
bretensiones de origen externo o atmosféricas. La rotura  
de boquillas de alta y baja tensión, ocasionadas por fe-  
nómenos transitorios de la corriente, descargas atmosfé-  
ricas, defectos de materiales de los mismos aisladores -  
o bridas y, por último de golpes directos. Cuando se pre

senta este caso, el transformador ha quemado uno o más fusibles, por lo que será necesario desconectarlo de la red y observar detenidamente una a una las boquillas tratando de encontrar la rotura por medio de ligeros movimientos -- con la mano, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones, - la rotura puede ser casi invisible, pues ha sido provada - por una perforación de la corriente, en cuyo caso, el malno aparecerá con los simples movimientos que imprimamos, - teniendo necesidad de proceder a quitar la tapa superior - y desconectar los alambres de los devanados para verificar la prueba correspondiente, bastando en este caso poner el aislador o aisladores por otros de la misma clase, los fusibles quemados y conectar nuevamente el transformador a - la red.

2).- Observar que los aparatos indicadores de nivel, temperatura, de flujo, sistema deshidratador, sistema inertaire. Checar y reportar su estado, anotando en tarjetas de reporte adecuadas para tal objeto, el nivel -- del aceite, ya sea "normal", "alto", o "bajo" y observar si la temperatura está dentro de los límites de - seguridad, 60°C como temperatura máxima, anotar tam - bién en las tarjetas, la temperatura ambiente, con la finalidad de poder determinar la sobreelevación de -- temperatura del transformador.

3).- Comprobar y reportar su estado y funcionamiento de: -

alarmas por nivel, flujo y temperatura, ventiladores y bombas. Cuando son sub-estaciones compactas o interiores, revisar el perfecto estado y funcionamiento de los ventiladores y los extractores, para que se tenga una buena circulación del aire.

- 4).- Comprobar lecturas del termómetro y del vacuómetro para checar si el sello es perfecto.

Cuando existe tanque conservador verificar unicamente fugas.

- 5).- Checar el sistema deshidratador de aire.

En unidades que lleven desecador de aire en el tanque, comprobar el estado de silicagel (si ésta es de color morado, tratar de activarla nuevamente a un horno a - - - 100°C ó bien cambiarla por otra nueva).

Analizar la causa del exceso de humedad.

- 6).- Diagrama de expulsión de gases.

Reportar su estado, en caso de haber operado reponerlo y analizar la causa posible de la falla.

- 7).- Conexiones eléctricas exteriores.

Checar y reportar si hay señales de calentamiento.

- 8).- Observar y reportar si existen ruidos magnéticos, vibraciones ó condiciones anormales de alguna especie.

- 9).- Chequeo general de tableros de conexiones del sistema de control de protección.

a).- Limpiar con aire comprimido seco.

- b).- Observar si no hay señales de calentamiento en--  
las terminales (apretar tornillería si es necesa  
rio).

#### INSPECCIONES SEMESTRALES.

Nuevamente hacemos notar que para la ejecución de és-  
te tipo de programa, debe desenergizarse el transformador.

#### 1).- ACEITE O LIQUIDO DIELECTRICO:

Efectuar las siguientes pruebas al aceite y reportar-  
los resultados.

- a).- Color del aceite (normal u oxidado)
- b).- Materias en suspensión o cedimentos
- c).- Contenido de agua
- d).- Tensión superficial
- e).- Acidez
- f).- Rigidez dieléctrica (KV. de ruptura)
- g).- Conclusiones sobre el estado del aceite

#### 2).- AISLAMIENTO:

Reportar los resultados después de efectuar las si -  
guientes pruebas.

- a).- Resistencia de aislamiento entre bobinas de al-  
ta tensión y las de baja tensión y alta tensión  
contra terciario si lo tiene.
- b).- Resistencia de aislamiento entre bobinas de al-



## ta tensión y tierra

c).- Resistencia de aislamiento entre bobinas de baja tensión y tierra-baja tensión contra terciario si lo tiene.

d).- Resistencia de la conexión a tierra.

Una buena conexión a tierra no debe tener más de 5 ohms de resistencia.

e).- Checar y reportar si el núcleo, estructura metálica y el tanque se encuentran conectados firmemente a tierra.

f).- Checar y reportar si el neutro del transformador está conectado firmemente a tierra y a través de que.

Para comprobar las conexiones a tierra se hace lo siguiente:

1.- Asegurarse que la zapata del cable a tierra, esté conectada correctamente y en buen estado, evitando así falsos contactos.

2.- Mantener la humedad de las tierras y verificar la continuidad del cable.

3).- SISTEMA DE PROTECCION

Comprobar que las protecciones del transformador (re - levadores de sobrecarga, diferenciales, de presión de gas, de flujo, etc.) funciones correctamente, desconectando el transformador oportunamente.

4).- BOQUILLAS TERMINALES, APARTARRAYOS, AISLADORES.

chechar y reportar su estado de limpieza (cumpliendo con los requisitos de seguridad necesarios: desenergizar, aterrizar, etc.).

5).- VALVULA DE ALIVIO CONTRA SOBREPRESION.

a).- Revisar el diagrama de la válvula de alivio (reponerlo si es necesario).

b).- Lubricar el mecanismo de la válvula de alivio - cuando no hay tanque conservador.

INSPECCION ANUAL

Tanto para efectuar las inspecciones anuales, tres años y así como las de cada diez años de los transformadores, se requiere de un equipo especial y costoso, que por lo mismo, es antieconómico el que una planta embotelladora lo adquiera, pues se utilizará solamente cada año, significando por lo tanto una inversión muerta.

Por consiguiente, es conveniente que estas inspecciones se contraten con personal especializado que cuente con el equipo adecuado para llevarlas a efecto.

Este programa debe ejecutarse en conjunto con el 2o. programa semestral.

1).- RELEVADOR BUCHHOLZ.

a).- Checar el estado físico de las conexiones con el sistema de alarmas y de disparo.

b).- Comprobar el funcionamiento de relevador en base a su respuesta de alarmas y disparo.

2).- APARTARRAYOS

Cuando se tengan manifestaciones de falta de protección en transitorios, si las tierras son buenas, habrá que poner los apartarrayos.

3).- CUERNOS DE ARQUEO

Verificar su sujeción, estado y distancia entre ellos (corregir o reponer si es necesario).

INSPECCIONES DE CADA TRES AÑOS

Este programa se debe ejecutar al mismo tiempo que el programa semestral y anual correspondiente, y SIEMPRE Y CUANDO SEA CRITICO CUALESQUIERA DE LOS VALORES DE;

- a).- Estado del Aceite
- b).- Estado del aislamiento
- c).- Humedad
- d).- Vibración y ruido magnético

1).- ACEITE O LIQUIDO DIELECTRICO

Si el valor de la rigidez y el estado del aceite o líquido dieléctrico es crítico, es preciso cambiarlo, registrando:

- a).- Datos del aceite o líquido dieléctrico que te -

nía el transformador y con el que quedó (marca, nombre, clase, número y características químicas del aceite).

b).- El valor de rigidez dieléctrica del nuevo aceite.

c).- El valor de rigidez dieléctrica del aceite desechado. Asimismo las características químicas que pudieron ocasionar la disminución del valor de rigidez. Analizar la historia del aceite desechado (hoja de historia de máquinas).

## 2).- DEVANADOS.

Verificar y reportar de los devanados lo siguiente:

a).- Estado físico del aislamiento y depósito de sedimento sobre los mismos.

b).- Estado de los conectores y conductores de los devanados.

c).- Estado del aislamiento sólido, chaquetas, separadores etc. (reparar y/o reponer lo necesario).

## 3).- NUCLEO Y TANQUE.

Checar, reportar y/o reponer si es necesario lo siguiente:

a).- Estado de laminado (pérdida de aislamiento, flojo, chispeado, total o parcialmente roto).

b).- Estado de la estructura metálica interior (flo-

ja, chispeada, rota u oxidada).

c).- Checar el estado interior de los radiadores y reportar, (oxidación, sedimentos, fractura y/o reparar si es necesario. Revisar, reportar.

d).- Checar, reportar, (si están obstruidos u oxidados), reparar y/o reponer los ductos de circulación de aceite y aire.

4).- BOQUILLAS (BUSHING), TERMINALES Y CONECTORES.

Reportar y/o reponer si es necesario lo siguiente:

a).- Checar estado de las boquillas auxiliares del interior del transformador.

b).- Boquilla de alta o baja tensión reportar su estado, si es necesario cambiar, registrar la causa y las características principales de las nuevas-boquillas.

c).- Estado de conectores (reparar y/o reponer si es necesario).

5).- CAMBIADOR DE DERIVACIONES (TAPS).

a).- Reportar estado del cambiador (reparar o reponer si es necesario).

b).- Reportar si se hicieron cambios en el cambiador-de derivación e indicar cuales fueron, así como los valores de los voltajes resultantes.

6).- TANQUE

- a).- Eliminar fugas (si las hay).
- b).- Limpiar exteriormente
- c).- Pintar con pintura especial contra oxidación.

#### INSPECCION DE CADA DIEZ AÑOS.

#### INSPECCION GENERAL, DRENADO, LAVADO DEL TANQUE Y CAMBIO DE ACEITE.

Es una práctica saludable el que cada diez años se inspeccione en forma general el transformador. Primero se desta para y luego se levantarán los núcleos con el objeto de que se escurran directamente sobre el mismo tanque del transformador; después se verá si no hay sedimentos entre ellos y so bre ellos, y en caso afirmativo, se lavarán con aislante lim pio, usando una boquilla accionada por una bomba. Para éste fin, por lo general, se utilizan la manguera y la bomba del filtro prensa, con el objeto de poder desprender con la presión del chorro de aceite, la sedimentación encontrada, hasta dejar perfectamente limpios los devanados y los núcleos, así como las terminales de conexión.

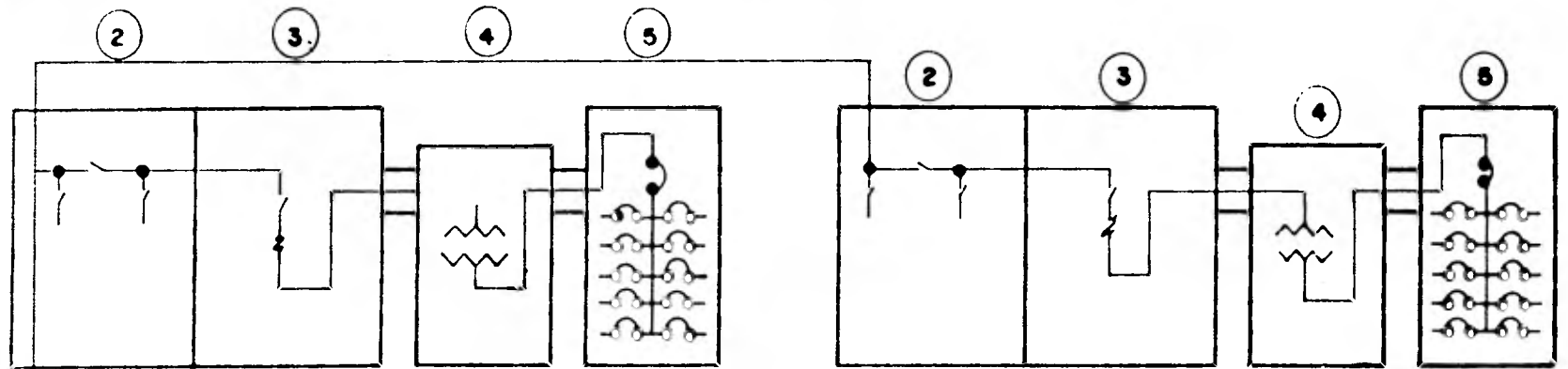
Normalmente es suficiente para efectuar ésta limpieza - una presión de  $5 \text{ kg/cm}^2$  (70 psi), en el chorro fino de aceite.

Posteriormente se filtrará o se cambiará el aceite según lo indique la resistencia de la prueba dieléctrica. Normalmente después de diez años de servicio continuado, siem -

pre es conveniente la reposición por aceite nuevo, pero ya sea que se trate de aceite filtrado o de aceite nuevo, se lavará cuidadosamente el tanque con aceite limpio antes de llenarlo nuevamente.

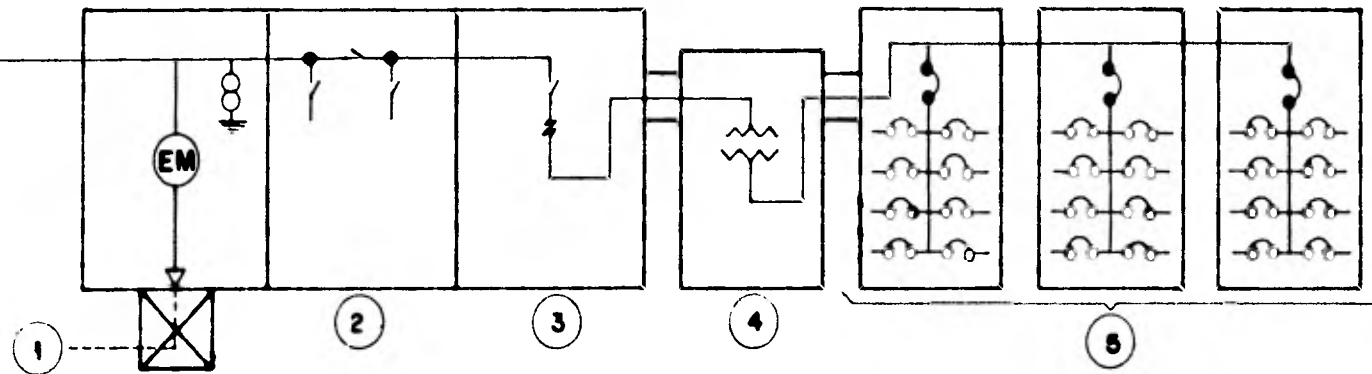
Se comprobará la colocación y la firmeza de todas las piezas interiores, así como el estado de las conexiones antes de volver a sumergir los núcleos en el tanque. También se examinarán los aisladores de paso. Limpiándolos y asegurándose de que no tengan ninguna fisura por pequeña que sea.

Se ejecutarán las pruebas de resistencia dieléctrica tal como se especifica en las inspecciones anuales, antes de poner el transformador en servicio.



- ① EQUIPOS DE MEDICION.
- ② CUCHILLAS DE PRUEBA.
- ③ INTERRUPTOR.
- ④ TRANSFORMADOR.
- ⑤ TABLERO DE DISTRIBUCION.

## DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACION ELECTRICA





TABLAS DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA TRANSFORMADORES

Con el fin de tener un control efectivo y un medio que garantice datos precisos y confiables tanto del cumplimiento del programa de mantenimiento como de los resultados obtenidos, es conveniente el empleo de formas o registros que contengan datos específicos de cada --- transformador.

A continuación se muestra un programa de manteni-- miento preventivo, vaciado sobre guías preliminares, -- tanto el programa como el tipo de guías y registros, pueden adaptarse a casos particulares de acuerdo con: el tipo y condiciones de operación del transformador, experiencia que se tenga con el equipo, el tipo de datos -- que se desea conocer y los elementos de que se dispone para obtenerlos; así también del tiempo que se pueda -- disponerse del transformador para realizar en él las -- pruebas.

HISTORIA DE MAQUINAS  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	PERIODO DE A	HOJA - DE -																										
REGISTRO DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES AL EQUIPO																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENERO																															
FEBRERO																															
MARZO																															
ABRIL																															
MAYO																															
JUNIO																															
JULIO																															
AGOSTO																															
SEPTIEMBRE																															
OCTUBRE																															
NOVIEMBRE																															
DICIEMBRE																															
DIA MES TRAB. AÑO	MOTIVO Y REPORTE DE LA REPARACION			REPORTE	COSTO APROX.																										
	<p>★ En esta forma reportar:</p> <p>1) Resultados de las pruebas</p> <p>2) Datos más importantes de trabajos ejecutados en el equipo.</p> <p>★ Una forma para c/equipo-</p> <p>3) Datos que se consideren importantes para tomar decisiones.</p>																														

GUIA DE INSPECCION (SEMANAL)

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA -DE-	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
1	Transformador	Comprobar y reportar la corriente de carga. (Comprobar con corriente nom.)					
2	Termómetro	Comprobar y reportar el valor que marca el indicador rojo de temperatura. (Comprobar con temp.nom.) con un imán regresar el indicador para que pueda volver a operar.					
3	Transformadores	En transformadores trabajando en paralelo, comprobar si todos tienen la misma temperatura máxima.					
4	Indicadores de: Nivel Flujo Temperatura	Checar su funcionamiento y anotar sus resultados (comparar -- con valores nominales).					
5	Radiadores	Comprobar y reportar su operación si la parte superior está caliente y la inferior más fría hay circulación de aceite y está trabajando bien.					

