



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

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**PARTE II**

**Del 19 al 30 de enero de 1998**

**" LA GESTION Y GARANTIA DEL MANTENIMIENTO "**

**Ing. Jesús Rodríguez Martín del Campo**

**Palacio de Minería**

**1998**

# DIPLOMADO MANTENIMIENTO ELECTRICO

## OBJETIVO PRINCIPAL:

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

## BENEFICIOS ESPERADOS DEL CURSO:

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

## CARACTERISTICAS DEL CURSO:

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

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

**DURACION** : *84 hrs.*

**IMPARTIDO EN** : *El Palacio de Minería*

**LUGAR** : *México, D.F.*

# CONTENIDO TEMATICO:

Coordinador: M. en C. Jesús R. Martín del Campo.

## PRESENTACIÓN

## INTRODUCCIÓN

### 1.- LA GESTION Y GARANTIA DEL MANTENIMIENTO.

- a) Generalidades del mantenimiento
- b) Aseguramiento de los recursos asignados
- c) Planeación del presupuesto global de mantenimiento
- d) Análisis y diagnóstico de las inspecciones
- f) Selección de formatos e instrumentos de control
- g) Convencimiento del historial de mantenimiento
- h) Ubicación, codificación y clasificación de los E.F.E.

### 2.- CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD.

- a) Corriente, tensión y resistencia
- b) Código de colores
- c) Ley de Ohm
- d) Potencia en una resistencia
- e) Resistores en circuitos serie
- f) Ley de las tensiones de Kirchhoff
- g) Divisores de tensión
- h) Circuitos en paralelo
- i) Ley de la corriente de Kirchhoff
- j) Divisores de corriente
- k) Circuitos Serie Paralelo

### 3.- FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

- a) El papel de los transformadores y acometidas
- b) Características y normas de tableros de distribución
- c) Calidad, tipos de la energía, Interferencias, libranzas.

**Lunes**

19 Enero 98

Ing. J. Rodriguez

**8 hrs**

**Martes, Miérc..**

20 y 21 Ene.98

Ing. Manuel Estrada

Ing. J.Rodriguez

**16.0 hrs**

**Jueves**

22 Ene. 98

Ing. Telésforo Trujillo

**8.0 Hrs**

- d) Equipos de computo, potencia, iluminación.
- e) Calculo de cableado, tuberías, registros media tensión
- f) Tipos de protecciones en sistemas y redes eléctricas
- g) Tierras físicas, Pararrayos, Balanceo de cargas
- h) Lectura y costos de los consumos de energía eléctrica
- i) Amortización de los gastos de cambio de tarifa
- j) Beneficios con transformadores de CFE y propios
- k) Aplicación de casos reales en CAPUFE

#### **4.- CONSUMOS DE POTENCIA Y DETERMINACION DE CARGAS**

- a) Calculo de conductores y tuberías para alumbrado.
- b) Cuidados en los equipos de computo
- c) Cargas en equipos de aire acondicionado y calefacción
- d) Cargas en el área de telemática
- e) Previsiones en instalaciones futuras
- f) Proyectos e instalaciones para motores eléctricos
- g) Pelicula

#### **5.- MODIFICACIONES Y ADICIONES EN REDES EXISTENTES.**

- a) Uso adecuado de registros y canalizaciones
- b) Importancia del balanceo de cargas CAPUFE
- c) Interpretación de los diagramas unifilares y simbología
- d) Precauciones para las modificaciones y adiciones de cargas
- e) Ejercicio de aplicación de un caso practico CAPUFE

#### **6.- PRINCIPIOS DE ELECTRONICA Y SU CONTROL**

- a) Simbología y registros
- b) Técnicas e Instrumentos básicos
- c) Control, registro y operaciones
- d) Análisis de los desbalanceos de cargas ( caso real)
- h) Instalaciones eléctricas en ambientes especiales
- h) Clasificación de motores eléctricos

#### **Viernes**

23 Ene. 98

Ing. Manuel Estrada

Ing. J. Rodríguez

**8.0 hrs.**

#### **Sabado**

24 de Ene. 98

Ing. Alfredo Mancilla

**5 hrs**

#### **Lun y Martes**

26 y27 de Ene 98

Ing. Manuel Estrada

**16.00 hrs**

- g) Circuitos trifásicos, monofásicos
- h) Desarrollo de casos y ejercicios prácticos CAPUFE

**7.- EL ASEGURAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

- a) Técnicas prácticas en la toma de decisiones
- b) Análisis de situaciones y problemas en potencia
- c) Caso práctico CAPUFE
- d) Selección de los instrumentos
- e) Diseño e implantación de las cartas de mantenimiento
- f) Elaboración de un modelo de M. Preventivo

Mier, Juev. Vier.  
28, 29, 30 Ene.  
Ing. J. Rodríguez

**EVALUACION DE PARTICIPANTES  
REPORTES DE APROVECHAMIENTO  
CLAUSURA DEL CURSO Y ENTREGA DE CONSTANCIAS**

**HORARIO:**

LUNES a VIERNES .-	9:00 a 13:30 CURSO	SABADO	9:00 A 13:00
	13:30 a 14:30 COMIDA		
	14:30 a 18:00 CURSO		

**REQUERIMIENTOS:**

Los participantes deberán traer la siguiente información:

- a) Planos o croquis de las áreas del lugar de trabajo (caseta de cobro), incluyendo las trayectorias de instalaciones eléctricas desde la acometida hasta la distribución, incluyendo el sistema de tierras.
- b) Información técnica y características de equipos existentes.(aire acond., motores, etc.)
- c) Lista de los problemas mas relevantes y frecuentes en su área
- d) Datos de voltajes, cargas eléctricas, capacidad de transformadores, etc.
- e) Sistemas de Copias de los formatos de trabajo, utilizados actualmente
- g) Calculadora

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

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

Diplomado:  
**MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**TEMA 1**

**LA GESTION Y GARANTIA DEL MANTENIMIENTO**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**INSTRUCTOR: M. en C. JESUS R, MARTIN DEL CAMPC**

**MEXICO, D. F.**

---

## INTRODUCCION

En la actualidad generalmente todas las empresas ( Industriales, Comerciales y de Servicio) han considerando dentro de sus principales objetivos, “ ***El minimizar los costos del mantenimiento*** “; Para esto es necesario reducir gastos en la compra de equipos, mano de obra, materiales, etc. tratando de no descuidar la calidad y eficiencia en los procesos de fabricación, comercialización o servicio, segun sea el caso; en síntesis el objetivo principal de todo directivo es, ***lograr la mayor productividad en todas las áreas de la empresa.*** siendo necesario para el logro de tales propósitos, los apoyos siguientes:

- a).- **Conocimiento pleno de herramientas y técnicas administrativas.**
- b).- **Personal con la disponibilidad suficiente, creatividad y responsabilidad.**
- c).- **Contar con el apoyo directivo.**
- d).- **Implantar procedimientos y sistemas de control efectivos.**

Conociendo que la electricidad tuvo su inicio aproximadamente hace un siglo y con los desarrollos tecnológicos presentados, que han demostrado la importancia y lo indispensable que es la energía eléctrica en todos los campos empresariales y principalmente para la vida humana. Ante tales argumentos, muchos se han preocupado por la generación de energía y otros por la preservación de los equipos para coadyuvar a tal fin

Los encargados de la electricidad industrial; no solo requieren de nociones técnicas o teóricas; sino, también necesitan de un conocimiento pleno sobre los equipos, sus aplicaciones, riesgos, pruebas y sobre todo, la forma de administrar adecuadamente, con efectividad y calidad una sección de mantenimiento. Por tales razones el desarrollo de este curso es conceptual, pretendiendo remarcar los aspectos técnicos más relevantes, para orientar a los participantes, hacia fines prácticos y con resultados positivos a corto plazo.

## 1.- GESTION Y GARANTIA DEL MANTENIMIENTO

Existen muchas propuestas, modelos y técnicas, para optimizar las funciones del mantenimiento y para realizar programas confiables, efectivos y sobre todo productivos; como lo han comprobado los resultados obtenidos en muchas empresas de nuestro país. También la experiencia en este campo han demostrado, que muchas organizaciones no han logrado sus objetivos, ni los resultados esperados; debido a las deficiencias de carácter humano, sistemas obsoletos, falta de técnicas y/o limitaciones económicas, que existen en los centros de trabajo.

Según estudios e investigaciones realizadas en este campo, han determinado, que las principales causas que afectan los *programas del mantenimiento*, son:

- a) *Falta de constancia para elaborar programas.*
- b) *Programas ambiciosos, que nunca se cumplen*
- c) *Mala planeación de los programas preventivos*
- d) *Desconocimiento de una programación*
- e) *Falta de interés de los responsables del programa*

Hablar de una " *garantía* " en la planeación de los trabajos de mantenimiento, es establecer un compromiso entre la dirección, los jefes de producción y el responsable de mantenimiento; pacto que obliga a dichas partes a desempeñar ciertas funciones con eficiencia, calidad y profesionalismo, por ejemplo:

- 1.- *Respeto y autoridad en las programaciones propuestas*
- 2.- *Ejecución de las actividades verdaderamente necesarias*
- 3.- *Coordinación con el "cliente" para satisfacer sus necesidades*
- 4.- *Realizar programas efectivos y economicos*

MANTENIMIENTO ELECTRICO  
MODULO DOS

El compromiso de mejorar día a día la función del mantenimiento, lleva a ciertas reflexiones, que permite reconocer los puntos olvidados, desconocidos y ver nuevos horizontes hacia un mejor desempeño de nuestras tareas.

EJERCICIO No. 1		TAREAS A REALIZAR:		
No.	TAREA ESPECIFICA:	A 30 DIAS	A 6 MESES	A UN AÑO

## 1a.- GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.

Los conceptos tratados en el modulo uno, punto 1.2 ( pag. 9 ), donde se menciona el trinomio de la productividad y la importancia de los factores que deben ser controlados para mantener buenos resultados en el mantenimiento; nos permite tener una visión más amplia de la verdadera ingeniería de mantenimiento. originando que los sistemas de mantenimiento que se implantan en las empresas, sean de acuerdo a las necesidades de cada planta.

Recordando que existen ciertos factores, que determinan el éxito y/o fracaso del mantenimiento en las empresas y que el mejoramiento de la productividad en las mismas, depende mucho de los sistemas y técnicas administrativas que se manejen en la organización. se puede concluir una lista de puntos importantes, que no se deben descuidar el responsable del mantenimiento, que son:

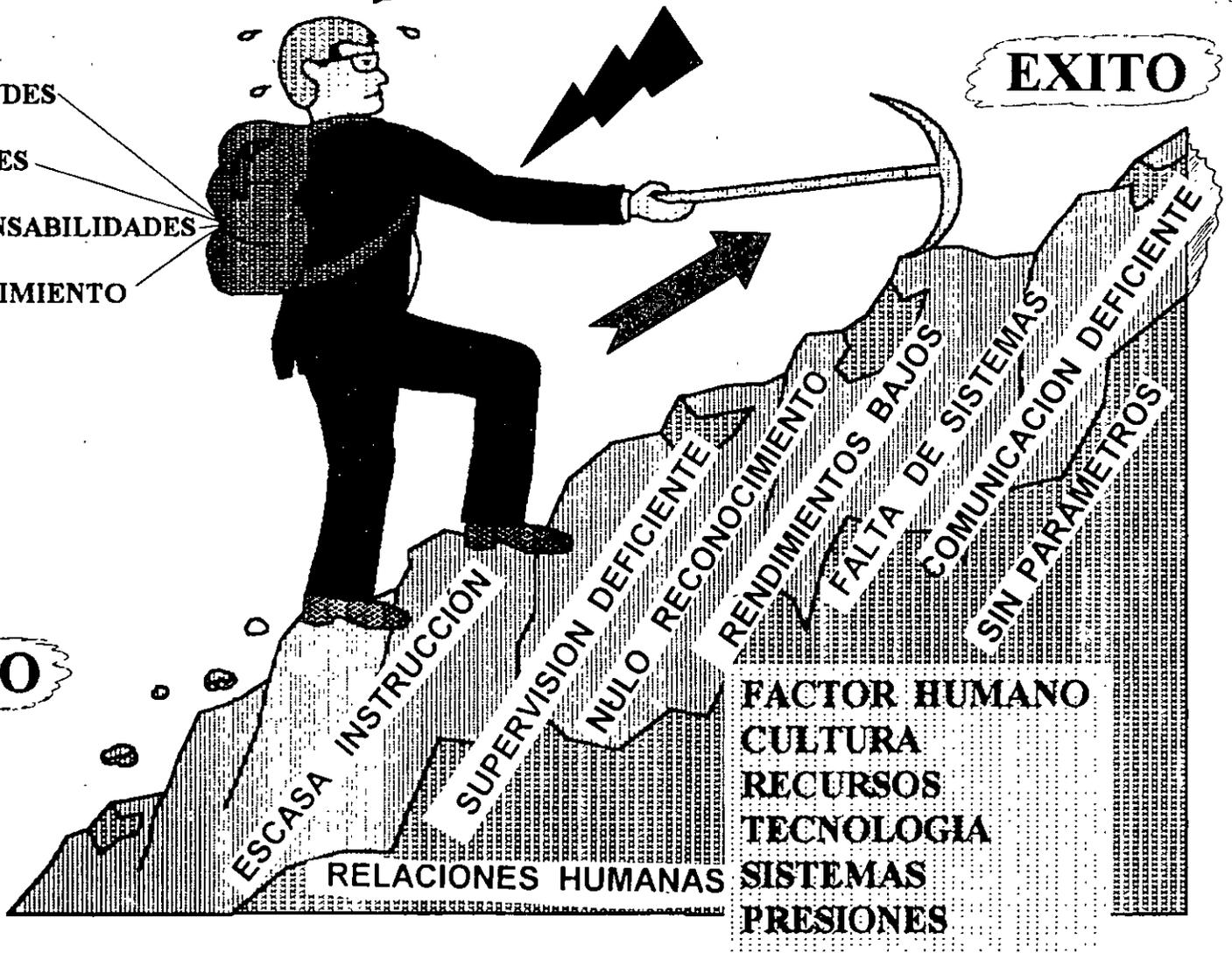
PUNTOS DE EXITO EN MANTTO.	PUNTOS DE FRACASO EN MANTTO.

# EL CAMINO DE MANTENIMIENTO

ACTITUDES  
VALORES  
RESPONSABILIDADES  
CONOCIMIENTO

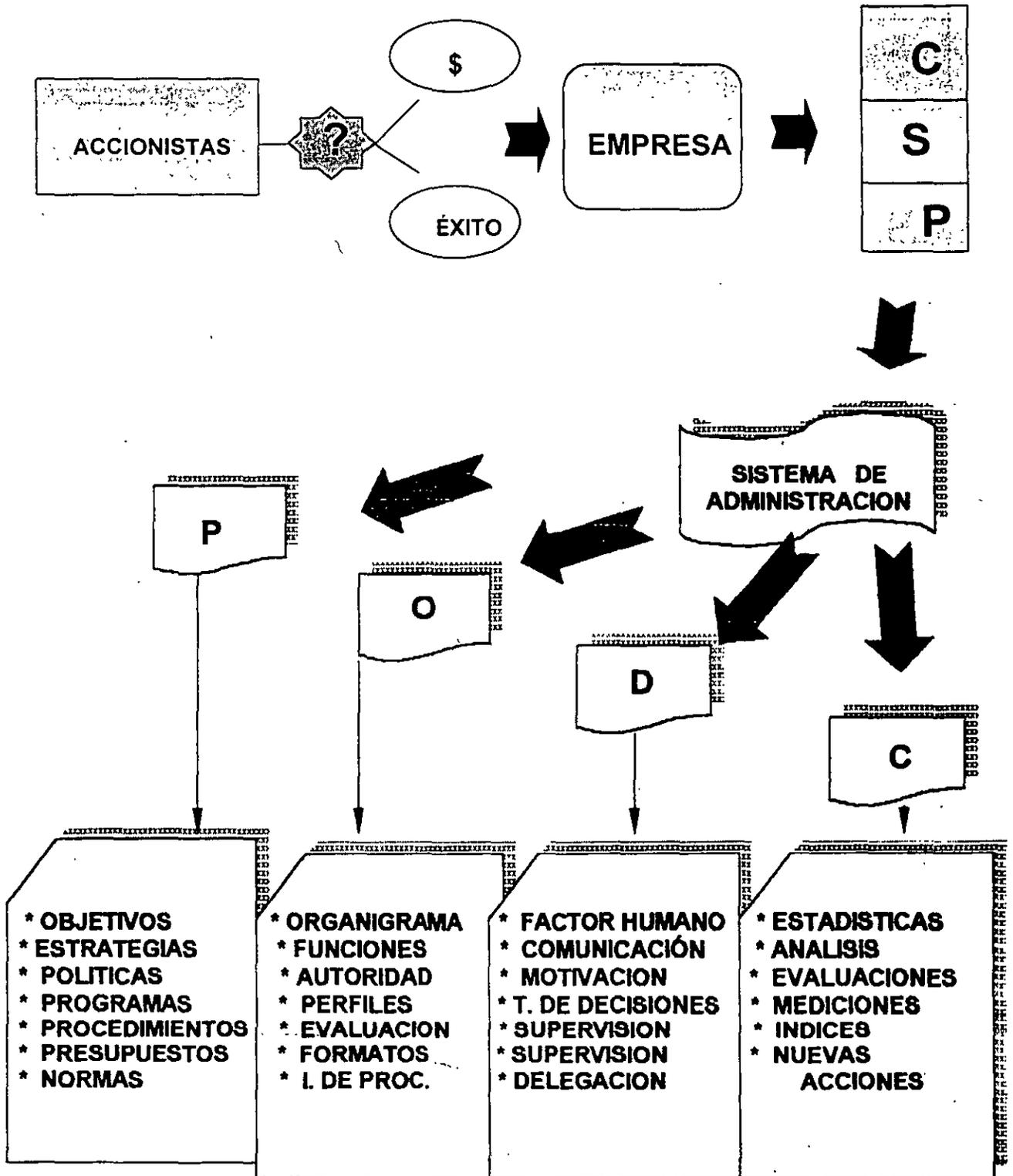
EXITO

INICIO

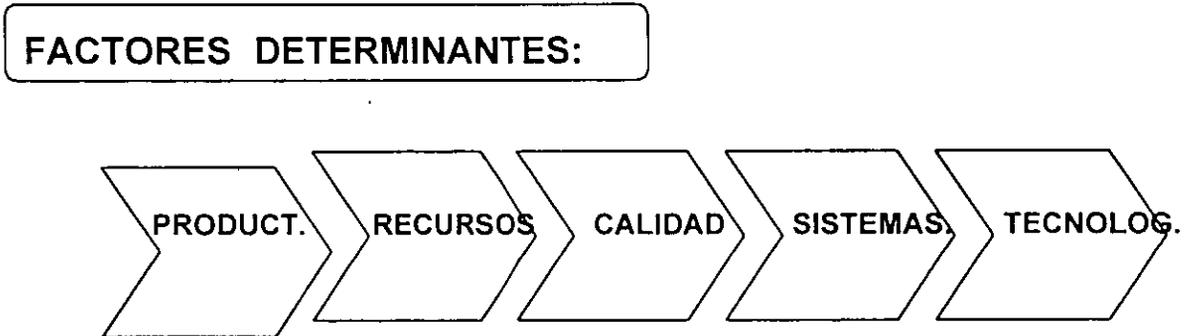
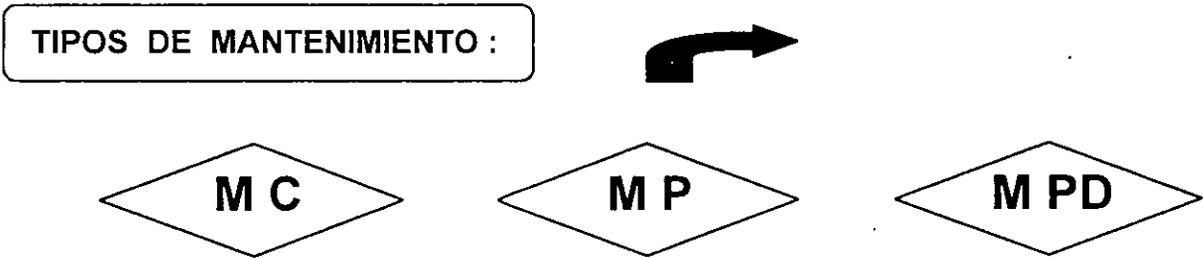
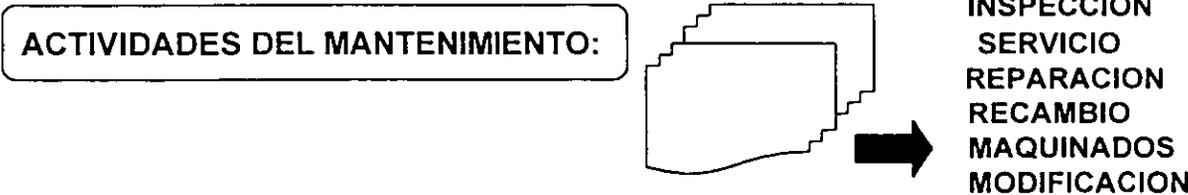


CUADRO: SK-01

Retomando los conceptos anteriores, se tiene:

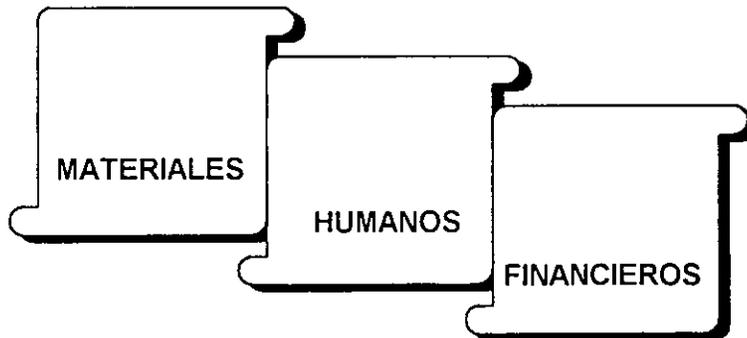


CUADRO: SK- O2



CUADRO: SK- 03

**1 b.- ASEGURAMIENTO DE LOS RECURSOS  
ASIGNADOS**



**MATERIALES:**

- a.- Inventario de refacciones por maquina
- b.- Control de existencia de materiales
- c.- Requisición de compras
- d.- Costos

**HUMANOS:**

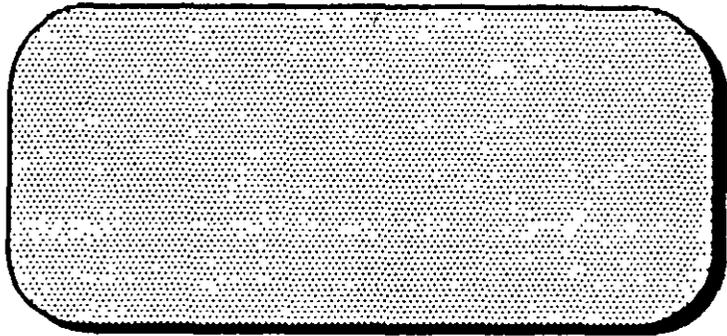
- a.- Plantilla de personal
- b.- Funciones del puesto
- c.- Ausentismo
- d.- Costos

**FINANCIEROS:**

- a.- División: Gastos - Inversiones
- b.- Control de presupuesto interno
- c.- Índices comparativos de medición
- d.- Costos

EJERCICIO No. 2.- Cálculo de la mano de obra interna y externa.

EJERCICIO No. 3.- Control de refacciones por máquina.



CALCULO DE LA MANO DE OBRA  
PLANTILLA DE PERSONAL

No.	NOMBRE	PUESTO	EDAD	N	OTROS	SALARIO/DIA	COSTO H.H.N.	COSTO H.H.E.	CALIF	OBSERVACIONES
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
PROMEDIOS RESULTANTES										

A-9

COORDINADOR:	RESPONSABLE:
--------------	--------------

**EJERCICIO No. 2**

**PROBLEMA "a":**

Calcular el costo de una reparación de mantenimiento eléctrico, que consistió en realambrar 115 m.l. de línea trifásica con cable cal. 8, y una línea neutra de cable cal 10, en dicha reparación se necesito cambiar un interruptor de 3 x 60 x 250, más dos zapatas y el consumo de un rollo de cinta No.33. Utilizando 7 hrs. un electricista con su ayudante.

**Datos:**

a) Costo de un interruptor 3 x 60	\$	545.00	
b) Sueldo por mes del electricista	\$	4,500.00	
c) Sueldo diario del ayudante	\$	45,00	
d) Rollo de 100 mts. de cable Cal 8	\$	434.00	
e) Zapata de cobre	\$	34.50	cada una
f) Rollo de 100 mts. de cable Cal 10	\$	314.00	

**PROBLEMA "b":**

Calcular el costo total de la construcción de una flecha de acero 4140, para una bomba, con los siguientes datos:

- a) Costo del acero 145,00 el Kg. mas 15% de iva
- b) Peso de la flecha 89 kgs
- c) Peso de la flecha maquinada 70 kgs.
- d) Costo de la Hora Hombre torno \$ 345.00
- e) Costo de la Hora Hombre Fresadora \$ 450.00
- f) Tiempo de torneado 23 hrs
- g) Tiempo de fresado 5 hrs

# CONTROL DE REFACCIONES POR MAQUINA

EXISTENCIA MINIMA DE REACCIONES POR EQUIPO

HOJA No.:

EQUIPO:

No. CON.:

FORMA : M-00X

CODIGO No.	DESCRIPCION	No. de PARTE TOMADO del CATALOGO	EXIST. MIN.	EXIST. MAX.	\$ UNIT.	\$ INV. MAX. PARTIDA (4 x 4)	ADQ. EN:	P	No. de lq
	Idioma Original								
	Español	Pag.							1
	-----								2
	-----								3
	-----								4
	-----								5
	-----								6
	-----								7
	-----								8
	-----								9
	-----								0
CATALOGOS DE PARTES		LOCALIZACION en el CATALOGO	Instrucciones del Cat. p/compra			TOTAL \$ "STOCK" P/EQUIPO (5)	L-local T-taller I-import		
A-11		A N C							

EJERCICIO No. 3

## EVALUACION DE TIEMPOS DE DURACION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

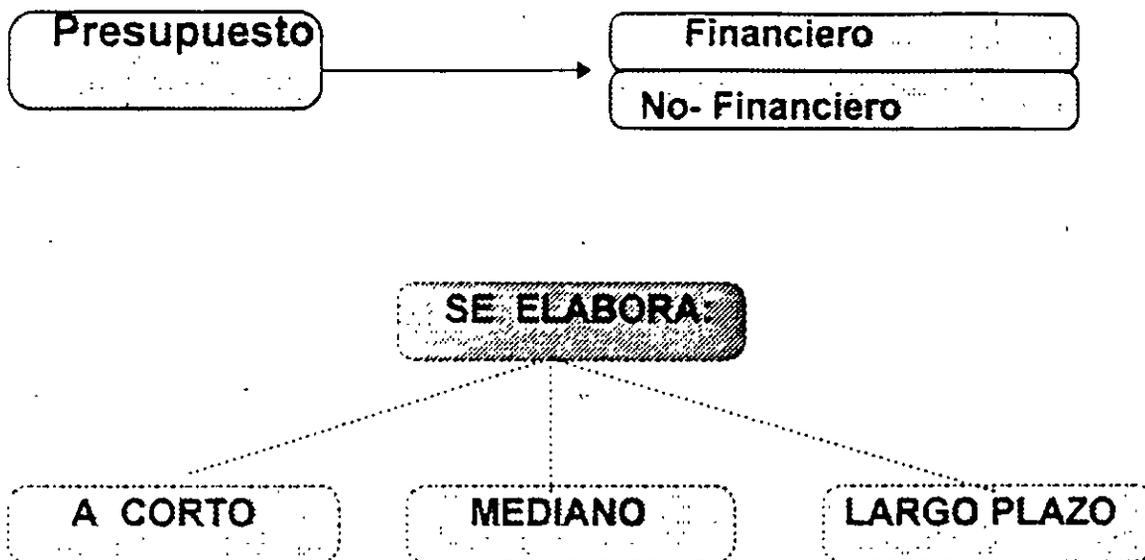
EQUIPO. TURBOCOMPRESOR

TIPO	FRECUENCIA (HRS)	DESCRIPCION DEL TRABAJO	TIEMPO DE EJECUCION EN MINUTOS											DURACION DEL TRABAJO (MIN.)	HORA HOMBRES TOTALES	
			OECI	AYTE	OPCI	AYTE	OSDO	AYTE.	OEE	AYTE.	OPE	OEI	AYTE.			OGTG
A	500	1.-Lavado de generador de gases			80	80									160	2.60
		2.-Limpieza o cambio de filtros de aire					20	20							40	0.66
		3.-Cambio de mallas de filtros de aire					30	30							60	1.00
		4.-Revisión del nivel de aceite de los reductores de velocidad					10	10							20	0.33
		5.-Inspección y ajuste de lubricadores			20	20									40	0.66
		6.-Revisión de fugas de aire en cabezal de PCD y líneas de sello de aire de T.P. y gen. de gases.										25	25		50	0.83
		7.-Limpieza de coladores del sistema hidráulico de ventiladores y gas de sellos										35	35		70	1.16
		8.-Checar resistencia interna y de aislamiento de termopares							40	40					80	1.33
		9.-Reposición de focos de alumbrado dañados en interior de la cabina de la máquina										20			20	0.33
		10.-Limpieza de cargador de baterías y bornes de las mismas							20	20					40	0.66
		11.-Checar resistencia interna y voltaje de servoactuador							10	10					40	0.33
		12.-Checar densidad de agua de baterías y condiciones de las mismas							20	20					40	0.66

## 1 c.- PLANEACION DEL PRESUPUESTO GLOBAL DE MANTENIMIENTO

Se los planes traducidos a terminos financieros, que permiten al administrador de mantenimiento, ver claramente :

¿ En que conceptos ? ¿ Cuando se genera el gasto ? ¿ Cual es la cantidad estimada ?



### PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO:

*" Es el pronóstico de gastos o cantidades de varios conceptos, que se presumen realizar durante un determinado tiempo, para cubrir las necesidades del mantenimiento"*

Los presupuestos generan una doble función en mantenimiento:

- a) Instrumento de planeación      b) Instrumento de control

La partidas que generalmente se toman en consideración, para elaborar los presupuestos del mantenimiento, son:

a.- Mano de obra

c.- Refacciones

e.- Capacitación

b.- Tiempo extra

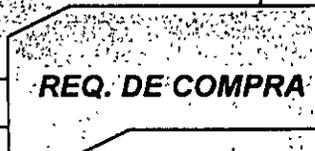
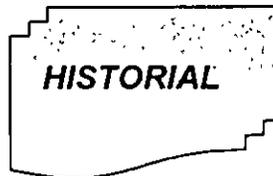
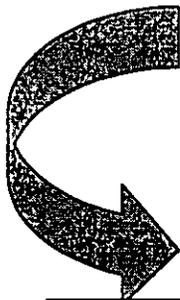
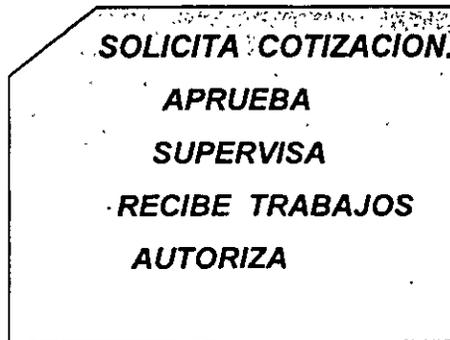
d.- Lubricantes

f.- transportes, etc.

**CICLO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO**

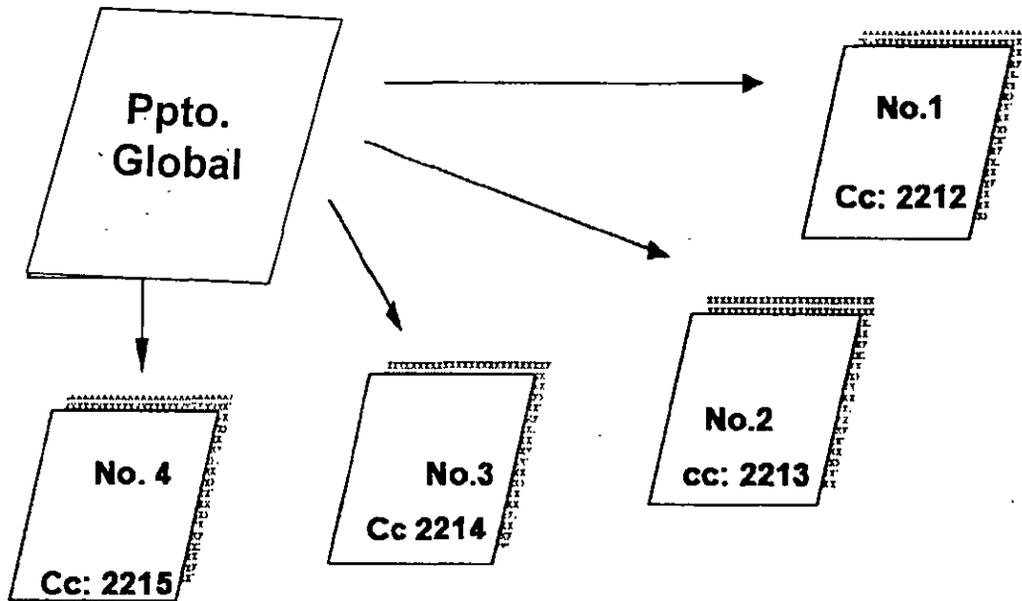
**CONTRATISTAS**

**CAPUFE**



CUADRO: SK- 05

MANTENIMIENTO ELECTRICO  
MODULO DOS



No.	PARTIDAS :	\$/ ESTIMADO ANUAL	OBSERVACIONES
1.-			
2.-			
3.-			
4.-			
5.-			
6.-			
7.-			
8.-			
9.-			
10.-			
11.-			
12.-			



## **1 d .- ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LAS INSPECCIONES**

Con la inspección de la muestra seleccionada, se pretende recabar la información suficiente, para evaluar las condiciones reales y necesidades de mantenimiento que prevalecen, en las casetas de cobro seleccionadas como muestra; con la finalidad de analizar los riesgos y establecer criterios con procedimientos estandarizados, para un mejoramiento de las funciones futuras del mantenimiento general en las casetas de cobro CAPUFE.

### **DIAGNOSTICO DE LA INSPECCION EN CASETAS DE CAPUFE**

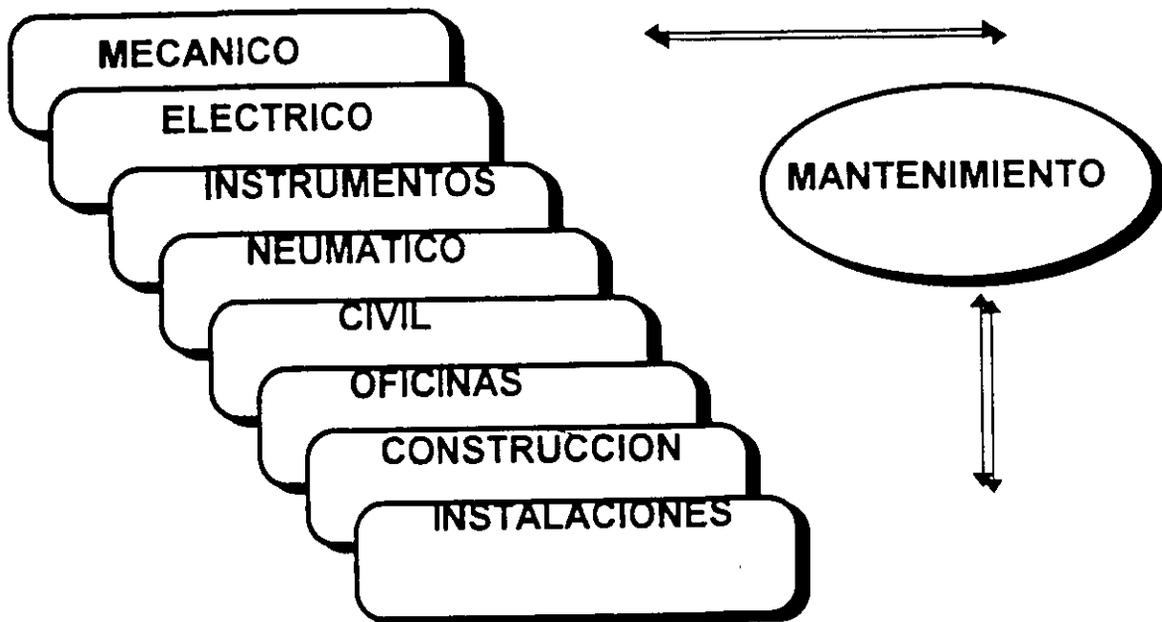
#### **SITUACIONES DETECTADAS:**

- 1) No se encontraron registros de control técnico (bitacora), para el control de la operación y el mantenimiento del cuarto de máquinas
- 2) Algunas secciones del cableado eléctrico de las instalaciones, carecen de las condiciones de seguridad respectivas. ( falta de aislamiento, calibres inadecuados, uniones mal hechas, falta de agrupación e identificación.)
- 3) Los conductores eléctricos al estar expuestos a la intemperie, se han dañado ( resecos) en parte de su aislamiento y en vías de provocar un corto circuito.
- 4) Existen canalizaciones ( tuberías) que no han sido utilizadas, en cambio otras se encuentran muy saturadas de cables.
- 5) Algunas conexiones y amarres del conductor de tierra física, se encuentran sulfatadas y sucias, impidiendo un buen contacto eléctrico
- 6) El sistema de " Pararayos" está incompleto, faltan algunas puntas y requiere de un mantenimiento periódico.
- 7) Las cajas, condulets y registros eléctricos, se encontraron en su mayoría sin tapas y juntas, observando algunas piezas mal ubicadas y colocadas.

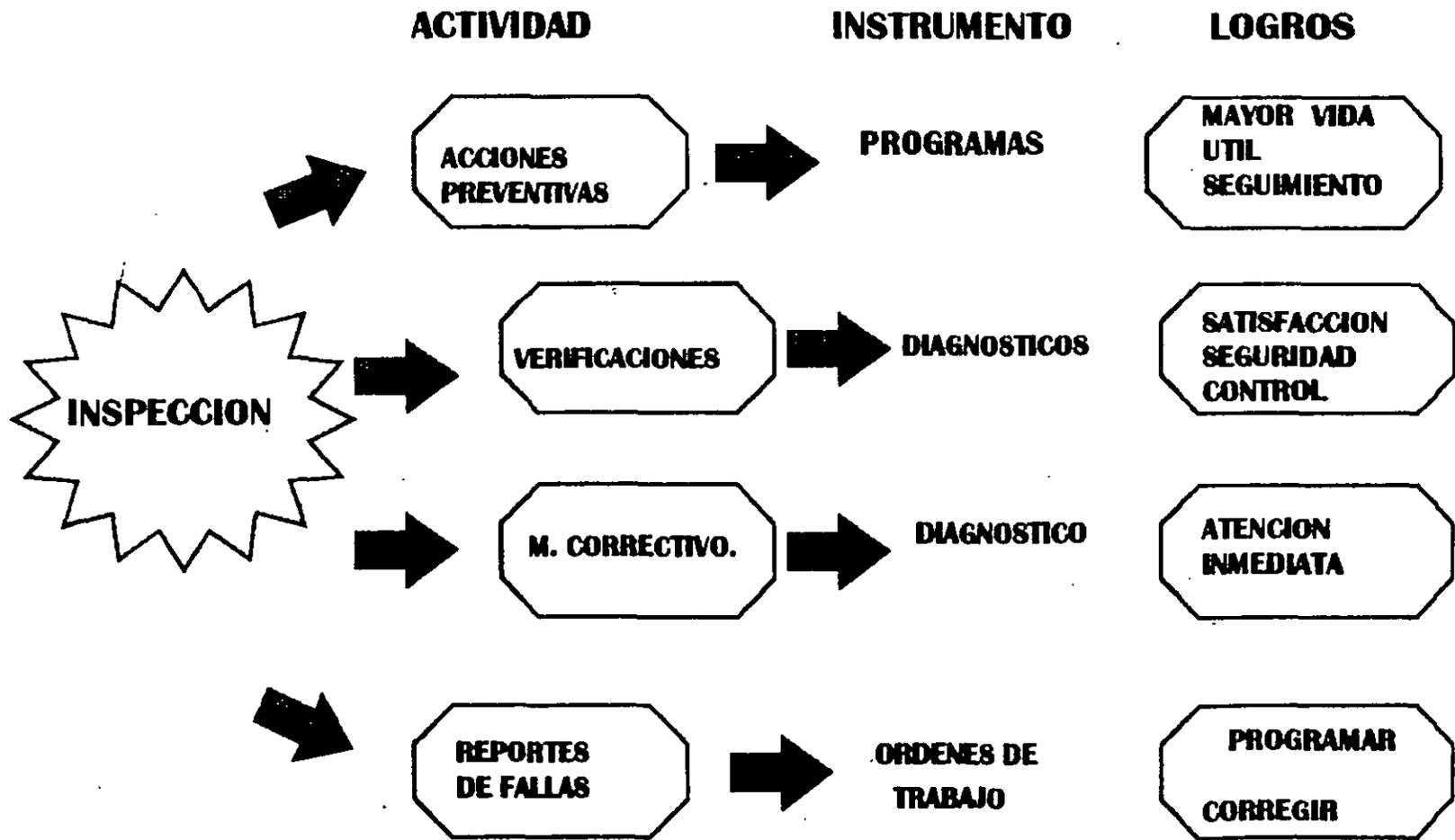
- 8) Existen muchas conexiones "provisionales" que provocan un desbalanceo de cargas en las fases y riesgo de cortos circuitos.
- 9) Se observó que la mayoría de tuberías, carecen de la soportería adecuada , cón riesgo de provocar un corto circuito
- 10) Algunas instalaciones eléctricas, están en contacto con el agua, sin las precauciones debidas, creando un alto riesgo al no estar debidamente protegidas para tal uso
- 11) Los registros eléctricos de concreto ubicados en el piso, se encuentran fracturados en sus paredes internas provocando filtraciones y humedad que afecta a las instalaciones.
- 12) Las tapas de los registros de concreto, no ajustan adecuadamente, además se requiere de una limpieza periodica de dichos registros.
- 13) No se encontraron " guías o instrucciones de procedimiento" para la operación de los equipos del cuarto de Maquinas.
- 14) Los tableros de interruptores no indican en la tapa, los circuitos que alimentan.
- 15) Existen gabinetes de control, que no tienen las llaves de acceso a la mano
- 16) Algunas canalizaciones rebasan el factor de relleno ( cantidad de cables )
- 17) Se encontraron muchas fugas de agua, empaques en mal estado, falta de soportería
- 18) Tablero de control mal sellado, observando la presencia de sales minerales en su interior, supuestamente por la filtración de agua y humedad.
- 19) No existe registro, ni "stock" de las refacciones mínimas necesarias.
- 20) No se encontraron disponibles los planos eléctricos, hidráulicos, neumáticos, civiles, etc.
- 21) El aislamiento y el ducto del aire acondicionado, están dañados por falta de servicios.
- 22) En las canalizaciones existentes, se encuentran indebidamente las líneas

de fuerza, alumbrado y control.

- 23) Algunas tuberías y ductos eléctricos, están siendo afectados por la corrosión.
- 24) No se tiene un código de colores que identifiquen los suministros y las zonas de riesgo.
- 25) Interruptores de seguridad colocados en lugares inadecuados y expuestos a la intemperie
- 26) Se recomienda revisar las zonas de trabajo, para una iluminación adecuada.
- 27) Exceso de longitud de cable en la instalación de la antena parabólica
- 28) Falta de extintores, letreros de seguridad y señalización en el cuarto de máquinas
- 29) Carencia de mantenimiento en ductos de aire acondicionado (aislamientos y ductos)
- 30) Carencia de estadísticas, programas, hojas de inspección y cartas de mantenimiento.
- 31) Se encontraron muchos cables sin aislamiento, cortados y/o fuera de uso.



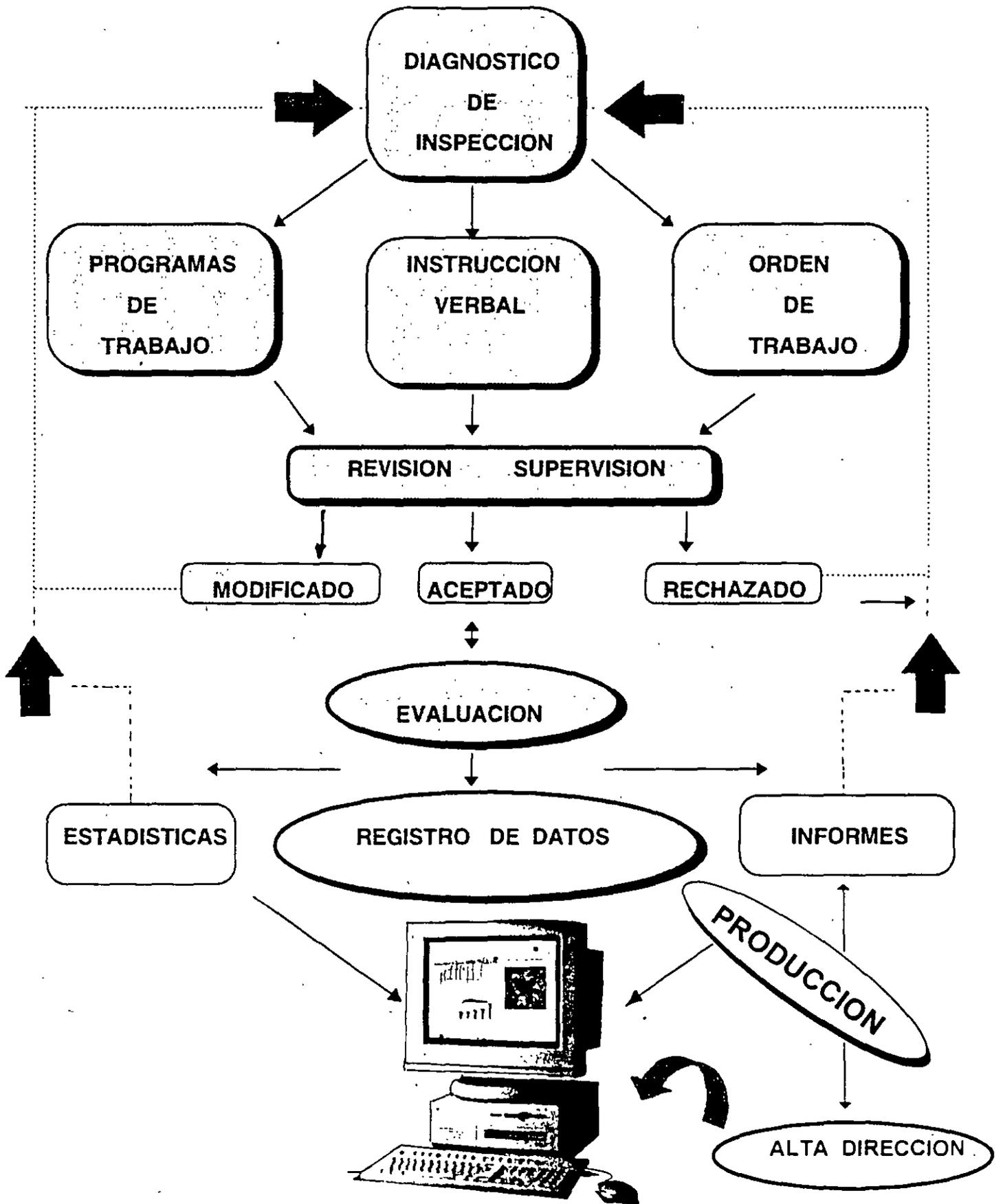
# LA INSPECCION EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MANTENIMIENTO ELECTRICO  
MODULO DOS

CUADRO: SK-06

MANTENIMIENTO ELECTRICO  
MODULO DOS



# DIAGNOSTICO DE INSPECCION

AREA: \_\_\_\_\_ SECCION: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

ESTADO:	/ / / / / / / / / /								

CUADRO: SK-08



<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">DIA-02</div> <span style="margin-left: 20px;">DIAGNOSTICO DE INSPECCION</span>								
EQUIPO:								
AREA :								
SECCION:								
REF	MOTOR	AMPERS		VOLTS		TEMP		OBSERVACIONES
		P	R	P	R	P	R	
No	PARTE	OK	MAL					OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

<b>DIA-03</b>		<b>DIAGNOSTICO DE INSPECCION</b>						
No.	EQUIPO:	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB.	
<b>NOMENCLATURA:</b>								

CUADRO: SK-10

DIA- 04

DIAGNOSTICO DE INSPECCION

CUADRO: SK- 12

**Clasificación de fallas**

No.	Falla detectada:	MEC	ELE	SERV	SOLD	CIVIL	INST	SEG
1	Banda "V" rota							
2	Rotura de rodamiento en la bomba							
3	Ajustar instrumento de control							
4	Cambiar aceite al motor diesel							
5	Limpieza de filtros							
6	Cargar extintor							
7	Pintar lneas de transito							
8	Pintar tuberías oxidadas							
9	Revisar niveles de aceite							
10	Cambiar filtros del motor diesel							
11	Cambiar impulsor de la bomba							
12	Limpiar lamparas de alumbrado							
13	Hacer recorrido para reportar fallas							
14	Arrancar compresor c/ transferencia							
15	Revisar y tomar lecturas de voltaje							
16	Reapretar conexiones							
17	Soldar tolva metalica y colocarla							
18	Quitar fuga en tuberías							
19	Sellar techumbre quitar goteras							
20	Limpiar cristales							
21	Inspección de extintores							
22	Aislar conexiones en cables							
23	Escritorio roto							
24	Sanitarios en mal estado							
25	PC con falla							

**1 f.- SELECCIÓN DE FORMATOS E INSTRUMENTOS  
DE CONTROL**

Generalmente todas las empresas, cuentan con " formatos" o " papeles de control", que sirven para el registro de las actividades que se realizan. Las preguntas son...

- ¿ Son adecuados los formatos al procedimiento establecido ?                      Si    No
- ¿ Son suficientes los formatos, que utilizamos ?                                              Si    No
- ¿ Son verdaderamente de ayuda ?                                                                      Si    No

<b>EVALUACION DE FORMATOS :</b>							
Nombre:	No. de Forma:	10	8	6	4	0	Valor:

**EJERCICIO No. 6**

**EVALUACION DE PRESTADORES DE SERVICIO**

<b>MEDICION</b> De	CONTRATISTA:									
	/ / / / / / / / / / / /									
<b>No. FACTORES:</b>										
1.- CONFIABILIDAD										
2.- CALIDAD										
3.- CUMPLIMIENTO										
4.- COSTO										
5.- PRESENTACION										
6.- GARANTIA										

**EJERCICIO No. 7**

# INSTRUCCIONES DE PROCEDIMIENTO

OPERACION:

EQUIPO:

No.

No.

OPERACION A REALIZAR

CUADRO: SK-13

## 1g.- CONVENCIMIENTO DEL HISTORIAL DE MANTENIMIENTO.

Realizar historiales de los equipos de mantenimiento, es una labor indispensable en toda empresa, ya que por medio de ellos se recaba toda la información de costos, tipo de fallas, fechas de realización y las personas que intervinieron en tales hechos. En otras palabras, " El historial ", es la fuente más confiable de los actos realizados en la función del mantenimiento.

De acuerdo a los lineamientos administrativos; los formatos correspondientes al historial de los elementos físicos, deben ser: breves y sencillos, conteniendo toda la información que verdaderamente sea importante y de utilidad futura para la empresa.

a.- ¿ Que beneficios ofrecen los historiales del mantenimiento ¿

---

b.- ¿ Porque muchas personas, no elaboran historiales ?

---

c.- ¿ Que necesito para establecer los historiales de equipo?

1.-

5.-

2.-

6.-

3.-

7.-

4.-

8.-



**1 h .- UBICACIÓN, CODIFICACION Y CLASIFICACION  
DE LOS E. F. E.**

Una de las obligaciones que no deben descuidar los jefes de mantenimiento, es el tener un pleno conocimiento de los tipos de equipos, su codificación y ubicación en la planta. Ya que esto permite una mejor comunicación y mayor facilidad para asignar los costos que genere cada una de las áreas de trabajo.

Las empresas que trabajan con el sistemas de ordenes de trabajo, han constatado que este tipo de documento beneficia mucho los aspectos de control en el mantenimiento, ya que permite conocer los trabajos a realizar, el equipo, la falla probable y los costos d cada reparación.

**¿ Cual es el sistema de codificación utilizado en CAPUFE ?**

**EJERCICIO No. 8 .- Definir el criterio general para coodificar equipos**

**¿ Cual es la clasificación de los equipos ?**

**EJERCICIO No. 9.- Definir los grados de importancia de los equipos**

**EJERCICIO No. 8**

**CRITERIO PARA COODIFICAR EQUIPOS**

--

**EJERCICIO No. 9**

**GRADOS DE IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS**

<b>CLASE</b>	<b>CRITERIOS</b>
<b>"A"</b>	
<b>"B"</b>	
<b>"C"</b>	
<b>"D"</b>	



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

**CURSOS INSTITUCIONALES  
CAPUFE**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PARTE II**  
Del 19 al 30 de enero de 1998.

*Fundamentos de Control para Motores*

**Ing. Jesús Rodríguez Martín del Campo**  
**Palacio de Minería**  
**1998.**

# Fundamentos de Control para Motores



®

**SQUARE D DE MEXICO, S.A.**

## I N D I C E

Armadura .....	10.1, 10.4	Elevación de Temperatura .....	3.6
Arrancador .....	2.1	Ensamble del Imán o Magneto .....	10.3
Arrancador a Tensión Plena (a través de la línea) .....	16.0	Entre-Hierro .....	10.5
Arrancador Manual .....	9.0	Estación de Control (botones) .....	25.0
Arrancador Manual de HP Fraccionaria .....	9.1	Factor de Servicio .....	3.8
Arrancador Manual de HP Integral .....	9.3	Gabinetes .....	4.0
Arrancadores Magnéticos Tamaños NEMA y Capacidades .....	10.21	Interruptor Manual .....	9.2
Arrancadores Magnéticos Combinados .....	20.0	Interruptor de Flotador .....	29.0
Arrancadores Magnéticos Reversibles .....	19.0	Interruptor de Límite .....	27.0
Arrancador Magnético-Circuito de Control .....	10.30	Interruptor de Pie .....	26.0
Arrancador Magnético-Corrientes del Circuito de Control .....	10.31	Interruptor de Presión .....	28.0
Bobina Auxiliar de Sombra .....	10.6	Interruptor de Resorte .....	27.1
Bobina del Magneto-Variaciones de Tensión .....	10.15	Interruptor de Tambor .....	24.0
Bobina de Imán-Corrientes Transistorias y Permanentes .....	10.10, 10.11	Par .....	3.4
Características de Disparo del Relevador de Sobrecarga .....	8.6	Paro del Motor por Inversión del Par Eléctrico (Plugging) .....	3.10
Ciclo de Trabajo .....	3.7	Protección de Corto Circuito (Sobrecorriente) .....	7.0
Circuito de Energía o Potencia .....	10.20	Protección de Sobrecargas .....	8.1
Circuito Magnético .....	10.2	Protección del Motor .....	6.0
Codificación .....	1.5, 5.0	Protección por Bajo Voltaje .....	15.1
Contacto .....	18.0, 18.2	Protección por Sobre Carga (fusible) .....	8.2
Contacto Momentáneo .....	14.0	Pulsación (Jogging) .....	3.9
Contacto Mantenido .....	14.3	Reguladores de Tiempo .....	23.0
Contactores Eléctricamente Sostenidos .....	18.2	Relevadores de Control .....	21.0, 22.0, 22.1
Contactores para Alumbrado .....	18.1	Relevadores Magnéticos de Sobrecarga .....	8.9
Contactos Auxiliares .....	14.0, 14.1	Relevadores Térmicos de Sobrecarga .....	8.3
Contactos de Alarma .....	8.8	Relevadores Térmicos de Sobrecarga Bimetálicos .....	8.5
Corriente de Carga Plena .....	3.1	Relevadores Térmicos de Sobrecarga de Aleación Fusible .....	8.4
Corriente de Rotor Bloqueado .....	3.2	Selección de Control de Motores .....	1.0
Control a 2 Hilos .....	13.0	Selección de Relevador Térmico de Sobrecarga .....	8.7
Control a 3 Hilos .....	13.1	Sobrecargas .....	8.0
Control Común .....	17.0	Temperatura Ambiente .....	3.5
Control de Secuencia .....	3.11	Transformador de Control .....	17.1
Control Magnético .....	10.0	Velocidad del Motor .....	3.3
Control Separado .....	17.2	Voltaje Mínimo de Arranque .....	10.12
Controladores para Motores .....	2.0	Voltaje Mínimo de Caída o Paro .....	10.14
Diagrama Elemental .....	12.0	Voltaje de Sellado .....	10.13
Diagrama de Alambrado .....	11.0	Zumbido por C.A. ....	10.18
Disparo por Bajo Voltaje .....	15.0		
Dispositivo de Control .....	14.2		
Efectos de Variación de Voltaje .....	10.16, 10.17		

**0.0 INTRODUCCION**

El objeto de este manual es el de familiarizar a todas aquellas personas que lo utilicen, con los términos y conceptos que son fundamentales para un entendimiento adecuado del equipo de control para motores y sus aplicaciones. Debido a que el manual no lleva la intención de servir como un texto de ingeniería, el material tratado en el mismo será de índole general. El estudio de las definiciones, símbolos, diagramas e ilustraciones, sin embargo, proporcionará al estudiante un sólido conocimiento del lenguaje y principios básicos asociados con el equipo de control para motores.

**NOTA**

Con el objeto de ayudar al entendimiento del lenguaje de control para motores, se proporcionarán contrarreferencias. Los números encerrados entre paréntesis seguidos de una palabra o frase, se refieren al párrafo en el cual se da la explicación correspondiente a esa palabra o frase. El párrafo 1.2 hace referencia al par del motor (3.4). El párrafo 3.4 detalla lo que se entiende por par. Como suplemento de este manual, un juego separado de cuestionarios sobre el material está disponible para quien lo solicite. Estos cuestionarios sirven para reforzar los conocimientos básicos adquiridos y también puede utilizarse para dirigir al estudiante hacia áreas específicas y obtener un beneficio adicional.

**1.0 SELECCION DEL CONTROL DE MOTORES**

El motor, máquina y controlador (2.0) se interrelacionan y necesitan ser considerados como un paquete cuando se elige un dispositivo específico para una aplicación en particular. En términos generales, son cinco los factores básicos que intervienen en la selección de un controlador:

**1.1 SERVICIO ELECTRICO**

Establézcase si el servicio usará corriente directa (C.D.) o corriente alterna (C.A.). Si es (C.A.), determínese el número de fases y frecuencia, en adición de la tensión o "voltaje" como término comúnmente usado.

**1.2 MOTOR**

El motor deberá ser el apropiado para el servicio eléctrico y del tamaño adecuado para la carga de la máquina (designación de potencia). Otras consideraciones son la velocidad del motor (3.3) y el par (3.4). Para poder seleccionar en forma correcta la protección para el motor, deberán conocerse el valor de la corriente de carga (3.1), factor de servicio (3.8) y el rango de tiempo (3.7).

**1.3 CARACTERISTICAS DE OPERACION DEL CONTROLADOR**

El trabajo fundamental de un controlador, es el de arrancar y parar el motor, así como el de dar protección al motor, máquina y operador.

El controlador podría ser aprovechado para proporcionar funciones suplementarias que pudieran incluir movimientos reversibles de pulsaciones (3.9) e inversiones rápidas (3.10), operando a diversas velocidades o a niveles reducidos de corriente y par del motor.

**0.1 ALCANCE**

En virtud de que el 90% de la totalidad de los motores utilizados son de C. A., los de C. D., y su equipo de control no serán discutidos en este manual. Los motores de rotor devanado y los de conmutador de C.A., que sólo tienen aplicaciones limitadas, tampoco se incluyen. Los motores de inducción jaula de ardilla son los que se utilizan ampliamente. Por lo tanto, su control es el principal objetivo de este manual. El uso de altos voltajes (2400, 4800 y mayores), introduce requerimientos que son adicionales a los equipos para 600 volts y aunque los principios básicos no varían, estos requerimientos adicionales no se incluyen en este tratado.

El objeto principal será el de establecer primeramente lineamientos para la selección de equipo de control de motores y definición de algunos términos básicos de control para motores. La función de protección del control se describe posteriormente, considerando el control manual y magnético. Las partes componentes del arrancador magnético son revisadas y son introducidos los diagramas eléctricos.

La variación entre contactores y arrancadores magnéticos se examinan posteriormente y el manual concluye con una revisión de los relevadores de control y de tiempo y dispositivos piloto.