GUIA DE INSPECCION (MENSUAL)

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA <u>1</u> DE <u>3</u>	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
Nota.	Antes de ejecutar este programa, debe desenergizarse el transformador y aplicar las normas de seguridad indicadas en la (s) pag.(s).						
1	Indicador de nivel, termómetros, indicadores de flujo, sistema deshidratador, sistema inerte (equipo y presión)	Checar y reportar su estado					
2	Alarmas por nivel, flujo y temperatura, ventiladores y bombas.	Comprobar y reportar su estado y funcionamiento					

EMPRESA:		EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA 2 DE 3
EQUIPO A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
3	Termómetro mano vacuómetro - ó tanque conservador	Comprobar lecturas del termómetro y del vacuómetro para checar si el sello es perfecto. - Cuando existe tanque conservador verificar únicamente fugas					
4	Sistema deshidratador de aire	En unidades que lleven descargador de aire en el tanque comprobar el estado de la silica-gel (si ésta es de color morado, tratar de activarla nuevamente en un horno a 100 °C ó bien cambiarla por nueva). Analizar la causa del exceso de humedad.					
5	Tanque conservador indicador de nivel e instrumentos de medición.	Verificar y reportar su estado, asimismo reportar si existen fugas.					

EMPRESA:		EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA 3 DE 3
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
6	Diagrama de ex- pulsión de ga- ses	Reportar su estado, en caso de- haber operado reponerlo y anali- zar la causa posible de la fa- lla.					
7	Conexiones eléc- tricas exterior res	Checar y reportar si hay seña- les de calentamiento.					
8	Tableros de co- nexiones del - sistema de con- trol y protec- ción.	1.- Limpiar con aire comprimido 2.- Observar si no hay señales- de calentamiento en las ter- minales (apretar tornille- ría si es necesario).					
9	Transformador	Observar y reportar si existen- ruidos magnéticos, vibraciones- ó condiciones anormales de algu- na especie.					

GUIA DE INSPECCION (6 MESES)

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA 1 DE 4	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
Nota.		Antes de ejecutar este programa, debe desenergizarse el transformador y aplicar las normas de seguridad indicadas en las (s) pag.(s).					
1	Aceite ó líquido dieléctrico	-Ejecutar las siguientes pruebas al aceite y reportar resultados.  1.- Color del aceite (normal y oxidado)  2.- Materias en suspensión ó sedimentos.  3.- Contenido de agua.  4.- Tensión superficial  5.- Acidéz  6.- Rigidéz dieléctrica (KV. - de ruptura)  7.- Conclusiones sobre el estado del aceite.  Pruebas más importantes y representativas. (Referencias)					



EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA 2 DE 4	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTES	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
2	Aislamiento	<p>Ejecutar las siguientes pruebas al aislamiento y reportar resultados</p> <p>1.- Resistencia de aislamiento-entre las bobinas de alta - tensión y las de baja tensión- y alta - tensión contra terciario si lo tiene- (Referencia:)</p> <p>2.- Resistencia de aislamiento-entre las bobinas de alta - tensión y tierra. (Referencia:)</p> <p>3.- Resistencia de aislamiento-entre las bobinas de baja - tensión y tierra - baja tensión contra terciario si lo tiene.</p> <p>4.- Resistencia de la conexión- a tierra.</p> <p>Una buena conexión a tierra no debe tener más de 5 ohms. de resistencia (Referencia)</p>					

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA 3 DE 4	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
		<p>Los valores de 1,2,3 y 4 deben compararse con los valores mínimos de instalación.</p> <p>5.- Checar y reportar si el núcleo, estructura metálica y el tanque se encuentran conectados firmemente a tierra.</p> <p>6.- Checar y reportar si el neutro del transformador está conectado firmemente a tierra y a través de que. Para comprobar las conexiones a tierra, se hace lo siguiente:</p> <p>a)- Asegurarse que la zapata - del cable a tierra, esté - conectada correctamente y en buen estado, evitando así falsos contactos.</p> <p>b)- Mantener la humedad de las tierras y verificar la continuidad del cable.</p>					

EMPRESA:		EQUIPO:		SISTEMA:		CUENTA:		TIEMPO DE EJECUCION H.H.		FECHA		HOJA 4 DE 4	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)													
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES						
			SI	NO									
3	Sistema de protección.	Comprobar que las protecciones del transformador (relevadores de sobre carga, diferenciales, temperatura de presión de gas, de flujo, etc.) funcionen correctamente, desconectando el transformador oportunamente.											
4	Boquillas terminales aparta rayos aisladores	Checar y reportar su estado lim pieza (cumpliendo requisitos de seguridad necesarios: desenergizar, aterrizan, etc.)											
5	Válvula de alivio contra sobrepresión.	1.- Revisar el diagrama de la válvula de alivio (reponer si es necesario)  2.- Lubricar el mecanismo de la válvula de alivio. cuando no hay tanque conservador.											

GUIA DE INSPECCION (ANUAL)

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA <u>1</u> DE <u>1</u>	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
		-Este programa debe ejecutarse en conjunto con el -- 2o. programa semestral.					
	Nota	- Antes de ejecutarse este programa, debe dese- nergizarse el transformador y aplicar las -- normas de seguridad indicadas en la (s) pag. (s).					
1	Relevador so- bre presión de gas. (Buchholz)	1.- Checar el estado físico de las conexiones con el sis- tema de alarmas y de dispa- ro. 2.- Comprobar el funcionamien- to del relevador en base a su respuesta de alarma y - disparo.					
2	Apartarrayos	Quando se tengan manifesta- ciones de falta de protec- ción en tránsitorios, si - las tierras son buenas, ha- brá que reponer los aparta- rrayos.					
3	Cuernos de ar	Verificar su sujeción, es- tado y distancia entre e - llos (corregir ó reponer - si es necesario)					





EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION	FECHA	HOJA 3 DE 4	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
3	Núcleo y Tanque	<p>2.b Estado de los conectores y conductores de los devanados.</p> <p>2.c Estado del aislamiento sólido, chaquetas, separadores etc.</p> <p>Nota.- Reparar y/o reponer lo necesario.</p> <p>3.a Estado del laminado (pérdida de aislamiento, flojo, chispiado, total o parcialmente rota).</p> <p>3.b Estado de la estructura metálica interior (floja, chispeada, rota u oxidada)</p> <p>3.c Checar el estado interior de los radiadores y reportar (oxidación, sedimentos, fractura y/o reparar si es necesario. Revisar, Reportar.</p> <p>3.d Checar, reportar (si están obstruidos u oxidados), reparar y/o reponer los ductos de circulación de acei-</p>					

EMPRESA:	EQUIPO:	SISTEMA:	CUENTA:	TIEMPO DE EJECUCION H.H.	FECHA	HOJA <u>4</u> DE <u>4</u>	
PUNTOS A INSPECCIONAR (I), CHECAR (CH) Y/O REPARAR (R)							
No.	PARTE	DESCRIPCION DE TRABAJO	EJECUTADO		RESULTADO	REPORTO	OBSERVACIONES
			SI	NO			
4	Boquillas (Bushing)- Terminales y conectores	te y aire Reportar y/o reponer si es necesario lo siguiente: 4.1 Checar estado de las boquillas auxiliares del interior del transformador. 4.2 Boquillas de alta o baja tensión reportar su estado si es necesario cambiar, registrar la causa y las características principales de las nuevas boquillas. 4.3 Estado de conectores (reparar y/o reponer si es necesario).					
5	Cambiador - de derivaciones (taps)	5.1 Reportar estado del cambiador. (Reparar o reponer si es necesario) 5.2 Reportar si se hicieron cambios en el cambiador de derivación e indicar cuales fueron, así como los valores de los voltajes resultantes.					
6	Tanque	1. Eliminar fugas (de existir) 2. Limpiar exteriormente 3. Pintar con pintura especial contra oxidación.					



### CAPITULO III

CIRCUITOS DE ALIMENTACION, DISTRIBUCION Y CONTROL

## CIRCUITOS DE ALIMENTACION, DISTRIBUCION Y CONTROL

### OBSERVACIONES GENERALES

La inspección periódica de las líneas de alimentación, distribución y control, y en general, de cables y alambres conductores de energía eléctrica, constituye el mejor procedimiento para prevenir averías, que, en ocasiones, pueden llegar a ser de muy serias consecuencias en las plantas embotelladoras, cuya producción y seguridad dependen del buen suministro y aprovechamiento de la energía eléctrica.

Aunque las inspecciones periódicas preventivas de las líneas no necesitan ser tan frecuentes como en otros materiales y aparatos eléctricos, no por eso dejan de ser menos importantes.

Dentro de un plan de conservación y mantenimiento adecuado, hay que tratar de hacer anualmente estas inspecciones.

Para iniciar un programa, siempre es conveniente efectuar una inspección general de todos los circuitos, con el objeto de ver si existen sobrecargas, recalentamientos o puntos débiles.

Las fallas, después de haber sido anotadas, se tendrán que corregir sistemáticamente y en forma tal, que los paros necesarios sean de la mayor brevedad posible

Siempre es conveniente hacer un plano sencillo de las - instalaciones de bajo voltaje, 110/220/440 volts, y poner en él lo que se haya encontrado, para poder llevar un mejor control.

Las sobrecargas se pueden determinar por medio de un voltamperímetro ó voltampémetro de núcleo abierto, - de gancho, sin necesidad de tocar las conexiones de los cables. Las temperaturas se pueden determinar colocando un termómetro sobre las superficies de los mismos.

El recalentamiento en los conductores, puede ser - originado por sobrecargas ó bién, por fuentes externas de calor. La realidad es que, el recalentamiento en los conductores, es el principal enemigo de los aislamientos, reseándolos, agrietándolos y en ocasiones volviéndolos quebradizos, pero siempre originando una disminución de la capacidad aislante (aumento en las pérdidas dieléctricas).

En caso de existir cables cuyo aislamiento se haya endurecido al grado de volverse quebradizo, lo mejor, - en caso de que las condiciones de servicio no permitan su cambio inmediato, es no tocarlos ni moverlos, pues - un cable en tales condiciones de aislamiento, puede seguir prestando servicio siempre y cuando no se le toque ni se le mueva.

En el caso de cables portátiles, como extensiones, tomas de fuerzas móviles, etc., su vida útil es más corta, -pués aparte del recalentamiento, están sujetos al deterioro por causas mecánicas y el manejo rudo.

## INSPECCIONES ANUALES

### Cables Subterráneos

El objeto de la inspección consiste en determinar:

- A.- Las condiciones físicas en que se encuentran
  - B.- Su resistencia dieléctrica
  - C.- Su capacidad conductiva
  - D.- Conservación de registros
  - E.- Condición de las mufas
- A.- Las condiciones físicas en que se encuentran. Ya sea - que se trate de cables armados, de forro de hule, de - neopreno y en general de plásticos aislantes, ver si - no han sido maltratados por golpes, averiados por efec- tos galvánicos, atacados por ácidos ó álcalis fuertes, muchas veces producto de un mal fraguado del concreto- en los ductos, o contaminaciones del suelo.
- B.- Su resistencia dieléctrica. La resistencia dieléctrica es la efectividad del aislamiento para impedir el pa- so de la corriente del conductor al exterior; luego en-

tonces, la resistencia dieléctrica dependerá primor - dialmente del deterioro físico del aislamiento. Aún - cuando el aspecto del cable sea bueno, siempre es con veniente efectuar la prueba dieléctrica, tomando como normas generales y de seguridad, que debe existir una resistencia de un megohm por cada 1000 volts de ten - sión de régimen o voltajes de operación. Para tensio - nes de régimen menores de 1000 volts, la resistencia - dieléctrica mínima debe ser de un megohm. (Un megohm - es igual a un millón de ohms).

C.- Su capacidad conductiva. Es indispensable ver si no - hay sobrecargas en los cables que puedan originar so brecalementamientos dañinos para el aislamiento de los - mismos. Revisar si los conductores son del calibre a - apropiado.

D.- Conservación de registros. Revisar la limpieza de los registros y el estado de las tapas de los mismos, ase gurándose de que queden perfectamente bién selladas - con chapopotes, las juntas entre las tapas y el asien to del registro, evitando así la introducción de agua a los mismos.

E.- Condición de las mufas. Es conveniente revisar, tanto en las mufas terminales como en las de empalme, el es

tado general de las mismas, incluyendo: soportes, sellos, cuellos, tapones, tierras y conexiones a tierra boquillas aislantes, rajaduras, suciedad, derrames de masa aislante y de aceite, encintado de salidas de cable, oxidación, calentamiento, aprietes de tornillos, tuercas, juntas, etc.

### Líneas aéreas visibles y entubadas.

El objeto de la inspección consiste en determinar:

- A.- El deterioro mecánico de los conductores
  - B.- Condición de posterías
  - C.- Condición de retenidas
  - D.- Condición de crucetas
  - E.- Condición de flechas
  - F.- Bajadas y tierra del hilo de guarda
  - G.- Condición de las mufas terminales de interperie e interiores
  - H.- Estado de los conectores
  - I.- Condición de las líneas entubadas o en ductos
  - J.- Condición de los aisladores
- A.- El deterioro mecánico de los conductores. Habra que revisar con toda minuciosidad las condiciones físicas de los conductores, con objeto de localizar golpes, filamentos o hilos rotos, aislamientos en mal estado, em -

palmas flojas, aprietes de soportes flojos, fundas o --  
manguillos protectores defectuosos, separaciones indebida  
das entre conductores o bién entre conductores y tierra,  
tomando en consideración el voltaje de régimen. Tambien  
habrá que revisar si existen objetos o árboles sobre --  
las líneas, estado de los remates y limpieza y aspecto  
en general.

Tomando en consideración la capacidad instalada en  
la subestación eléctrica que alimentan estas líneas, re  
visar si los calibres de los conductores son de la capaci  
dad adecuada.

B.- Condición de posterias. Ver si los herrajes están com--  
pletos y en buenas condiciones. Si no existen rajaduras  
en los postes, tendencias a inclinarse o a pandearse, -  
oxidación si son metálicos, pintura deteriorada, creosota  
do defectuoso o bases podridas si son de pino, deslave  
en la cimentación en ambos casos.

C.- Condición de retenidas. Revisarlas con objeto de encontra  
r si tienen excesiva tensión o están flojas. Ver si  
hay cables rotos o dañados, rozaderas en mal estado, --  
aisladores rotos y anclajes defectuosos.

D.- Condiciones de crucetas. Revisar su nivelación, aprie--

tes de soportes ( alfileres ), separadores, oxidación, -  
pintura, pandeaduras, rajaduras peligrosas si son de ma-  
dera, etc.

E.- Condiciones de flechas. El esfuerzo de tensión a que es-  
tán sujetos los cables conductores de una línea aérea, -  
se puede revisar midiendo la flecha de la catenaria de -  
la línea construida y comparándola con la flecha calcula  
da para el claro interpostal, calibre y tipo de cable --  
usado en la transmisión. Es decir, ver lo colgado de las  
líneas entre poste y poste.

F.- Bajadas y tierra del hilo de guarda. El hilo de guarda -  
es el que vá en el remate de los postes o estructuras, -  
para bajar a tierra las descargas atmosféricas, prote---  
giendo así la línea.

Hay necesidad de verificar que los cables de bajada  
de los postes, estén debidamente sujetos a los mismos y  
que las protecciones contra golpes, estén en buen estado.  
Verificar la buena condición de las tierras y su cone---  
xión.

G.- Condición de las mufas terminales de interperie e inte--  
riores. Se hacen las mismas recomendaciones que para las  
mufas en instalaciones subterráneas.