**1.4 MEDIO AMBIENTE**

La caja (4.0) del controlador sirve para dar protección al personal que lo opere, previniéndolo de algún contacto accidental con las partes vivas energizadas. En determinadas aplicaciones, el controlador en sí, debe ser protegido de ciertas condiciones del ambiente, las cuales podrían ser:

- Agua, lluvia, nieve o cellisca
- Suciedad o polvo incombustible
- Aceites para corte, enfriadores o lubricantes

Tanto el personal como los locales en que está incluido el equipo requieren de protección en condiciones ambientales que resulten peligrosas por la presencia de gases explosivos o polvos combustibles.

**1.5 CODIGOS NACIONALES (5.0) Y ESTANDAR**

El equipo de control de motores está diseñado para cumplir con lo previsto en el reglamento de obras eléctricas y por el National Electrical Code (N.E. C.). Las secciones de los códigos que se refieren a los dispositivos de control industrial son el Art. 430 sobre motores y controladores y el Art. 500 sobre localizaciones peligrosas.

Las normas establecidas por la Asociación Americana Eléctrica de Fabricantes (NEMA) aconseja al usuario en la selección apropiada de equipos de control. Las normas NEMA suministran información práctica relacionada con la construcción, prueba, funcionamiento y manufactura de dispositivos para el control de motores, tales como arrancadores, relevadores y contactores.

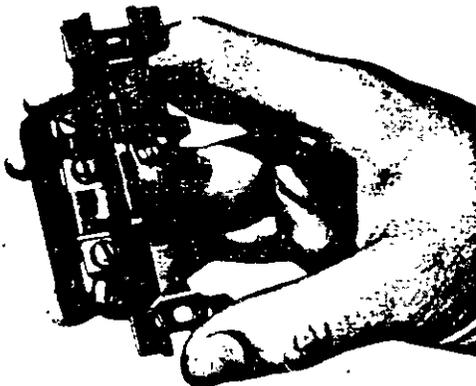


## CONTROL PARA MOTOR C. A.

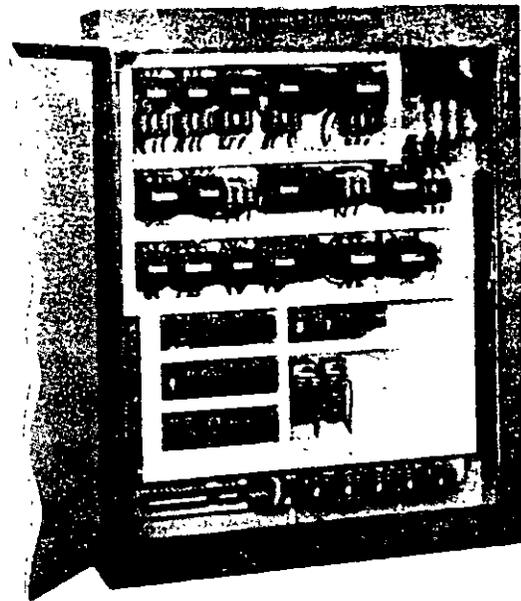
Una de las organizaciones que normalmente realiza las pruebas de conformidad con los códigos y normas nacionales, son los Underwriters Laboratories (UL). El equipo probado y autorizado por los UL se lista en una publicación anual que se mantiene a día por medio de suplementos bimensuales que reflejan las últimas adiciones y cancelaciones.

### 2.0 CONTROLADOR PARA MOTORES

Un controlador cubrirá algunas o todas de las siguientes funciones: arranque, paro, protección de sobrecarga (8.1), protección de sobrecorriente (7.0), movimientos reversibles, cambios de velocidad, pulsaciones (3.9), inversión rápida (3.10), control de secuencia (3.11), indicador de lámpara piloto. El controlador puede también servir de control para un equipo auxiliar, como por ejemplo; frenos, embragues, solenoides, calentadores y señales. Un controlador puede ser usado para control de un motor o grupo de motores.



Los controladores pueden ser simples o complejos. En ambos, el arrancador manual de pequeñas potencias fraccionarias (9.1) mostrado, y el tablero de control especial mostrado abajo, son clasificados como controladores de motores.



### 2.1 ARRANCADOR

Los términos de "arrancador" y "controlador" significan prácticamente la misma cosa. Estrictamente hablando, un arrancador es la forma más simple de un controlador y es capaz de arrancar y parar el motor y darle protección de sobrecarga (8.1).

### 3.0 MOTOR JAULA DE ARDILLA DE C.A.

El "caballo de carga" de la industria en general, es el motor jaula de ardilla de C. A. De los miles de motores usados hoy en aplicaciones generales, la mayoría son del tipo jaula de ardilla. Estos motores son simples en su construcción y operación —únicamente se conectan tres líneas de fuerza al motor y este operará.

El motor jaula de ardilla lleva este nombre debido a su construcción del rotor, que hace recordar una jaula de ardilla, sin tener devanado de alambre.

El caballo de la Industria  
Motor Jaula de  
Ardilla de C. A.



### 3.1 CORRIENTE DE CARGA PLENA (CCP)

Es la corriente requerida para producir un par de carga plena (3.4) a una velocidad nominal (3.3).

### 3.2 CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO

Se denomina así a la corriente que demanda el motor de la línea de alimentación, cuando su rotor es frenado hasta llevarlo al punto de reposo.

De acuerdo a los estandar de NEMA, los motores de C. A. deberán llevar anotado en su placa de datos una letra de código como clave para mostrar los Kilovolt-amperes por HP. que demanda el motor cuando el rotor está bloqueado.

3.2 TABLA PARA LETRAS DE CODIGO DE ROTOR BLOQUEADO

LETRA DE CODIGO	KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO	LETRA DE CODIGO	KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO
A	Hasta 3.14	L	9.0 a 9.99
B	3.15 a 3.54	M	10.0 a 11.19
C	3.55 a 3.99	N	11.2 a 12.49
D	4.0 a 4.49	P	12.5 a 13.99
E	4.5 a 4.99	R	14.0 a 15.99
F	5.0 a 5.59	S	16.0 a 17.99
G	5.6 a 6.29	T	18.0 a 19.99
H	6.3 a 7.09	U	20.0 a 22.39
J	7.1 a 7.99	V	22.4 y Superior
K	8.0 a 8.99		



Es con frecuencia necesario determinar el valor de la corriente de Rotor Bloqueado de un motor. Con bastante aproximación, esta corriente puede ser determinada sobre la base de un valor promedio de KVA's por HP. dentro del rango correspondiente a la letra de código anotada en los datos de placa del motor. Así, para un motor trifásico, la corriente de rotor bloqueado será igual al valor promedio de KVA's multiplicado por los HP del motor y por 1000; y este producto dividido entre el resultado de multiplicar 1.732 por el voltaje entre fases, dará el valor de corriente en amperes de rotor bloqueado.

### 3.3 VELOCIDAD DEL MOTOR

La velocidad del motor jaula de ardilla depende del número de polos del devanado del motor. En 60 ciclos, un motor de 2 polos opera aproximadamente a 3450 RPM, uno de 4 polos a 1725 RPM, a 6 polos a 1150 RPM. Las placas del motor, son generalmente marcadas con velocidades a carga plena, pero frecuentemente los motores son referidos por sus "velocidades sincrónicas" —3600, 1800 y 1200 RPM, respectivamente.

### 3.4 PAR

Par es la fuerza "giratoria" o de "contorsión" del motor usualmente medida en lbs-pie. Excepto cuando el motor es acelerado a alcanzar su velocidad, el par es relacionado a la potencia del motor, por la fórmula siguiente:

$$\text{PAR EN LBS-PIE} = \frac{\text{HP} \times 5252}{\text{RPM}}$$

El par de un motor de 25 HP a 1725 RPM sería calculado como sigue:

$$\text{Par} = \frac{25 \times 5252}{1725} = 76 \text{ Lbs-Pie aprox.}$$

Si se requirieran 90 lbs-pie para mover una carga en particular, el motor arriba mencionado sufriría una sobrecarga y demandaría mayor corriente que la corriente de carga plena.

### 3.5 TEMPERATURA AMBIENTE

La temperatura del aire donde se encuentra una pieza del equipo se llama temperatura ambiente. La mayoría de los controladores son del tipo encerrado y la temperatura corresponde a la del aire exterior y no al del interior del equipo encerrado. Esto es, si se dice que un motor debe estar a una temperatura ambiental de 30°C (86°F), ésta corresponde al aire de afuera del motor, no al de adentro. Según los estándares de NEMA, tanto los controladores como los motores, están sujetos a un límite de temperatura ambiente de 40°C (104°F).

### 3.6 ELEVACION DE TEMPERATURA

La corriente que pasa por el devanado de un motor, resulta en un incremento de la temperatura del motor. A la diferencia entre la temperatura del devanado del motor en operación y a la temperatura ambiente (3.5), se le llama elevación de temperatura.

La elevación de temperatura producida a plena carga no resulta perjudicial al motor, siempre y cuando

la temperatura ambiental no exceda de los 40°C (104°F).

Una temperatura más alta, motivada por incrementos de corriente o temperatura ambiental mayor, pueden producir efecto de deterioro en los materiales aislantes y en la lubricación del motor. Una vieja "regla del pulgar" dice que por cada incremento de 10° en la temperatura nominal, la vida del motor se acorta a la mitad.

### 3.7 CICLO DE TRABAJO

La mayoría de los motores tienen un rango de trabajo continuo que permite una operación indefinida con cargas nominales.

Los rangos de trabajo intermitente se basan en un tiempo de operación fijo (5, 15, 30, 60 minutos), después del cual debe permitirse que el motor se enfríe.

### 3.8 FACTOR DE SERVICIO DEL MOTOR

Si el fabricante ha dado al motor un factor de servicio, quiere decir que se le puede permitir desarrollar más de los HP. de placa, sin causar un deterioro indebido al material aislante. El factor de servicio es un margen de seguridad. Si, por ejemplo, un motor de 10 HP. tiene un factor de servicio de 1.15 se le puede permitir al motor desarrollar 11.5 HP. El factor de servicio depende del diseño del motor.

### 3.9 PULSACION (JOGGING)

Esta acción describe arranque y paro repetidos de un motor, a intervalos frecuentes por periodos de tiempos cortos. Un motor podría ser sometido a estas condiciones de trabajo cuando una pieza de carga movida debe ser colocada en una posición adecuada de acercamiento; por ejemplo, cuando se pone en posición la mesa o banco de una cilindreadora o rectificadora horizontal durante su colocación. Si este movimiento debe ocurrir más de 5 veces por minuto, los estándares NEMA requieren que el arrancador sea reclasificado, disminuyendo los valores de sus características eléctricas nominales.

Un arrancador tamaño NEMA 1 (ver 10.21 sobre capacidad) tiene un rango normal de trabajo de 7½ HP. a 220 V, polifásico. En aplicaciones de movimiento pulsatorio, este mismo arrancador tiene una capacidad máxima de 3 HP.

### 3.10 PARO DEL MOTOR POR INVERSION DEL PAR ELECTRICO (PLUGGING)

Cuando un motor está operando en una dirección y momentáneamente se reconecta para invertir la dirección de rotación, el motor rápidamente cesa su marcha. Si un motor se opera así más de 5 veces por minuto, será necesario reclasificar el controlador, debido al calentamiento de los contactos.

El cambio de par puede hacerse si la máquina movida y su carga no se vieran dañadas por la inversión del par del motor.

### 3.11 CONTROL DE SECUENCIA (CONTACTOS AUXILIARES)

Muchos procesos requieren un determinado número de motores, separados entre sí, los cuales deben ser



puestos en marcha y pararlos en una secuencia determinada, como en el caso de un sistema de transportadores. Cuando se arranca el transportador "de entrega", debe iniciar su marcha primero con los otros transportadores arrancando en secuencia, para evitar un abillamiento del material. Cuando se termina la operación, la secuencia de inversión debe ser seguida con tiempos de demora entre la cesación de

trabajo (excepto para paros de emergencia) a fin de que no quede ningún material en los transportadores. Este es un ejemplo de una secuencia simple controlada. Podrían usarse arrancadores separados, pero es común instalar un controlador especial en el cual se incorporen arrancadores para cada unidad, reguladores de tiempo, relevadores de control, etc. (un tablero típico se muestra en la Pág. 2).

#### 4.0 GABINETES

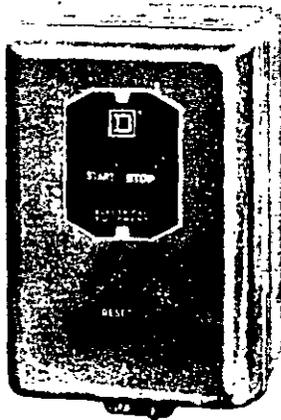
Tanto NEMA como otras organizaciones, han establecido normas para la construcción de gabinetes destinados a los equipos de control. En términos generales, el equipo debe ser encerrado, por una o más de las siguientes razones:

1. Prevenir contactos accidentales con partes vivas (energizadas).
2. Proteger el control de condiciones ambientales adversas.
3. Prevenir explosiones o fuego que pudiera resultar del arco eléctrico, causado por el control.

Los tipos comunes de gabinetes por clasificación NEMA numérica son:

##### NEMA 1 — PARA SERVICIO GENERAL

El gabinete para servicio general tiene como finalidad primordial prevenir contactos accidentales con los aparatos que se encuentran dentro de él. Es apropiado para aplicaciones interiores de tipo general, en donde el equipo no esté expuesto a condiciones de servicio fuera de lo común. El gabinete NEMA 1 sirve como protección no rigurosa contra polvo y salpicadura indirecta, pero no deberá considerarse a prueba de polvo.

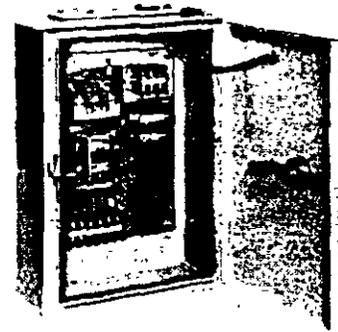


**NEMA 1 — Gabinete para Aplicación General**

##### NEMA 2 — A PRUEBA DE GOTEOS

Este tipo de gabinete sirve para prevenir contactos accidentales con los aparatos encerrados en él y además su construcción está de tal forma que excluye las "goteras" o salpicadura de lodo. Un gabinete NEMA 2 se utiliza en aplicaciones donde la conden-

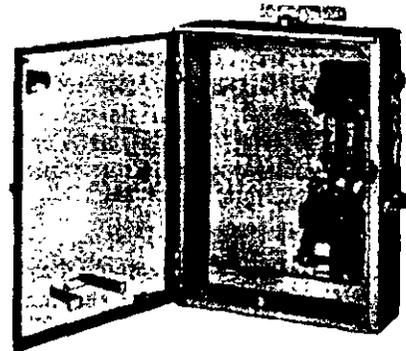
sación puede ser crítica, como en los cuartos de enfriamiento y lavanderías.



**NEMA 2 — Gabinete a prueba de goteo**

##### NEMA 3 — RESISTENTE A LA INTEMPERIE

Este tipo de gabinete proporciona una adecuada protección contra condiciones específicamente peligrosas o adversas de la intemperie. Un gabinete NEMA 3 es apropiado para aquellas aplicaciones en exteriores, tales como cubiertas de barcos, cierres de canales y trabajos de construcción, así como para aplicaciones en transportes subterráneos y túneles. Es también a prueba de salpicadura, cellisca y resistente a la humedad.



**NEMA 3 — Gabinete a prueba de intemperie**

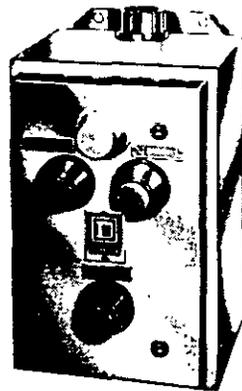


**NEMA 4 — GABINETE A PRUEBA DE AGUA**

Un gabinete a prueba de agua está diseñado para llenar el requerimiento de la prueba de manguera, descrita en la siguiente nota:

“Los gabinetes deben ser probados con un chorro de agua que caiga en ellos. Una manguera con tobera de una pulgada deberá utilizarse y además debe lanzar cuando menos 65 galones de agua por minuto. El agua deberá ser dirigida sobre el gabinete a una distancia no menor de 10 pies y por un período de 5 minutos. Durante este tiempo, puede ser dirigida el agua en una o más direcciones, según se desee. No deberá haber goteo alguno dentro del gabinete bajo estas condiciones”.

Un gabinete NEMA 4 es apropiado para aplicaciones en exteriores, cubiertas de barcos, granjas, lecherías, cervecerías, etc.



**NEMA 4 — Gabinete a Prueba de Agua**

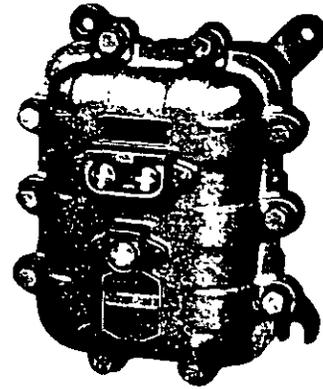
**NEMA 5 — GABINETE A PRUEBA DE POLVO**

Este tipo de gabinete se surte con empaque o sus equivalentes, que sirven para excluir el polvo. Desde la introducción del gabinete NEMA 12 (Ver Pág. 6), que es intercambiable funcionalmente, el tipo más antiguo NEMA 5 ha sido eliminado poco a poco por la mayoría de los fabricantes. En aplicaciones nuevas, el gabinete NEMA 12 deberá ser utilizado.

**NEMA 7 — LOCALIZACIONES PELIGROSAS — CLASE I**

Estos gabinetes están diseñados para llenar los requerimientos de aplicación de la Codificación Eléctrica para la Clase I que se refiere a lugares peligrosos. En este tipo de equipo, la interrupción del circuito ocurre en el aire.

Los lugares correspondientes a la Clase I son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, o mezclas fáciles de encenderse.



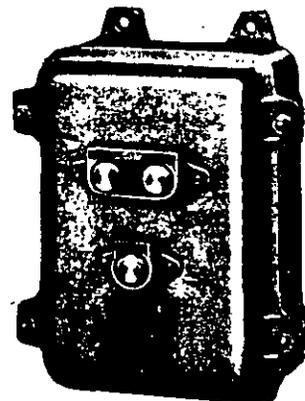
**NEMA 7 — Clase I Grupos C y D — Gabinete para localizaciones peligrosas**

**NEMA 9 — LOCALIZACIONES PELIGROSAS CLASE II**

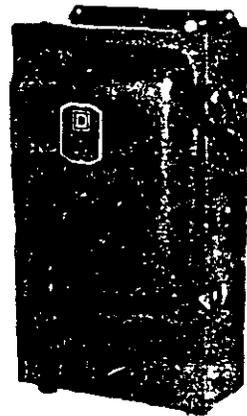
Estos gabinetes están diseñados para llenar los requerimientos de aplicación de la Codificación Eléctrica para la Clase II que se refiere a lugares peligrosos.

“Las localizaciones correspondientes a la Clase II son aquellas que resultan peligrosas por la presencia de polvo combustible”.

La letra o letras que siguen al número de tipo, indican el grupo o grupos particulares de localizaciones peligrosas (según lo defina la Clasificación o Codificación Nacional Eléctrica) para las cuales se diseñan los gabinetes. La designación resulta incompleta sin un suflijo de letra o letras. (3.9).



**NEMA 9 — Clase II. Grupos E, F, y G. Gabinetes para localizaciones peligrosas.**



NEMA 12 — Gabinete

### NEMA 12 — USOS INDUSTRIALES

El gabinete NEMA 12 está diseñado para ser usado en aquellas industrias donde se desee excluir materiales tales como polvo, pelusas, hilachas, fibras, insectos, goteo o salida de aceite o refrigerantes.

No hay en el gabinete perforaciones ciegas "knock-outs" para conduits, siendo el montaje por medio de bridas o base de montaje.

### 5.0 CODIFICACION

La Codificación Eléctrica especifica la forma de la instalación del equipo y primordialmente de la seguridad —prevención de daño y peligro por fuego a personas y propiedades, que pudieran originarse por el uso de la electricidad. Se adopta de acuerdo con bases locales y algunas veces se incorporan cambios menores o interpretaciones.

Las estipulaciones de la reglamentación eléctrica se encuentran reforzadas por cuerpos gubernamentales que ejercen una jurisdicción legal sobre todas las instalaciones eléctricas y que usan los inspectores de seguros. De esta manera, las normas mínimas de seguridad son llevadas a cabo.

### 6.0 PROTECCION DEL MOTOR

Los motores pueden ser dañados o reducida su vida efectiva, cuando se encuentran sometidos a una corriente constante, ligeramente más alta que su corriente de carga plena (3.1) o su factor de servicio (3.8).

NOTA. Los motores están diseñados para soportar corrientes transitorias de arranque o de rotor bloqueado (3.2) sin elevación excesiva de temperatura, tomando en cuenta que el tiempo de aceleración no sea demasiado largo, ni el ciclo de trabajo demasiado frecuente (3.9).

Daño al material aislante y devanado del motor, pueden también ocurrir con corrientes extremadamente elevadas pero de corta duración, como se encuentra en "tierra" y en "cortos circuitos".

Toda corriente en exceso de la Corriente de Carga Plena, puede ser clasificada como sobrecorriente. Sin embargo, en general, debe hacerse una distinción basada en la magnitud de la sobrecorriente y en el equipo que va a protegerse.

Una sobrecorriente no mayor que la corriente de Rotor Bloqueado, generalmente es el resultado de una sobrecarga mecánica (8.0) en el motor. La protección contra este tipo de sobrecorriente queda cu-

bierta en el Art. 430 (parte C) de la Codificación Eléctrica, titulado "PROTECCION AL MOTOR POR SOBRECORRIENTE (SOBRECARGA) DURANTE LA MARCHA".

En este manual, esta designación será acortada a decir "PROTECCION DE SOBRECARGA" y será definida la protección contra sobrecorriente que no exceda la corriente de Rotor Bloqueado.

La sobrecorriente originada por corto circuito o tierra, es mucho más elevada que las corrientes de rotor bloqueado. En el equipo utilizado para proteger contra cualquier daño debido a este tipo de sobrecorriente, debe protegerse no sólo el motor, sino también los conductores del circuito y el controlador del motor. Las estipulaciones para el equipo de protección se encuentran especificadas en el Art. 430 en la parte D titulada "PROTECCION AL MOTOR POR CORTO CIRCUITO Y FALLAS POR TIERRA". En este manual este título lo designamos simplemente como "PROTECCION POR SOBRECORRIENTE", cubriendo la protección contra altas sobrecorrientes, tales como las de corto circuito o tierra.

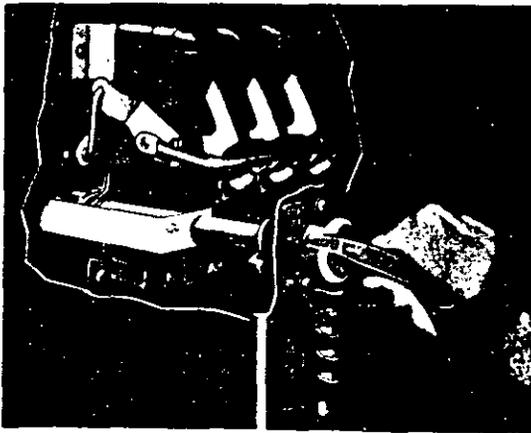
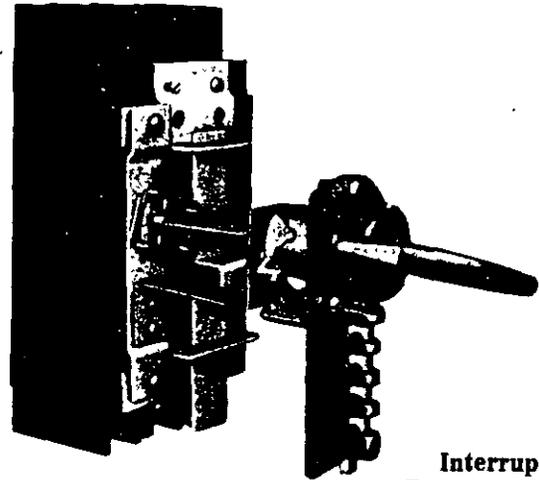
La protección del motor por sobrecarga difiere de la protección por sobrecorriente y cada una de estas protecciones serán cubiertas en forma separada en los párrafos subsiguientes.

**7.0 "PROTECCION POR SOBRECORRIENTE"**

La función del dispositivo protector de la sobrecorriente, es la de proteger a los conductores y circuitos derivados del motor, los aparatos de control y al motor mismo, de los cortos circuitos y tierras. Los dispositivos protectores comunmente usados para sen-sar y librar las sobrecorrientes, son los interruptores termomagnéticos y los fusibles. El dispositivo para protección de corto circuito podrá llevar la corriente inicial del motor, pero este dispositivo no llevará calibración que exceda del 250% de la corriente a plena carga cuando no haya una letra o clave de rotor bloqueado del motor, ó de 150 a 250% de la corriente a plena carga, dependiendo de la letra clave que lleve el motor. Cuando no tenga capacidad suficiente para llevar la corriente

de arranque del motor, puede aumentarse su calibración, pero en ningún caso se excederá del 400% de la corriente de carga plena del motor.

La reglamentación eléctrica requiere (con pocas excepciones) un medio para desconectar el motor y el controlador de la línea, en adición de un dispositivo protector de la sobrecorriente. El interruptor termomagnético ilustrado abajo incorpora protección por fallas y también puede desconectar con una sola unidad. Cuando la sobrecorriente tiene como protección los fusibles, se requiere un desconectador, éste y los fusibles se combinan generalmente, según se ilustra en la fotografía de la izquierda (los fusibles no se muestran, sino únicamente los clips porta-fusibles).

**Interruptor con Fusibles****Interruptor Termomagnético****Dispositivos protectores de Sobrecorriente****8.0 SOBRECARGAS**

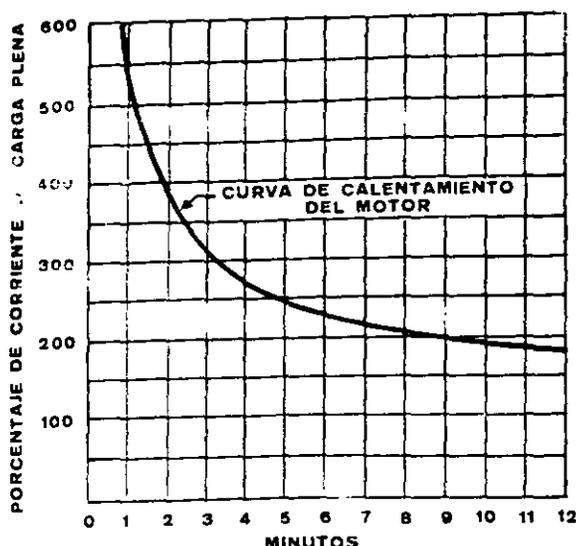
Un motor como máquina siempre llevará cualquier carga, aún si ésta es excesiva. Excluyendo la corriente de arranque o la de rotor bloqueado, un motor demanda una corriente cuando está en operación, y que es proporcional a la carga, la cual va desde la corriente sin carga, hasta la corriente a plena carga cuyo valor se encuentra estampado en la placa del motor. Cuando la carga excede el par normal (3.4) del motor, este demanda una corriente más elevada que la corriente a plena carga (3.1) y esta condición se considera como una sobrecarga. La sobrecarga máxima existe bajo las condiciones del Rotor Bloqueado, en las cuales la carga es tan excesiva que el motor se para o no se puede arrancar y como consecuencia, demanda la corriente de rotor bloqueado.

Las sobrecargas pueden ser eléctricas o mecánicas en su origen. Trabajar un motor polifásico con una fase o línea con bajo voltaje, puede ser ejemplo de sobrecargas eléctricas.

**8.1 PROTECCION DE SOBRECARGAS**

El efecto de una sobrecarga es una elevación de temperatura en el devanado del motor. Mientras mayor sea la sobrecarga, más rápidamente se incrementará la temperatura a un punto tal que daña los aislantes y la lubricación del motor. Una relación inversa, por lo tanto, existe entre corriente y tiempo. Mientras mayor sea la corriente, más corto será el tiempo en el que el motor se dañe, o se queme.

Todas las sobrecargas acortan la vida del motor por deterioro del material aislante. Relativamente, las pequeñas sobrecargas de corta duración causan daño en pequeño grado, pero si se sostienen, harían tanto daño como las sobrecargas de magnitud más grande. La relación entre sobrecarga y tiempo se ilustra según la curva de calentamiento del motor que se muestra en la Pág. 8).



**Aplicaciones de los datos de curva de calentamiento del motor.**

En 300% de sobrecarga, el motor en particular para el cual corresponde esta curva característica podría llegar a su temperatura permisible límite, en 3 minutos. El sobrecalentamiento o daño en el motor ocurriría si la sobrecarga persistiera más allá de ese tiempo.

La protección ideal de sobrecarga para un motor, sería un elemento con propiedades sensitivas de la corriente, muy similar a la curva de calentamiento del motor, que actuaría para abrir el circuito del motor cuando la corriente de carga plena se excediera. La operación del dispositivo protector será tal que al motor se le permite llevar sobrecargas sin daño, pero que rápidamente lo desconectara de la línea cuando la sobrecarga persiste por más tiempo.

**8.2 PROTECCION DE SOBRECARGA — FUSIBLES**

Los fusibles no están diseñados para proporcionar protección de sobrecargas. Su función básica es proteger contra los cortos circuitos (sobrecorrientes). Los motores demandan una corriente alta de arranque (generalmente 6 veces la corriente de carga plena) al arrancar.

Así, un fusible seleccionado sobre la base de motor con corriente de carga plena, se fundiría cada vez que el motor se pusiera en marcha.

Por otra parte, si un fusible fuese escogido lo suficientemente grande para poder conducir la corriente de arranque, no protegería al motor contra las pequeñas sobrecargas perjudiciales que podrían ocurrir posteriormente.

Los fusibles de doble elemento o retardadores de tiempo, pueden dar una protección de motor por sobrecarga, pero tienen la desventaja de que al fundirse, es necesario reemplazarlos.

**8.3 PROTECCION DE SOBRECARGA RELEVADORES DE SOBRECARGA**

El relevador de sobrecarga es el corazón de la protección del motor. Como el fusible de doble elemento, un relevador de sobrecarga tiene características de tiempo inverso en el disparo o apertura, permitiendo mantener la conducción durante el periodo de aceleración (cuando se demanda la corriente de arranque), pero dando protección en las pequeñas sobrecargas de la CCP cuando el motor está operando. Contrariamente al fusible, el relevador de sobrecarga puede repetir la operación sin necesidad de ser reemplazado. Debe enfatizarse que el relevador de sobrecarga no provee protección de corto circuito (7.0). Esta es una función de un equipo protector de sobrecorrientes, como son los fusibles e interruptores termomagnéticos.

EL RELEVADOR DE SOBRECARGA consiste en una unidad sensible a la corriente, conectada en la línea al motor, más un mecanismo que actúa por medio de la unidad, que sirve para directa o indirectamente interrumpir el circuito. En un arrancador manual (9.0) una sobrecarga dispara a una especie de aldaba mecánica que causa que el arrancador abra sus contactos y desconecte el motor de la línea. En los arrancadores magnéticos (10.0) una sobrecarga abre un juego de contactos que se encuentran en el mismo relevador de sobrecarga. Estos contactos son alambrados en serie con la bobina del arrancador en el circuito de control (10.30) del arrancador magnético. Al abrirse el circuito de la bobina hace que los contactos del arrancador se abran desconectando así el motor de la línea.

LOS RELEVADORES DE SOBRECARGA pueden ser clasificados en térmicos (8.4, 8.5) y magnéticos (8.9), los relevadores de sobrecarga magnéticos reaccionan únicamente a los excesos de corriente y no son afectados por la temperatura. Como su nombre lo indica, en los relevadores de sobrecarga térmicos la operación depende de la elevación de temperatura causada por la corriente de sobrecarga, la cual hace operar el mecanismo de disparo. Los relevadores térmicos de sobrecarga pueden ser subdivididos en los tipos de aleación fusible y bimetálicos.

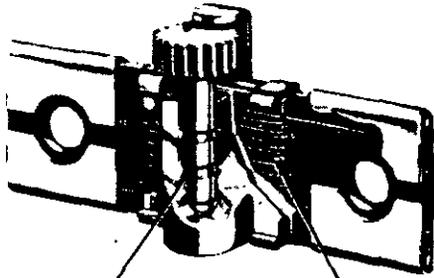
**8.4 RELEVADOR TERMICO DE SOBRECARGA DE ALEACION FUSIBLE**

En estos relevadores de sobrecarga (también conocidos como "relevadores de crisol de soldadura"), la corriente del motor pasa por un pequeño devanado calefactor. Bajo condiciones de sobrecarga el calor causa que la soldadura especial se funda, permitiendo que una rueda de trinquete gire libremente, abriéndose los contactos. Cuando esto ocurre se dice que el relevador se dispara.

Para obtener diversos valores de corriente de disparo a diferentes corrientes de carga plena se dispone de un rango bastante amplio de diferentes unidades térmicas (calefactores). El elemento calefactor y el crisol de soldadura están combinados en una sola

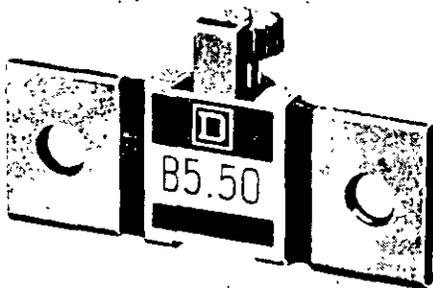


pieza, formando una unidad inalterable. La característica de transferencia de calor y la exactitud de la unidad no pueden ser accidentalmente cambiadas, como puede ser posible cuando el calefactor es un elemento separado. Los relevadores térmicos de sobrecarga de aleación fusible se restablecen manualmente, así; después de dispararse deben ser restablecidos por una deliberada operación manual. Un botón de restablecimiento usualmente se monta en la cubierta de los arrancadores. Las unidades térmicas se designan en amperes y son seleccionadas sobre la base de la corriente plena del motor (3.1) y no en HP.



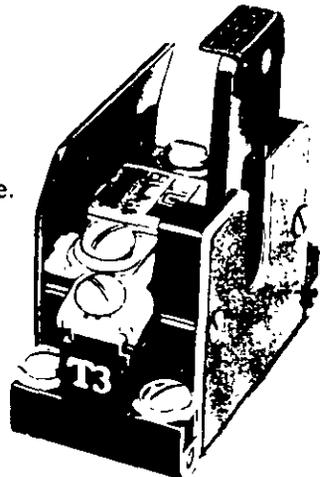
Crisol de soldadura (elemento sensible al calor) es una parte integral de la unidad térmica. Proporciona una respuesta exacta a la sobrecarga de corriente, previniendo ruidos molestos en el disparo.

Devanado calefactor (elemento productor de calor) está permanentemente unido al crisol, para que se asegure una adecuada transferencia de calor. No hay la posibilidad de desalineamiento posterior en el campo.

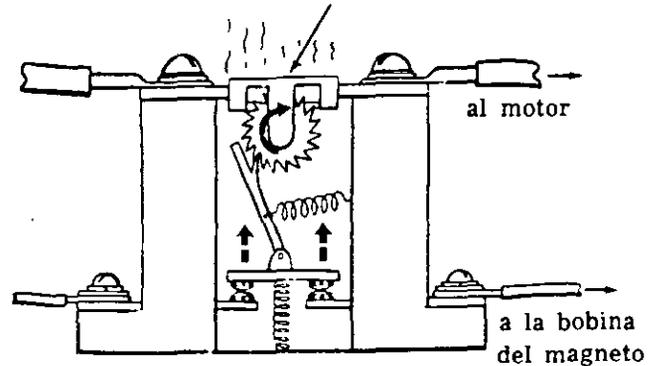


Unidad Térmica de una Pieza.

Relevador Térmico de Sobrecarga de Aleación Fusible.



Unidad del relevador térmico.

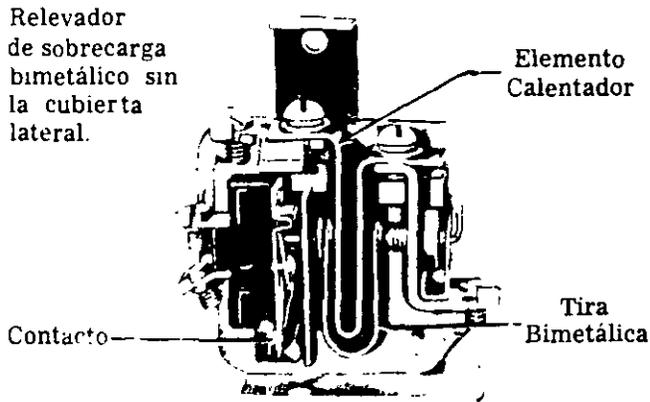


El dibujo muestra la operación del relevador térmico de sobrecarga de aleación fusible. Conforme el calor funde la aleación, la rueda de trinquete gira libremente —los resortes empujan para que los contactos se abran.

### 8.5 RELEVADORES TERMICOS DE SOBRECARGA BIMETALICOS

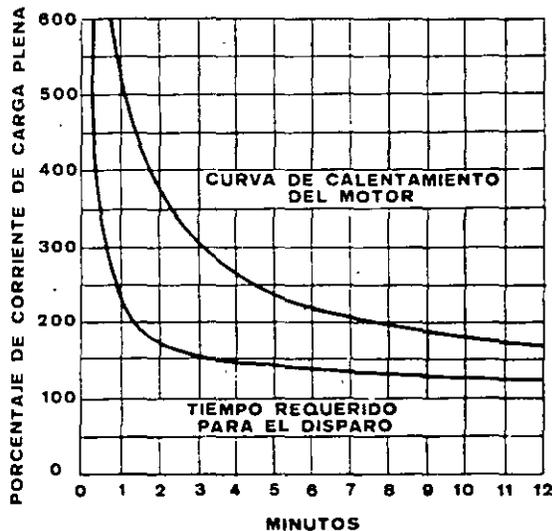
Estos relevadores emplean una tira bimetalica en forma de U, asociado con un elemento calefactor. Cuando ocurre una sobrecarga, el calor causará que el elemento bimetalico se desvíe y abra un contacto. Diferentes calentadores dan diferentes puntos de disparo. Además, la mayoría de los relevadores son ajustables en un rango de 85% a 115% del valor nominal del calefactor.

Estos relevadores son convertibles en el campo, para hacerlos de reposición manual a automático y viceversa. En reposición automática, los contactos del relevador después de dispararse, se cerrarán nuevamente cuando el relevador se haya enfriado. Esto resulta en ventaja cuando los relevadores son inaccesibles. Sin embargo, el restablecimiento automático en los relevadores de sobrecarga no deberán usarse normalmente con un control de dos hilos, (14.0). Con este arreglo, cuando los relevadores de sobrecarga cierran sus contactos después de un disparo de sobrecarga, el motor se arrancará de nuevo y, a menos de que la causa de la sobrecarga se haya eliminado, el relevador de sobrecarga disparará otra vez. Este ciclo se repetirá y eventualmente el motor se quemará debido al calor acumulado y a la corriente repetida transitoria de alto valor. Más importante resulta aún la posibilidad de causar daño al personal. El re arranque inesperado de una máquina puede exponer al operador o persona encargada del mantenimiento a una situación peligrosa, al intentar encontrar la razón de que su máquina se haya detenido.



**8.6 CARACTERISTICAS DE DISPARO DEL RELEVADOR TERMICO DE SOBRECARGA**

Los relevadores de sobrecarga de aleación fusible (8.4) y los bimetalicos (8.5) están diseñados para aproximarse al calor generado en el motor. Así cuando la temperatura del motor aumenta, también aumenta la de la unidad térmica. Las curvas de calentamiento del motor y el relevador muestran esta relación (ver gráfica). De esta gráfica se deduce que no importa cuán elevada sea la corriente que demanda el motor, el relevador de sobrecarga proporcionará protección, aunque el relevador no dispare innecesariamente.



La gráfica muestra la curva del calentamiento del motor y la del relevador de sobrecarga.

El relevador de sobrecarga siempre disparará dentro de un valor de seguridad.

**8.7 SELECCION DEL RELEVADOR TERMICO DE SOBRECARGA**

La corriente de carga plena del motor (3.1), el tipo del motor y la posible diferencia en la temperatura ambiente (3.5) entre el motor y el controlador de-

berá todo tomarse en cuenta al seleccionar las unidades térmicas de sobrecarga. Los motores con los mismos HP's y velocidad no tienen todos la misma corriente de carga plena (CCP). Siempre deberá referirse a la placa del motor por lo que a la CCP se refiere y no deberá usarse una tabla publicada para ese fin. Estas tablas que contienen la CCP de los motores indican el promedio o cifras normales de la CCP y esta CCP del motor en cuestión puede ser totalmente diferente, particularmente con los motores pequeños monofásicos. Las tablas de selección para las unidades térmicas se publican basadas en motores de trabajo continuo (3.7) con un factor de servicio de 1.15 (3.8), operando en condiciones normales. Las tablas se publican en el catálogo y también aparecen en la parte de adentro de la puerta o cubierta del controlador.

Estas selecciones protegerán debidamente al motor y permitirán que éste desarrolle su capacidad plena en HP, según el factor de servicio, si la temperatura ambiente es la misma en el motor y el controlador. Si las temperaturas no resultan las mismas, o si el factor de servicio del motor es menor de 1.15, se requerirá seguir un procedimiento especial para seleccionar la unidad térmica adecuada.

**8.8 CONTACTOS DE ALARMA**

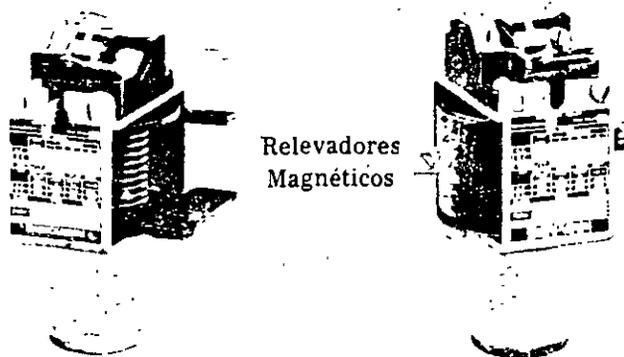
Los contactos estándar de los relevadores de sobrecarga permanecen cerrados bajo condiciones normales y se abren cuando los relevadores de sobrecarga se disparan. Algunas veces se requiere una señal de alarma para indicar cuando un motor se detiene debido a un disparo de sobrecarga. También con algunas máquinas particularmente aquellas asociadas a procesos continuos, probablemente se requerirá indicar con una señal alguna condición de sobrecarga en vez de que se tenga el motor y proceso detenidos automáticamente. Esto se hace proporcionando al relevador de sobrecarga un juego de contactos que se cierran cuando el relevador dispara, completando de esta manera el circuito de alarma. A estos contactos se le llaman "contactos de alarma".

**8.9 RELEVADOR MAGNETICO DE SOBRECARGA**

Un relevador magnético de sobrecarga tiene un núcleo magnético móvil dentro de una bobina que lleva la corriente del motor. El flujo magnético de la bobina empuja al núcleo hacia arriba. Cuando el núcleo se eleva lo suficiente (movimiento determinado por la corriente y la posición del núcleo) opera un juego de contactos en la parte superior del relevador. El movimiento del núcleo es detenido lentamente por un pistón que trabaja en un cilindro amortiguador lleno de aceite (similar a un absorbedor de golpes) que se encuentra debajo de la bobina. Esto produce una característica de inversión de tiempo. El valor efectivo de corriente se ajusta moviendo el núcleo en una varilla roscada. El tiempo de disparo se varía dejando de cubrir de aceite los agujeros de derivación en el pistón. Debido a los ajustes de tiempo de corriente, el relevador magnético de sobrecarga se



tiliza algunas veces para proteger a los motores que tengan largos periodos de aceleración o ciclos de trabajo no usuales (el arranque instantáneo del relevador magnético de sobrecarga es similar pero no tiene cilindro amortiguador lleno de aceite).



9.0 ARRANCADOR MANUAL

Un arrancador manual es un controlador de motor cuyo mecanismo de contacto es operado por un entrelace mecánico desde una palanca articulada o un botón que a su vez es operado manualmente. Una unidad térmica y un mecanismo de sobrecarga que actúe directamente, proporciona al motor en marcha una debida protección. Básicamente un arrancador manual es un interruptor del tipo "CERRAR-ABRIR" con relevadores de sobrecarga.

Los relevadores manuales se usan generalmente en pequeñas máquinas de herramientas, ventiladores, sopladores, bombas, compresores y transportadores. Son los arrancadores manuales de motores los de más bajo costo; tienen un mecanismo bastante simple, operación silenciosa, sin zumbido del magneto de CA.

Al mover una palanca u oprimir el botón de ARRANQUE, se cierra los contactos que permanecen cerrados hasta que se mueva la palanca de "abrir", o se oprime el botón de PARAR, o las unidades de relevadores térmicos de sobrecarga se disparan.

Los arrancadores manuales son del tipo de HP. fraccionarios (9.1) o del tipo de HP. integral (9.3) y generalmente se proporcionan a través de la línea de arranque (16.0). Los arrancadores manuales no proveen protección por bajo voltaje (15.1) o disparo por bajo voltaje. Si la energía falla los contactos permanecen cerrados y el motor se arrancará de nuevo cuando la tensión o energía vuelva. Esta es una ventaja en caso de las bombas, ventiladores, compresores, quemadores de aceite, etc. No así para otras aplicaciones en que puede resultar una desventaja y aún peligrosa al personal o equipo.

He aquí un ejemplo práctico en la aplicación de control de motores. El arrancador manual mostrado a la derecha, o cualquier otro dispositivo de contactos sostenidos (14.3) no deberá usarse en aplicaciones de este tipo, donde tanto el operador como la máquina pueden ponerse en peligro si la energía falla

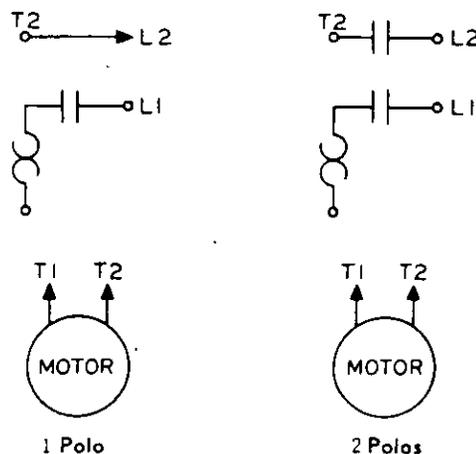
y vuelve ésta inesperadamente. Para aplicaciones peligrosas deberá usarse para propósito de seguridad un arrancador magnético y dispositivos piloto de contacto momentáneo (14.4) con tres alambres de control (13.1) que deberán usarse para propósitos de seguridad.

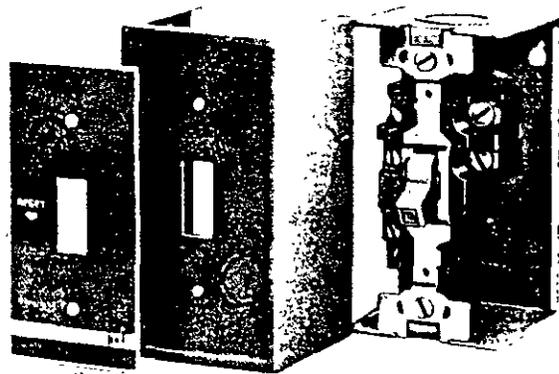
9.1 ARRANCADOR MANUAL PARA POTENCIA FRACCIONARIA (HPF)

Estos arrancadores están diseñados para controlar y dar protección por sobrecarga a los motores de 1 HP. o menores en 115 ó 230 volts monofásicos. Se suministran en versiones de uno o dos polos y se operan por medio de una palanca articulada en el frente. Cuando ocurre una sobrecarga la unidad térmica dispara para abrir los contactos del arrancador, desconectando el motor de la línea. Los contactos no pueden ser cerrados de nuevo hasta que el relevador de sobrecarga haya sido restablecido otra vez moviendo la palanca hasta la posición plena de "abrir" después de permitir por dos minutos que la unidad térmica se enfrie. El tipo de arrancador abierto se puede montar en una caja de salida y puede usarse con una placa estándar plana.



DIAGRAMA DE ALAMBRADO





**9.2 INTERRUPTORES DE ARRANQUE MANUAL PARA MOTORES**

Los interruptores de arranque manual proporcionan un control de cerrar-abrir (on-off) en motores monofásicos o trifásicos de CA, en donde no se requiere el control de protección de sobrecarga o se ha proporcionado separadamente. Los interruptores de 2 ó 3 polos también se surten con rangos hasta de 5 HP. 600 volts, trifásico. El rango de corriente continua es de 30 amperes a 250 volts máximos y de 20 amperes a 600 volts máximos.

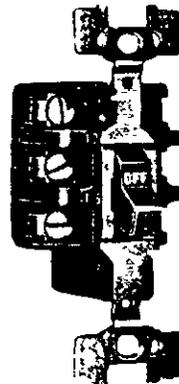
La operación de la palanca articulada del interruptor manual, es similar a la del arrancador manual de HPF. y las aplicaciones típicas del interruptor incluyen pequeñas máquinas de herramientas, bombas, ventiladores, transportadores y otra maquinaria eléctrica que tengan la protección del motor separadamente. Son particularmente adecuados para conectar o interrumpir las cargas que no sean de motores, tales como calentadores de resistencia.

**9.3 ARRANCADOR MANUAL PARA POTENCIA INTEGRAL**

El arrancador manual para potencia integral viene en versiones de 2 y 3 polos, para controlar motores monofásicos de hasta 5 HP. y motores polifásicos hasta de 10 HP, respectivamente.

Los arrancadores de 2 polos tienen un relevador de sobrecarga; los arrancadores de 3 polos generalmen-

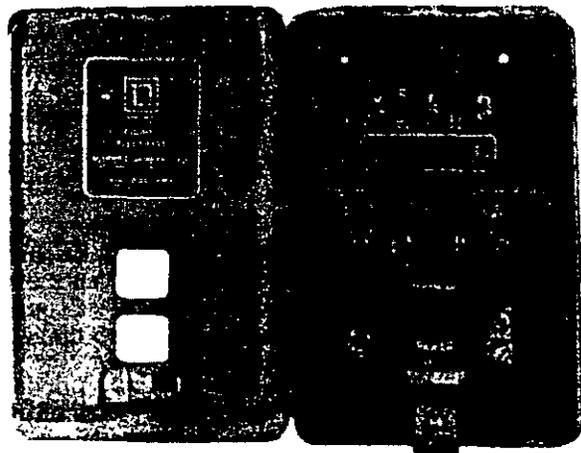
te tienen dos relevadores de sobrecarga, pero son disponibles con tres relevadores de sobrecarga. Cuando se dispara un relevador de sobrecarga, el mecanismo del arrancador se abre haciendo saltar el pestillo, abriendo al mismo tiempo los contactos para parar el motor. Los contactos no pueden cerrarse nuevamente hasta que el mecanismo del arrancador haya sido fijado nuevamente al presionar el botón de PARAR o moviendo la palanca a la posición de restablecer, después de que se le deje un tiempo para que la unidad térmica se enfríe.



Interruptor Manual de 3 polos.



Interruptor encerrado con guardas de palanca y lámpara piloto.



Arrancador Manual para HP Integral en gabinete para uso general

**10.0 CONTROL MAGNETICO**

Un alto porcentaje de aplicaciones requieren que el controlador tenga la suficiente capacidad de operación desde localizaciones apartadas, o que tenga una operación automática en respuesta a señales que le llegue de algún dispositivo piloto. tales como termostatos, interruptores de flotador o de presión, interruptores de limite, etc. Pudiera tal vez ser requerido también liberación de bajo voltaje (15.0) o de pro-

tección (15.1). Los arrancadores manuales no pueden proporcionar este tipo de control y consecuentemente se usan los arrancadores magnéticos.

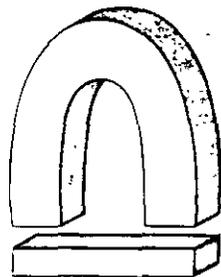
El principio de operación que distingue un arrancador magnético de uno manual, es el uso de un electroimán. El electroimán consiste de una bobina de alambre devanada en un núcleo de hierro como se indica en la ilustración de abajo a la derecha. Cuando la corriente se envía a través de la bobina se produce un



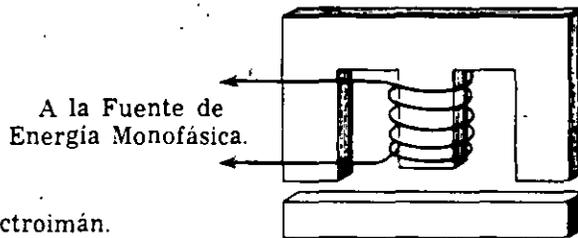
fuerte campo magnético que atrae la barra de hierro, llamada armadura. El electroimán puede compararse a un magneto o imán permanente como se muestra a la izquierda.

El campo del magneto o imán permanente sin embargo, mantendrá a la armadura contra las superficies o caras del polo del imán en forma indefinida, por lo que la armadura no podría caerse a menos que físicamente se le empuje. En el electroimán al interrumpirse el flujo de corriente a través de la bobina de alambre, la armadura se cae debido a la presencia de un entre-hierro o espacio de aire (10.5) en el circuito magnético.

Con el control manual, el arrancador debe ser montado de tal manera que sea accesible al operador. En el caso del control magnético las estaciones con botones u otros dispositivos piloto, pueden montarse en cualquier lugar de la máquina y conectadas por medio de un alambre que sirve como control, al circuito de la bobina del arrancador instalado a distancia.



Imán o Magneto Permanente.



Electroimán.

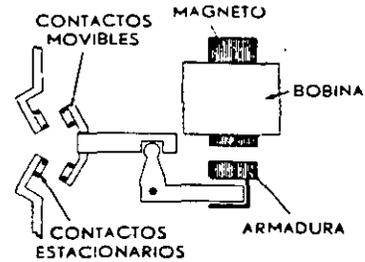
### 10.1 ENSAMBLES DEL MARCO DEL IMAN Y DE LA ARMADURA

En la construcción de un controlador magnético (2.0), la armadura (10.4) está mecánicamente conectada a un juego de contactos, para que cuando la armadura se mueva a su posición cerrada, los contactos también se cierran. Los dibujos o croquis muestran varios magnetos o imanes y ensambles de la armadura en una forma elemental. Cuando la bobina haya sido energizada y la armadura se haya movido a su posición cerrada, se dice que el controlador se ha "levantado" y la armadura se ha "sellado".

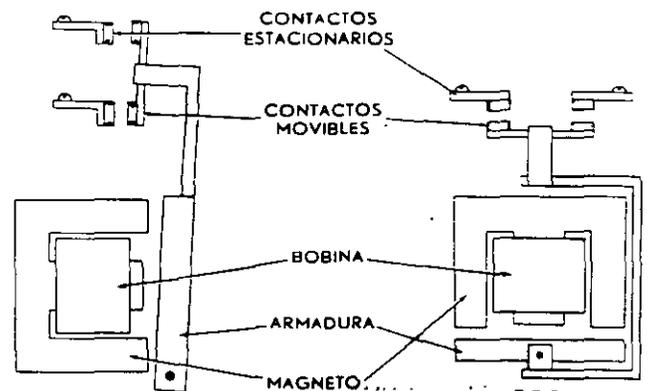
**TIPO BISAGRA**— La armadura esta embisagrada conforme gira para sellar; los contactos móviles se cierran contra los contactos estacionarios.

**ACCION VERTICAL**— La acción es un movimiento en línea recta con la armadura y los contactos son guiados, de tal manera que se mueven en un plano vertical.

**PALANCA DE CAMPANA**— Una palanca de campana transforma la acción vertical de la armadura a un movimiento de contacto horizontal. El golpe de levantamiento de la armadura no es transmitido a los contactos, lo que da por resultado un mínimo rebote de contactos y una vida más larga de los mismos.



TIPO PALANCA DE CAMPANA



TIPO BADAJO

TIPO ACCION VERTICAL

### 10.2 CIRCUITO MAGNETICO

El circuito magnético de un controlador consiste de un conjunto o ensamble del magneto, bobina y armadura. Se le llama así por la comparación con un circuito eléctrico. La bobina y la corriente que fluye en ella causan un flujo magnético que deberá establecerse a través del hierro en forma similar al voltaje que causa a la corriente que fluye a través de un sistema de conductores. El cambio del flujo magnético producido por C.A., motiva una elevación de temperatura en el circuito magnético. El efecto del calor se reduce al laminar el ensamble del magneto y la armadura.

### 10.3 ENSAMBLE DEL IMAN O MAGNETO

El ensamble del magneto es la parte estacionaria del circuito magnético. La bobina está sostenida y rodeada por parte del ensamble del magneto a fin de poder inducir el flujo magnético en el circuito magnético.

### 10.4 ARMADURA

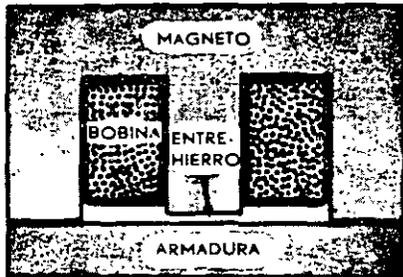
Es la parte móvil de un circuito magnético (10.2) Cuando ha sido atraída hacia su posición de sellado.



se completa el circuito magnético. Para asegurar un máximo tirón (para sellar los contactos) y ayudar a tener una quietud sin ruido, las caras o superficies de la armadura y el ensamble del magneto son bien rectificadas a una tolerancia mínima.

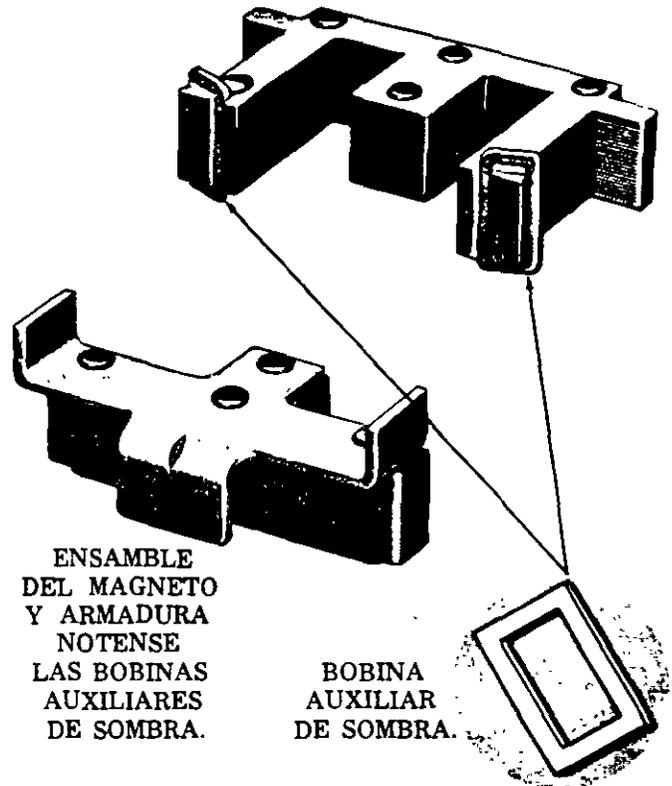
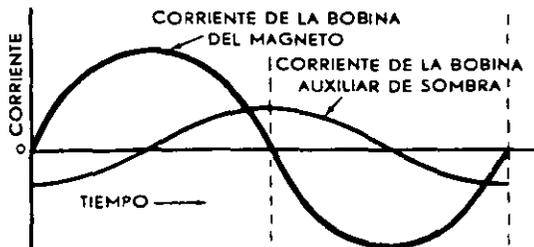
10.5 ENTRE-HIERRO

Cuando la armadura de un controlador (10.4) ha sido sellada, se mantiene muy cerca contra el ensamble del magneto. Sin embargo, verdaderamente se deja un pequeño espacio en el circuito de hierro. Cuando la bobina pierde su excitación, permanece siempre un flujo magnético y si no fuera por este espacio en el circuito de hierro, este magnetismo pudiera ser suficiente para mantener la armadura en su posición de sellado.



10.6 BOBINA AUXILIAR DE SOMBRA

Una bobina auxiliar de sombra consiste de una sola vuelta de material conductor (generalmente cobre o aluminio) montada en la cara o superficie del ensamble del magneto o de la armadura. El flujo magnético principal induce corriente en la bobina auxiliar de sombra y esta corriente establece un flujo magnético auxiliar que queda fuera de fase del flujo principal. El flujo auxiliar produce una fuerza magnética fuera de fase de la del flujo principal y esto mantiene a la armadura sellada cuando el flujo principal tiene valor cero (que ocurre 120 veces por segundo con una CA. de 60 ciclos). Sin la bobina auxiliar de sombra la armadura tendería a abrirse cada vez que el flujo principal pasara por valor cero. Esto daría por resultado un ruido excesivo, desgaste de las caras del magneto y calentamiento.