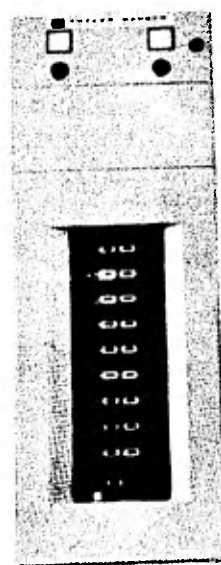
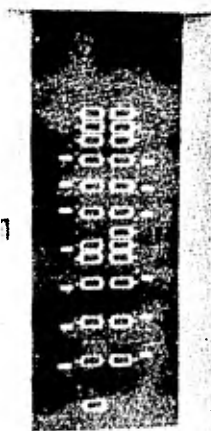
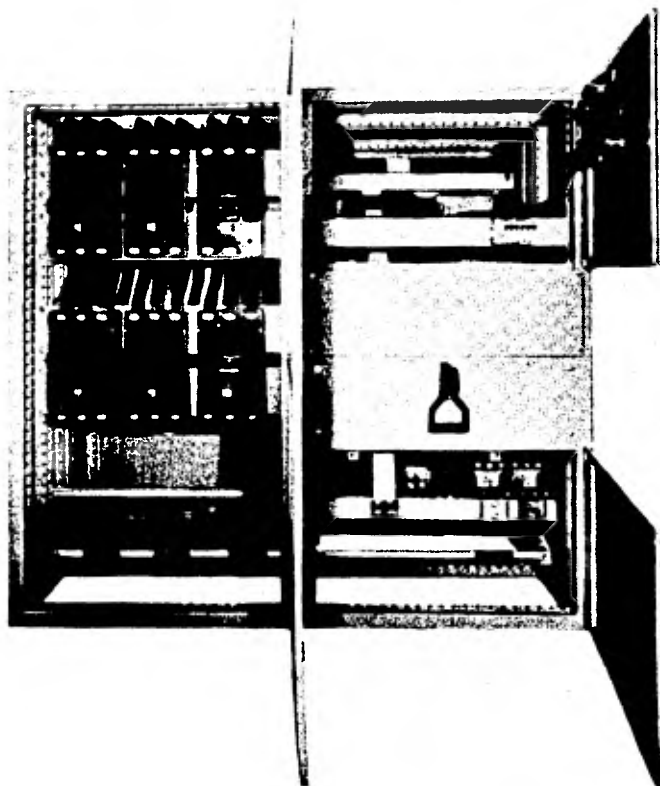


- H.- Estado de los conectores. Revisión que determine el estado de tuercas, tornillos, superficies de contacto, oxidación, ajuste, aislamientos, pintura y estado general de limpieza
- I.- Condición de las líneas entubadas o en ductos. Se necesita revisar si los ductos y tubos no están chuecos, rotos, golpeados o aplastados, oxidados o con pintura defectuosa. Si sus soportes o conexiones no están flojos. Si no están expuestos a calor excesivo, vapores o líquidos corrosivos, así como la humedad. Que sus conexiones a tierra no estén -seltas, ni los condulets rotos, rajados o faltos de tapas, tornillos o empaquetaduras defectuosas o carentes de ellas.
- J.- Condición de aisladores. Revisar los aisladores de alfiler, de cadena y de remate, en su apriete, amarres, tuercas flojas, roturas ( aisladores rotos facilitan el brinco de la línea a tierra ), limpieza. Ver si no están sujetos a es--fuerzos excesivos, si hay holgura del aislador en su alfi--ler o en su soporte, etc. .

CAPITULO IV

TABLEROS Y CONTROLES

# TABLEROS



## TABLEROS Y CONTROLES

### TABLEROS:

#### OBSERVACIONES GENERALES

Es una buena práctica para los responsables de mantener los aparatos eléctricos en las plantas embotelladoras-cultivar una actitud de atención constante, para mirar, es cuchar, oler y sentir los síntomas de las dificultades. -- Los operarios expertos, no desconocen las tres reglas principales para la conservación de los aparatos en buen estado:

PRIMERA REGLA: Programación de un sistema de inspección -- preventivo, que viene siendo una rutina programada de probar, limpiar, secar, barnizar, ajustar y lubricar los aparatos eléctricos. Si tal rutina ha de tener éxito, entonces, cada motor, generador, control, etc., deberá tener -- una tarjeta historial para que en ella se vayan registrando todas las inspecciones, pruebas y reparaciones.

Un buen programa de mantenimiento significa la prolon gación de la vida útil de los aparatos nuevos y viejos, y- deberá ser realizado por personal experto que asegure la - proyección anticipada de buenos resultados, así como la -- prevención de paros en cualquier fase de la producción de- refrescos.

SEGUNDA REGLA: Mantener una existencia de piezas de repuesto y sistemáticamente unidades en reparación. Un suministro adecuado de refacciones tal como es recomendado por los fabricantes, habrá que tenerse siempre a mano para emergencias y reemplazos en el mantenimiento preventivo. Si los aparatos no vienen acompañados de una lista de partes, habrá que solicitarlas al fabricante, con objeto de tener en todo caso la seguridad de efectuar los pedidos de partes con entera corrección. Además, si los aparatos no traieran consigo al adquirirse las instrucciones para su mantenimiento, también tendrían que solicitarse al fabricante.

TERCERA REGLA: Es obligación de los operarios, requerir refacciones legítimas, ya que así se tendrá una garantía de la propiedad y buen servicio de dichas partes. Así mismo, es obligación de la gerencia de la planta embotelladora ó de los dirigentes de la misma, adquirir refacciones genuinas, siempre y cuando las condiciones del mercado y limitaciones de importación lo permitan, o bien, efectuar un estudio serio y concienzudo de las posibilidades de emplear repuestos no genuinos, tomando en consideración los puntos de vista técnicos y económicos.

#### INSPECCIONES

Todos los componentes de los tableros, así como los -

tableros mismos, deberán limpiarse periódicamente. De procederse con cuidado, la limpieza puede efectuarse aún cuando el tablero esté "vivo", es decir, bajo tensión, para lo cual debe emplearse un aspirador de polvo provisto de una boquilla aislante, que permita llegar a todos los rincones. Todas las superficies de contacto que estén deslustradas o aparezcan empañadas, no deberán frotarse al limpiarlas, -- aún cuando el tablero esté "muerto". El objeto de las inspecciones de los tableros dentro del programa de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas en una planta embotelladora, es determinar lo siguiente.

- A.- Limpieza de los gabinetes
- B.- Precisión de los instrumentos de medida
- C.- Operación de conmutadores
- D.- Funcionamiento de las lámparas indicadoras
- E.- Estado de las barras colectoras y de conexión
- F.- Condiciones de los transformadores de medición
- G.- Funcionamiento de los mecanismos de reóstatos
- H.- Suficiencia de los aislamientos.

A.- LIMPIEZA DE LOS GABINETES. En el caso de los tableros blindados, compáctos de gabinetes, deberán abrirse regularmente, para comprobar su limpieza y la de todos los -- elementos interiores. Al observarse acumulación de polvo -- habrá que eliminarlo y habrá que limpiar cuidadosamente -

los aisladores. Estas precauciones son muy necesarias, -- principalmente si el equipo se encuentra instalado en lugares donde existe polvo metálico, polvo de cemento, contaminaciones salinas o vapores ácidos, o bién simplemente polvillo fino.

B.- PRECISION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA. Siempre es conveniente que un técnico especializado examine y pruebe todos los instrumentos eléctricos de medida cuando menos una vez al año, para tener la seguridad de que la lectura de los aparatos son correctas, especialmente la de los ki lowatthorímetros, que son los instrumentos que registran el consumo de energía eléctrica. De todas formas, hay que mantenerlos limpios, en caso de encontrar vidrios o cubiertas rotas, reponerlos. Si los instrumentos de medida son de la compañía de luz y fuerza, reportarlos.

C.- OPERACION DE CONMUTADORES. En el caso de los conmutadores y mecanismos que operen con poca frecuencia, como los conmutadores de vólmetros y ampérmeters, es conveniente revisar su operación periódicamente, para mantenerlos en buen estado de limpieza y lubricación de sus partes móviles mecánicas, utilizando grasa.

D.- FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS INDICADORAS. Las lámparas o focos indicadores tienen que ser revisados cambian-

do de inmediato todos aquéllos que se encuentren quemados. Al verificar el correcto funcionamiento de arrancadores, interruptores de límite, etc., hay que comprobar que el encendido de las lámparas es el correcto para "abierto", "cerrado", "arriba", "abajo", etc.

E.- ESTADO DE LAS BARRAS COLECTORAS Y DE CONEXION. Estas barras, así como sus conexiones mismas, deben examinarse para comprobar su perfecto estado. Si se observan defectos de calentamiento, habrá que buscar las causas que los originen, para corregirlas. Los recalentamientos pueden deberse a conexiones malas, flojas o sueltas; pero también como ya se dijo antes, pueden ser causados por sobrecargas. Si tal es el caso, se impondrá la necesidad de aumentar la sección conductora de dichas barras. Si las condiciones de la instalación lo permiten, se puede transferir parte de la carga a otros alimentadores que no estén sobrecargados. Si la causa de los recalentamientos son conexiones malas, flojas o sueltas, éstas deben apretarse. Ya dentro del programa de inspecciones preventivas, habría que revisar los tornillos y las tuercas de sujeción de dichas conexiones. Cuando las condiciones de servicio lo permitan dentro del programa de mantenimiento preventivo, es conveniente limpiar y lubricar las superficies de contacto y a continuación, apretar bien las conexiones. -



Para efectos de lubricación de superficies de contacto,-- también hay que emplear una grasa inactiva como la vaselina.

F.- CONDICIONES DE LOS TRANSFORMADORES DE MEDICION. Al -- inspeccionar los transformadores de medición, tanto de -- tensión reducida, como de corriente, hay que asegurarse -- de que las conexiones primarias y secundarias estén en -- perfectas condiciones así como las conexiones a tierra -- del armazón y del secundario, y que los fusibles de los -- transformadores de potencial no estén quemados. Dentro -- del mantenimiento preventivo se deben probar para revisar su buen estado.

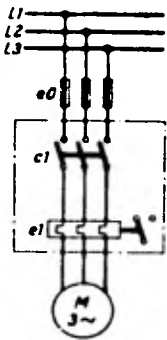
G.- FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS DE REOSTATOS. Hay -- que cuidar que los mecanismos de los reóstatos funcionen -- con facilidad, debiéndose lubricar y ajustar.

H.- SUFICIENCIA DE LOS AISLAMIENTOS. Para comprobar la suficiencia de los aislamientos después que ha ocurrido algún suceso anormal, como por ejemplo incendios, inundaciones, etc., y existiendo la duda además, del estado de rigidez dieléctrica en los aislamientos, es conveniente comprobarlo por medio de un megger, atendiendo a las normas de AIEE (American Institute of Electrical Engineer), que establece que las pruebas de alta tensión de los equipos-

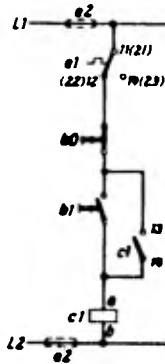
ya instalados, pueden realizarse a una tensión igual al -  
75 % del valor de la tensión utilizada en la planta, pa-  
ra el material nuevo y sostenida durante un minuto. Al --  
tratarse de tableros de control a baja tensión ( 110/220-  
Volts ) es preferible efectuar el cambio total de los con-  
ductores por otros nuevos, en virtud de su bajo precio.

# EJEMPLOS DE CIRCUITOS DE CONTROL DIAGRAMAS ELEMENTALES

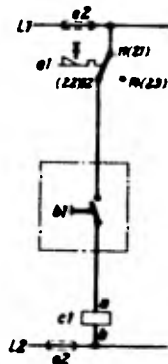
Circuito principal



Circuitos de control

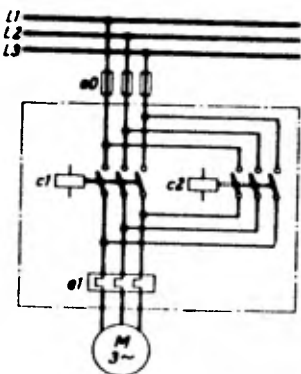


Con accionamiento por pulsadores  
(Contacto de corta duración)

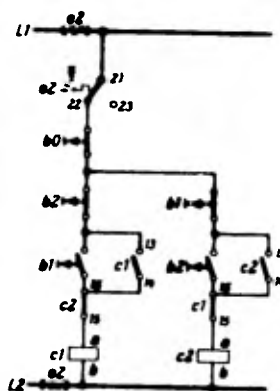


Con accionamiento por interruptor  
no incorporado  
(Contacto permanente)

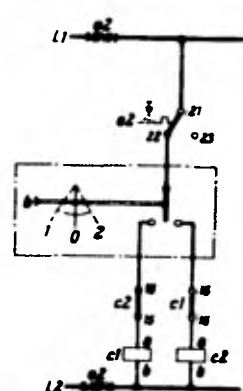
Circuito principal



Circuitos de control



Con accionamiento  
por pulsadores  
(Contacto de corta duración)



Con accionamiento  
por interruptor no incorporado  
(Contacto permanente)

## CONTROLES.

### OBSERVACIONES GENERALES.

Los aparatos de mando eléctrico en los cuales la industria embotelladora confía para la continuidad del trabajo, no son una excepción de la regla general de mantenimiento. En virtud de que muchos de estos aparatos de mando y control eléctricos llegan a operar muchas veces al día, es necesario inspeccionarlos a intervalos regulares, ya que ésto asegura continuidad en las operaciones y disminuye el peligro de paros en los períodos de demanda máxima. A través de un programa de inspecciones regulares, las dificultades pueden tomarse acciones coorrectivas antes de que el daño sea mayor.

La periodicidad de las inspecciones que adelante se citan, quedarán sujetas a variaciones según la práctica lo vaya indicando. Dichas inspecciones son esenciales para garantizar el buen funcionamiento de los aparatos de control, aspecto frecuentemente olvidado dentro de la industria. Las fallas en los controles se pueden traducir en dificultades para el arranque de los motores, funcionamiento inadecuado de los mismos que pueden causar su destrucción, ya que, por ejemplo: la falla de un relevador de sobrecarga puede quemar un motor; la falla del **contactor de** un campo de derivación puede acelerar una máquina **hasta su** destrucción; la falla del **contactor de** -

un freno de una máquina llenadora origina un aumento en la rotura de la botella, la destrucción más rápida de guías y estrellas y sobre todo, el peligro de manejar una máquina fuera de control, etc.

#### INSPECCIONES MENSUALES.

Para las inspecciones mensuales, se consideran tres tipos de controles:

- 1.- Dispositivos accionados por electroimanes.
- 2.- Dispositivos térmicos.
- 3.- Dispositivos accionados por motor o transmisión mecánica.

#### 1.- DISPOSITIVOS ACCIONADOS POR ELECTROIMANES.

Tales como: arrancadores, contactores, relevadores, solenoides, embragues, frenos etc.

Todos estos dispositivos de control de las líneas de producción y de sus equipos auxiliares, tendrán que ser revisados una vez al mes.

Como estas inspecciones no se podrán hacer simultáneamente, se procederá a revisar cada día en forma escalonada, un determinado número de ellos de manera que, al finalizar el mes, se haya efectuado la inspección total.

Estas inspecciones mensuales deberán comprender los siguientes puntos:

- A.- Limpieza
- B.- Funcionamiento de las partes móviles
- C.- Presencia de oxidación
- D.- Estado de los contactos
- E.- Conexiones flojas
- F.- Condiciones de los extinguidores de arco
- G.- Exceso de arco al interrumpir el circuito
- H.- Niveles de aceite
- I.- Ajuste de los dispositivos de tiempo (timers)
- J.- Ruido excesivo de los electroimanes.

A.- LIMPIEZA. Eliminar la acumulación de suciedad y sustancias pegajosas, revisando que la sujeción del aparato -- por medio de sus soportes, sea perfecta. La eliminación de polvo se puede hacer, perfectamente, por medio de un aspirador, o bién, con un soplador de aire a baja presión, en cualquiera de ambos casos, aspirador o soplador, deberán de estar provistos de una boquilla aislante (hule). La eliminación parcial de las sustancias gomosas, - se puede efectuar por medio de un cepillo o brocha de -- cerda ahulada, con mango de madera o de plástico, y con un trapo que no deje pelusa, como la manta o el bremante. Si hay que hacer una limpieza minuciosa, habrá que esperar el día de paro o un turno inactivo.

B.- FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES MOVILES. Comprobar la libertad de movimientos de las partes móviles, viendo que no se peguen o se enganchen.

C.- PRESENCIA DE OXIDACION. Verificar el estado que guardan las piezas metálicas en cuanto a oxidación o corrosión-- se refiere. En caso de que la corrosión encontrada no - fuese de suma gravedad y que implique la necesidad de- cambiar la pieza, se procederá a limpiarla con el cuidado que el aparato de control amerite, aprovechando un - turno inactivo o el día de paro.

D.- ESTADO DE LOS CONTACTOS. Comprobar la limpieza de los - contactos, debiéndose ejecutar por medio de un paño se- co y limpio. Para eliminar el polvo, se puede hacer uso de un limpiador al vacío preferentemente, o bién, de un soplador de aire a baja presión.

Los contactos pesados de cobre y los cadmizados, se -- inspeccionarán y limarán cuando estén muy salpicados -- por flameo. Un contacto de tope áspero será limado solamente cuando se encuentren protuberancias grandes causadas por arcos excesivos. Al limar, hay que hacerlo cui- dadosamente con una lima fina, para que los contactos - conserven su forma original.

Los contactos de plata sólida, usados en relevadores y

circuitos de control auxiliares, no deberán ser limados, a menos que protuberancias afiladas se extiendan sobre la superficie y entonces habría que hacerlo con el mayor cuidado posible. Además, el óxido de plata de color negro que se forma en la superficie de estos contactos no deberá quitarse, ya que es tan buen conductor como la plata misma. Por otra parte, los contactos recubiertos de plata, cuando sea necesario, se pueden limar con una lima muy fina o con papel lija de cuatro ceros (0000) pegado a una tablilla de madera.

En ciertas ocasiones, el papel lija fino puede pasarse entre los contactos, manteniendolos juntos con una presión moderada.

Aquellos contactos revestidos de plata que se encuentren gravemente dañados por flameo, hay que reemplazarlos.

Los contactos de aleaciones duras que se encuentren picados o corroídos, pueden pulirse con una herramienta bruñidora en lugar de lima.

Después de limpiar, bruñir o lijar, los contactos se limpiarán con un trapo limpio, mojado con algún líquido -- limpiador aprobado, y después se frotarán con un trapo seco.

El uso innecesario de un lubricante puede alterar la-



operación efectiva de un aparato de control. El polvo del aire se adhiere al lubricante y forma una especie de goma, que puede hacer que fallen los contactos o relevadores. Nunca deberán lubricarse los contactos de tipo de tope.

Los contactos deslizantes, tales como los usados en -- los reóstatos y en los controles de tambor pueden ser lu- - bricados con una película muy delgada de gelatina de petró- leo o de lubricante especial para contactos eléctricos.

Cuando los contactos se sueldan, anulando la opera -- ción del aparato de control de que se trate y produciendo -- serios problemas en los motores y equipos utilizados en el embotellado, se debe generalmente a la baja presión de con -- tacto causada por un bajo voltaje que acciona el electroi -- mán, o bien, por resortes débiles. El bajo voltaje origi -- na un jalón magnético débil, haciendo que los contactos no cierren perfectamente y como consecuencia, originándose -- puntos de alta resistencia que por efecto joule (calor pro -- ducido por la corriente eléctrica al pasar por una resis -- tencia), se sueldan los contactos. Una baja presión de -- los resortes, producirá el mismo efecto.

Aprovechando un turno inactivo o el día de paro, veri -- ficar la alineación de los contactos en aquellos aparatos -- en los que se haya encontrado al hacer la inspección, un -- mal funcionamiento achacable precisamente a la mala aline -- ción de los mismos.

E.-CONEXIONES FLOJAS. Verificar el estado que guardan las conexiones de alimentación al aparato, las interconexiones internas, las de salida, y cerciorándose, de que las zapatas estén en perfectas condiciones, ya sean del tipo de soldar, de abrazar o de apernar, que los conductores de interconexiones no se encuentren maltratados, rozados excesivamente, o con filamentos rotos.

F.-CONDICIONES DE LOS EXTINGUIDORES DE ARCO. Verificar que los extinguidores de arco, comunmente llamados tabiques de los apagachispas, no se encuentren rotos o flexionados, y de que sus paredes se encuentren exentas de carbón o partículas metálicas, ya que esta situación puede acortar la distancia del arco y se correrá el peligro de flameo.

G.-EXCESO DE ARCO AL INTERRUPIR EL CIRCUITO.- Esto puede suceder por:

- 1.- Mal estado de los contactos
- 2.- Corta separación de disparo entre contactos
- 3.- Resortes de disparos sin bríos, que impiden obtener la velocidad de disparo adecuada.
- 4.- Exceso de carbón y partículas metálicas, tanto en la base de sustentación de los contactos, como en las paredes de los apagachispas.
- 5.- Fallas del aislamiento en la alimentación del control-

al servicio, como por ejemplo, del arrancador al motor-accionado, que se puede presentar como: una fase a tierra, una línea rota, falla entre dos fases, un falso -- contacto de conexión al motor o al servicio, etc. Hay- que tener presente que cuando se presenta una situación tal, se deberá interrumpir ese servicio o parar la lí-  
nea de embotellado, hasta en tanto no se corrija la an-  
malía, pues de no ser así, se corre el riesgo de que el motor se quemé por falla de aislamiento debida a la al-  
ta temperatura.

- 6.- Al interrumpir una línea con sobrecarga, siempre y cuan-  
do ésta no sea de una intensidad tal, que haga operar -  
de inmediato la protección correspondiente que, induda-  
blemente, fue seleccionada erróneamente.
- 7.- El principal enemigo que se tiene, como productor de --  
excesos de arco al interrumpir un circuito, es un volta-  
je más alto que el del régimen.

H.- NIVELES DE ACEITE. Al tratarse de controles en baño de aceite, como por ejemplo, interruptores manuales a voltaje - reducido, como los que se pueden emplear en el accionamiento de un motor para bomba de pozo profundo, para alguna compre-  
sora de aire de alta capacidad, etc., es conveniente efectuar la revisión del nivel de aceite y observando que no tenga se-  
dimentación excesiva. En otros controles en baño de aceite, cerciorarse de que las empaquetaduras estén en buen estado.

I.- AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE TIEMPO. En los controles auxiliares accionados por medio de dispositivos de tiempo se, debe verificar primordialmente, el ajuste del tiempo de disparo según las propias especificaciones del fabricante. Revisar la lubricación y limpieza que guardan los engranes del mecanismo.

J.- RUIDO EXCESIVO DE LOS ELECTROIMANES. Un electroimán - puede zumar por variación en el entrehierro la cual puede - ser originada por: desnivelación del propio electroimán, materias extrañas en el entrehierro que impide que el núcleo - cierre totalmente, variaciones frecuentes y excesivas en el voltaje de alimentación que producirán consecuentemente variaciones en la intensidad del campo magnético.

El ruido excesivo también puede ser originado por falta de brío en los resortes que accionan los contactos del circuito auxiliar de alimentación a la bobina del electroimán, - causando, interrupciones en la alimentación de dicha bobina, que producirá el zumbido característico, pero además se tendrá el traqueteo producido por los contactos al estar abriendo y cerrando parcialmente, por culpa de los resortes en mal estado. Cuando se presente esta última situación, habrá que cambiar todos los resortes por otros nuevos, con el objeto - de tener una presión uniforme en todos los contactos.

2.- DISPOSITIVOS TERMICOS.

Tales como: relevadores de sobrecarga, de temperatura - (termostatos), etc.

También estos dispositivos auxiliares de control tendrán que ser revisados una vez al mes y, como se dijo antes para los dispositivos accionados por electroimanes, directamente se procederá a revisar en forma escalonada un determinado número de ellos, de manera que, al finalizar el mes, se haya efectuado la inspección de todos ellos.

Las inspecciones deberán comprender los siguientes puntos:

- A. Relevadores de sobrecarga
- B. Relevadores de temperatura.

RELEVADORES DE SOBRECARGA.- Los relevadores de sobrecarga del tipo térmico, comunmente usados en arrancadores magnéticos manuales y automáticos se revisarán con el objeto de ver:

-El aspecto exterior y un color tostado pueden denotar que los elementos térmicos han prestado servicio por muy largo tiempo, y que han sufrido una serie numerosa de recalentamientos que, dichos elementos térmicos hayan sido seleccionados debidamente, en un estado así originan disparos del arrancador sin causa justificada. Si tal es la condición, estos elementos han llegado al fin de su vida útil, y tendrán que ser remplazados por otros nuevos.

-Verificar por medio del multímetro el voltaje aplicado y la corriente demandada, con el fin de que, si el motor y el me-

canismo accionado trabajan normalmente, poder efectuar -- o verificar la correcta selección del elemento térmico, - para tener la seguridad de una protección correcta, tanto para el motor como para el mecanismo accionado. Bajo estas condiciones siempre se estará en aptitud de poder señalar al personal mecánico posibles deficiencias en la -- operación del equipo de que se trate, pues si se tiene la seguridad de que el equipo eléctrico está en perfectas -- condiciones, una sobrecarga en el motor no podrá indicar otra cosa.

#### RELEVADORES DE TEMPERATURA. Revisar :

- 1.- Que el bulbo no esté picado
- 2.- Que el tubo capilar no tenga fugas que originen indicaciones erróneas de temperatura. Esto se puede comprobar sujetando el bulbo a una temperatura conocida, y viendo que corresponda a la lectura leída en el indicador.
- 3.- El estado de la limpieza que guardan los engranes en el aparato indicador, y lubricarlos con un aceite -- delgado.

En caso de encontrarse cualquier falla, ya sea en el bulbo, en el tubo capilar o en el aparato indicador, y si éste no admite la reposición de cualquiera de sus piezas de transmisión dañadas, se tendrá que reemplazar el con-- junto por otro nuevo.

### 3.- DISPOSITIVOS ACCIONADOS POR MOTOR O TRANSMISION MECANICA.

Tales como: dispositivos de tiempo, válvulas, reóstatos, timers (retardadores del tiempo), etc.

En términos generales, las inspecciones preventivas se reducen a examinar las condiciones de limpieza y lubricación en las transmisiones mecánicas.

Al tratarse de válvulas solenoides, examinar si la -- apertura y el cierre son correctos. Revisar el estado que guarda el resorte, y revisar si el aislamiento no se en -- cuentra tostado, quebradizo o totalmente quemado. Si la - condición encontrada para el aislamiento pone en peligro - el buen funcionamiento de la bobina habrá que cambiarlo -- por otro nuevo antes de tener el problema encima.

Al tratarse de reóstatos habrá que revisar el estado -- que guardan los contactos deslizantes, los cuales normal -- mente se destruyen por desgaste, al friccionarse contra -- las delgas o secciones del reóstato. Examinar que dichos -- delgas no se encuentren rajadas, rotas o aperaltadas con - relación a las demás.

Al tratarse de relevadores accionados por motor o - - transmisión mecánica, además de lo expuesto anteriormente -- habrá que revisar las condiciones de los contactos del cir

cuito de mando, desgaste, de asperezas en los contactos de los circuitos auxiliares, etc., conforme se ha dicho ya -- para los dispositivos accionados por electroimanes.

Tanto para los dispositivos accionados por electroimanes, para los térmicos y para los accionados por motor o transmisión mecánica, se evitará el goteo de agua u otros líquidos sobre los aparatos.

#### INSPECCIONES SEMESTRALES.

Las inspecciones semestrales, comprenderán los siguientes dispositivos o accesorios:

Accesorios estáticos: resistencias, rectificadores, -- condensadores, fusibles, conductores y barras colectoras, -- transformadores, etc.

Dispositivos de accionamiento mecánico: Interruptores generales, estaciones de botones, llaves conmutadoras, interruptores de cuchillas, arrancadores manuales, reóstatos, -- interruptores de límite en general, de nivel y de presión, -- etc.

En virtud de que las características de construcción y operación de estos accesorios y dispositivos, la inspección periódica, puede ser más espaciada, habiéndose aceptado como una práctica común en la industria, con lapso de -- seis meses.



Dichas inspecciones comprenderán:

ACCESORIOS ESTATICOS. En los cuales se revisarán:

- 1.- Acumulación de substancias extrañas y pegajosas, y las condiciones de cierre de las cajas.
- 2.- El recalentamiento si lo hay, notándose por la decoloración de las partes metálicas, aislamientos quemados y el olor característico.

DISPOSITIVOS DE ACCIONAMIENTO MECANICO. En los cuales se revisarán:

- 1.- Libertad de movimiento de las partes móviles.
- 2.- Piezas metálicas flameadas o corroídas, gastadas o rotas.
- 3.- Separación entre contactos.
- 4.- Presión adecuada de contactos
- 5.- Conexiones flojas o abiertas
- 6.- Estado de las bobinas principales y auxiliares.
- 7.- Estado de las conexiones flexibles.
- 8.- Estado de los tabiques de los apagachispas
- 9.- Exceso de arco al interrumpir el circuito
- 10.- Estado y nivel del aceite, observando si hay sedimentación.
- 11.- Estado de las empaquetaduras, con cajas de operación en aceite, con protección contra polvo y agua.
- 12.- Condiciones de cartuchos y listones fusibles
- 13.- Estado de los contactos de mando.

14.- Desgastes o asperezas en general en todos los con--  
tactos, principalmente deslizantes.

15.- Lubricación adecuada

16.- Goteo de agua u otros líquidos sobre los aparatos.

CAPITULO V  
INTERRUPTORES

## INTERRUPTORES

Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y restablecer la continuidad en un circuito -- eléctrico.

Si la operación se efectúa sin carga (corriente), el interruptor recibe el nombre de desconectador o cuchilla-desconectadora.

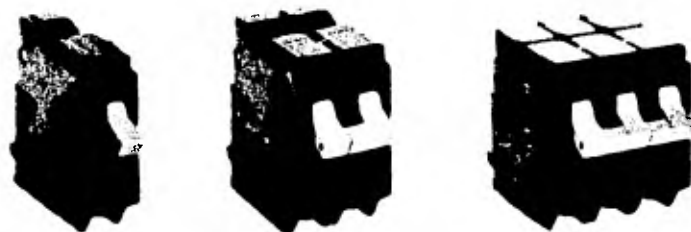
Si en cambio la operación de apertura o cierre la efectúa con carga (corriente nominal) o corriente de corto circuito (en caso de alguna perturbación), el interruptor recibe el nombre de disyuntor o interruptor de potencia.

Los interruptores, en caso de apertura, deben asegurar el aislamiento eléctrico del circuito.

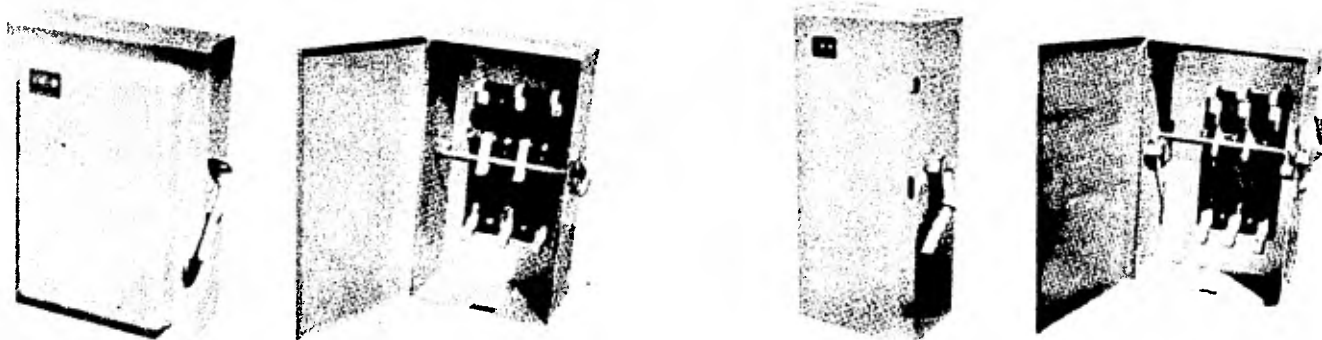
Los interruptores son la parte principal de un tablero, de la calidad y su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay 3 tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético de caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva.

**INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.-** Son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar

# **INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS**



# **INTERRUPTORES DE SEGURIDAD**



dar y conectar uno al lado del otro, por ser económicos -- dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta de 100 amp. y de 2 y 3 polos hasta de 2500 amp. Universalmente se usan como interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales o generales.

Los interruptores termomagnéticos son afectados en su calibración por varios factores que hay que tomar en consideración cuando se requiera de mucha precisión. En la -- práctica no es muy necesario, pues generalmente se toman - calibraciones superiores a las cargas normales.

Sin embargo hay factores que afectan la calibración - del interruptor, que son: por temperatura ambiente, por -- ciclo de operación, por frecuencia y altitud barométrica - del lugar.

La aplicación de interruptores termomagnéticos a mo-- tores es bastante satisfactoria, para motores normales con temperaturas no mayores de 40°C y colocados los interruptores en gabinetes y en combinación con arrancadores.

Los interruptores en combinación con los arrancadores constituyen un conjunto completo de control y protección - de un motor, en donde el interruptor tiene como función -- dar energía al circuito o retirarla en caso de avería en -

el arrancador o en el motor y proteger el arrancador y --- las líneas conductoras que alimentan de energía eléctrica del arrancador al motor, por sobre carga excesiva o cortocircuito.

**INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS.-** Son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de ajustes del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas o cortos circuitos se -- abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde existe la falla. Estos interruptores son - mucho más caros que los termomagnéticos.

#### INSPECCIONES GENERALES

Calentamiento sensible, conexiones flojas, operación general. Es recomendable hacer este tipo de inspección -- semanalmente.

#### INSPECCION DETALLADA

Contactos con suficiente presión, sin destrucción aparente por corto circuito, limpieza y lubricación ligera de mecanismos, operación manual y con sus relevadores, o aparatos auxiliares. Esta inspección se recomienda hacerla - cada 6 meses.