10.10 BOBINA DE IMAN - CORRIENTES TRANSITORIAS Y PERMANENTES

La bobina de imán tiene muchas vueltas de alambre de cobre aislado enrollado en un carrete. La mayoría de las bobinas están protegidas por una especie de capa moldeada que las hace muy resistentes a los daños mecánicos.

Cuando el controlador está en la posición abierta existe un gran espacio de aire (no confundirlo con el interconstruido 10.5 en el circuito del magneto 10.2) ya que la armadura se encuentra a una mayor distancia del magneto.

La impedancia de la bobina (que en circuitos magnéticos de CA. consiste en la propiedad de limitar o resistir el flujo de corriente) es relativamente baja, debido al espacio de aire. Cuando la bobina es energizada demanda una alta corriente, conforme la armadura se acerque más al magneto el espacio de aire se reduce progresivamente y con ello la corriente de la bobina, hasta que la armadura se haya sellado. La corriente final es conocida como corriente sellada. La corriente transitoria es aproximadamente de 6 a 10 veces la corriente sellada. La relación varía con cada diseño individual. Después de que el controlador ha sido energizado por algún tiempo, la bobina llega a calentarse. Esto motivará que la corriente de la bobina baje un 80% de su valor cuando esté fría.

Las bobinas de imán de corriente alterna, nunca deberán ser conectadas en serie. Si un dispositivo fuera



sellado antes que otro (muy probable, si los dispositivos no son idénticos y todavía una posibilidad si aún lo fueran) la impedancia del circuito aumentada reducirá la corriente de la bobina y no levantará la armadura, o que habiendo sido levantada, no selle con el magneto. Las bobinas de CA deberán ser conectadas en paralelo.

#### 10.11 BOBINA DEL MAGNETO - RANGO DE LAS CORRIENTES TRANSITORIAS Y PERMANENTES

Los datos de la bobina del magneto generalmente se dan en volts-amperes, por ejemplo, un arrancador magnético cuyas bobinas tienen un rango de 600 VA. de corriente transitoria y 60 VA. de permanente, la corriente transitoria de una bobina de 120 volts es de 600/120 ó 5 amperes y la corriente permanente es de 60/120 ó de .5 amperes. El mismo arrancador con una bobina de 480 V. únicamente demandará 600/480 ó 1.25 amperes de corriente transitoria y 60/480 ó .125 amperes de permanente.

#### 10.12 VOLTAJE MINIMO DE ARRANQUE

El voltaje de control mínimo que hace que la armadura se levante, se le llama voltaje de arranque.

#### 10.13 VOLTAJE DE SELLADO

El voltaje de sellado es el voltaje de control mínimo requerido para hacer que la armadura se asiente contra las caras o superficies de los polos del magneto. En los dispositivos que usen un magneto y armadura de acción vertical (10.1) el voltaje de sellado es más alto que el de arranque para dar un empuje magnético adicional y asegurar una buena presión de contacto.

Los dispositivos de control que usen el arreglo de armadura y magneto del tipo palanca de campana, son únicos en el sentido de que tienen diferentes características de fuerza. Los dispositivos que utilizan este principio de operación están diseñados de tal manera que tienen un voltaje de sellado más bajo, que el de arranque. La vida de los contactos es mayor y también se reduce el daño en los contactos debido a las condiciones anormales de voltaje; si el voltaje es suficiente para arranque será también lo suficiente para sellar la armadura.

#### 10.14 VOLTAJE MINIMO DE CAIDA O PARO

Si se reduce el voltaje de control suficientemente, se abrirá el controlador. El voltaje al cual sucede esto se le llama voltaje mínimo de caída o paro. Es algo más bajo que el voltaje de sellado.

#### 10.15 BOBINA DEL MAGNETO - VARIACIONES DE TENSION

Las normas NEMA requieren que el dispositivo magnético opere en forma apropiada bajo las diferentes variaciones de tensión desde un 110% hasta un 85% del rango de voltaje clasificado de la bobina. Este rango establecido según diseño de la bobina, asegura que la bobina puede sostener elevaciones de tempe-

raturas en voltaje hasta del 10% más del rango de voltaje clasificado, y de que la armadura tendrá un voltaje de arranque y sellado, aún cuando el voltaje pueda bajar hasta un 15% abajo del rango nominal.

#### 10.16 EFECTOS DE LA VARIACION DE VOLTAJE - VOLTAJE DEMASIADO ALTO

Si el voltaje aplicado a la bobina resulta demasiado elevado, la bobina demanda más de su corriente de diseño. Un calentamiento excesivo será producido y causará una falla prematura en los aislamientos de la bobina. La fuerza magnética será más elevada, causando que la armadura golpee con fuerza excesiva. Las caras del magneto se gastarán rápidamente haciendo que se acorte la vida del controlador. Además el contacto de rebote puede ser excesivo, haciendo que se reduzca la vida de los contactos.

#### 10.17 EFECTOS DE LA VARIACION DE VOLTAJE - VOLTAJE DEMASIADO BAJO

Un voltaje de control bajo produce corrientes bajas en la bobina y una reducida fuerza magnética. En los dispositivos de ensamble de acción vertical (10.1) si el voltaje es mayor que el voltaje de arranque (10.12) pero menor que el de sellado (10.13), el controlador puede levantar la armadura, pero no sellará. En estas condiciones, la corriente de la bobina no alcanzará el valor de sellado. Como la bobina no está diseñada para llevar continuamente una corriente mayor que la de sellado, rápidamente se calentará y quemará. La armadura (10.4) también producirá un golpeteo. Además de ruido, habrá un desgaste en las caras del magneto.

En las construcciones de acción vertical y de palanca de campana (10.1) si la armadura no sella, los contactos no se cerrarán con la debida presión. El calentamiento excesivo, con formación del arco y posible soldadura de los contactos, serán producidos, ya que el controlador intentará llevar corrientes con una presión insuficiente de contacto.

#### 10.18 ZUMBIDO POR CA.

Todos los dispositivos de CA. que incorporan un efecto magnético, producen un zumbido característico. Este zumbido o ruido es debido principalmente a los cambios de sentido de la fuerza magnética, originado por los cambios de flujo que inducen vibraciones mecánicas. Los contactores, arrancadores y relevadores, podrían tener un ruido excesivo como resultado de las siguientes condiciones de operación:

- Bobina auxiliar de sombra rota.
- Bobina inadecuada o equivocada.
- Desalineamiento entre la armadura y el ensamble del magneto - La armadura no puede sellar propiamente.
- Suciedad, polvo, limaduras, etc., en las caras del magneto - La armadura no puede sellar totalmente.



- Interferencia o trabas de las partes móviles (contactos, resortes, barras de yugo) que impiden el viaje completo de la armadura.
- Montaje incorrecto del controlador, como en una pieza delgada de triplay afianzada a una pared, por ejemplo; lo cual causará el efecto producido por una "tabla sonora".

## 10.20 ARRANCADOR MAGNETICO - CIRCUITO DE ENERGIA O POTENCIA

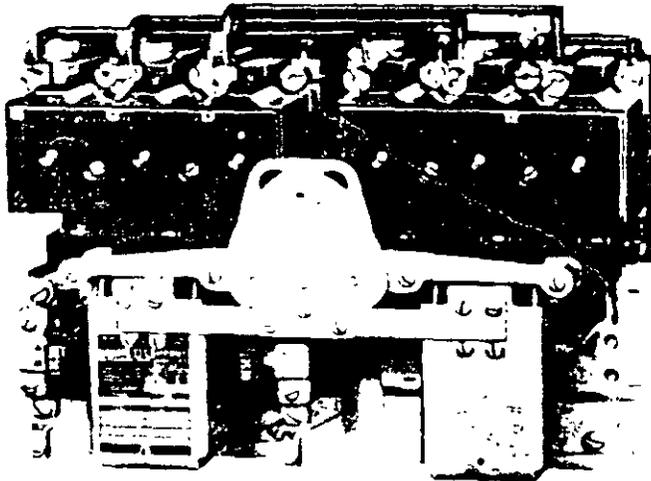
El circuito de energía de un arrancador, incluye los contactos móviles y estacionarios, y la unidad térmica o la parte del calentador del ensamble del relevador de sobrecarga (8.3). El número de contactos o polos se determina por medio del servicio eléctrico. en un sistema de 3 hilos, trifásico, por ejemplo; se requiere un arrancador de 3 polos.

## 10.21 ARRANCADORES MAGNETICOS - TAMAÑOS NEMA Y CAPACIDADES

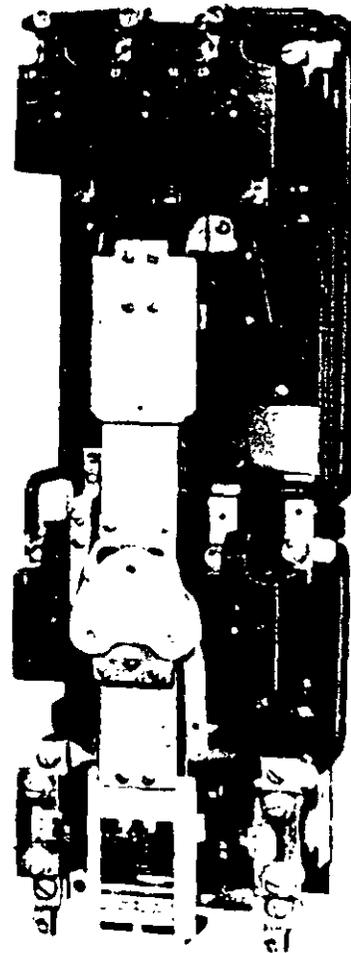
Los contactos del circuito de fuerza, manejan la car-

ga del motor. La capacidad de los contactos de llevar la corriente de carga plena (3.1) sin exceder la elevación de temperatura nominal y la de su aislamiento de partes adyacentes, corresponde a las normas NEMA establecidas, clasificar el tamaño de un arrancador.

El arrancador debe tener la capacidad de interrumpir el circuito del motor bajo las condiciones impuestas por la corriente del rotor bloqueado. Para ser más claro en el caso de una aplicación determinada, el arrancador magnético seleccionado debe igualar o exceder la potencia del motor y las capacidades de la corriente de carga plena. Por ejemplo: un motor que debe ser controlado tiene un rango de 50 HP., el servicio es de 220 volts, polifásico y la corriente de carga plena del motor es de 125 amperes; refiérase a la tabla de la página 15, donde se indica que se requerirá un arrancador NEMA tamaño 4, para un motor de trabajo normal. Si el motor fuera de un trabajo de pulsaciones o frenado (3.10) sería escogido un arrancador NEMA tamaño 5.



INTERIOR DE ARRANCADOR  
TIPO HORIZONTAL



INTERIOR DE ARRANCADOR  
TIPO VERTICAL



# CAPACIDADES ELECTRICAS PARA ARRANCADORES Y CONTACTORES MAGNETICOS DE CA.

Tamaño NEMA	Volts	Capacidad Máx. en HP Trabajo sin Frenado y sin Pulsar.		Capacidad Máx. en HP Trabajo de Frenado y de Pulsación.		Capacidad de Corriente Continua en Amperes 600 Volts Máx.	Capacidad de Corriente en Límite de servicio. *	Carga de Lámpara de Tungsteno e Infra-roja en Amp. 250 V. Máx. »	Cargas de resistencia de calentamiento KW otras que no sean cargas de Lámparas Infra-rojas. §		Capacidad en KVA para Apertura y Cierre de Circuitos Primarios de transformadores. 50 ó 60 Ciclos ▲		Capacidad para Apertura y cierre de circuitos de Capacitores Trifásicos. ○	
		Mono-fásico	Polif.	Mono-fásico	Polif.				Mono-fásico	Polif.	Mono-fásico	Polif.	Volts	Kvar
00	110	1/3	3/4	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...
	208-220	1	1-1/2	...	...	9	11	5	...	...	...	...	...	...
	440	...	...	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...
	550	...	2	...	...	9	11	...	...	...	...	...	...	...
0	110	1	2	1/2	1	18	21	10	...	...	0.9	1.2	...	...
	208-220	2	3	1	1-1/2	18	21	10	...	...	1.4	1.7	...	...
	440	...	5	...	2	18	21	...	...	...	1.9	2.5	...	...
	550	...	5	...	2	18	21	...	...	...	1.9	2.5	...	...
1	110	2	3	1	2	27	32	15	3	5	1.4	1.7	...	...
	208-220	3	7-1/2	2	3	27	32	15	6	10	1.9	4.1	...	...
	440	...	10	...	5	27	32	...	12	20	3.	5.3	...	...
	550	...	10	...	5	27	32	...	15	25	3.	5.3	...	...
1P	115	3	...	1-1/2	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...
	230	5	...	3	...	36	42	24	...	...	...	...	...	...
2	110	3	7-1/2	2	...	45	52	30	5	8.5	1.9	4.1	...	...
	208-220	7-1/2	15	5	10	45	52	30	10	17	4.6	7.6	230	13
	440	...	25	...	15	45	52	...	20	34	5.7	12	460	26
	550	...	25	...	15	45	52	...	25	43	5.7	12	575	33
3	110	7-1/2	15	...	...	90	104	60	10	17	4.6	7.6	...	...
	208-220	15	30	...	20	90	104	60	20	34	8.6	15	230	27
	440	...	50	...	30	90	104	...	40	68	14	23	460	53
	550	...	50	...	30	90	104	...	50	86	14	23	575	67
4	110	...	...	...	...	135	156	120	15	26	6.7	12	...	...
	208-220	...	50	...	30	135	156	120	30	52	11	23	230	40
	440	...	100	...	60	135	156	...	60	106	22	46	460	80
	550	...	100	...	60	135	156	...	75	130	22	46	575	100
5	110	...	...	...	...	270	311	240	30	52	14	23	...	...
	208-220	...	100	...	75	270	311	240	60	106	28	46	230	80
	440	...	200	...	150	270	311	...	120	210	40	91	460	160
	550	...	200	...	150	270	311	...	150	260	40	91	575	200
6	110	...	...	...	...	540	621	480	60	106	28	46	...	...
	208-220	...	200	...	150	540	621	480	120	210	57	91	230	160
	440	...	400	...	300	540	621	...	240	416	86	180	460	320
	550	...	400	...	300	540	621	...	300	516	86	180	575	400
7	110	...	...	...	...	810	932	720	90	166	...	...	...	...
	208-220	...	300	...	...	810	932	720	180	316	...	...	230	240
	440	...	600	...	...	810	932	...	360	626	...	...	460	480
	550	...	600	...	...	810	932	...	450	776	...	...	575	600
8	110	...	...	...	...	1215	1400	1080	...	...	...	...	...	...
	208-220	...	450	...	...	1215	1400	1080	...	...	...	...	230	360
	440	...	900	...	...	1215	1400	...	...	...	...	...	460	720
	550	...	900	...	...	1215	1400	...	...	...	...	...	575	900

Las tablas y notas son tomadas de la publicación de normas NEMA No 1C-1-1965, sección 2, parte 11 para contactores magnéticos y la sección 3, partes 21B, 21C, 21D y 21F para arrancadores magnéticos

† Los rangos indicados son para aplicaciones que requieren interrupción repetida de corriente del motor frenado ó cierre repetida de altas corrientes momentáneas que se encuentran en motores con contramarcha rápida y que involucren más de 5 aperturas por minuto, tales como impulso y paro, impulso y reverso ó trabajos de pulsos. Los rangos se aplican a controladores de una ó varias velocidades.

\* Según normas NEMA, párrafo 1C-1-21A-20, la corriente límite de servicio representa el valor eficaz de corriente máxima en amperes, que el controlador puede llevar por periodos largos en servicio normal. En los rangos de corriente límite de servicio, las elevaciones de temperatura pueden exceder las obtenidas al probar el controlador a su rango de corriente nominal. El último disparo por corriente de los relevadores de sobrecarga (sobrecorriente) u otros dispositivos protectores del motor no deben exceder los rangos de corriente límite de servicio del controlador.

† CARGAS DE LAMPARAS FLUORESCENTES - 300 VOLTS Y MENOS - Las características de las lámparas son tales que no es necesario disminuir la

capacidad continua normal de los contactores clase 8502 más abajo de su rango de corriente nominal. Los contactores 8903 pueden también utilizarse con cargas de la lámpara fluorescente. Para controlar las cargas de las lámparas de tungsteno e infra-rojas, se recomiendan usar los contactores clase 8903 de C. A. Estos contactores están específicamente diseñados para tales cargas y se aplican en su rango total conforme está listada en la sección del catálogo "digest" clase 8903. No se use la clase 8903 de contactores en motores y cargas de resistencias de calentamiento.

§ Los rangos se aplican a los contactores que se emplean para interrumpir la carga de voltaje ó la utilización del elemento productor del calor con un trabajo que requiera operación continua de no más de 5 aperturas por minuto

▲ Se aplican a los contactores utilizados con transformadores que tienen corrientes transitorias de no más de 20 veces su corriente de carga plena nominal, independiente de la naturaleza de la carga secundaria

○ Los rangos en Kilovar de los contactores que se emplean para interrumpir las cargas de capacitores. Cuando los capacitores se conectan directamente a través de las terminales de un motor de corriente alterna para corrección del factor de potencia, deberá consultarse al fabricante de motores en relación al tamaño máximo del capacitor y el rango apropiado del dispositivo de protección de sobrecarga del motor



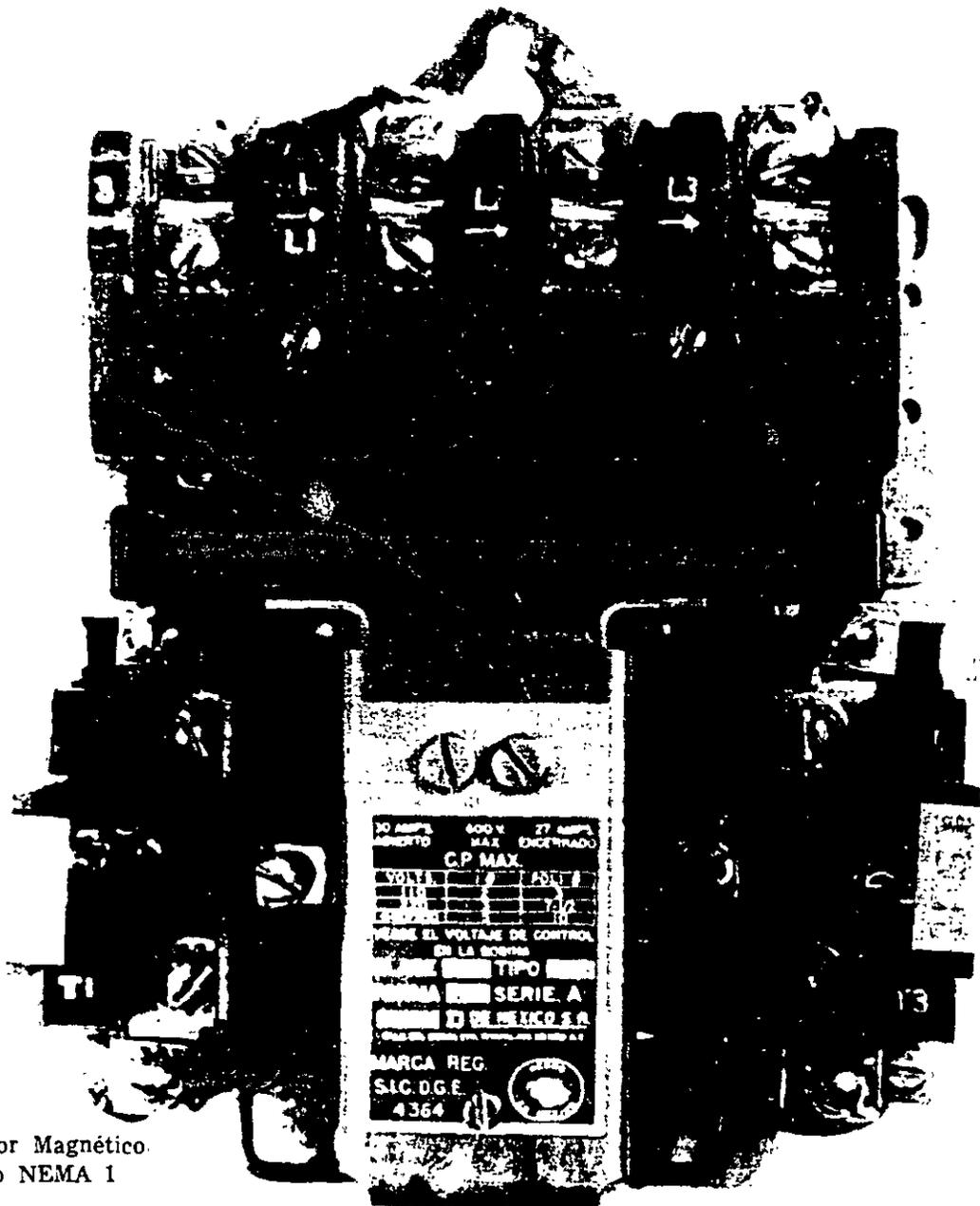
**10.30 ARRANCADOR MAGNETICO —  
CIRCUITO DE CONTROL**

El circuito que va a la bobina del magneto y que origina un arrancador para levantar su armadura y dejarla caer, es distinto del circuito de potencia (10.20). Aunque el circuito de potencia puede ser monofásico o polifásico, el circuito de la bobina es siempre un circuito monofásico. Los elementos de un circuito de la bobina, incluyen lo siguiente:

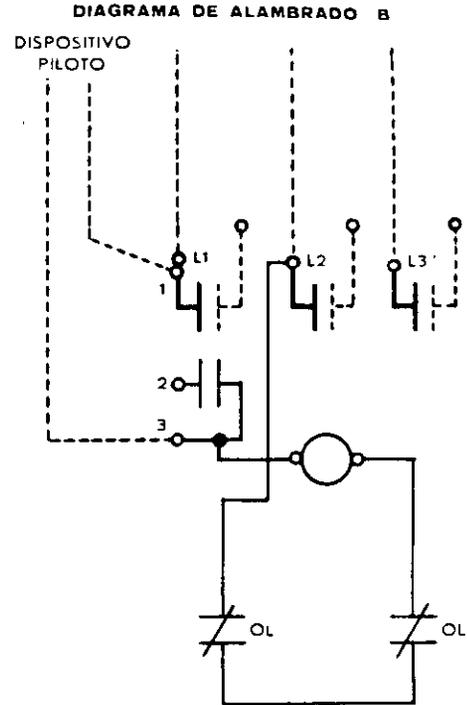
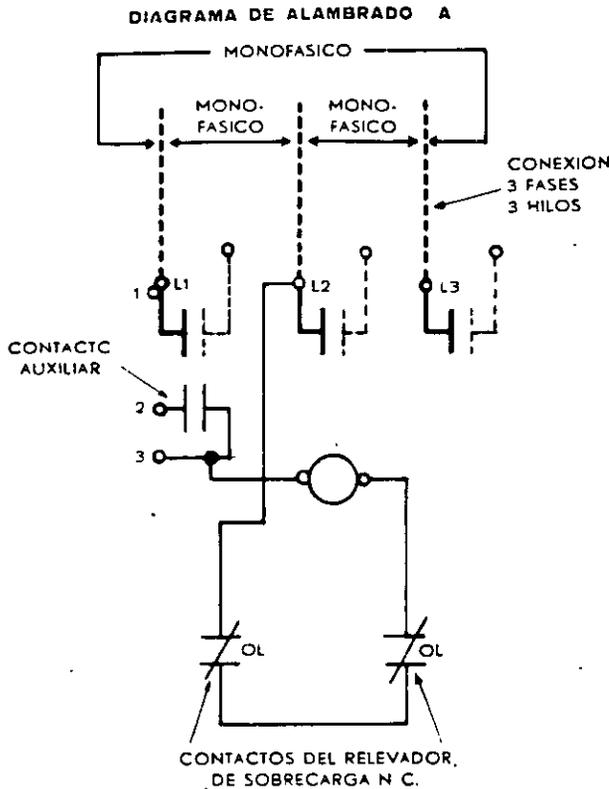
- 1.— La bobina del magneto.
- 2.— El contacto (s) del ensamble del relevador de sobrecarga (8.3).

- 3.— Un dispositivo piloto de contacto momentáneo (14.4) o sostenido (14.3), tales como una estación de botones, interruptor de presión, temperatura, nivel de líquido o límite, etc.
- 4.— En lugar de un dispositivo piloto, el contacto(s) de un relevador de control (22.0) ó regulador de tiempo (23.0).
- 5.— Un contacto auxiliar en el arrancador que se le designa como entrelace del circuito de sostén, el cual se requiere en determinados esquemas de control.

El circuito de la bobina se identifica generalmente como circuito de control y los contactos en el circuito de control manejan la carga de la bobina.



Arrancador Magnético  
Tamaño NEMA 1



El alambrado que se muestra en la ilustración de arriba, (excepto el diagrama B de alambrado) cubre solamente el alambrado del circuito de control proporcionado por la fábrica (ver control común 17.0). Según normas NEMA, el circuito de control monofásico es convencionalmente alambrado entre la línea 1 y la línea 2.

El diagrama B de alambrado, muestra que el circuito de control se completa con el alambrado adicional de un dispositivo piloto entre la terminal 3, el contacto auxiliar, y la terminal 1 (línea 1) en el arrancador.

### 10.31 ARRANCADORES MAGNETICOS — CORRIENTES DEL CIRCUITO DE CONTROL

Aunque el voltaje del circuito de control y de potencia puedan ser los mismos (ver control común 17.0), la corriente que toma el motor (ver párrafo 10.21) es mucho más elevada que la que toma la bobina en el circuito de control. Los dispositivos piloto, los contac-

tos de los relevadores de tiempo y de control no son por lo tanto generalmente denominados como de potencia y su rango de corriente es bajo, comparado a la de un arrancador o contactor (18.0).

Las corrientes transitorias y selladas (10.10 — 10.11) de un circuito de control, pueden ser determinadas haciendo referencias a una tabla para la bobina del magneto (ver Pág. 20). Una estación de botones (25.0) con una nominación de corriente transitoria de 15 amperes, 1.5 amperes de corriente normal (sellada) a 220 volts, 60 ciclos, puede utilizarse en forma satisfactoria para controlar el circuito de la bobina de un arrancador tamaño NEMA 3 ó de un contactor, que tiene una corriente transitoria de 3.6 amperes ( $800 \div 220$ ) y una corriente sellada de .68 amperes ( $150 \div 220$ ), como una comparación de las diferencias en la corriente, los contactos del circuito de potencia del arrancador de arriba, pueden controlar un motor polifásico de 30 HP, que toma una corriente de carga plena de 78 amperes.



DATOS DE LA BOBINA DE MAGNETO

Abajo se listan los números de identificación, rangos y características de operación de las bobinas del magneto para los relevadores estándar, contactores, arrancadores y reguladores de encendido. Existen también otras bobinas para otros voltajes y frecuencias, además de las listadas. Las bobinas

del magneto de C. A. se diseñan para operar en voltaje de línea que fluctúa tanto como el 15% más bajo y el 10% arriba de la capacidad nominal. Las bobinas de corriente directa (C. D.) tienen límites correspondientes al 20% más abajo y el 10% más arriba de la capacidad nominal.

BOBINAS DEL MAGNETO ESTANDAR DE C. A.

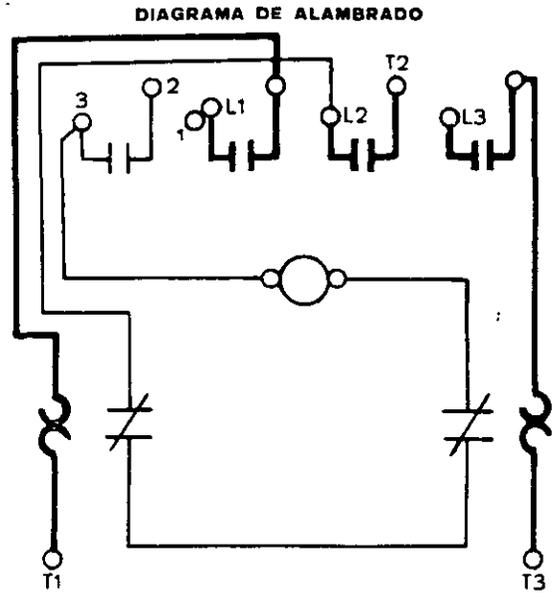
DISPOSITIVO USANDO BOBINA			Especificación de No. de la Bobina	Ciclos	NUMERO DE SUFIJO (Parte del número completo de la Bobina consiste del número de la especificación seguido por el número del sufijo como 31041-400-42)												Bobina Volts- Amps.	
Tamaño	Tipo	Polos			60 Volts	120 Volts	240 Volts	110-115 Volts	120 Volts	208-220 Volts	240 Volts	440 Volts	480 Volts	550 Volts	600 Volts	Transis- toria	Sella- da	
CLASES 8501, 8502, 8536, 8538, 8539, 8547, 8549, 8606, 8630, 8640, 8650, 8651, 8702, 8736, 8738, 8739, 8810, 8811, 8812																		
0	BH & BR B & R	2-4	1861-S1	60 50 25	R16A R17B R19B	R19B R20B R22B	R22B R23B R25B	R29B R30A R32B	R30A R31A R33A	R32B R33A R35B*	R33A R34A R36A	R35B† R36A R38B	R36A R37A R39A	R36B R37A R39B	R37A R38A R39C	160 120 65	30 26 18	
0	BH & BR B & R	5-8	1861-S1	60 50 25	R16A R17B R18C	R19B R20B R21C	R22B R23B R24C	R29B R30A R31C	R30A R31A R31C	R32B R33A R34C*	R33A R34A R35B*	R35B† R36A R37C	R36A R37A R38B	R36B R37A R38C	R37A R38A R39C	160 120 80	30 26 20	
0	BH & BR B	All	1861-S14	60 50	115/230-G4 220/380-G14 240/480-G6 511/230-G5 220/380-G15 220/440-G8													
0	SB	All	31041-400	60 50	....	....	20 22	40 42	42 43	49 51*	51 52	58 60	60 61	61 62	62 64	245 232	27 26	
1	C	All	2936-S1	60 50 25	....	....	C19A C20A C22A	C26B C27A C29B	C27A C28A C30A	C29B C30A* C32B*	C30A C31A C33A	C32B† C33A C35B	C33A C34A C36A	C33B C34A C36B	C34A C35A C37B	170 125 100	40 27 24	
1	C	All	2936-S21	60 50 25	120/240-G3 240/480-G11 110/220-G3 220/440-G11 115/230-G7 220/440-G10													
1 & 1P	SC	All	31041-400	60 50	....	....	20 22	40 42	42 43	49 51*	51 52	58 60	60 61	61 62	62 64	245 232	27 26	
0,1 & 1P	SB & SC	All	31041-402	60 50	115/230 01 120/240 02 240/480 04 115/230-03													
2	D & T	2-4	1707-S1	60 50 25	....	T10B T11A T13A	T13B T14A T16A	T20A T21 T22B	T21 T21A T23A	T23A T24A* T25B*	T24 T24A T26A	T26A† T26B T28B	T26B T27A T29A	T27A T27B T29B	T27B T28A T30A	465 400 340	80 65 51	
2	SD	2 & 3	31063-409	60 50	....	....	16 17	36 38	38 39	45 47*	47 48	55 57	57 58	58 60	60 61	311 296	37 36	
2	SD	4 & 5	31063-400	60 50	....	....	16 17	36 38	38 39	45 47*	47 48	55 57	57 58	58 60	60 61	438 429	38 37	
3	E & U	2-4	1775-S1	60 50 25	....	....	U11A U12A U14A	U17B U18A U20B	U18A U19A U21A	U20B U21A* U23B*	U21A U22A U24A	U23B† U24A U26B	U24A U25A U27A	U24B U25A U27B	U25A U26A U28A	800 600 450	150 120 90	
4	F (Series C)	2-4	1775-S1	60 50 25	....	....	U11A U12A U14A	U17B U18A U20B	U18A U19A U21A	U20B U21A* U23B*	U21A U22A U24A	U23B† U24A U26B	U24A U25A U27A	U24B U25A U27B	U25A U26A U28A	1490 1200 840	140 110 80	
4	F (Series C)	5	1775-S1	60 50 25	....	....	....	U17A U17B U20A	U17B U18B U20B	U20A U20B U23A*	U20B U21B U23B	U23A U23B U26A	U23B U24B U26B	U24A U24B U27A	U24B U25B U27B	1800 1450 1000	160 125 90	
5	G (Series B)	All	2938-S1	60 50 25	....	....	....	F13B F14A F16B	F14A F14B F17A	F16B F17A* F19B*	F17A F17B F20A	F19B† F20A F22B	F20A F21A F23A	F20B F21A F24	F21A F21B F24A	2800 2000 1500	290 200 160	

11.0 DIAGRAMA DE ALAMBRADO

Por sobreposición del diagrama A del circuito de control que se describe en el párrafo 10.20, se puede obtener un trazo compuesto de todos los puntos de conexión en el arrancador magnético. La ilustración combinada se identifica como diagrama de alambrado y muestra tan cerca como es posible, la localización real de todas las partes componentes del arrancador.