**Fusibles.-** La finalidad del fusible es proteger el -

exceso de corriente o los equipos eléctricos. Para ello se conecta en serie con el equipo, para que abran el circuito antes de que la corriente excesiva produzca daños.

Los fusibles son resistencias metálicas de valores -- muy bajos, diseñadas para fundirse, abriendo así el circuito cuando la intensidad de corriente supera lo calculado -- en el fusible. Cuando la potencia consumida por el fusible eleva demasiado la temperatura del metal, éste se funde y hace que el fusible se abra.

Los interruptores con fusibles de alta capacidad interruptiva, pueden abrir corto circuitos de amperajes muy altos; pero tienen la desventaja de no poder discriminar -- el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan o derivan de fuentes o bloques de gran capacidad.

#### INSPECCIONES GENERALES

Todos los interruptores deberán desconectarse antes -- de efectuar su limpieza, precaución que debe tomarse como una medida de seguridad personal.

La limpieza debe efectuarse con un paño limpio para -- evitar la acumulación de polvo. En caso de encontrar una excesiva acumulación de éste, se sopleteará con un chiflón de aire con boquilla aislante y posteriormente se limpiará



con el paño. Después de terminada la limpieza se recubrirán las superficies de contacto con una ligera capa de grasa lubricante, que sea anticorrosiva para altas temperaturas. No se deberá utilizar la grasa normal de lubricación ya que se endurece al estar en contacto con el aire.

De vez en cuando conviene abrir y cerrar varias veces todos los interruptores, para asegurarse de su correcta -- condición de operación.

La revisión de listones y cartuchos fusibles regenerables hay que hacerla cada 6 meses, pero en caso de duda, - con mayor frecuencia con el objeto de cerciorarse de que - se encuentren en buen estado y de que no han venido su --- friendo recalentamientos por sobrecargas o falsos contac-- tos, en cuyo caso se encontrará el elemento obscurecido o con falla parcial en su sección.

En caso de encontrarse esta última situación, se cambiará el elemento fusible por uno nuevo, evitando así una futura falla en el servicio.

Es conveniente que los interruptores de cuchillas portafusibles y fusibles, de su uso extensivo en todas las -- plantas embotelladoras, se revisen con mayor frecuencia -- que el resto de los accesorios estáticos, cuya revisión se efectúa cada 6 meses. La práctica recomendable para este tipo de interruptores, es que las inspecciones se efectúen

cada 3 meses.

## INTERRUPTORES EN ACEITE

### GENERALIDADES

Aún cuando los interruptores en aceite vienen a formar parte del tablero general de control en las subestaciones eléctricas, y ninguna otra utilización se tiene de ellos en la industria embotelladora, se ha querido tratarlo de su mantenimiento por separado ya que por conveniencia y seguridad de las instalaciones, sus inspecciones se deberán llevar a cabo por personal técnico especializado que cuente con todos los elementos de trabajo necesarios.

La frecuencia de las inspecciones depende en gran parte de las condiciones locales, el tipo de la instalación, la clase de trabajo, las condiciones atmosféricas del lugar de la instalación, etc., pero por lo general, hay que mandar a hacer una inspección anual.

En los casos de una interrupción por corto circuito, descargas intensas en la línea primaria, etc., habrá que efectuar una inspección especial.

En aquellas plantas en donde por las condiciones de producción se hace necesario que los interruptores permanezcan por largos periodos "abiertos" o "cerrados", se re-

comienda ponerlos en las instalaciones de manera que se -- puedan abrir y cerrar varias veces en forma sucesiva, para que ésto contribuya a que todas las piezas se mantengan en perfecto estado de funcionamiento.

Antes de inspeccionar o efectuar cualquier ajuste en los interruptores automáticos de alta tensión, hay que tener la precaución de que todas las líneas de alimentación a dichos interruptores estén "muertos", es decir, sin tensión eléctrica y de que el bastidor de dicho interruptor-- esté perfectamente bien conectado a tierra; esto, como una medida de seguridad personal.

Hay que asegurarse además, de que todas las terminales y elementos conductores de corriente estén debidamente conectados a tierra antes de tocar cualquier pieza, y de que dicha conexión a tierra se conserve durante todo el tiempo que tome la inspección. Esta precaución es de particular importancia en el caso de los interruptores -- fijos de alta tensión.

#### INSPECCIONES ANUALES

Estas inspecciones comprenderá los siguientes puntos:

- A. Condición del aceite en el caso de interruptores en - aceite.
- B. Condición de los aisladores de paso.

- C. Limpieza de las piezas aislantes interiores.
- D. Estado de los contactos.
- E. Funcionamiento del mecanismo de ruptura.
- F. Funcionamiento del mecanismo de accionamiento.
- G. Inspección general.

A.- **CONDICION DEL ACEITE.** El aceite de los interruptores en uso debe probarse cuando menos una vez al año, o bien, cada vez que el interruptor corte una corriente igual o aproximadamente igual, a la capacidad de ruptura del mismo. Si se notan trazas de humedad, carbonización, o suciedad en el aceite, habrá que filtrarlo y probar su capacidad dieléctrica, o sea la resistencia que ofrece el aceite al paso de la corriente cuando se sujeta a una tensión eléctrica determinada. En forma regular, hay que filtrar cada año el aceite.

Si la tensión de ruptura del aceite es menor de 22000 volts, habrá que filtrar el aceite tantas veces como sea necesario para alcanzar a un valor de tensión de ruptura de 26000 volts, que es el valor para un aceite nuevo. Llámese tensión de ruptura, al voltaje necesario que hay que aplicar a un par de electrodos sumergidos en aceite, para lograr el paso de la corriente.

Cuando el aceite se presente con muchas impurezas y suciedad, y que su capacidad dieléctrica ande por abajo de

los 22 000 volts es mejor reponerlo por un aceite nuevo.

Hay que comprobar que el aceite del tanque está a su nivel debido y hay que asegurarse de que el indicador de nivel opera correctamente. También hay que comprobar que no existen fugas de aceite a través de distintas válvulas y de que las juntas estén en buenas condiciones, no permitiendo fugas de aceite y consecuentemente, entradas de humedad.

B.- CONDICION DE AISLADORES DE PASO.- Debe efectuarse - una limpieza de todos los aisladores eliminando el - polvo y cualquier materia extraña acumulada en la superficie exterior, con el objeto de evitar el peli - gro de formación de arcos de tierra. Para tal fina - lidad, los aisladores de porcelana pueden limpiarse - utilizando tetracloruro de carbono en un lugar venti lado.

Inspeccionar el aislador comprobando que las vibracio nes producidas por el interruptor durante su funcionamien - to no lo han movido, originando el desalineamiento de los - contactos. Comprobar igualmente, que la porcelana no está rajada o rota, y que el aceite se mantiene al nivel debido.

C.- LIMPIEZA DE LAS PIEZAS AISLANTES INTERIORES.- Des -- pués de haber sido extraído el aceite y retirado el -

tanque, asegurarse de que las superficies aislantes - de las piezas dispuestas dentro de él y la parte de - los aisladores de paso que también queda dentro, es-- tán bien limpias sin vestigios de carbón o de cual -- quier otro depósito de sustancias extrañas. Todas -- las piezas interiores del interruptor tienen que que- dar bien limpias antes de efectuar el cambio de acei- te o el filtrado del mismo.

D.- ESTADO DE LOS CONTACTOS.- Ver si los contactos guar- dan el alineamiento debido, si la presión es uniforme en la superficie de contacto y si están ajustados de- acuerdo con el manual de instrucciones del interrup-- tor de que se trate. Sustituyáanse los contactos que se encuentren muy corroídos o quemados, antes de que- tenga lugar el daño de otras piezas. Las superficies de aquellos contactos que solo muestren ligeras aspe- rezas, pueden rectificarse con una lima fina y limpia, perfectamente sin quitarlos de su lugar, teniendo mu- cho cuidado de que las limaduras no caigan en el acei- te o queden adheridas al mecanismo.

Hay que poner especial cuidado al rectificar o lim -- piar los contactos auxiliares, con el fin de no destruir o adelgazar el revestimiento de plata.

Los contactos de ruptura que se encuentren muy corroí

dos, ya sean del tipo de legueta o de tope, hay que reemplazarlos antes de que los contactos principales sufran daño.

Los contactos del tipo lengueta, debido a su acción de barrido, necesitan mayor atención que los del tipo de tope.

E.- **FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO DE RUPTURA.**- Inspeccionar la parte mecánica del interruptor para comprobar su libre funcionamiento y que ninguna de sus partes se atore. Hay que lubricar todas las superficies deslizantes con un lubricante adecuado. Verificar que todos los tornillos, chavetas, tuercas, pasadores, -- etc., están en sus sitios correspondientes y guarden su ajuste y apriete adecuados.

Comprobar que los ajustes del mecanismo, corresponden a los detallados en el manual de instrucciones del aparato.

Comprobar que los depósitos de aceite de los amortiguadores (dashpots) están llenos hasta su nivel correcto.- Recordar que el aceite empleado aquí, es un aceite especial.

F.- **FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO.**- Hay que comprobar que el mecanismo de accionamiento del interruptor, trabaja libremente y se encuentra lubricado según las indicaciones del fabricante. Las piezas que se encuentran rayadas o muy gastadas, deben -

reemplazarse y ajustarse como lo indique el propio - manual.

En los mecanismos accionados por solenoides, mídase-- el voltaje en las terminales del mismo a plena corriente - de servicio, para ver si es el correcto.

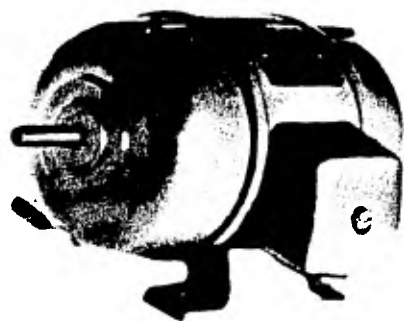
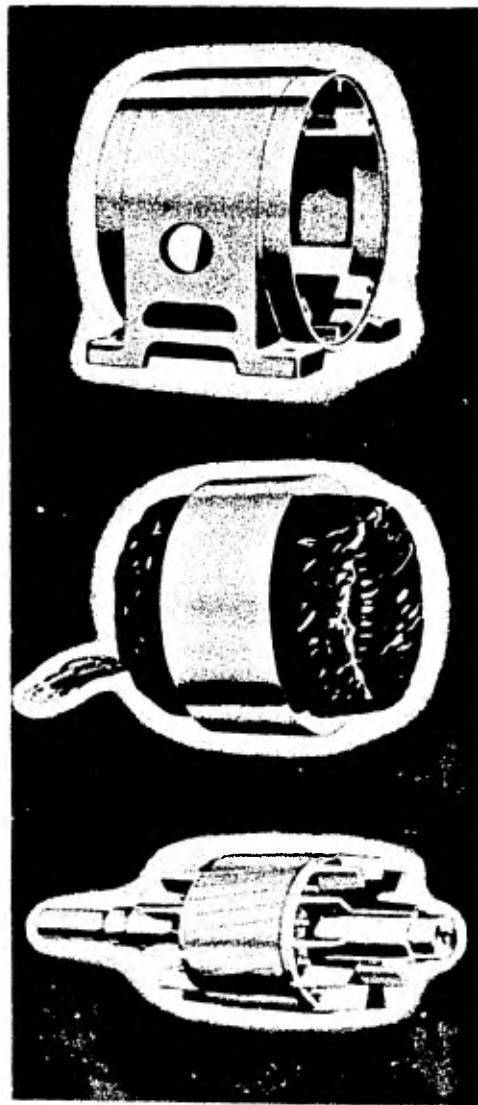
G.- INSPECCION GENERAL.- Examinar las juntas y los depósitos de aceite de los automáticos, para ver si aquellas cierran herméticamente, impidiendo así la pérdida de aceite y la entrada de humedad.

Examinar todas las superficies de los depósitos de -- aceite y retocar con pintura las áreas deterioradas, marcadas por golpes o rayadas, para evitar la corrosión.



CAPITULO VI  
MOTORES ELECTRICOS

# MOTORES



## MOTORES ELECTRICOS

### OBSERVACIONES GENERALES.

Considerando que los motores son primordialmente importantes en el buen funcionamiento de las plantas embotelladoras, ya que proporcionan la fuerza necesaria para el movimiento de las máquinas, de los transportadores, compresores, bombas etc. se ha creído conveniente tratar sobre su mantenimiento e inspecciones en una forma detallada.

En la industria moderna, el tipo de motor más empleado es el de inducción, cuya clasificación se ha hecho atendiendo a la construcción de su rotor, de la manera siguiente:

- a).- Motores de inducción del tipo jaula de ardilla.
- b).- Motores de inducción de rotor devanado.

La asociación nacional de fabricantes de equipo eléctrico (NEMA), con el fin de tener uniformidad en la aplicación - ha clasificado este tipo de motores de acuerdo con el par desarrollado a rotor bloqueado, el par máximo desarrollado, la corriente de arranque o algunos otros valores y ha asignado - letras a este tipo de motores.

Las designaciones NEMA más comunes son:

Clase A

Clase B

Clase C

Clase D

Clase F

#### DESIGNACION NEMA CLASE A.

Este motor de clase A es un motor de inducción normal o estándar fabricado para utilizarse a velocidad constante. Durante el periodo de arranque, la densidad de corriente es -- elevada cerca de la superficie del rotor; durante el periodo de marcha, la densidad de corriente se distribuye de una manera muy uniforme. Esta diferencia determina una resistencia elevada y una reactancia reducida en el arranque dando lugar a un par de arranque de 1.5 a 1.75 veces el par nominal (a plena carga.) El par de arranque bastante elevado y la pequeña resistencia del rotor origina una aceleración bastante rápida hasta la velocidad nominal.

El motor de inducción de clase A posee la mejor regulación de velocidad (alrededor del 3 al 5%). Desafortunadamente, su corriente de arranque varía de cinco a siete veces la corriente nominal normal haciéndolo menos apropiado para el arranque directo, en particular en los motores de gran potencia. Sin embargo, en tamaños inferiores a 5 HP el motor de inducción de clase A se arranca frecuentemente conectándolo directamente a la red y, debido a su rápida aceleración, no produce los efectos de las corrientes extremadamente elevadas, que son indeseables.

## DESIGNACIONES NEMA CLASE B.

Este motor tiene las siguientes características: par de -- arranque normal y baja corriente de arranque. Este motor es el más usado de los del tipo de jaula de ardilla, ya que tiene un par de arranque y un para de rotor bloqueado adecuados para el arranque de una gran variedad máquinas industriales; además, toma una corriente aceptable a plena carga.

Algunas de las implicaciones generales de estos motores - son:

En máquinas herramientas

Tornos

Esmeriles

Fresas

etc.

Para accionar ventiladores, en soldadores para extracción, de humo en chimeneas de tiro forzado, extracción de gases, etc. Para accionar bombas centrífugas (para bombear agua y líquidos más densos que el agua, hasta 10 HP son capacidades adecuadas). Para accionar prensas, trituradores, molinos de baja carga, compresores de arranque sin carga etc.

El deslizamiento a plena carga de estos motores varía entre 1.5 y 3%; los motores de más de 200 HP pueden tener deslizamientos menores del 1% pero requieren de métodos de arranque .

a voltaje reducido y sus aplicaciones son para cosas especificos.

#### DESIGNACIONES NEMA CLASE C

Este motor tiene las siguientes características principales: Alto par de arranque y baja corriente de arranque. Es - decir que estos motores tienen un alto par a rotor bloqueado, baja corriente de arranque y relativamente un bajo deslizamiento a plena carga.

Algunas aplicaciones típicas de estos motores son:

En compresores de movimiento alternativo (bajo condiciones de carga), elevadores, transporte de material, trituradores, pulverizadores, alimentadores al hogar de hornos, etc.

Estos motores generalmente se diseñan con un par de rotor bloqueado arriba del 200%; este par se refiere al par a plena carga, cuyo valor es menor al 195%. El deslizamiento a plena carga de estos motores varía de 1.5 a 3%.

#### DESIGNACIONES NEMA CLASE D

Las características principales de este tipo de motores son: alto par de arranque, baja corriente de arranque y alto deslizamiento. Usan rotor con alta resistencia y se emplean comunmente con carga que tiene muchas pérdidas intermitentes

de altas y bajas. Las máquinas impulsadas por estos - - motores generalmente están provistas de un volante que - tiene una inercia considerable; en vacío éstos operan - con un deslizamiento muy pequeño que crece cuando se apli ca la carga máxima por mucho tiempo, permitiendo al sis- tema absorber la energía del volante. Cuando el motor -- opera con cargas invariables entonces no es necesario el- uso del volante.

Este tipo de motores se usa generalmente en punzado- ras, y cargas mecánicas con características de operación- alternativa.