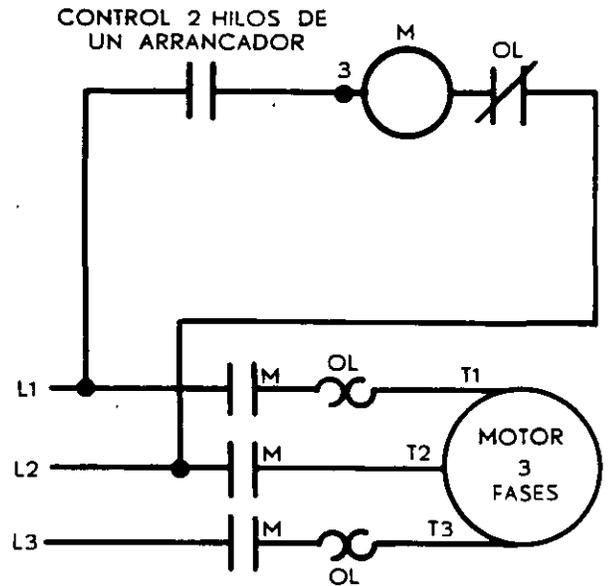
Las líneas punteadas representan las conexiones del circuito de potencia hechas por el usuario. Como se indican las conexiones y marcas terminales, éste tipo de diagramas resulta de mucha ayuda cuando se trate de alambrar el arrancador ó de localizar los alambres cuando se trata de algún problema. Nótese que las líneas negras corresponden al circuito de potencia, y las líneas delgadas son usadas para mostrar el circuito de control. Convencionalmente en equipos magnéticos de corriente alterna, los alambres en negro se usan en circuitos de potencia y el alambrado en rojo se usa para los circuitos de control.

Un diagrama de alambrado sin embargo, está limitado en su capacidad para convertir un esquema en un detalle de la secuencia de operación de un controlador. Cuando se desee una ilustración del circuito en su forma más simple, se utiliza el diagrama elemental (12.0).



12.0 DIAGRAMA ELEMENTAL

El diagrama elemental proporciona una delineación del circuito en forma rápida y fácilmente entendible. No se indican en él los dispositivos y componentes en sus posiciones reales. Todos los componentes del circuito de control, se indican tan directamente como son posibles, entre un par de líneas verticales que representan el control del suministro de energía. El arreglo de los componentes se diseña para mostrar la secuencia de operación de los dispositivos y ayuda a entender la forma en que opera el circuito. El efecto de operar varios dispositivos de control entrelazados con contactos auxiliares (14.1) puede ser fácilmente observado; esto ayuda en el acto a encontrar los problemas que se presentan, particularmente con los controladores más complejos. Esta forma de diagrama algunas veces se le da el nombre de diagrama lineal o esquemático.





## 13.0 CONTROL DE DOS HILOS

En el alambrado y diagramas elementales indicados, dos hilos conectan el dispositivo de control (el cual puede ser un termostato, interruptor de flotador, interruptor de límite u otro dispositivo de control mantenido) a la bobina del arrancador magnético. Cuando se cierran los contactos del dispositivo de control, completan el circuito de la bobina del arrancador, motivando que conecte este el motor a la línea. Cuando los contactos del dispositivo de control se abren, la bobina del arrancador queda desenergizada y para el motor. El control de dos hilos provee el disparo o apertura por bajo voltaje (15.0) pero no protección por bajo voltaje (15.1). Como es ilustrado, el alambrado del arrancador permite funcionar automáticamente de acuerdo a la señal del dispositivo de control, sin la atención de un operador.

La parte punteada que se muestra en el diagrama elemental representa el circuito sostenido de contactos auxiliares (14.0) que está en el arrancador, pero no utilizado en el control de dos hilos. Para mayor simplicidad esta parte se omite del diagrama elemental convencional de dos hilos.

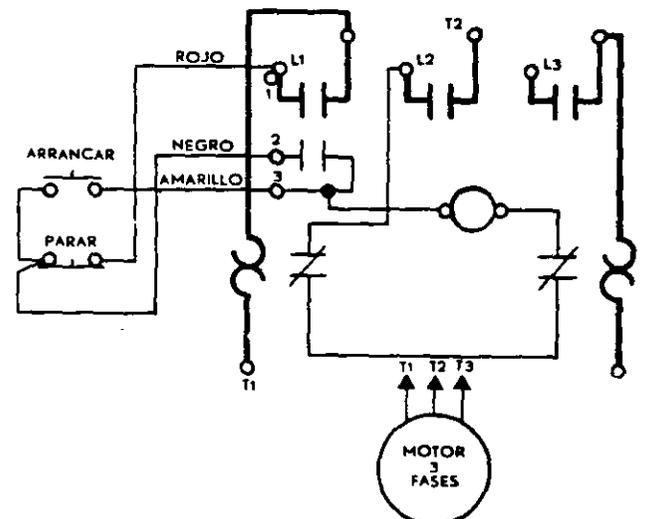
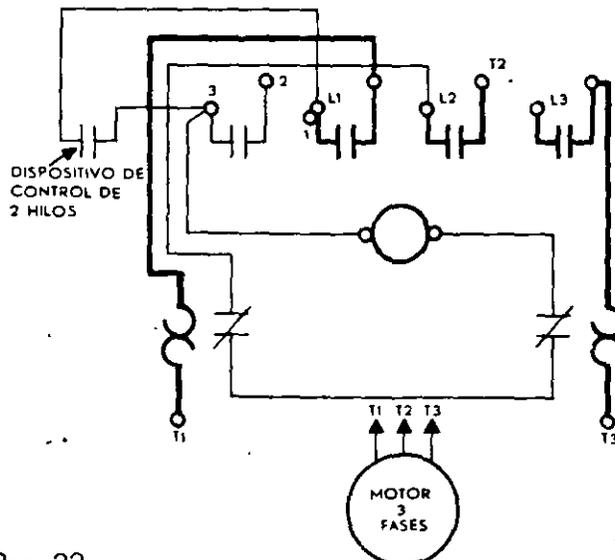
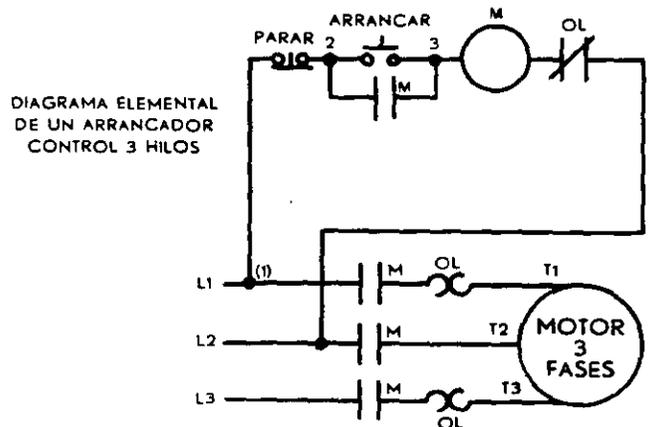
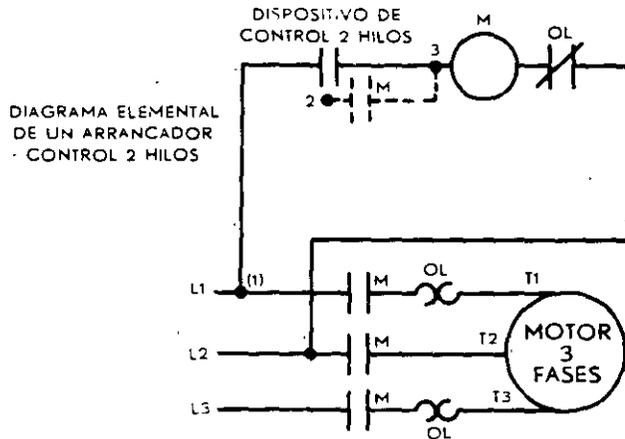
## 13.1 CONTROL DE TRES HILOS

Un circuito de control de tres hilos utiliza contactos momentáneos (14.4) en los botones de "arrancar-parar" y un circuito sostenido de contactos auxiliares (14.0) alambrado en paralelo con el botón de "arrancar" para mantener el circuito.

Presionando el boton de "arrancar" se completa el circuito a la bobina. Los contactos del circuito de energía en las líneas 1, 2 y 3 se cierran completando de esta manera el circuito al motor y el contacto del circuito sostenido (mecánicamente ligado con los contactos de energía) también se cierra. Una vez que el arrancador ha cerrado, el botón de "arrancar" puede dejarse libre ya que ahora el contacto auxiliar está cerrado, y proporciona el paso de corriente.

Presionando el botón de "parar" N. C. se abrirá el circuito de la bobina causando que el arrancador abra el circuito de alimentación al motor. Una condición de sobrecarga que hace que el contacto de sobrecarga se abra, una falla de energía o una baja de voltaje, menor que el valor de sellado (10.13), también hará que el arrancador quede desenergizado. Cuando el arrancador abre el circuito, el contacto auxiliar se abre nuevamente y los pasos de corriente a la bobina a través del botón de "arrancar" y los contactos auxiliares están ahora abiertos.

Como los tres hilos de la estación de botones están conectados dentro del arrancador en los puntos 1(L1), 2 y 3; este esquema de alambrado es comunmente conocido como control de tres hilos.



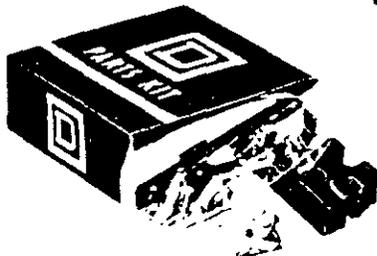
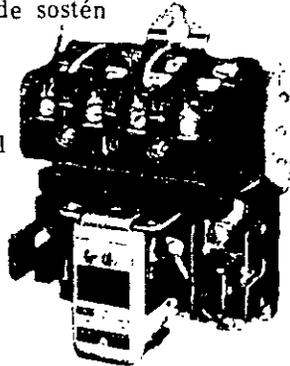


### 14.0 CONTACTO DEL CIRCUITO DE SOSTEN

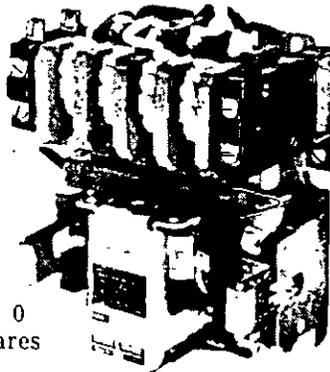
El contacto del circuito de sostén es un contacto auxiliar normalmente abierto que se encuentra en los arrancadores magnéticos normales y en los contactores. Se cierra cuando la bobina está excitada para formar un circuito sostenido en el arrancador, después de que el botón de "arranque" haya sido liberado (ver párrafo 13.1). Los contactores de acción vertical (10.1) y arrancadores de tamaño NEMA mas pequeños (tamaño 0, tamaño 1) tienen un contacto auxiliar que es físicamente del mismo tamaño que el de los contactores de energía

Contactos del Circuito de sostén

Acción Vertical



Juego de Contactos Auxiliares Tipo-DT-2



Arrancador, Tamaño 0 con Contactos Auxiliares

### 14.1 CONTACTOS AUXILIARES ELECTRICOS

En adición a los contactos principales o contactos de energía (ver 10.21), que llevan la corriente del motor, y el contacto de circuito sostenido (14.0), a un arrancador puede agregársele varios contactos auxiliares externos, comunmente llamados contactos auxiliares eléctricos, estos contactos están clasificados para llevar sólo corrientes de circuito de control, y no corrientes del motor. Se dispone de las versiones normalmente abiertos (N. A.) y normalmente cerrados (N. C.).

Entre una amplia variedad de aplicaciones, los contactos auxiliares pueden ser usados para controlar otros dispositivos magnéticos donde se desee una operación de secuencia, o para prevenir en forma eléctrica que otro controlador sea excitado al mismo tiempo (ver arrancadores reversibles 19.0) y para cerrar e interrumpir circuitos de indicación o dispositivos de alarma, tales como lámparas piloto, campanas u otras señales.

Los contactos auxiliares eléctricos son empacados en cajas y pueden fácilmente ser instaladas aún en el campo de trabajo del equipo.

### 14.2 DISPOSITIVO DE CONTROL (DISPOSITIVO PILOTO)

Un dispositivo que es operado por algún medio no eléctrico (tal como el movimiento de una palanca) y que tiene contactos en el circuito de control de un arrancador, es llamado "Dispositivo de Control". La operación del dispositivo de control, controlará el arrancador y éste al motor. Los dispositivos de control típicos son las estaciones de control (25.0), interruptores de límite (27.0), interruptores de pie (26.0) interruptores de presión (28.0) e interruptores de flotador (29.0) El dispositivo de control puede ser de contacto mantenido (14.3) o de contacto momentáneo (14.4). Algunos dispositivos de control tienen designación de rango de potencia y se usan para controlar directamente pequeños motores a través de la operación de sus contactos. Cuando se usa en esta forma, normalmente debiera ser provista una protección por separado de sobrecarga (tal como un arrancador manual) ya que el dispositivo de control usualmente no incorpora una protección de sobrecarga.



### 14.3 CONTACTO MANTENIDO (SOSTENIDO)

Un dispositivo de control de contacto mantenido es el que al operarse hará que un juego de contactos se abran o se cierren y permanezcan abiertos o cerrados hasta que ocurra deliberadamente una operación inversa. Un termostato convencional es un dispositivo típico de contacto mantenido. Los dispositivos de control mantenido se usan con el control de dos hilos (13.0).

### 14.4 CONTACTO MOMENTANEO

Una estación de botones es un dispositivo de control de contacto momentáneo. Al empujar el botón motivará que los contactos N.A. se cierren y que los contactos N.C. se abran. Cuando el botón queda libre, los contactos vuelven a su estado original. Los dispositivos de contacto momentáneo se usan con el control de tres hilos (13.1) o servicio con pulsaciones.

### 15.0 DISPARO POR BAJO VOLTAJE

Por la naturaleza de sus conexiones, un esquema de control de dos hilos proporcionará un disparo por bajo voltaje. El término describe una condición en la cual una reducción o pérdida de voltaje pararía al motor, pero la operación del motor automáticamente se reanuda tan pronto como la energía sea restaurada.

Si el dispositivo de control de dos hilos en el diagrama, párrafo 13.0 está cerrado, una falla de energía o caída de voltaje a un valor más bajo del de sellado (10.13) motivará que el arrancador abra, pero tan pronto como la energía se recupere, o el voltaje regrese a un nivel lo suficientemente alto para subir y sellar, (10.17) los contactos del arrancador se cerrarán nuevamente y el motor se pondrá en operación.

Esta es una ventaja en las aplicaciones en las que encuentran bombas sin atender, procesos de refrigeración, ventiladores, etc. Sin embargo, en muchas aplicaciones, el re arranque inesperado de un motor después de una falla de energía resulta indeseable, como en un proceso en donde un número de motores deban ser re arrancados o llevar a cabo varias operaciones en una secuencia prescrita. En algunas aplicaciones el re arranque automático presenta la posibilidad de peligro al personal, daño a la maquinaria o al trabajo en proceso.

Si se requiere la protección de los efectos de una condición de bajo voltaje, el esquema de control de dos hilos no sería apropiado, por lo que debería utilizarse un control de tres hilos que sí da la protección deseada.

### 15.1 PROTECCION POR BAJO VOLTAJE

El esquema de control de tres hilos descrita en el párrafo 13.1 proporcionará protección por bajo voltaje. En ambos controles de dos y tres hilos, el arrancador abrirá y el motor se parará en condición de bajo voltaje o falla de energía.

Sin embargo, cuando la energía es restaurada, el arrancador conectado para un control de tres hilos no se recuperará, pues el contacto del circuito sostenido reabierto y el botón de "arrancar" con su contacto N.A. no permitirán el flujo de corriente bobina. Para re arranque el motor después de una falla de energía, la protección por bajo voltaje ofrecida por el control de tres hilos, requiere que el botón de "arrancar" sea operado. Una acción deliberada debe ser llevada a cabo, asegurando una mayor seguridad que la que da el control a dos hilos.

### 16.0 ARRANCADOR A ATENSION PLENA (A TRAVES DE LA LINEA)

Como su nombre lo indica, un arrancador de tensión plena o a través de la línea, directamente conecta al motor a las líneas. El arrancador puede ser manual o magnético.

Un motor conectado en esta forma, demanda una corriente alta transitoria de arranque y desarrolla un máximo par de arranque (3.4) que acelera la carga a pleno velocidad en el tiempo más corto posible. El arranque a través de la línea puede ser usado donde esta corriente elevada transitoria y el par de arranque no sean objetables.

Con algunas cargas, el alto par de arranque podría dañar las bandas, engranes y coples, así como el material que esté en proceso. Una alta corriente transitoria puede repetir altas y bajas de tensión en la línea, lo que causaría centelleos y disturbios a otras cargas. Las corrientes de arranque más bajas y los pares de torsión son por lo tanto, requeridas a menudo y se lleva a cabo con arranque a tensión reducida.

de la placa de la bobina. Cuando el circuito de control está conectado a las líneas 1 y 2 del arrancador, el voltaje del circuito de control es siempre el mismo que el voltaje de circuito de potencia y el término "Control Común" es usado para describir esta relación. Las otras variaciones incluyen un control separado (17.2) y a través de un transformador de control (17.1).

### 17.0 CONTROL COMUN

El circuito de la bobina (10.30) de un arrancador magnético o contactor, es distinto del circuito de energía. El circuito de la bobina podría ser conectado a cualquier fuente de energía monofásica, y el controlador podría funcionar, si la tensión y la frecuencia de la fuente de alimentación, corresponden a las de datos

de la placa de la bobina.

de la placa de la bobina. Cuando el circuito de control está conectado a las líneas 1 y 2 del arrancador, el voltaje del circuito de control es siempre el mismo que el voltaje de circuito de potencia y el término "Control Común" es usado para describir esta relación. Las otras variaciones incluyen un control separado (17.2) y a través de un transformador de control (17.1).



17.1 TRANSFORMADOR DE CONTROL

Algunas veces es necesario operar el botón operador u otro dispositivo del circuito de control a cierto voltaje menor que el voltaje del motor. En el diagrama A, un transformador de control monofásico (con voltaje dual de 240-480 volts primarios, 120 volts secundarios) tiene sus 480 volts primarios en el arrancador, con circuito de control de tres hilos.

Sin embargo, nótese que el circuito de control se conecta ahora a los 120 volts secundarios del transformador, en vez de que sea conectado a las líneas 1 y 2 como en el control común (17.0).

La tensión de la bobina es por lo tanto de 120 volts y la estación de botones u otros dispositivos de control, operan a este mismo voltaje. A menudo se usa

un fusible para proteger el circuito de control y es una práctica común poner a tierra un lado del secundario del transformador.

17.2 CONTROL SEPARADO

El control de un circuito de potencia por medio de una tensión más baja en el circuito de control, puede también obtenerse conectando el circuito de la bobina a una fuente de tensión separada, en vez de un transformador secundario (ver párrafo 17.1).

El término usado para describir este arreglo en el alambrado, es de "Control Separado". Como resulta evidente del diagrama B, la tensión y frecuencia nominales de la bobina deben ser iguales a las de la fuente separada de control; pero el circuito de potencia puede ser de cualquier tensión (hasta de 600 volts máximos).

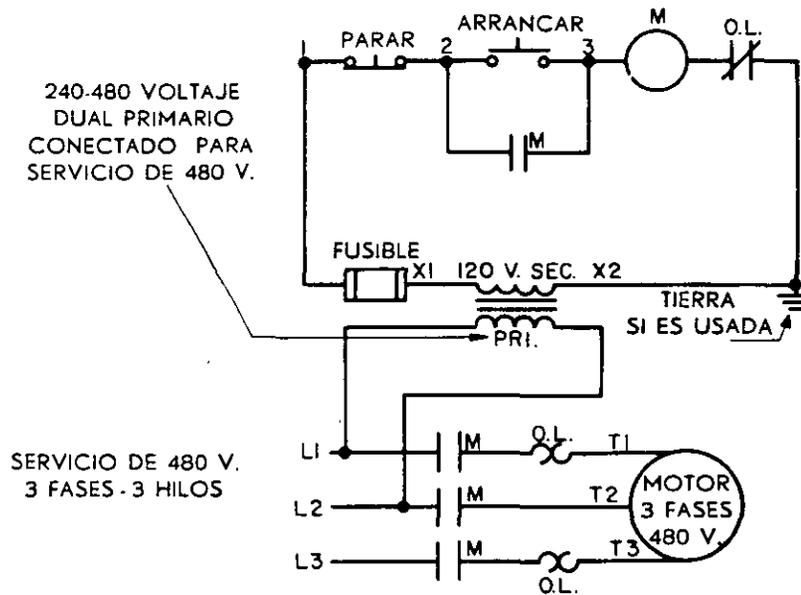


DIAGRAMA A - TRANSFORMADOR DE CONTROL

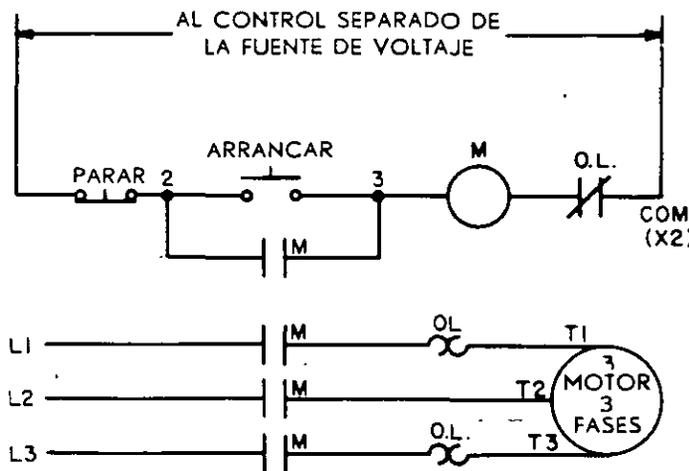


DIAGRAMA B - CONTROL SEPARADO



## 18.0 CONTACTOR

La clasificación general de "Contactor" cubre un tipo de aparato electro-magnético diseñado para manejar corrientes relativamente altas. Una forma especial de contactor existe para las aplicaciones de carga de alumbrado, y será cubierto separadamente (ver párrafo 18.1).

El contactor convencional es idéntico en apariencia, construcción y capacidad de llevar la corriente, equivalente en tamaño NEMA del arrancador magnético (ver tabla de capacidades, párrafo 10.21). El ensamblaje del magneto y la bobina, los contactos, el contacto auxiliar del circuito de sostén y otras características estructurales son las mismas.

La diferencia significativa es de que el contactor no proporciona protección de sobrecarga. Los contactores se usan por lo tanto, para interrumpir corrientes elevadas, sin carga de motores y si se usan con éstas la protección de sobrecarga deberá proporcionarse separadamente. Una aplicación típica de esto último se encuentra en un arrancador reversible (19.0).

### 18.1 CONTACTORES PARA ALUMBRADO

Las lámparas de filamento (tungsteno, infra-rojo, cuarzo), tiene corrientes altas transitorias cuando se encienden, de aproximadamente 15 a 17 veces la corriente de operación normal. La capacidad en amperes de los contactores estandar para motores (18.1), debe ser disminuida si se usan para controlar carga de alumbrado, a fin de evitar se suelden los contactos con la corriente inicial elevada.

Según la tabla de potencias en el párrafo 10.21, un contactor tamaño NEMA I, tiene un rango de corriente continua de 27 amperes, pero si se utiliza para interrumpir determinadas cargas de alumbrado, deberá reducirse su capacidad a 15 amperes. Sin embargo la capacidad del contactor estandar no necesita ser disminuida si se destina su uso para resistencias de calentamiento o cargas de lámparas fluorescentes, las cuales no demandan corrientes iniciales de encendido tan elevadas.

### 19.0 ARRANCADOR MAGNETICO REVERSIBLE

A menudo se requiere invertir la dirección de rotación de un motor. En los motores de jaula de ardilla, trifásicos, ello se hace invirtiendo la conexión de cualquiera de las 2 líneas de las 3 que conectan al motor. Interconectando 2 contactores puede obtenerse un método electro-magnético de hacer la reconexión (inversión de dos líneas) del motor.

Como se ha visto en el circuito de potencia los contactos (F) del contactor de operación "adelante",

Los contactores de alumbrado difieren de los contactores estandar en que el material del contacto es carburo de tungsteno y plata, que resisten elevadas corrientes transitorias. Un circuito sostenido por medio de contactos auxiliares no se proporciona normalmente, ya que este tipo de contactor es frecuentemente controlado por un dispositivo piloto de 2 hilos (13.0) tales como un reloj de tiempo ó relevador fotoeléctrico.

A diferencia de los contactores estandar, los de alumbrado no son clasificados en HP ó por tamaño NEMA, sino son designados por medio de los rangos en amperes (30, 60, 100, 200, 300 amperes). Debe notarse que los contactores para alumbrado son específicos en su aplicación y no deberán utilizarse en cargas de motores.

### 18.2 CONTACTORES ELECTRICAMENTE SOSTENIDOS

En un contactor convencional la corriente fluye a través de la bobina creando una fuerza magnética que sella la armadura y mantiene los contactos en posición de operados (los contactos normalmente abiertos se mantendrán cerrados y los contactos normalmente cerrados se mantendrán abiertos). Debido a que la acción del contactor es dependiente del flujo de corriente que pasa a través de la bobina, al contactor se le describe como "ELECTRICAMENTE SOSTENIDO". Tan pronto como la bobina es desenergizada, los contactos vuelven a su posición inicial. La versión de contactores MECANICAMENTE SOSTENIDOS (y relevadores 22.0) también se encuentra disponible. La acción se lleva a cabo por el uso de dos bobinas y un mecanismo de sostén. Energizando la bobina (bobina de sostén) a través de una señal momentánea, hará que los contactos cierren ó abran y un sostén mecánico mantiene a los contactos en esta posición, aun cuando la señal inicial sea interrumpida y desenergizada la bobina. Para restaurar los contactos a su posición inicial, una segunda bobina (sin sostén mecánico) es momentáneamente energizada.

Los contactores y relevadores mecánicamente sostenidos se usan en donde sería objetable el zumbido ó ruido de un dispositivo eléctricamente sostenido, como en auditorios, hospitales, iglesias, etc.

cuando están cerrados, conectan las líneas 1, 2 y 3 en las terminales del motor T1, T2 y T3 respectivamente. Todo el tiempo en que los contactos del contactor de operación "adelante" están cerrados, los contactos auxiliares mecánicos y eléctricos (14.1) previene al contactor de operación "atrás" o "reversa" ser energizado.

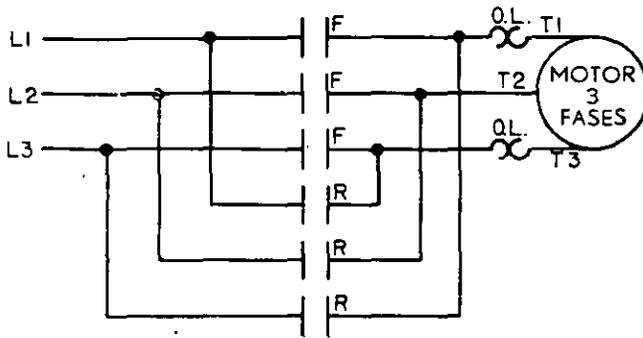
Cuando el contactor de operación "adelante" es desenergizado, el contactor de "reversa" puede ser conectado, cerrando sus contactos (R) que reconectan las líneas al motor. Nótese que operando a través de los contactos reversibles, la línea 1 es conectada a la



terminal T3 del motor y la línea 3 es conectada a la terminal T1 del motor. El motor operará ahora en dirección opuesta.

Ya sea que opere por medio del contactor de operación "adelante" ó "reversa", los conductores de potencia se conectan a través del relevador de sobrecarga, que dá protección de sobrecarga al motor. Por lo tanto, un arrancador magnético reversible consiste de un arrancador y contactor con alambrado y con-

tactos auxiliares eléctricos y dispositivo mecánico de bloqueo para prevenir que las bobinas de ambas unidades sean energizadas al mismo tiempo. También se suministran arrancadores manuales reversibles (empleando 2 arrancadores manuales). Como en la versión magnética los mecanismos de interrupción de avance y retroceso son mecánicamente bloqueados, pero como las bobinas no se usan en el equipo operado manualmente, no se proporcionarán los contactos auxiliares eléctricos



Tamaño 1, Arrancador Reversible de 3 Polos

## 20.0 ARRANCADOR MAGNETICO COMBINADO

Se llama así al arrancador magnético combinado con un dispositivo de protección de corto circuito (ver 7.0 protección de sobrecorriente), ambos en un solo gabinete.

Comparando separadamente el dispositivo (interruptor de fusibles o interruptor termomagnético) de protección de corto circuito y el arrancador magné-

tico, la unidad combinada ocupa menos espacio, requiere menos tiempo de instalación y alambrado, y proporciona mayor seguridad.

La seguridad al personal es confiable, porque la puerta está mecánicamente trabada, así que no puede ser abierta si no se desconecta primeramente el interruptor de fusibles o termomagnético. Los arrancadores magnéticos combinados pueden proporcionarse en versiones reversibles y no reversibles.

## 21.0 RELEVADORES DE CONTROL Y CONTACTORES

Un relevador de control es un dispositivo electromagnético similar en sus características de operación a un contactor. Sin embargo, el contactor se emplea generalmente para interrumpir los circuitos de potencia o las cargas de corriente elevadas.

Los relevadores con muy pocas excepciones, se usan en circuitos de control y consecuentemente, los rangos más bajos (15 amperes máximos a 600 volts) reflejan los niveles de corriente al cual ellos operan.

Los contactores tienen generalmente de uno a cinco polos. Aunque pueden suministrarse con contactos

normalmente abiertos y normalmente cerrados, la gran mayoría de aplicaciones usan la configuración de contactos normalmente abiertos, y existe poca si la hay, conversión de operación de contactos en el campo de trabajo.

Comparados con los contactores, es común encontrar relevadores que se empleen en aplicaciones que requieran de 10 a 12 polos por dispositivo, con varias combinaciones de contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados. Además, algunos relevadores tienen contactos convertibles, lo que permite cambios en el campo de operación de N. A. a N. C. o viceversa, sin requerir equipos ó componentes adicionales.

## 22.0 RELEVADORES DE CONTROL

Un relevador es un dispositivo electromagnético cuyos contactos se usan en los circuitos de control de los arrancadores magnéticos, contactores, solenoides reguladores de tiempo y otros relevadores. Los relevadores se usan generalmente para amplificar la ca-

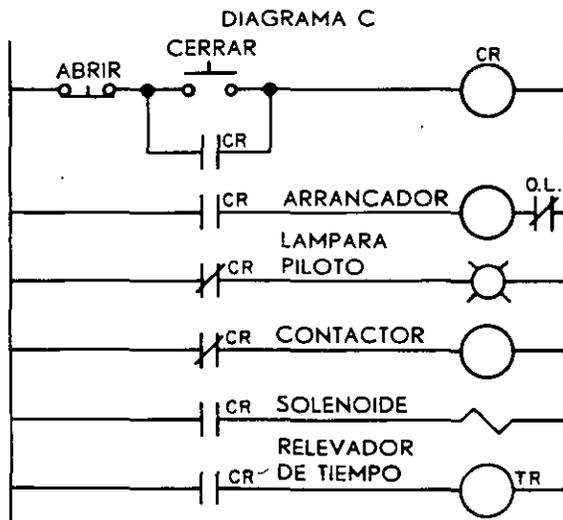
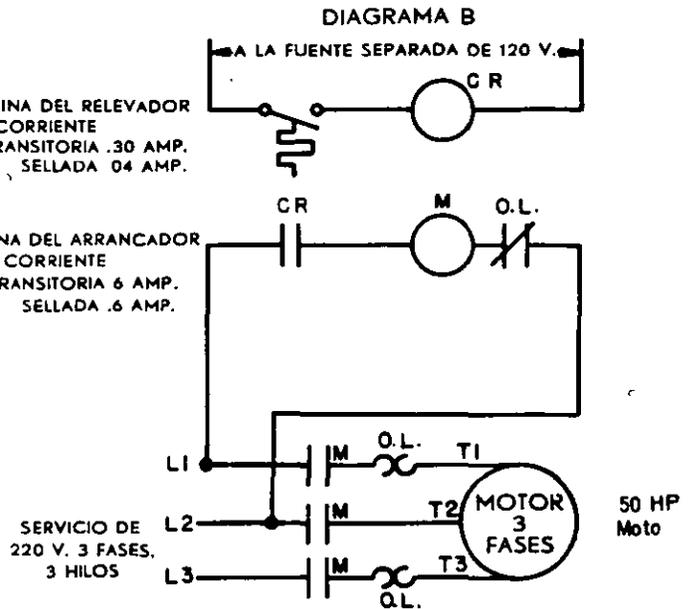
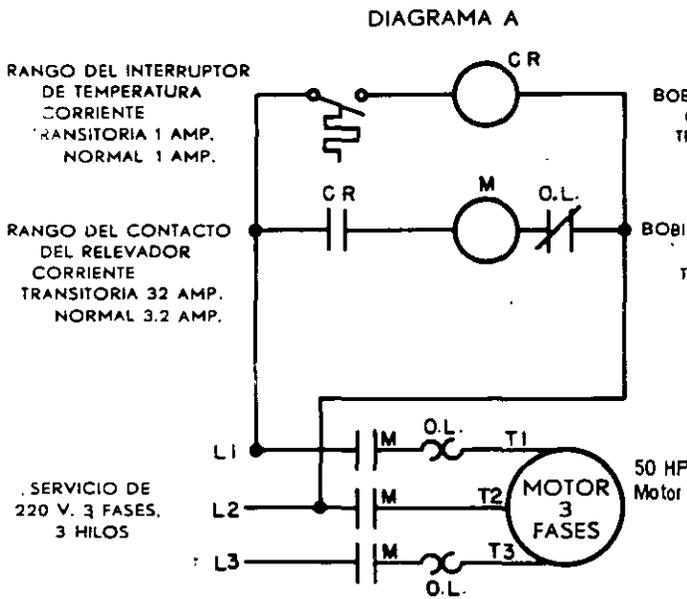
pacidad de contacto o multiplicar las funciones de interrupción y cierre de un dispositivo piloto.

Los diagramas A y B muestran como un relevador amplifica la capacidad de contacto. El diagrama A representa una aplicación de corriente, los voltajes de la bobina del arrancador y relevador son los mis-



mos (220 V.) pero la capacidad de corriente del interruptor de temperatura es demasiado baja para manejar la corriente demandada por la bobina del arrancador (M). Un relevador es interpuesto entre el interruptor de temperatura y la bobina del arrancador. La corriente demandada por la bobina del relevador (CR) está dentro del rango del interruptor de temperatura y el contacto del relevador (CR) tiene un rango adecuado para la corriente demandada por la bobina del arrancador. El diagrama B representa una amplificación de vol-

taje. Puede existir una condición en la cual el rango de voltaje del interruptor de temperatura resulte demasiado bajo para permitir su uso directo en el circuito de control del arrancador que esté operando en algún voltaje más elevado. En esta aplicación, la bobina del relevador interpuesto y el dispositivo piloto se encuentran conectados a una fuente de energía de bajo voltaje compatible con el rango del dispositivo piloto. El contacto del relevador con su capacidad de voltaje más elevado, se utiliza para controlar la operación del arrancador.



Al oprimir el botón de "cerrar" en este circuito de control se energiza la bobina del relevador (CR). Sus contactos N.A. se cierran para completar los circuitos de control al arrancador, solenoides, y relevadores de tiempo, y un contacto forma un circuito sostenido a través del botón de "cerrar". Los contactos N.C. se abren para desenergizar el contactor y apagar la lámpara piloto.

El diagrama C representa otro uso de los relevadores que es el de multiplicar las funciones de interrupción y cierre de un dispositivo piloto con uno ó un limitado número de contactos.

En el circuito indicado con un contacto del botón de un polo, se puede a través del uso de un relevador interpuesto de 6 polos, controlar la operación de un número de cargas diferentes, tales como lámparas piloto, arrancadores, solenoides y relevadores de tiempo.

Los relevadores, comunmente son usados en controladores complejos para establecer e indicar la secuencia apropiada y control de un número de operaciones interrelacionadas.

**22.1 VARIACIONES DEL RELEVADOR**

Los relevadores difieren en los rangos de voltaje (150, 300, 600 volts), número de contactos, convertibilidad de contacto, tamaño físico, en accesorios para proveer diferentes funciones, tales como sostén mecánico (18.2) y tiempo.

Al seleccionar un relevador para una aplicación en particular, uno de los primeros pasos será la determinación del voltaje de control bajo el cual el relevador operará. Una vez que el voltaje se conozca, se deberá considerar la capacidad de corriente de sus contactos, el número de contactos y otras características que se necesiten.



23.0 REGULADORES DE TIEMPO Y RELEVADORES DE SINCRONIZACION

Un relevador de tiempo neumático ó un relevador de tiempo, es similar a un relevador de control, excepto que determinados contactos son diseñados para operar a intervalos de tiempo prefijados después de que se haya energizado o desenergizado la bobina. Una dilatación en la energización es referida también como "dilatación después de conectar". Una dilatación de tiempo de desenergización también es llamada "dilatación después de desconectar".

En los relevadores de tiempo neumáticos, la dilatación se lleva a cabo por la transferencia de aire a través de un orificio. La cantidad de aire es controlada por una válvula de aguja ajustable, permitiendo los cambios que deban hacerse en el periodo de tiempo

Una función programada en base de tiempo es útil en aplicaciones tales como el sistema de lubricación de una máquina grande, en la cual una pequeña bomba de aceite debe suministrar lubricante a los rodamientos del motor por un periodo fijo antes de que el motor principal arranque.

24.0 INTERRUPTOR DE TAMBOR

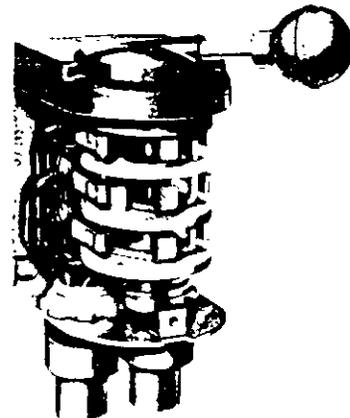
Un interruptor de tambor se opera manualmente, teniendo 3 posiciones y 3 polos, designando su capacidad en HP., siendo utilizado para inversión de marcha de motores de una ó tres fases. Los interruptores de tambor se suministran en varios tamaños y pueden ser de contacto momentáneo ó de contacto mantenido. La protección de sobrecarga por arran-

cadores magnéticos o manuales, se proporciona separadamente, ya que los interruptores de tambor no proporcionan esta protección.

EXTREMO DE LA PALANCA

ATRAS	FUERA	ADELANTE
1 — 2	1 0    0 2	1 0    0 2
3 — 4	3 0    0 4	3 0    0 4
5 — 6	5 0    0 6	5 0 — 0 6

CONTACTOS INTERNOS



25.0 ESTACION DE CONTROL (ESTACION DE BOTONES)

Una estación de control puede incluir botones de control, interruptores selectores y lámparas piloto. Los botones de control pueden ser de contacto momentáneo o mantenido. Los interruptores selectores son usualmente de contacto mantenido ó pueden ser de retorno por resorte para dar una operación de contacto momentáneo.

Las estaciones de servicio estándar tienen capacidad para manejar la corriente de las bobinas de los contactores de tamaño 4. Las estaciones de servicio pesado tienen capacidad mayor de corriente en sus contactos y proporcionan una mayor flexibilidad a través de una amplia variedad de operadores e intercambialidad de unidades

26.0 INTERRUPTOR DE PIE

Un interruptor de pie es un dispositivo de control operado por un pedal y que se utiliza en donde el proceso o máquina requiere que el operador tenga las dos manos libres. Los interruptores de pie gene-

ralmente tienen contactos momentáneos, pero se suministran con pestillos que los capacita para ser usados como dispositivo de contacto sostenido.

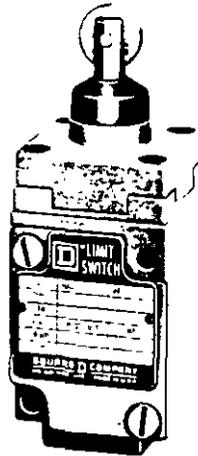
# CONTROL PARA MOTOR C. A.

## 27.0 INTERRUPTOR DE LIMITE

Un interruptor de limite es un dispositivo de control que convierte el movimiento mecánico en una señal de control eléctrico. Su función principal es limitar el movimiento, usualmente interrumpiendo el circuito de control cuando el limite de su carrera haya sido cubierto. Los interruptores de limite pueden ser contacto momentáneo (retorno por resorte) ó contacto mantenido; en otras aplicaciones los interruptores pueden ser usados para arrancar, parar, invertir el movimiento, bajar, subir la velocidad o volver a repetir las operaciones de una máquina.



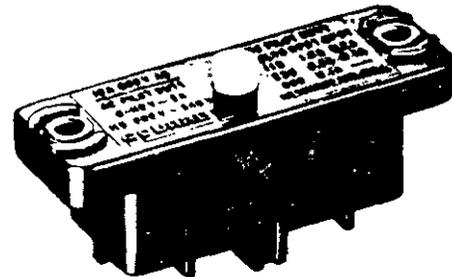
Interruptor de Limite de Servicio Pesado con Palanca Operadora



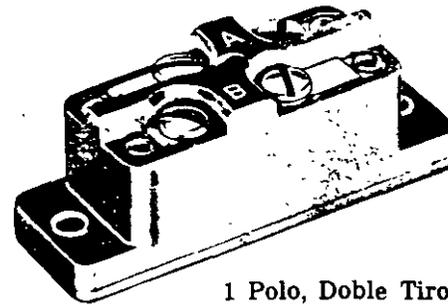
Interruptor de Limite de Torre con Varilla Operadora o Carretilla Giratoria

## 27.1 INTERRUPTOR DE RESORTE

Es un dispositivo utilizado para fines de control en circuitos de motores; son interruptores sellados y de presión, muy sensibles en su operación y tienen un alto índice de exactitud. Se usan en circuitos con bloqueos eléctricos y su mecanismo los hace adecuados para usarse en interruptores de limite y de presión. Son disponibles con operadores integrales para usarse como interruptores de limite compactos, bloqueos de puertas, etc. Se construyen en 1 polo, doble tiro y en dos polos, doble tiro.



2 Polos, Doble Tiro



1 Polo, Doble Tiro

## 28.0 INTERRUPTOR DE PRESION

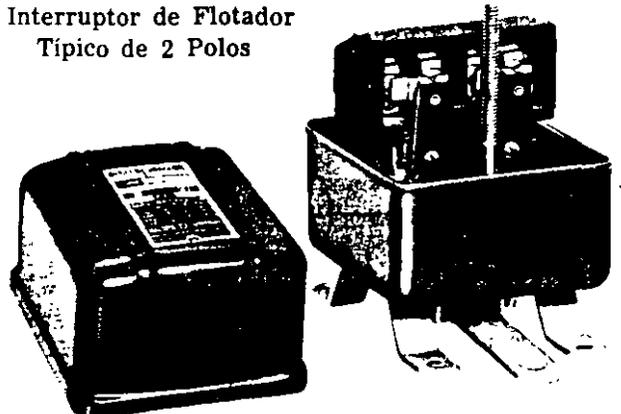
El control de bombas, compresores de aire, máquinas soldadoras, sistemas de lubricación y máquinas de herramientas requieren de un dispositivo de control que responda a la presión de un medio, tal como el agua, ó aceite. El dispositivo de control que hace es-

to es el interruptor de presión. Tiene un juego de contactos que son operados por el movimiento de un pistón, fuelle ó diafragma que a su vez actúan un juego de resortes. La presión en el resorte determina la presión a la cual el interruptor cierra y abre sus contactos.

## 29.0 INTERRUPTOR DE FLOTADOR

Cuando el motor de una bomba debe ser arrancado y parado de acuerdo con los cambios del nivel de agua (u otro líquido) de un tanque o sumidero, se usa un interruptor de flotador. Este es un dispositivo de control, cuyos contactos son controlados por el movimiento de una varilla ó cadena y un contrapeso como un flotador. Para aplicaciones en tanques cerrados, el movimiento de un brazo flotador se transmite a través de un sello de fuelle al mecanismo de contacto.

Interruptor de Flotador Típico de 2 Polos



# SIMBOLOS ESTANDAR PARA DIAGRAMAS LINEALES

Los símbolos mostrados fueron establecidos por N.E.M.A. y adoptados por SQUARE D de MEXICO, S.A.

I N T E R R U P T O R E S												
DESCONECTOR DE NAVAJAS	DESCONECTOR MOLDEADO	MOLDEADO C/ELEM TERMICO	MOLDEADO C/ELEM MAGNETICO	MOLDEADO TERMOMAGNETICO	DE LIMITE		DE PIE					
					NORMAL- MENTE ABIERTO	NORMAL- MENTE CERRADO	N.O	N.C				
					RETENIDO CERRADO	RETENIDO ABIERTO						
DE PRESION Y VACIO		NIVEL DE LIQUIDO (FLOTADOR)		ACTUADO POR TEMPERATURA		DE FLUJO (AIRE AGUA ETC)						
N.O	N.C	N.O	N.C	N.O.	N.C	N.O.	N.C					
DE VELOCIDAD P FRENADO		EN REPOSO DE VEL P/ARR		S E L E C T O R E S								
ADELANTE	ADELANTE	ACELANTE	2 POSICIONES		3 POSICIONES		2 POSICIONES BOTON DE OPRIMIR					
			 J K O OA1 O OA2 1 - CONTACTO CERRADO		 J K L O OA1 O OA2 1 - CONTACTO CERRADO		 POSICION DEL SELECTOR A B BOTON BOTON LIBREOPRIMIDO LIBREOPRIMIDO CONTACTOS 1-2 1 1 1 1 3-4 1 1 1 1 1 - CONTACTO CERRADO					
B O T O N E S						LAMPARAS PILOTO						
CONTACTO MOMENTANEO				CONTACTO MANTENIDO		ILUMINADO		LA LETRA INDICA EL COLOR				
UN CIRCUITO		DOBLE CIRCUITO		CABEZA TIPO HONGO	DOS DE UN CIRCUITO	UN DOBLE CIRCUITO			ESTANDAR		OPRIMIR P/PRUEBA	
N.O	N.C	N.O Y N.C										
C O N T A C T O S						B O B I N A S		RELEVADORES DE SOBRECARGA		INDUCTOR		
OPERACION INSTANTANEA				DE TIEMPO LA ACCION DEL CONTACTO ES RETARDADA DESPUES QUE LA BOBINA ES				DERIVADO	SERIE	TERMICO	MAGNETICO	NUC DE FIERRO
CON SUPRESOR		SIN SUPRESOR		ENERGIZADA		DESENERGIZADA						
N.O	N.C	N.O	N.C	NOTC	NCTC	NOTO	NCTC					
TRANSFORMADORES				MOTORES C. A.				MOTORES C. D.				
AUTO	N FIERRO	N AIRE	CCRR	DOBLE VOLTAJE	UNA FASE	3 FASES	2 FASES 4 HILOS	ROTOR DEV	ARMA DURA	CAMPO DERIVADO	CAMPO SERIE	CAMPO MIXTO
										MUESTRE 4 ONDAS	MUESTRE 3 ONDAS	MUESTRE 2 ONDAS

# SIMBOLOS ESTANDAR PARA DIAGRAMAS LINEALES

ALAMBRADO					CONEXIONES	RESISTENCIAS			CAPACITORES			
NO CONECTADO	CONECTADO	FUERZA	CONTROL	TERMINAL	MECANICA	FIJA	AJUSTABLE CON DERIVACIONES	REOSTATO. POT. O DER AJUSTABLE	FIJO	V/	E	
				0	-----	RES	RES	RH				
				TIERRA	BLOQUEO MECANICO	H						
					-----	ELEMENTO CALENTADOR						
ANUNCIADOR	CAMPANA	ZUMBADOR	CORNETA SIRENA. ETC.	INST MEDICION	DERIVADOR PARA MEDICION	RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA	RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA	BATERIA	FUSIBLE	TERMOPAR		
				TIPO INDICADO POR LETRAS								
				VM								
				AM								
TUBO IGNITRON	SEMICONDUCTORES											
	DIODO	DIODO TUNEL	DIODO ZENER UNIDIRECCIONAL	DIODO ZENER BIDIRECCIONAL	FOTOCELDA	TRIAC TRIODO BIDIRECCIONAL	SCR CONTROLADO DE SILICIO	TRANSISTOR UNIJUNTURA PROGRAMABLE	TRANSISTOR		TRANSISTOR UNIJUNTURA	
									TIPO PNP	TIPO NPN	BASE P	BASE N
EL PUNTO INDICA EXISTENCIA GAS												

## SIMBOLOS DE CONTACTOS

SPST N. O		SPST N. C		SPDT		TERMINOLOGIA	SIMBOLOS PARA DISPOSITIVO DE CONTROL CON APERTURA ESTATICA
APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE		
DPST. 2 N O		DPST. 2 N C		DPDT		SPDT - UN POLO TIRO DOBLE	
APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	APERTURA SENCILLA	APERTURA DOBLE	DPST - POLO DOBLE TIRO SENCILLO	
						DPDT - POLO DOBLE DOBLE TIRO	
						N O. - NORMALMENTE ABIERTO	
						N. C. - NORMALMENTE CERRADO	

## CONEXIONES DE LOS CIRCUITOS DE POTENCIA Y CONTROL, A TRAVES DE LOS ARRANCADORES.- 600V 6 MENOS.

	1 FASE	2 FASES 4 HILOS	3 FASES
NOMENCLATURA DE LINEAS	L1, L2	L1, L3 - FASE 1 L2, L4 - FASE 2	L1, L2, L3
A TIERRA CUANDO SE USE	L1 SIEMPRE AISLADA DE TIERRA	---	L2
RELEVADORES DE SOBRECARGA EN ARRANCADORES	1 ELEMENTO 2 ELEMENTOS 3 ELEMENTOS	---	---
	L1	L1, L4	L1, L2, L3
CIRCUITO DE CONTROL CONECTADO A	L1, L2	L1, L3	L1, L2
PARA INTERCAMBIABLES	---	L1, L3	L1, L3

AMOROCIO SANCHEZ RIOS



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

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**PARTE II**

**Del 19 al 30 de enero de 1998**

**" CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD "**

**Prof. Ing. Manuel Estrada**

**México, D.F.**

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

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**Diplomado:**

**MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**TEMA 2**

**CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**INSTRUCTOR: ING. MANUEL ESTRADA**

**MEXICO, D. F.**

---

## INDICE

<b>Módulo 1:</b>	<b>CORRIENTE, TENSION Y RESISTENCIA</b>	<b>7</b>
<b>Módulo 2:</b>	<b>CODIGO DE COLORES</b>	<b>17</b>
<b>Módulo 3:</b>	<b>LEY DE OHM</b>	<b>21</b>
<b>Módulo 4:</b>	<b>POTENCIA EN UNA RESISTENCIA</b>	<b>27</b>
<b>Módulo 5:</b>	<b>RESISTORES EN CIRCUITOS SERIE</b>	<b>31</b>
<b>Módulo 6:</b>	<b>LEY DE LAS TENSIONES DE KIRCHHOFF</b>	<b>37</b>
<b>Módulo 7:</b>	<b>DIVISORES DE TENSION</b>	<b>43</b>
<b>Módulo 8:</b>	<b>CIRCUITOS EN PARALELO</b>	<b>47</b>
<b>Módulo 9:</b>	<b>LEY DE LA CORRIENTE DE KIRCHHOFF</b>	<b>53</b>
<b>Módulo 10:</b>	<b>DIVISORES DE CORRIENTE</b>	<b>57</b>
<b>Módulo 11:</b>	<b>CIRCUITOS SERIE-PARALELO</b>	<b>61</b>

# EB-101 CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA I

## Módulo 1: CORRIENTE, TENSION Y RESISTENCIA

### 1.0 OBJETIVOS

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Recordar la definición del coulomb.
2. Recordar la definición de corriente.
3. Recordar la definición del amperio.
4. Cambiar los valores de corriente de amperios, miliamperios y microamperios de una unidad a otra.
5. Explicar como producen corriente las baterías.
6. Cambiar ohmios, kilohmios y megohmios de una unidad a otra.

### 2.0 EXPLICACION

#### CARGA ELECTRICA

En el circuito eléctrico de la Figura 1(a), la batería produce una corriente eléctrica que causa que la lámpara se ilumine. La corriente eléctrica es definida como el movimiento de cargas eléctricas, y es representada por la letra I.

En el alambre de cobre de la Figura 1(b), los portadores de las cargas eléctricas son los ELECTRONES LIBRES que provienen de los átomos de cobre. La cantidad de carga de un electrón es extremadamente pequeña. Una unidad de carga práctica mucho mayor es el COULOMB. El coulomb es:

1 Coulomb = la carga de 6.280.000.000.000.000 electrones

o, en notación científica:

1 Coulomb = la carga de  $6,28 \times 10^{18}$  electrones

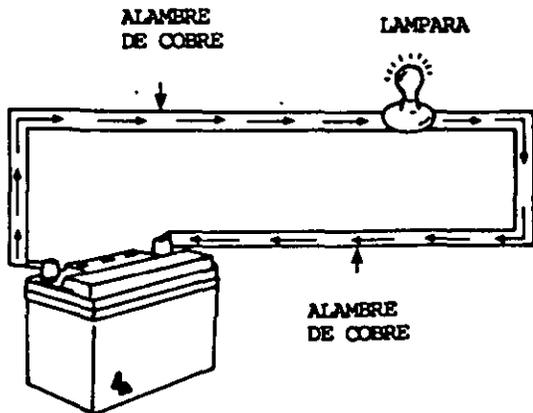


FIGURA 1(a):  
Círculo eléctrico

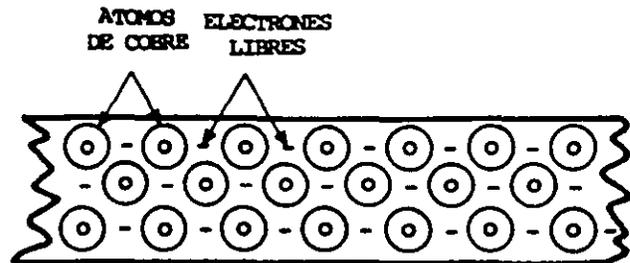


FIGURA 1(b):  
Alambre de cobre con  
electrones libres

**CORRIENTE**

En la Figura 1(a) la corriente eléctrica es el resultado del movimiento de electrones negativos, cuya carga es medida en coulombs. La corriente es la cantidad de carga que atraviesa la lámpara en un segundo, la cual es:

$$\text{corriente} = \frac{\text{carga en coulombs}}{\text{tiempo}} \quad \text{o} \quad I = \frac{Q}{T}$$

Si la carga a través de la lámpara es de 1 coulomb en 1 segundo, la corriente es 1 amperio. Si la carga a través de la lámpara es de 14 coulombs por segundo, la carga es:

$$I = \frac{Q}{T} = \frac{14 \text{ coulombs}}{1 \text{ segundo}} = 14 \frac{\text{coulombs}}{\text{segundo}} = 14 \text{ amperios}$$

El símbolo del amperio es **A**.

En potencia eléctrica, la corriente en los circuitos puede ser de muchos amperios. En circuitos electrónicos, la corriente es muy pequeña y es medida en miliamperios o microamperios. El símbolo del miliamperio **mA**, y tiene un valor de:

$$1 \text{ mA} = \frac{1}{1000} \text{ A} = 0,001 \text{ A} = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$$

Un amperio de corriente expresado en miliamperios es:

$$1 \text{ Amperio} = 1000 \text{ miliamperios}$$

El microamperio es una cantidad de corriente aún más pequeña, y está representado por  $\mu\text{A}$ .

$$1 \mu\text{A} = \frac{1}{1.000.000} \text{ A} = 0,000001 \text{ A} = 1 \times 10^{-6} \text{ A}$$

El número de microamperios en un amperio es:

$$1 \text{ A} = 1.000.000 \mu\text{A} = 1 \times 10^6 \mu\text{A}$$

### TENSION

Para tener corriente en la lámpara de la Figura 1(a), en el circuito debe haber una fuerza electromotriz (o fem). La tensión de la batería se mide en voltios, y por lo general se denomina FUENTE DE TENSION. Otras fuentes de tensión son fuentes de alimentación y generadores electrónicos, los cuales también son representados por el símbolo de la batería en el diagrama esquemático de la Figura 2. La lámpara también es representada por un símbolo.

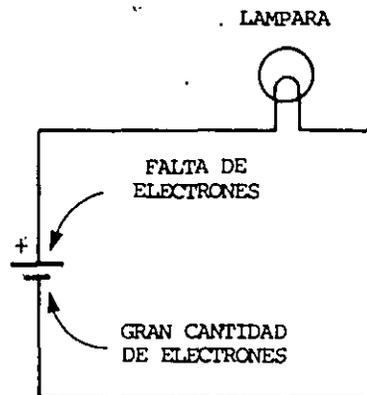


FIGURA 2: Diagrama esquemático

### PORQUE LAS BATERIAS PRODUCEN CORRIENTE

Durante el transcurso de las primeras investigaciones acerca de las cargas eléctricas, fueron descubiertas las leyes de Coulomb. Estas leyes son:

1. Las cargas iguales se repelen
2. Las cargas distintas se atraen

Esto significa que un electrón negativo repelerá a otro electrón, y que una carga positiva repelerá otra carga positiva. Una carga positiva atraerá a una carga negativa, tal como un electrón. Las baterías, por medio de una acción química, producen una gran cantidad de electrones negativos en el terminal negativo. El terminal positivo tiene una carencia de electrones, lo cual es una carga positiva.

Cuando el circuito está conectado a una batería, como se muestra en la Figura 3(a), la gran cantidad de electrones en el terminal negativo se repelerán entre sí, y también repelerán los electrones libres en el alambre de cobre. Los electrones se alejan del terminal negativo, dirigiéndose hacia el terminal positivo que tiene una carencia de electrones.

#### CORRIENTE EN UN CIRCUITO

Los electrones se desplazan por un circuito como el mostrado en la Figura 3(a); este movimiento es denominado FLUJO DE ELECTRONES.