#### DESIGNACIONES NEMA CLASE F

El motor de inducción jaula de ardilla identificado- mediante la letra F se conoce como motor de par reducido- de rotor de doble jaula. Se proyecta principalmente como motor de corriente de arranque reducida ya que requiere - la menor corriente de arranque de todas las clases (A-D).

Este motor se proyectó para substituir al motor de - la clase B. produce pares de arranque de alrededor de 1.25 veces el par nominal y corrientes de arranque producidas- de 2 a 4 veces la corriente nominal. En general, estos mo- tores se fabrican en tamaños superiores a 25 HP aproxima- damente para conexión directa a la red. Debido a la rela- tivamente elevada resistencia del rotor en el arranque y-

en la marcha, estos motores tienen una peor regulación de velocidad que los de la clase B, pequeña capacidad de sobrecarga y, ordinariamente, bajo rendimiento de funcionamiento. Cuando se arrancan con cargas ligeras, no obstante, las pequeñas corrientes de arranque eliminan la necesidad de equipo de tensión reducida, incluso en los tamaños superiores.

#### VENTAJAS PRINCIPALES DE LOS MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA:

- 1o. Costo inicial bajo.
- 2o. Su rotor es de construcción simple
- 3o. Es compacto y su instalación ocupa poco espacio.
- 4o. No produce chispas que pudieran provocar incendios.
- 5o. Lleva poco equipo de control, ya que no necesita control en el rotor.

#### DESVENTAJAS PRINCIPALES

- 1o. Su corriente de arranque es relativamente alta
- 2o. El par de arranque es fijo en un motor dado.

#### VENTAJAS PRINCIPALES DE LOS MOTORES DE ROTOR DEVANADO

Los motores de rotor devanado tienen dos ventajas notorias sobre los del tipo jaula de ardilla:

Primera: en ellos se puede desarrollar un alto par de arran



que con corriente de arranque baja y además, pueden operar a plena carga con pequeño deslizamiento y con eficiencia. Segunda: Se puede cambiar el deslizamiento, cambiando la resistencia del rotor.

El mantenimiento de los motores eléctricos no es difícil ni complicado como la mayoría de la gente piensa que lo es, ya que en realidad solo se requiere de la buena voluntad y dedicación de los electricistas para llevar a cabo las inspecciones y mantener una información constante de las observaciones que a continuación se detallan.

#### INSPECCIONES MENSUALES.

Las inspecciones mensuales comprenderán los siguientes puntos:

- Lecturas corrientes
- Condiciones externas
- Condiciones mecánicas
- Cojinetes de bolas o rodillos
- Escobillas y colectores
- Inducidos y rotores
- Devanados
- Transmisión mecánica.

#### LECTURAS DE CORRIENTE.

Como se sabe los motores eléctricos se diseñan para funcionar a un determinado voltaje y una cierta cantidad de flujo eléctrico.

Por ejemplo si un motor está diseñado para funcionar con 110 V y se conecta a una línea de 220 V, el motor se quemará debido al flujo de corriente excesivo. Y si el motor se conectara a una línea de 50 V no podrá funcionar debidamente porque no pasa un flujo suficiente de corriente, por lo tanto es necesario que se utilice el voltaje correcto.

Si bien es el flujo de corriente lo que hace funcionar un motor, para que la corriente circule se requiere que haya una FEM o voltaje y el valor del voltaje determina la cantidad de corriente que ha de pasar. Es por lo tanto recomendable que estas inspecciones mensuales se inicien invariablemente con la lectura de corriente que está tomando el motor al voltaje de régimen, para compararla con la corriente de placa para plena carga. Si la lectura resultase igual o menor que la corriente de placa, es indicación de que tanto el motor como el mecanismo que acciona, están operando correctamente.

En caso contrario, si la lectura es mayor que la corriente de placa del motor y el voltaje de régimen es correcto, es indicación de que el motor está trabajando con sobrecarga, originada ya sea por:

- 1.- Baja capacidad del motor que es insuficiente para accionar el mecanismo, caso que solo esporádicamente se presenta dado que los fabricantes de las distintas clases de máquinas han comprobado la capacidad -

de los motores necesarios en las mismas.

2.- Algún desperfecto en la máquina accionada que esté originando la sobrecarga. Cuando el motor, línea de alimentación, conexiones y equipo de control se ha encontrado que están en buenas condiciones, entonces la sobrecarga es debida, como antes se dijo, a un desperfecto de la máquina. En tal caso, se pasará aviso a -- quien corresponda para que, aprovechando el día de paro o un turno inactivo, se efectue la revisión y el -- arreglo mecánico.

Un funcionamiento desbalanceado en los devanados del motor para cada fase, causada por una incorrecta operación del equipo de arranque y control, puede originar una toma incorrecta de corriente.

Una fase total o parcialmente a tierra, también puede originar el desbalanceo mencionado en el párrafo anterior, ya que puede causar que el motor se quemé.

Si es una cosa de urgencia, debe de arreglarse de inmediato; pero en caso contrario, se puede seguir operando hasta el día de paro o hasta un turno inactivo para hacerla corrección.

#### CONDICIONES EXTERNAS

Revisar si existen goteos de agua u otros líquidos, si están expuestos a escapes de vapor o exceso de polvo, si -- hay partículas o pelusas sobre el motor o cerca de él, pues lo perjudican y hay que evitarlas. Igualmente se revisará que los motores no queden encajonados, ya que se obstruye la ventilación. Que no se encuentren cuerpos extraños que impidan o entorpezcan el movimiento de las piezas móviles.- Observar su temperatura.

En las plantas embotelladoras es muy frecuente que se quemem los motores debido a esta serie de circunstancias, pero principalmente por exponerlos a salpicaduras de agua u otros líquidos.

En los transportes de cajas movidas movidas por bandas no es raro encontrar que al seleccionar las cajas, los operarios acumulen gran cantidad de ellas unas encima de otras, originando consecuentemente la sobrecarga en el motorreductor que acciona la banda.

#### CONDICIONES MECANICAS.

Las anomalías en el funcionamiento de los motores suelen manifestarse por lo general, en forma de ruidos extraños y anormales debidos al roce entre superficies metálicas, o de olor a quemado al tostarse el barniz del aislamiento. Al encontrar una situación así, se avisará de in-

mediato para que se efectúe posteriormente una inspección al parar el motor.

#### COJINETES DE BOLAS O RODILOS

Comprobar por el tacto si existen vibraciones anormales en las chumaceras, o bien, si se escucha ruidos extraños perceptibles al oído cuando haciendo con el puño de la mano y un desarmador, "un estetoscopio" se auscultan dichos alojamientos de los baleros o sea en las chumaceras.

Observar si la grasa para lubricación de los balero no penetra al interior del motor.

#### ESCOBILLAS Y COLECTORES

Para los motores de anillos rozantes, que son los únicos dotados con escobillas y colectores, comprobar que las escobillas estén en buenas condiciones en cuanto a la longitud útil y superficie de contacto en buen estado, y que los resortes o muelles hagan suficiente presión en las escobillas para producir un buen contacto. Por lo que se refiere a los colectores, examinar la limpieza de su superficie, fijándose además, si no existen manchas negras o asperezas que originen una conmutación defectuosa.

#### INDUCIDOS Y ROTORES

En la inspección visual, al referirse a inducidos y rotores, solo se tomará en consideración el entrehierro o espacio libre entre inducido y rotor.

En los motores de cojinetes de fricción o chumaceras, - que todavía se encuentran en servicio, pues la tendencia actual de los fabricantes de motores eléctricos es la de substituir las chumaceras por valeros, se deberá poner especial atención al entrehierro aún cuando el motor haya sido reparado recientemente y se hubieran instalado chumaceras nuevas.

Si el entrehierro normal fuese menor de 0.508mm. - -- comprobar que no exceda de más o menos 10%, ya que una fuerte variación en el entrehierro origina una disminución rápida en la capacidad del motor, amén de otras anomalías, como un recalentamiento excesivo, que en ocasiones cuando la variación del entrehierro es muy grande, puede causar la quemadura del motor, por falla de aislamiento. Comprobar también, que los conductos de ventilación no se encuentren tapados u obstruidos parcialmente, pues esto origina recalentamiento que puede causar la misma falla por aislamiento.

#### DEVANADOS

Cuando se encuentre acumulación de polvo u otras materias extrañas en los devanados del motor, límpiese con un -

soplador de aire, después de haber tenido la precaución--  
de desconectarlo.

El polvo y la suciedad que se encuentran en el exte--  
rior, límpiense con un paño seco. Examínese para ver si--  
no hay señales de humedad. Como en el caso de los moto--  
res equipados con cojinetes de bolas o rodillos, compro--  
bar que la grasa no ha penetrado al interior, y en caso -  
afirmativo, se puede limpiar con tetracloruro de carbono--  
en un lugar ventilado.

### TRANSMISION MECANICA

En cada uno de los diferentes tipos de transmisión me  
cánica habrá que inspeccionar lo siguiente:

- a).- TRANSMISION POR BANDA. Comprobar que la tensión de--  
las bandas, ya sean del tipo plano o en "V", sea la--  
apropiada, es decir, una banda muy tirante produce -  
un forzamiento tanto en los elementos de la transmi--  
sión en sí, como en los cojinetes del motor y en los  
del mecanismo que acciona. En caso de que la banda--  
esté demasiado floja la capacidad de transmisión de--  
potencia disminuye, y además, se tiene el consabido--  
desgaste innecesario de las bandas y de las poleas.
  
- b).- TRANSMISION POR ENGRANAJES. Inspeccionar los engra--  
nes para ver si no hay señales de desgaste desigual--  
en los dientes; en caso afirmativo, se buscará el mo

tivo que está originando el desgaste.

c).- TRANSMISION POR ACOPLAMIENTOS FLEXIBLES. Comprobar -- si las flechas del motor y del mecanismo accionado, es tán perfectamente alineadas. No deberá notarse ninguna variación, ni tampoco escucharse ningún ruido producido por desalineamiento que esté originando desgaste en el elemento flexible.

d).- TRANSMISION POR CADENA. Inspeccionar que las cadenas no rozen con las cubiertas y que la lubricación de las mismas sea la adecuada, esto es, que sobre todo no haya exceso de grasa o aceite en el fondo de los alojamientos o graseras de cajas. Examinar que el desgaste de los sprockets o ruedas dentadas sea uniforme, es de cir, que los dientes estén parejos en cuanto a desgaste se refiere, pues dientes con desgastes disparejos, dan origen a una transmisión defectuosa.

En cualquiera de los cuatro casos de transmisión, se arrancará el motor para comprobar que el tiempo adecuado, unos 10 segundos, alcanza su velocidad de régimen. Si no la alcanza, y la transmisión está en buenas condiciones, habrá que encontrar el motivo que está originando el forzamiento en la transmisión y que puede estar en el equipo accionado, en el motor o en los controles del motor.

INSPECCIONES ANUALES.



Una práctica saludable y que debe ser seguida normalmente por las plantas embotelladoras, es la inspección -- anual de los motores, independientemente de las inspecciones mensuales. La inspección anual, de ser posible, se efectuará en los meses cuando la demanda no es fuerte, y para poder hacerla y cerciorarse palpablemente del estado que guardan los motores se quitan del lugar de servicio, se desarman y se examinan los siguientes puntos:

- Entrehierro y cojinetes
- Rotores devanados
- Rotores jaula de ardilla
- Devanados
- Transmisión mecánica
- Cargas.

#### ENTREHIERRO Y COJINETES

Como ya se dijo anteriormente, en inspecciones mensuales, el entrehierro y el estado que guardan los cojinetes están íntimamente ligados, ya que los cojinetes defectuosos se traducen en una variación del entrehierro. Todos los cojinetes del tipo que sean deberán encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se repondrán todos aquellos que se encuentren dañados o defectuosos. Al volver a armar el motor, habrá que asegurarse de que los cojinetes tienen el engrase adecuado.

## ROTORES DEVANADOS

Efectuar una limpieza minuciosa de los anillos colectores, arandelas y conexiones, verificando que dichas conexiones queden fuertemente ejecutadas y que los anillos no estén ásperos, manchados o excéntricos, en cuyo caso deberán rectificarse esmerilándolos.

Cerciorarse de que el anillo de corto circuito corra libremente y que no se encuentre excéntrico. Verificar que el perno de operación del anillo de corto circuito, esté en condiciones de una operación normal.

. Revisar los carbones o peines para retirar aquéllos que se encuentren en el límite de su longitud útil, reponiéndolos por otros nuevos; que la superficie de contacto de los mismos no esté áspera o que el carbón esté roto.

## ROTORES DE JAULA DE ARDILLA

Al efectura la inspección, habrá que revisar que no haya una sola barra rota o floja, o bien, que no haya señales de recalentamiento local, lo cual también denota que una barra está rota o floja, ya que muchas veces a primera vista no se puede apreciar el estado de las mismas. Revisar también que las paletas o áspas del ventilador, se encuentren firmes y que no haya una sola floja; esto, en el caso de que las áspas no formen parte integral del rotor.

## DEVANADOS

Si en caso de encontrar humedad, moho o agua estancada en los motores, se procederá a secarlos en la estufa, o utilizando focos incandescentes.

Se limpiarán perfectamente los ductos de ventilación para eliminar la acumulación de polvo.

Se examinará la superficie de los aislamientos por si se encontraran agrietados o tuvieran otras señales que ameriten dar nuevas capas de barniz aislante.

Comprobar la resistencia del aislamiento de los devanados. Por medio del megger, que para este uso y otros, es necesario tener en toda planta embotelladora. Se verificará la resistencia del aislamiento entre bobinas, y entre bobinas y tierra, así como de continuidad.

## TRANSMISION MECANICA

Examinar que la flecha del motor no se encuentre torcida vencida o descentrada, lo cual puede causar rozamiento. Para é ello, se le dará vuelta al rotor con la mano, observando cuidadosamente la condición de la flecha.

Al volver a instalar el motor en su lugar de servicio, se revisará la transmisión mecánica tal y como se detalló anteriormente para las inspecciones mensuales.

## CARGAS

Al teminar la revisión anual y habiéndose instalado nuevamente el motor en su lugar de servicio, se observará su funcionamiento tomando la lectura de corriente y voltaje, y tomando en consideración todo lo dicho al respecto para "lecturas de corriente" en inspecciones mensuales --- (mencionado anteriormente.).

CUADRO DE ANOMALIAS Y SUS REMEDIOS DE MOTORES DE INDUCCION  
JAULA DE ARDILLA

ANOMALIA	CAUSA	REMEDIO
El motor no arranca	Dispositivo de sobrecarga disparado	Esperar a que se enfríe el dispositivo de sobrecarga y volver a arrancar. Si el motor no arranca, compruébense las causas indicadas más abajo.
	Línea desconectada.	Conectar la línea al aparato de control y éste al motor comprobar que los contactos no estén flojos.
	Fusibles defectuosos	Probar los fusibles
	Baja tensión	Comprobar si las características del motor corresponden a las de la línea de alimentación. Medir la tensión en los bordes del motor, con la carga conectada, para ver si el calibre del alambre es el adecuado.
	Conexiones del control equivocadas.	Comprobar las conexiones con el esquema de conexiones del control.
	Conexión floja entre borne y conductor	Apretar las conexiones.
	La máquina impulsada es tá bloqueada	Desensamblar el motor de la máquina.- Si el motor arranca bien, examínese la máquina impulsada.

ANOMALIA	CAUSA	REMEDIO
	Circuito abierto en los devanados del rotor o estator	Localizar los circuitos abiertos
	Cortocircuito en el devanado, del estator.	Localizar la bobina en cortocircuito.
	Contacto a tierra en el devanado.	Localizar el devanado con contacto a tierra.
	Cojinetes duros	Arreglar la falta o cambiar el cojinete.
El motor no arranca	Grasa demasiado dura.	Emplear lubricante apropiado
	Aparato de control defectuoso	Checar control.
	Sobrecarga.	Reducir la carga.
Motor ruidoso.	El motor funciona con una sola fase.	Parar el motor y probar a arrancar de nuevo. El arranque no podrá realizarse con una sola fase Ver si existen conductores o un circuito (s) abierto (s)
	Carga eléctrica desequilibrada.	Comprobar y corregir el equilibrio.
	Sacudidas en la flecha (en los motores -	Comprobar la alineación y el estado de la banda.

## ANOMALIA

## CAUSA

## REMEDIO

con cojinetes de manguito).

Vibración.

La máquina impulsada está desbalanceada. Desconéctese el motor de la carga. Si el motor siguiera haciendo ruido, balancearlo.

Entrehierro desigual.

Alinear el rotor o reemplazar los cojinetes.

Cojinetes de bolas ruidosas .

Comprobar la lubricación. Reemplazar los cojinetes si el ruido es persistente y excesivo.

Laminaciones flojas o rotor flojo en el eje.

Apretar todos los pernos de sujeción.

El rotor roza con el estator.

Centrar el rotor y reemplazar los cojinetes, si fuera necesario.

Objetos aprisionados entre el ventilador y tapa lateral.

Desmontar el motor y limpiarlo. Eliminar cualquier suciedad o basura alrededor del motor.

El motor se ha aflojado de la base.

Apretar los pernos de sujeción. Quizá sea necesario alinear el motor.

ANOMALIA	CAUSA	REMEDIO
	Acoplamiento flojo.	Insertar lanas calibradores en cuatro puntos, en la junta de acoplamiento, antes de apretar los pernos, para comprobar el alineamiento. Apretar bien los pernos.
El motor se calienta o humea.	Sobrecarga.	Medir la carga con el ampérmetro. Reducir la carga.
	Desequilibrio eléctrico de la carga.	Comprobar si existe desequilibrio de tensión o si el motor trabaja en una sola fase.
	(fusible quemado, equipo de control defectuoso, - etc.).	Ver si existe algún circuito abierto en las líneas de alimentación.
	Ventilación defectuosa	Limpiar los conductos de ventilación y los devanados.
	Tensión y frecuencia inadecuados	Comprobar los datos de placa con los de la línea de alimentación. Comprobar también la tensión en los bornes del motor, durante la marcha a plena carga.
	Motor parado por la máquina impulsada o por cojinetes demasiado apretados.	Desconectar el motor de la línea de alimentación. Compruébese la causa de la parada de la máquina impulsada.



ANOMALIA	CAUSA	REMEDIO
	Conexiones flojas en los devanados del motor.	Apretarlas, si fuera posible, o reemplazar el motor.
	Banda demasiado estirada.	Eliminar la presión excesiva en los cojinetes.
	Empleo del motor para servicio de rápida inversión de la rotación	Reemplazar el motor por otro apropiado para este servicio.
Recalentamiento de los cojinetes.	Tapas laterales flojas o mal montadas.	Ver si las tapas ajustan perpendicularmente y están bien apretadas.
	Exceso de tensión de la banda.	Reducir la tensión de la banda
	Flecha torcida.	Enderezar la flecha o enviarle al taller,
Cojinetes de mangüito.	Insuficiente aceite.	Añadir aceite. Si el nivel estuviera muy bajo, vaciarlo, limpiar el depósito y volver a llenarlo.
	El aceite contiene materias extrañas o es de mala calidad.	Vaciar el aceite, limpiar el depósito y volver a llenarlo con lubricante industrial recomendado por una casa de confianza.

## ANOMALIA

## CAUSA

## REMEDIO

Los anillos de engrase no giran o giran lentamente.

Aceite demasiado espeso. Vaciar el depósito y volver a llenarlo. El anillo de engrase tiene algún punto desgastado. Instalar un anillo nuevo.

Motor inclinado.

Nivelar o reducir la inclinación y realinear el motor. si fuera necesario.

Anillos torcidos o deteriorados al montarlos

Reemplazarlos.

Anillo fuera de su ranura (sujetador - del anillo fuera de su sitio).

Ajustar o colocar el sujetador.

Empuje axial debido a inclinación del motor.

Nivelar el motor, reducir el empuje o emplear un motor apropiado para el caso.

Cojinetes defectuosos o flecha áspera.

Reemplazar los cojinetes, Pulir la flecha.

Cojinetes de Bolas.

Grasa excesiva

Quitar el tapón de drenaje con el motor en marcha. Si el exceso de grasa no sale, enjuagar con aceite ligero y volver a lubricar.

## ANOMALIA

## CAUSA

## REMEDIO

Clase de  
grasa ina  
decuada.

Añadir grasa apropiada

Grasa insufi  
ciente.

Quitar el tapón de drenaje y  
añadir grasa al cojinete.

La grasa  
contiene ma  
terias ex--  
trañas.

Lavar los cojinetes con aceite  
ligero y volver a engrasarlos;  
comprobar que la grasa este' -  
limpia.

Cojinetes  
desalineados.

Alinear el motor y revisar el mon  
taje de la caja del cojinete. -  
Ver si los anillos de gufa están-  
exactamente en ángulo recto con -  
el eje.

Cojinetes  
deteriora  
dos,  
(oxidados, etc.)

Reemplazar los cojinetes.

CAPITULO VII

ALUMBRADO

## ALUMBRADO

### OBSERVACIONES GENERALES:

Por lo general, en las subestaciones eléctricas instaladas en las plantas embotelladoras, se dispone de casi -- siempre de un transformador trifásico para servicio de -- alumbrado. Es una práctica recomendable que todas las cargas de alumbrado se distribuyan en un número conveniente - de circuitos primarios de una fase a 220 volts, tres hilos, siendo el tercer hilo el correspondiente al neutro, comunmente conocido por los electricistas como el hilo de tie-- rra, y que sólo transportará la corriente eléctrica resul-- tante del desbalance de las fases. Por consiguiente, se - tratará siempre de mantener balanceadas las cargas de cada uno de los circuitos primarios de alimentación de alumbrado.

Cuando se dice que las cargas de alumbrado están ba-- lanceadas, se entiende que las cargas en cada uno de los - circuitos son aproximadamente iguales. El balanceo de las cargas es indispensable para lograr una correcta operación del transformador de alumbrado, y poder obtener de él, la - utilización máxima de su capacidad. El balanceo de las - cargas de alumbrado es igualmente importante en el caso de que los circuitos principales de alumbrado se tomen del secundario del transformador de fuerza. En ambos casos, un - desbalanceo en las fases de alimentación, originará una va

riación de voltaje, bajando en la fase sobrecargada, y - - aumentando en la que tiene poca carga, dando por resultado un alumbrado deficiente.

Los dos hilos correspondientes a la fase, siempre estarán protegidos por fusibles contra corto-circuito, mientras que el tercer hilo correspondiente al neutro, no necesitará de dicha protección siempre y cuando, se haya hecho previamente su conexión a tierra, la cual normalmente se efectúa conectando a tierra el borne del neutro del secundario del transformador.

Cuando en una planta embotelladora, la instalación -- del alumbrado ha sido proyectada convenientemente para obtener en sus diferentes departamentos el índice de iluminación adecuado según las áreas por cubrir, se estará en condiciones de determinar la capacidad del transformador, que tendrá que ser suficiente para absorber la carga que arrojó el proyecto y, además, la que resultare de futuras ampliaciones.

El número mínimo de ramales o circuitos principales - para alumbrado, lo determinará lo dicho en el párrafo anterior en lo referente a índices de iluminación y áreas por cubrir. Para la instalación de estos ramales, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

a). Para circuitos de dos hilos, 15 Ampares, la carga por-

circuito no tendrá que ser mayor de 1200 watts.

- b). Para circuitos de más de dos hilos, 15 Amperes, la carga conectada no deberá exceder de 1200 watts, entre cada uno de los conductores correspondientes a las fases y el hilo neutro.
- c). Para circuitos de alumbrado de servicio pesado, la carga por circuito no tendrá que exceder de 1500 watts -- con conductores de calibre # 10; de 2500 watts para -- conductores de calibre # 8, y de 3000 watts para conductores de calibre # 6.

Por lo que toca a los calibres de los conductores, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones;

- a). El menor calibre permitido en cualquier circuito de -- alumbrado, es el # 12 AWG.
- b). Cuando la distancia entre el tablero de control y la -- primera salida en un ramal de alumbrado excede de 16.5-metros (50'), el calibre del conductor usado deberá ser -- cuando menos, el inmediato superior a los mencionados -- en las consideraciones anteriores, mientras que el cali -- bre utilizado entre salidas en el mismo ramal de alum -- brado, será el mismo que el de las consideraciones men -- cionadas.
- c). Cuando la distancia que hay entre el tablero de control y la primera salida del circuito, excede de 33 metros --

(100'), se deberá usar un alambre de calibre # 10.

d) Se permitirán espaciamientos mayores de 33 metros (100') entre el tablero de control y la salida de alimentación al ramal de alumbrado, siempre y cuando el calibre del conductor haya sido calculado tanto para capacidad conductiva de corriente, como para caída de tensión, y que ésta última no exceda del 2% en cualquier salida del -- circuito de alumbrado. En caso contrario, se necesitará volver a localizar la posición de los tableros con respecto a la salida de los circuitos de alumbrado, o - instalar tableros adicionales.

#### CIRCUITOS PRINCIPALES

Cada uno de los circuitos principales tendrá que estar alumbrado con los calibres adecuados de conductor para el amperaje correspondiente a plena carga de alumbrado, y además, deberán ser tales, que admitan sólo una caída de - tensión del 2% en cualquier punto de utilización en los ra males o "circuitos derivados".

Se entiende por caída de tensión por conducción, la - disminución del voltaje de utilización al final de la lí-- nea con respecto al voltaje impreso, la cual generalmente se estima en porcentaje, el que, para instalaciones de - alumbrado, no podrá ser mayor del 2%, pues en caso contra- rio, las lamparas, si son incandescentes, disminuirán en su



capacidad de iluminación, y si son del tipo de arco, se es tarán prendiendo y apagando, por no haber el voltaje necesario para establecer permanentemente el arco.

La capacidad de los interruptores de seguridad de los circuitos principales, tendrá que ser la apropiada para la corriente establecida en cada uno de ellos, para que los cartuchos fusibles puedan cumplir con su papel de protección contra "corto-circuito".

#### CIRCUITOS DERIVADOS

Se tendrá en cuenta lo antes dicho para conductores e interruptores de seguridad en el inciso anterior, en cuando a calibre y capacidad respectivamente.

Cada uno de los circuitos derivados se alimentarán de un centro de carga (multi-braker; tablero de control), que consta del número necesario de circuitos para el alumbrado total o parcial, del departamento de que se trate en la planta embotelladora.

Cada uno de estos circuitos derivados, llamados también "secundarios" o "ramales", puede tener, según la conveniencia, sus controles locales (apagadores). La capacidad de estos circuitos ya quedó mencionada, anteriormente, que no debe ser mayor de 1200 watts según lo establecido por el Código Nacional Eléctrico.

## MANTENIMIENTO

Comprenderá inspecciones mensuales y anuales.

### Inspecciones mensuales

La previsión de los interruptores y centros de carga, se hará conforme quedó establecido en los capítulos de tableros, controles e interruptores.

La limpieza de las unidades de alumbrado de cualquier tipo, tendrá por objeto eliminar cualquier acumulación de polvo y suciedad en las superficies radiantes y en las reflexión, y reponiendo además, las unidades o partes de unidad que se encuentren dañadas.

Siguiendo con la práctica establecida en los capítu-- los anteriores, este mantenimiento se hará en forma escalo nada, atendiendo diariamente un determinado número de unidades, de manera que al finalizar el mes, se haya efectuado en todas.

### Inspecciones anuales

Anualmente se hará una comprobación de cargas de alumbrado en los diferentes circuitos, que permita establecerse si los calibres de los conductores, capacidad de los interruptores, etc., siguen siendo adecuados, pues puede haber ocurrido que durante el transcurso del año, se haya aumen-

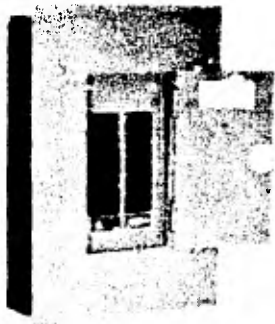
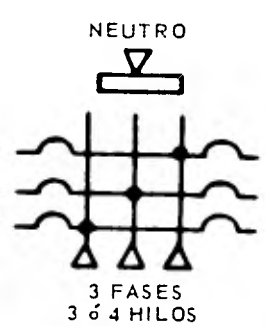
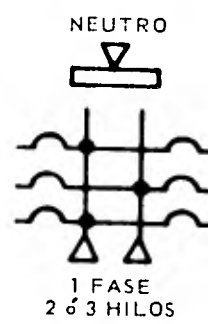
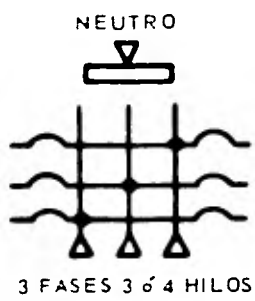
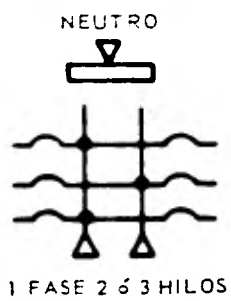
tado la carga del alumbrado por ampliación de las instalaciones o de otros motivos.

En aquellas instalaciones en donde la tubería conduit vaya alojada en ductos metálicos o de otros materiales, para mejorar el aspecto y presentación de las instalaciones, se limpiarán interior y exteriormente estos ductos, repintándolos si se hace necesario.

Se verificará también el estado de aislamiento de los conductores por medio del megger, reponiendo aquéllos que se encuentren mal.

Se revisará la sujeción de los chasis de las lámparas, su alineamiento y nivelación.

# TABLERO DE ALUMBRADO



CAPITULO VIII  
INSTRUMENTOS DE MEDICION  
Y  
FORMULAS

## INSTRUMENTOS DE MEDICION Y FORMULAS

### OBSERVACIONES GENERALES

En ningún otro campo de la ciencia es posible medir - cantidades tan exacta y fácilmente como las magnitudes - - eléctricas, por medio de los instrumentos de medición creados por el hombre. Por esta razón, los técnicos que trabajan en otras ramas de la ciencia, que no es la eléctrica, - frecuentemente convierten a valores eléctricos las magnitudes que desean medir, como resultado, muchos de los diferentes tipos de instrumentos para mediciones eléctricas y magnéticas, se utilizan para leer magnitudes como las de presión, grosor, resistencias mecánicas, velocidades, colores, etc.

Aún cuando son muchos los tipos de instrumentos de medición para magnitudes eléctricas y magnéticas de corrientes alterna y directa, solo nos referiremos a los instrumentos empleados para mediciones de corriente alterna, y en especial, a los aparatos portátiles comúnmente empleados en las plantas embotelladoras para los servicios de instalación y mantenimiento.

Estos aparatos son tres: Vólmetros, ampérmetros y megger.

## VOLMETROS DE CORRIENTE ALTERNA

Los principales tipos comerciales de vólmetros generalmente usados, son los siguientes:

Electrodinámicos

De núcleo móvil

De inducción

Alambre o barra caliente

Termopar

Electrostáticos

Electrónicos o termoiónicos

De rectificadores

### VOLMETROS DEL TIPO ELECTRODINAMICO

La mayoría de los instrumentos eléctricos de medición están contruidos en forma tal, que la magnitud eléctrica por medirse, produce una acción de fuerza en el mecanismo del instrumento. Esta acción de fuerza opera sobre una parte móvil limitada por un resorte. La parte móvil alcanza una posición hasta donde la fuerza producida eléctricamente, se equilibra con la fuerza del resorte. Una aguja-indicadora en relación con una escala apropiada, señala la posición de la parte móvil.

El vóltmetro de tipo electrodinámico o electrodinamómetro, esta basado en la reacción entre una bobina móvil y

dos bobinas fijas conectadas las tres en serie. El movimiento de la bobina móvil es una consecuencia de la corriente que fluye a través de las bobinas fijas, y, por lo tanto, es proporcional a la fuerza electromotriz impresa en las terminales, y por consiguiente, una medida de ésta.

La bobina móvil gira en medio de las dos bobinas fijas colocadas paralelamente; la deflexión o giro de la bobina móvil tiende a ser proporcional al cuadrado de la corriente, pero la escala se vé limitada en el valor máximo, correspondiente al movimiento máximo de la bobina móvil, cuando alcanza una posición paralela a la de las bobinas fijas.

Para evitar los movimientos bruscos de la bobina móvil, originados por el campo manético de las bobinas fijas, a las que se le ha impreso el voltaje o fuerza electromotriz por medir, en la parte inferior del eje que soporta la bobina móvil, lleva instalados un número par de amortiguadores en caja de aire, formados por unas pequeñas aletas perforadas, que amortiguan el movimiento al presentar una cierta resistencia al desplazarse en dichas cámaras. También existen amortiguadores magnéticos, que utilizan un imán permanente.

El voltmetro de tipo electrodinámico anteriormente descrito, es el que se utiliza generalmente en los voltme-



tros portátiles usados por el personal de mantenimiento en la industria embotelladora. En muchos casos, como ya se verá después, en un mismo instrumento y aprovechando el sistema descrito, se tiene en un aparato la medición del voltaje y del amperaje.

Para saber la diferencia de tensión existente entre dos líneas, el voltmetro siempre se deberá conectar en paralelo entre ellas.

#### AMPERMETROS DE CORRIENTE ALTERNA

Los principales tipos comerciales de amperímetros de corriente alterna son los siguientes:

Electrodinámicos

De núcleo móvil

De inducción

Termopar

Alambre o barra caliente

Rectificadores

Al igual que los voltmetros, el único tipo que se describe, es el electrodinámico.

#### AMPERMETROS DEL TIPO ELECTRODINAMICO

Cuando el mecanismo electrodinámico se usa como volt-

metro, las bobinas estacionarias así como la bobina móvil, están formadas por muchas espiras de alambre muy delgado; las bobinas estacionarias y la bobina móvil, se conectan en serie, y para aumentar la escala de valores del instrumento, se adicionan de una resistencia multiplicadora conectada en serie.

Para usar como ampérmetro el mecanismo electrodinámico, las bobinas estacionarias se forman con pocas vueltas de alambre grueso. Estas bobinas estacionarias, se conectan en serie con la resistencia shunt de bajo valor, a la cual este conectada la bobina móvil.

Al incorporar en un solo aparato voltmetro y ampérmetro, se utilizan un doble juego de bobinas y las resistencias correspondientes, y cuya conexión se efectúa por medio de un conmutador accesible desde el exterior del aparato. Normalmente, en los tipos portátiles de voltampérm<sup>e</sup>tros, se dispone además de varios rangos de voltaje y amperaje, según sea el valor de la resistencia en serie o en shunt que se conecte.

El ampérmetro siempre se deberá conectar en serie en las líneas. En caso de que el ampérmetro sea del tipo de gancho, bastará abrazar con él al conductor.

## MEGGER

Dentro de los diferentes tipos de instrumentos portátiles comerciales para obtener medidas directas de resistencias, se encuentra en megohmetro comunmente conocido como megger.

La fuente de energía para operar el megger, generalmente está constituida por un pequeño generador de operación manual con una manivela, aunque puede ser una batería, uno u otro alojados dentro del aparato. Los hay también - que utilizan un convertidor constituido por un motor síncrono de corriente alterna que acciona un generador de corriente continua, cuyas terminales alimentan a los circuitos magnéticos del megger.

El tipo comercial más usado es el que tiene como fuente de energía, el generador de operación manual.

El megger aprovecha el principio del galvanómetro diferencial en su diseño, y lo constituye primordialmente, - una bobina principal que va en serie con la resistencia -- por medir, y de dos bobinas más, una de las cuales esta en serie con una resistencia determinada, y ambas conectadas a las terminales del generador. Las tres bobinas están -- rígidamente acopladas y montadas sobre un eje común, y -- conectadas por medio de finísimas tirillas de cobre, de manera que no ejerzan ninguna fuerza de control. Cuando el-

generador se acciona, una corriente fluye a través del par de bobinas conectadas a sus terminales y a través de la -- resistencia antes citada; esta corriente es proporcional a la fuerza electromotriz generada.

Si exteriormente no hay conectada una resistencia por probar, estas bobinas girarán hasta la posición del cortemínimo de flujo producido por el imán permanente del aparato, es decir, hasta la posición opuesta al entrehierro del núcleo móvil del eje común, sobre el que se mueve la bobina que está conectada directamente a una terminal del generador, y la bobina principal que va en serie con la resistencia por medir. Bajo estas condiciones, la aguja indicadora señalará una resistencia infinita en la escala.

El conectar la resistencia que se quiere medir, la corriente que fluye por la bobina conectada a ella, producirá un par que originará una deflexión de la aguja indicadora alejándose del valor infinito, hasta aquél correspondiente a la resistencia por medir, ya que al moverse del sistema, las bobinas conectadas al generador, ejercerán un par opuesto que crecerá paulatinamente hasta lograrse el balanceo de los dos pares, quedando inmovilizada la aguja indicadora en la lectura correspondiente a la resistencia.

Es evidente que esta posición de la aguja indicadora es independiente del valor del voltaje impreso por el gene

rador, ya que ambos pares opuestos entre sí, son, a la vez proporcionales a la fuerza electromotriz producida.

Para hacer la prueba en la resistencia del aislamiento, trátase de motores, circuitos, líneas de fuerza, etc.- etc, la primera medida indispensable que se debe tomar, es desconectar de la fuente de energía que alimente, pues de lo contrario, al conectar el megger, es casi seguro que se destruya o sufra serios daños.

Al tratarse de circuitos o aparatos capacitivos, se tendrá que tomar la precaución de conectarlos a tierra por un lapso conveniente de tiempo, hasta no tener la certeza de que toda la carga remanente a pasado a tierra, y poder entonces conectar el megger con entera seguridad tanto para el operario como para el aparato.

En el mercado se pueden conseguir meggers con rangos de voltaje desde 100 hasta 2500 volts. La selección correcta tendrá que estar basada en el voltaje del equipo que va a ser probado.

Si el rango de voltaje del equipo bajo prueba es de 100 volts o menos, se pueden usar instrumentos de 200 a 250 volts; si el voltaje del equipo está arriba de 100 volts, se recomienda un instrumento de 500 volts. Para pruebas especiales, se necesitan megger con rango de voltaje de hasta 2500 volts.

Cuando un megger está siendo usado, el comportamiento de su aguja indicadora hay que observarlo cuidadosamente, - pues se puede aprender mucho de sus movimientos. La fuga de corriente por la superficie de un aislamiento en malas condiciones pero sin una falla franca, es indicada en forma de tics ligeros en la escala inferior; mientras que la respuesta de la aguja cuando se está probando un buen aislamiento, es una inclinación hacia abajo, seguida por un ascenso gradual hasta el verdadero valor de la resistencia

La inclinación de la aguja hacia cero es causada por la capacitancia en los devanados y es especialmente notable en grandes máquinas. Sin embargo, el tiempo de carga es corto, pues rara vez pasa de unos cuantos segundos.

#### ESCALA UTIL DEL AMPERMETRO

La escala del instrumento indica la corriente máxima que puede medirse con el instrumento. Toda corriente que exceda de este valor ocasionará graves daños al aparato. - Si un ampérmetro tiene una escala de 0 a 15 amperes., servirá para medir toda intensidad de corriente que no pase de 15 amperes, pero una corriente superior perjudicará al aparato.

Si bien la escala del instrumento puede ser de 0 a 15 amperes, su amplitud útil con fines de medición estará com

prendida entre uno y 14 amperes. Cuando la aguja indique una corriente de 15 amperes, es probable que la corriente verdadera sea muy superior, pues el instrumento solo puede registrar el máximo de su escala.

## FORMULAS

### FORMULAS PARA CALCULOS DE CIRCUITOS Y CONDUCTORES

La corriente individual por conductor en los diferentes sistemas de distribución, se puede determinar por las fórmulas que se dan a continuación, en las cuales las nomenclaturas es la siguiente:

I = corriente por conductor medida en amperes

W = potencia medida en watts.

FP = factor de potencia

$E_p$  = voltaje entre conductores de fases

$E_g$  = voltaje entre una fase y neutro

En los sistemas de distribución se presentan los siguientes casos:

$$1 \text{ fase, 2 hilos:} \quad I = \frac{W}{E_p \times F_p}$$

$$1 \text{ fase, 3 hilos:} \quad I = \frac{W}{2 E_g \times F_p}$$

$$2 \text{ fases, 3 hilos:} \quad I = \frac{W}{2 E_p \times f_p}$$

(alambres exteriores)



$$2 \text{ fases, 3 hilos: } I = \frac{W}{\sqrt{2} \times E_p \times F_p}$$

(con alambre común)

$$2 \text{ fases, 4 hilos: } I = \frac{E}{2 E_p \times f_p}$$

$$3 \text{ fases, 3 hilos: } I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E_p \times f_p}$$

$$3 \text{ fases, 4 hilos: } I = \frac{W}{3 E_g \times f_p}$$

#### RESISTENCIA DE CONDUCTORES Y CAIDA DE POTENCIAL

La resistencia óhmica de un conductor de cobre comercial, que tenga un pie de longitud y un calibre de un circular-mill, es de 10.6 a 10.8 Ohms, cuando el conductor -- está sujeto a una temperatura de 24°C.

Para fines de cálculo, un valor de 10.7 ohms por un - circular-mill pié da suficiente exactitud. Bajo esta base, la resistencia de cualquier conductor de cobre comercial - está dada por:

$$R = \frac{10.7 \times L}{A} \quad (1)$$

En donde:

R = resistencia en Ohms del conductor.

L = longitud en pies del conductor

A = área del conductor en circular-mills

De la ley de Ohm, por todos conocida, y que se expresa por:

$$I = \frac{E}{R} \quad (2)$$

En donde:

I = corriente en amperes

E = voltaje en volts

R = resistencia en ohms

Se puede despejar el valor de R:

$$R = \frac{E}{I} \quad (3)$$

Al calcular la resistencia del conductor en un circuito, habrá que considerar que la longitud total del mismo es 2L.

Sustituyendo el valor de R de la fórmula (3) en la fórmula (1) y tomando en cuenta lo dicho en el párrafo anterior para la longitud, se tendrá:

$$\frac{E}{I} = \frac{10.7 \times 2 L}{A} \quad , \text{ en donde:}$$

$$E = \frac{10.7 \times 2L \times I}{A} \quad (4)$$

Estas fórmulas (4) dá la caída de voltaje para un calibre determinado de conductor, y la corriente que por él vaya a fluir.

$$I = \frac{E \times A}{10.7 \times 2L} \quad (5)$$

Esta fórmula (5) dá la corriente necesaria para producir una determinada caída de voltaje en un cierto calibre de conductor.

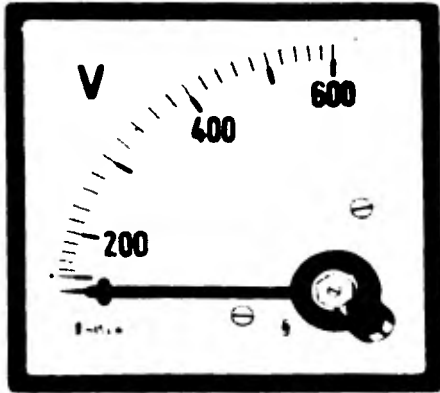
$$A = \text{Circular-mills} = \frac{10.7 \times 2L \times I}{E} \quad (6)$$

Esta fórmula (6), sirve para calcular el calibre correcto de conductor para una cierta caída de voltaje y una corriente prefijada.

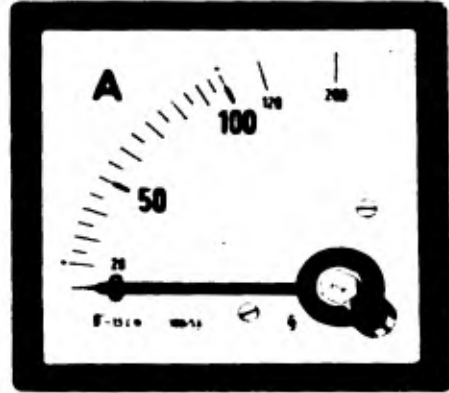
La fórmula que aparece para el cálculo de la corriente I en una alimentación de tres fases, tres hilos, es la que se utiliza para el cálculo de la corriente que toma un motor de inducción trifásico. Si la capacidad del motor está dada en HP, se hará la conversión multiplicando el número de HP por el factor 746 para obtener la potencia en Watts. Además, se debe tomar en consideración que el factor de potencia para motores de inducción mexicanos y americanos es de 0.85, mientras que los europeos han sido calculados para un factor de potencia de 0.80.

# Instrumentos de medición

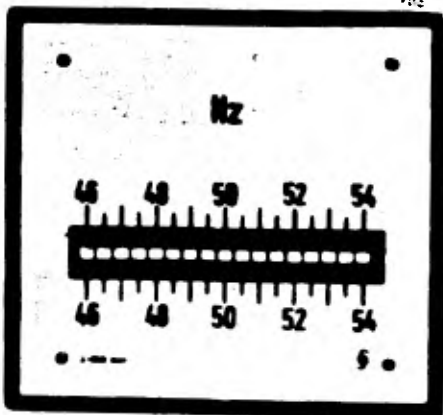
**Voltímetros**



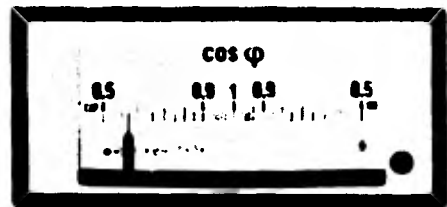
**Amperímetros**



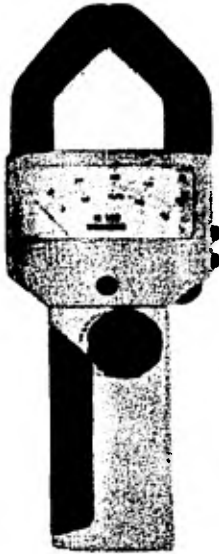
**Frecuencímetros**



**Factorímetros (cos  $\varphi$ )**

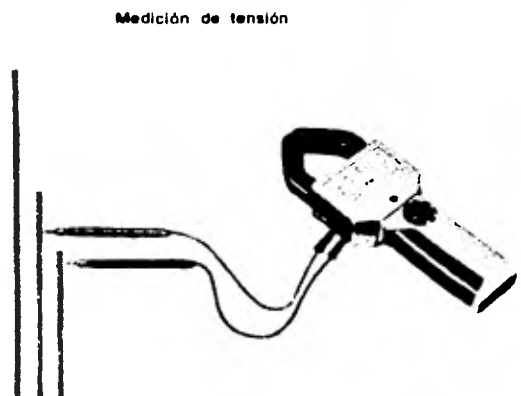
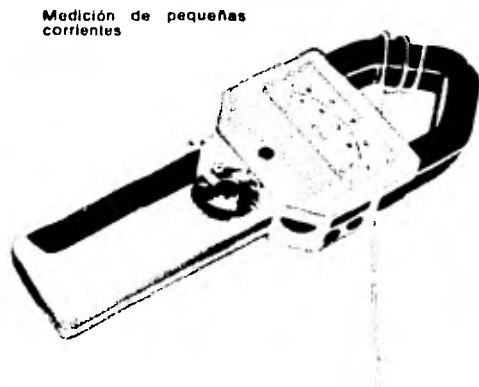
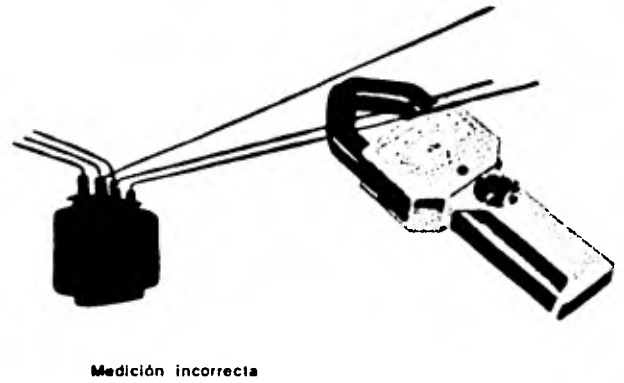
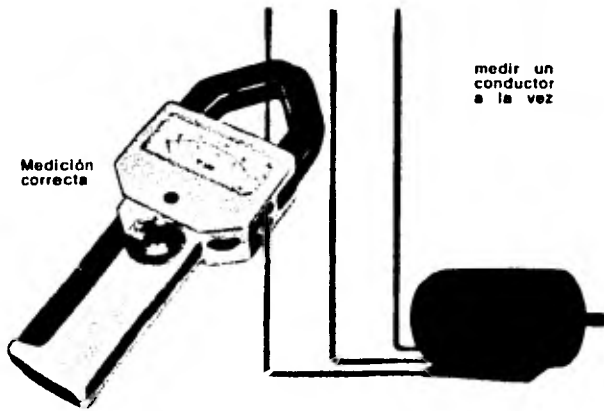


# Multímetros tipo gancho para la medición de tensión y corriente



## Características del Multímetro

Exactitud:	2.5%
Aplicación:	Para tensión alternada entre las frecuencias de 40 a 60 Hz.
Conexión a Registrador:	para corriente en relación a 10,000: 1
Tensión de Aislamiento:	2 kV
Peso:	700 grms.
4 Rangos para medir corriente	10-50-250-500 A.
2 Rangos para medición de tensión:	250-500 V.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y -  
y alta tensión GILBERTO ENRIQUEZ HARPER
- 2.- Manual de instalaciones Eléctricas Residenciales e in-  
dustriales GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
- 3.- Electricidad Práctica aplicada.  
ENCICLOPEDIA CORNE
- 4.- Control de Motores Eléctricos  
WALTER N. ALERICH.
- 5.- Catálogos de:  
SIEMENS SOCIEDAD ANONIMA  
CUTLER-HAMMER  
SQUARE DE MEXICO S.A.  
GENERAL ELECTRIC
- 6.- Máquinas Eléctricas y Transformadores  
I.L. KOSOW
- 7.- Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas.  
ENRIQUEZ HARPER.