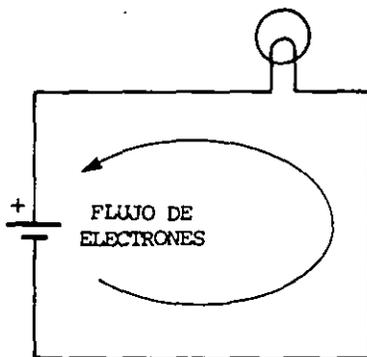


FIGURA 3(a):  
Dirección del  
flujo de electrones

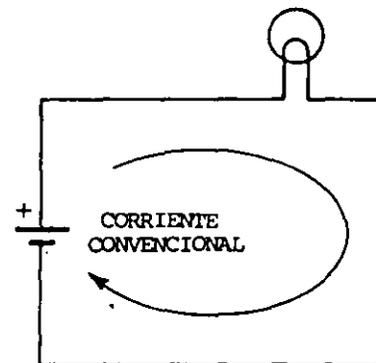


FIGURA 3(b):  
Dirección de la  
corriente convencional

Los primeros científicos sostenían que la corriente circulaba en la dirección opuesta, como se muestra en la Figura 3(b); esto se denomina CORRIENTE CONVENCIONAL. El terminal positivo fue denominado terminal de alta tensión (o de alto potencial). La corriente convencional fluye desde el terminal de alta tensión (+) hasta el terminal de baja tensión (-).

Debido a que la mayoría de los libros utilizan la corriente convencional, las siguientes explicaciones también utilizarán la corriente convencional.

#### FUENTES DE ALIMENTACION ELECTRONICA

El tamaño eléctrico de una batería se mide en voltios, tales como 1,5; 6; 9 ó 12 voltios. El símbolo de la batería también puede ser utilizado para representar una fuente de alimentación electrónica como la que aparece en la Figura 4(a). Esta fuente de alimentación es variable y puede producir tensiones de salida que pueden ser variadas desde 0 a 12 voltios mediante la rotación de una perilla. La fuente de alimentación electrónica reemplaza la batería.

#### RESISTENCIA

Cualquier objeto, tal como la lámpara en la Figura 4(a), se opone al flujo de corriente, y posee un valor de RESISTENCIA que se mide en ohmios. La letra R representa la resistencia y la letra griega omega ( $\Omega$ ) representa la unidad del ohmio. Los resistores, tales como el representado en el circuito de la Figura 4(b) son fabricados en una amplia gama de valores, desde menos de un ohmio hasta muchos millones de ohmios. En la Figura 4(c) se muestra el símbolo de un resistor. Para facilitar escribir estos grandes valores, se utilizan el kilohmio, representado por  $K\Omega$ , y el megohmio, representado por  $M\Omega$ .

$$1 \text{ kilohmio} = 1 K\Omega = 1000 \Omega = 1 \times 10^3 \Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ megohmio} = 1 M\Omega = 1.000.000 \Omega = 1 \times 10^6 \Omega = 10^6 \Omega$$

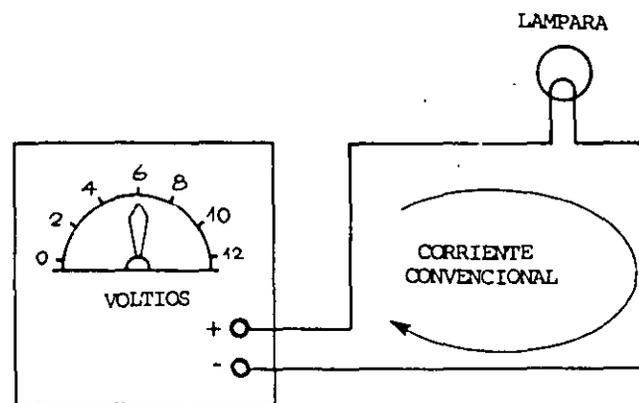


FIGURA 4(a): La fuente de alimentación electrónica reemplaza a la batería

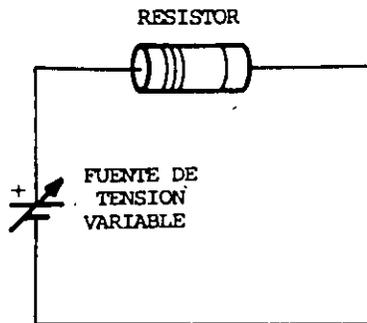


FIGURA 4(b):  
Diagrama esquemático

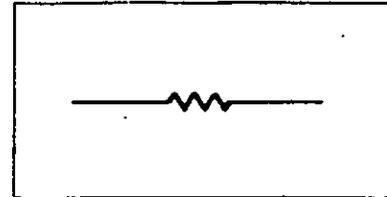


FIGURA 4(c):  
Símbolo del resistor

### MULTIMETRO

Los valores de tensión, resistencia y corriente pueden ser medidos con un único instrumento multipropósito, denominado MULTIMETRO (en inglés VOM). La llave selectora se utiliza para poner al instrumento en el modo de medición de CC o CA. Un selector combinación de FUNCION y ESCALA se utiliza para cambiar el multímetro a un voltímetro, ohmetro o amperímetro. Los multímetros analógicos tienen una aguja y diferentes escalas, como se muestra en la Figura 5. Los multímetros digitales (MMD) indican el valor en una pantalla numérica.

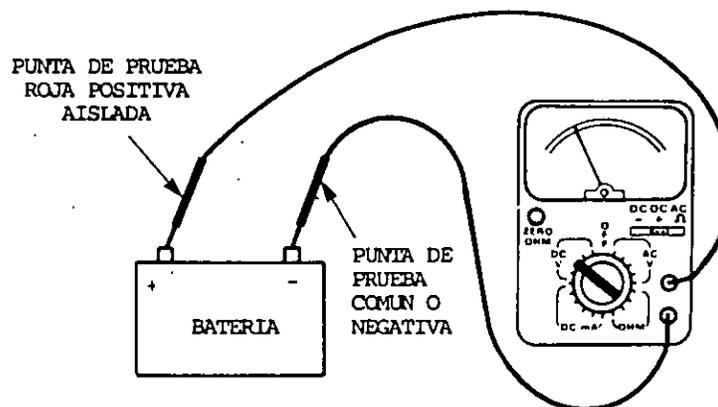


FIGURA 5: Medición de la tensión con el voltímetro

**MEDICION DE LA TENSION**

Para medir la tensión debe seguir el manual de instrucciones de su instrumento. Los siguientes son pasos generales que se aplican a casi todos los multímetros.

1. Gire la perilla a CA o CC.
2. Gire el conmutador de función y escala, a la escala de tensión más alta. Usted puede elegir una escala menor si CONOCE el valor aproximado de la tensión.
3. Conecte la punta de prueba común al terminal negativo (-) de la batería, como se muestra en la Figura 5.
4. Conecte la otra punta de prueba al terminal positivo (+) de la batería, como se muestra en la Figura 5.
5. Lea el valor de la escala del voltímetro analógico o de la pantalla del MMD.

**MEDICION DE LA RESISTENCIA**

Las resistencias pueden ser medidas con un ohmetro analógico, por medio de los siguientes pasos:

1. Gire el selector de función y escala a la posición de ohmios.
2. Ponga a cero el ohmetro de la siguiente manera:
  - a. Cortocircuite las puntas de prueba para obtener cero ohmios, como se muestra en la Figura 6(a).
  - b. Haga girar la perilla de ajuste a cero hasta que la aguja indique cero ohmios en la escala de los ohmios.
3. Conecte las puntas de prueba al resistor, tal como se muestra en la Figura 6(b).
4. Lea los valores en la escala de ohmios.

**NOTA: SIEMPRE TRATE DE UTILIZAR EL MANUAL DE INSTRUCCIONES**

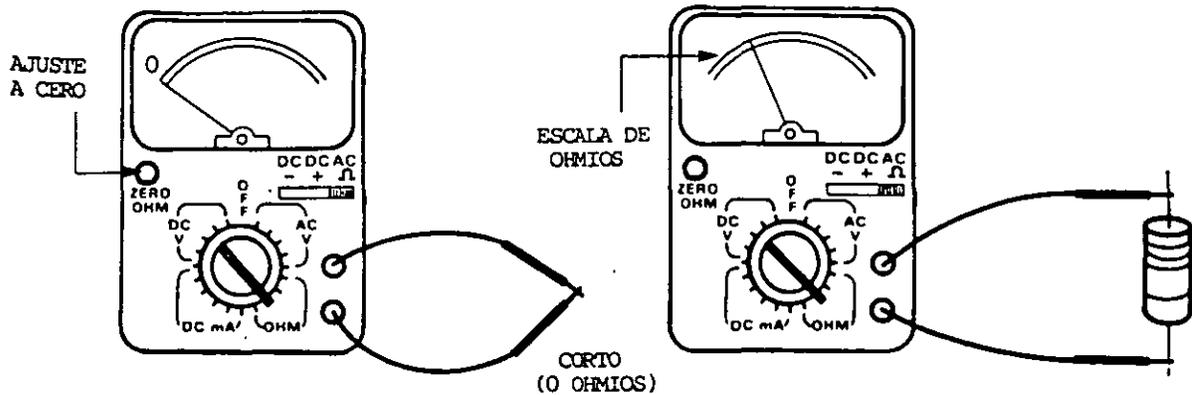


FIGURA 6(a):  
Puesta a cero del ohmetro

FIGURA 6(b):  
Medición de la resistencia

#### MEDICION DE LA CORRIENTE

El multímetro contiene un AMPERIMETRO que puede utilizarse para medir la corriente. El amperímetro es más difícil de usar, porque el circuito debe estar ABIERTO, como se muestra en la Figura 7(a). El amperímetro es entonces insertado en el circuito, como se muestra en la Figura 7(b). Para medir la corriente, siga los próximos pasos:

1. Gire el selector de función y escala a la escala de corriente más ALTA.
2. ABRA el circuito como se muestra en la Figura 7(a).
3. Inserte el amperímetro en la parte abierta del circuito, como se muestra en la Figura 7(b). La Figura 7(c) muestra cómo el multímetro está conectado en el circuito como un amperímetro.
4. Lea el valor de la escala.

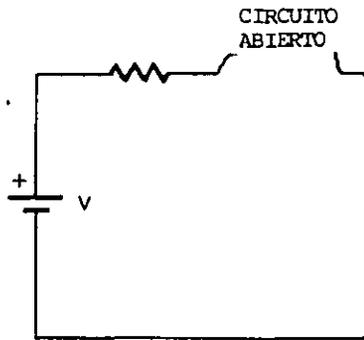


FIGURA 7(a):  
Circuito abierto

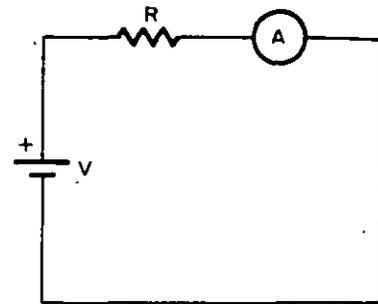


FIGURA 7(b):  
Insertando el amperímetro

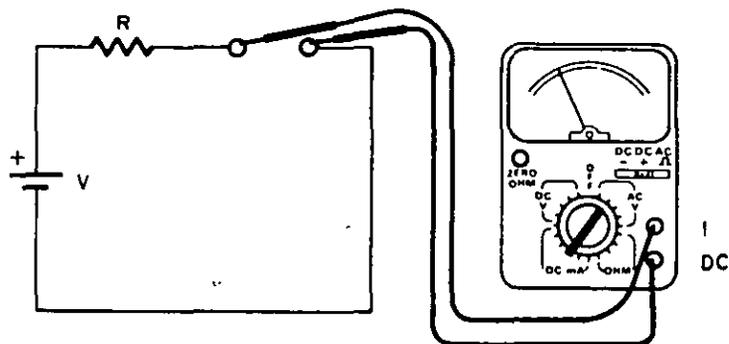


FIGURA 7(c): El multímetro usado como amperímetro

Usted ya está listo para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio con el MULTIMETRO.

**Módulo 2: CODIGO DE COLORES**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Determinar el valor de un resistor a partir del código de colores.
2. Determinar el valor máximo y mínimo de un resistor a partir de la banda de tolerancias.
3. Recordar la cantidad indicada por la tercera banda de color.

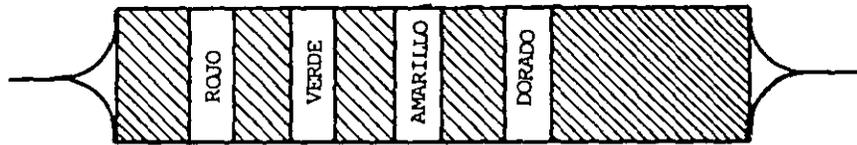
**2.0 EXPLICACION**

Los resistores son fabricados en una amplia variedad de tamaños y formas. Los resistores de potencia son grandes, y su valor está impreso en su cuerpo. Los resistores utilizados en electrónica son pequeños, y no hay suficiente espacio como para imprimir el valor en el cuerpo. Sobre estos resistores se pintan bandas de diferentes colores. Cada color corresponde a un código utilizado para identificar el valor de la resistencia en ohmios. La tabla de la Figura 1 se utiliza para determinar el valor de la resistencia. Las bandas representan:

- 1ª banda = 1er número
- 2ª banda = 2º número
- 3ª banda = multiplicador
- 4ª banda = tolerancia
- 5ª banda = confiabilidad

La primera banda roja es registrada como el número 2 que aparece en la tabla.

COLOR	PRIMERA BANDA Primera cifra significativa	SEGUNDA BANDA Segunda cifra significativa	COLOR	TERCERA BANDA Factor multiplicador	COLOR	CUARTA BANDA Tolerancia (porciento)
NEGRO	0	0	NEGRO	1	CUERPO	±20
MARRON	1	1	MARRON	10	DORADO	±10
ROJO	2	2	ROJO	100	PLATEADO	±5
NARANJA	3	3	NARANJA	1000		
AMARILLO	4	4	AMARILLO	10,000		
VERDE	5	5	VERDE	100,000		
AZUL	6	6	AZUL	1,000,000		
VIOLETA	7	7				
GRIS	8	8	DORADO	0,1		
BLANCO	9	9	PLATEADO	0,01		



2 5 x 10.000 ±5 porciento = 250.000 ohmios ±5 porciento

La tabla indica que la segunda banda verde es 5, la cual se registra con el 2 para hacer 25. La tabla muestra que la tercera banda amarilla es el multiplicador por 10.000. El valor es:

$$\frac{\text{PRIMERA BANDA}}{2} \quad \frac{\text{SEGUNDA BANDA}}{5} \times \frac{\text{TERCERA BANDA}}{10.000} = \frac{\text{VALOR}}{250.000 \text{ ohmios}}$$

**TOLERANCIA**

La cuarta banda es dorada, y la tabla indica que la tolerancia es ±5%. El cinco por ciento del valor de la resistencia es:

$$250.000 \times 5\% = 250.000 \times 0,05 = 7.500 \text{ ohmios}$$

El valor máximo que puede tener la resistencia es de:

$$250.000 + 7.500 = 257.500 \text{ ohmios}$$

El valor mínimo que puede tener la resistencia es de:

$$250.000 - 7.500 = 242.500 \text{ ohmios}$$

El resistor puede poseer cualquier valor entre ambos valores calculados.

Los circuitos que no necesitan de una precisión del  $\pm 5\%$  pueden utilizar resistores de menor costo que tienen tolerancias de  $\pm 10\%$  ó  $\pm 20\%$ . En algunos circuitos se necesitan tolerancias del  $\pm 1\%$ . Estos resistores son más caros, y no se usan en la mayoría de los circuitos.

Usted ya está listo para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio en el CODIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS.

Módulo 3: LEY DE OHM

1.0 OBJETIVOS

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Determinar la corriente en circuitos que tienen valores conocidos de resistencia y tensión.
2. Determinar la tensión en circuitos que tienen valores conocidos de corriente y resistencia.
3. Determinar la resistencia en circuitos que tienen valores conocidos de corriente y tensión.

2.0 EXPLICACION

El circuito eléctrico básico en la Figura 1 tiene tensión (V), resistencia (R) y corriente (I). La corriente es el resultado de aplicar una tensión a un circuito que contiene una resistencia.

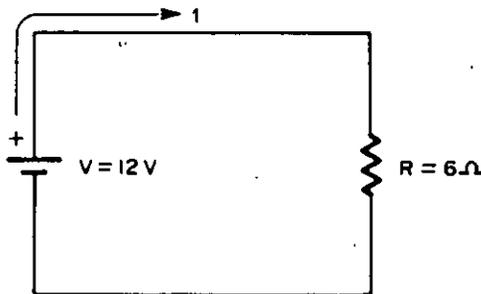


FIGURA 1: Corriente desconocida

Una relación básica muy útil en ciencia es:

$$\text{Resultado} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Oposición}}$$

En el estudio de la electricidad a esta relación se la denomina "Ley de Ohm", y se expresa como:

$$\text{Corriente} = \frac{\text{Tensión}}{\text{Resistencia}}$$

Como fórmula, la ley de Ohm se expresa:

$$I = \frac{V}{R}$$

La ley de Ohm puede ser utilizada para calcular la corriente en la Figura 1.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$$

Si cambia el valor de la tensión (V), o si varía el valor de la resistencia, la corriente toma un valor diferente. Al duplicar la tensión se duplicará la corriente, pero al duplicar la resistencia la corriente será igual a la mitad.

#### CALCULO DE LA TENSION

En la Figura 2 la tensión se determina por medio de la ley de Ohm. La forma básica de la ley de Ohm puede ser cambiada, despejando V.

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{o} \quad V = I \times R = IR$$

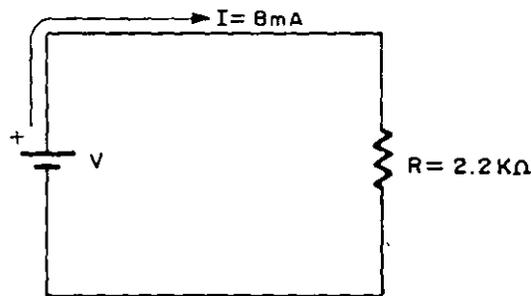


FIGURA 2: Tensión desconocida

Quando se reemplazan valores en la fórmula, puede calcularse la tensión, la cual será de:

$$V = I \times R = (8 \text{ mA}) \times (2,2 \text{ K}\Omega)$$

El primer paso consiste en poner los valores en las unidades básicas de amperios y ohmios.

$$V = (8 \times 10^{-3} \text{ A}) \times (2,2 \times 10^3 \Omega)$$

$$V = 17,6 \text{ voltios}$$

#### CALCULO DE LA RESISTENCIA

La resistencia de la Figura 3 es desconocida, y será calculada a partir de la ley de Ohm. El valor de la resistencia debe ser determinado a partir de la fórmula básica.

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{o} \quad R = \frac{V}{I}$$

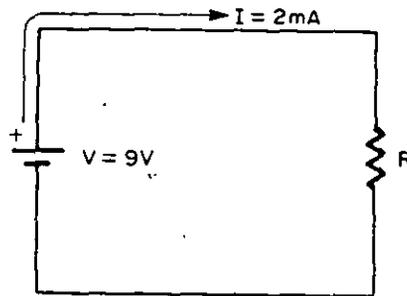


FIGURA 3: Resistencia desconocida

Para obtener el valor de la resistencia, en la fórmula se reemplazan los valores de la tensión y la corriente.

$$R = \frac{9 \text{ V}}{2 \text{ mA}} = \frac{9 \text{ V}}{2 \times 10^{-3} \text{ A}} = 4,5 \times 10^3 \Omega$$

$$R = 4,5 \text{ K}\Omega = 4500 \Omega$$

Las tres formas de la ley de Ohm que Usted debe conocer son:

$$I = \frac{V}{R}, \quad V = IR, \quad R = \frac{V}{I}$$

Esta relación está dibujada como un triángulo en la Figura 4.

La fuente de tensión variable de la Figura 5(a) es la fuente de alimentación electrónica de la Figura 5(b).

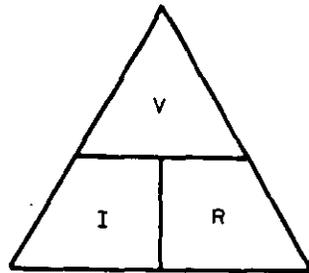


FIGURA 4: Triángulo de la ley de Ohm

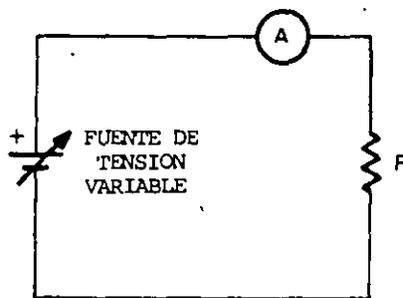


FIGURA 5(a): Diagrama esquemático

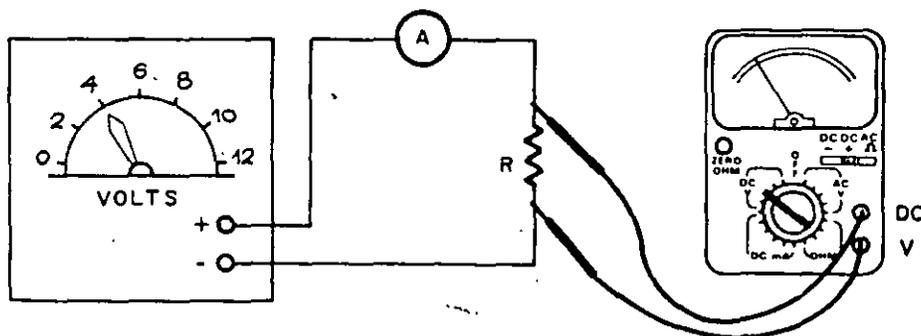


FIGURA 5(b): Circuito de prueba

La tensión puede ser variada desde 0 hasta 12 V. En la Figura 6(a), los valores de tensión cambian en pasos de 2 V desde 0 hasta 12 V. En cada uno de estos pasos la corriente es medida con un amperímetro y es registrada. Estos valores son representados en el gráfico de la Figura 6(b). Para cada tensión mostrada en el eje horizontal corresponde un valor de la corriente en el eje vertical.

Vin [voltios]	Iin [mA]
0	0
2	1
4	2
6	3
8	4
10	5
12	6

FIGURA 6(a):  
Medición de la resistencia  
por medio de la ley de Ohm

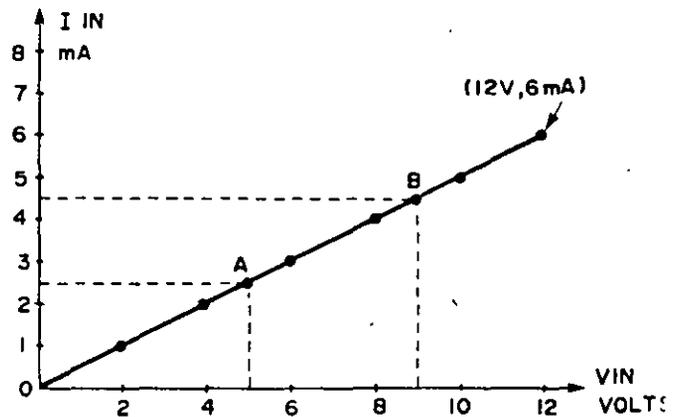


FIGURA 6(b):  
Tensión en función de la  
corriente en un resistor

La flecha muestra que cuando la tensión es de 12 V la corriente es de 6 mA.

A partir de gráficos de este tipo es posible estimar el valor de la corriente. Por ejemplo, si se requiere conocer la corriente correspondiente a una tensión de 5 voltios, localice 5 voltios sobre el eje horizontal, y luego siga la línea punteada hacia arriba hasta el punto A de la curva. Siga la horizontal hacia la izquierda desde el punto A hasta intersectar el eje vertical, y luego lea el valor de la corriente, el cual será de 2,5 mA.

También es posible estimar el valor de la tensión que producirá una corriente de valor deseado. Por ejemplo, el gráfico se utiliza para determinar el valor de la tensión que producirá 4,5 mA. Primero localice los 4,5 mA en el eje vertical, después dibuje una línea punteada horizontalmente desde ese punto hasta la curva, la cual será intersectada en punto B. Dibuje una línea punteada hacia abajo hasta el eje horizontal, y luego lea el valor de la tensión, la cual es de 9 voltios.

También es posible determinar el valor de la resistencia en el circuito utilizando los valores de la corriente y la tensión en cualquier punto, tal como el punto B. A partir del gráfico sabemos que la tensión es de 9 voltios y la corriente es de 4,5 mA. La resistencia será:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9 \text{ V}}{4,5 \text{ mA}} = 2 \times 10^3 \Omega = 2\text{K}\Omega$$

A menudo se utilizan gráficos para explicar interrelaciones técnicas.

Usted ya está listo para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio en la LEY DE OHM.

**Módulo 4: POTENCIA EN UNA RESISTENCIA**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Recordar la definición de potencia.
2. Recordar la definición del vatio.
3. Calcular la potencia cuando el valor de la resistencia es desconocido.
4. Calcular la potencia cuando la tensión es desconocida.
5. Calcular la potencia cuando la corriente es desconocida.

**2.0 EXPLICACION**

En el circuito de la Figura 1, la batería suministra energía eléctrica a la lámpara. La lámpara convierte esta energía eléctrica en energía luminosa y en energía calorífica. La energía, que en las fórmulas es representada por la letra  $W$ , es medida en julios.

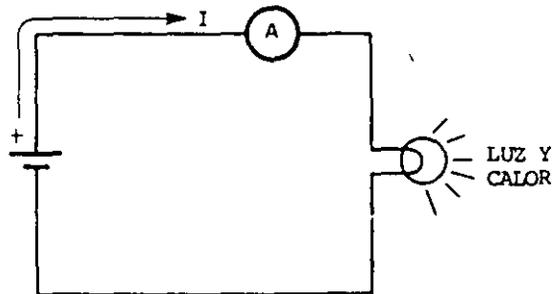


FIGURA 1

La velocidad a la cual la batería suministra esta energía es denominada POTENCIA y es representada por la letra  $P$ . Esta relación de potencia es:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Energía}}{\text{Tiempo}} \quad \text{o} \quad P = \frac{W}{t}$$

Si la batería de la Figura 1 suministra 1 julio de energía por segundo, la potencia es:

$$P = \frac{1 \text{ julio}}{1 \text{ segundo}} = 1 \frac{\text{julio}}{\text{segundo}} = 1 \text{ vatio}$$

Una fuente de tensión que suministra energía a una velocidad de 1 julio por segundo está suministrando 1 vatio de potencia. Si la batería está suministrando energía a una velocidad de 60 julios por segundo, la potencia es de 60 vatios.

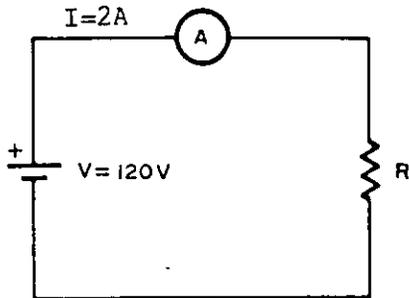


FIGURA 2(a):  
Resistencia desconocida

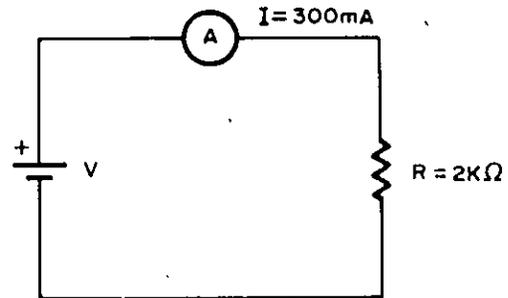


FIGURA 2(b):  
Tensión desconocida

La potencia en un circuito eléctrico tal como el de la Figura 2(a) puede ser calculada a partir de:

$$P = V \times I \quad (\text{Fórmula de potencia N}^\circ 1)$$

Cuando los valores del circuito son reemplazados, entonces la ecuación resulta:

$$P = 120 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 240 \text{ vatios}$$

Algunas veces el valor de la tensión es desconocido, como lo muestra la Figura 2(b). A partir de la ley de Ohm usted sabe que:

$$V = IR$$

Colocando este valor de la tensión en la ecuación de potencia se obtendrá la segunda forma de la ecuación de potencia:

$$P = VI = (V) \times \left(\frac{V}{R}\right) = \frac{V \times V}{R}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \text{Fórmula de potencia N° 3}$$

Para hallar la potencia pueden reemplazarse en esta fórmula los valores de la Figura 3.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{9^2}{1,5 \text{ K}} = \frac{81}{1,5 \times 10^3}$$

$$P = 54 \times 10^{-3} \text{ vatios} = 54 \text{ milivatios}$$

El milivatio es una pequeña cantidad de potencia que se encuentra a menudo en electrónica. El valor es:

$$1 \text{ milivatio} = 1 \text{ mW} = \frac{1}{1000} \text{ vatio} \quad \text{y} \quad 1 \text{ vatio} = 1 \text{ W} = 1000 \text{ mW}$$

En otros circuitos el valor de la potencia es grande y expresado en kilovatios.

$$1 \text{ kilovatio} = 1 \text{ KW} = 1000 \text{ vatios}$$

Usted ya está listo para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio, en la POTENCIA EN UNA RESISTENCIA.

$$P = VI = (IR) \times (I)$$

$$P = I^2R \quad (\text{Fórmula de potencia N° 2})$$

La potencia en la Figura 2(b) se obtiene reemplazando los valores del diagrama esquemático en esta fórmula y despejando la potencia:

$$P = I^2R = (300 \text{ mA})^2 \times (2000 \Omega)$$

$$P = (0,3)^2 \times (2000) = 0,09 \times 2000$$

$$P = 180 \text{ vatios}$$

#### CORRIENTE DESCONOCIDA

En el circuito de la Figura 3 debe hallarse el valor de la potencia.

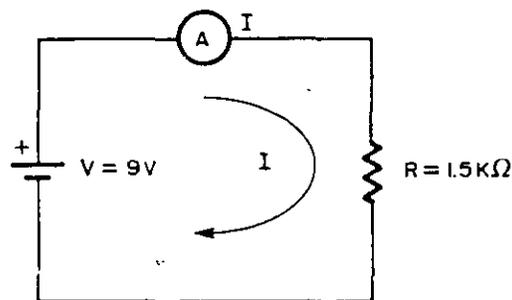


FIGURA 3: Corriente desconocida

Las dos fórmulas anteriores de la potencia no pueden ser utilizadas porque ambas requieren conocer el valor de la corriente. La corriente puede ser determinada por medio de la ley de Ohm.

$$I = \frac{V}{R}$$

El valor numérico puede ser sustituido en las fórmulas de la potencia. Algunas veces es más sencillo utilizar una nueva fórmula de la potencia, determinada por medio de la sustitución de la fórmula de la ley de Ohm en la fórmula de la potencia, de la siguiente manera:

**Módulo 5: RESISTORES EN CIRCUITOS SERIE**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Hallar la resistencia total en un circuito serie.
2. Dibujar el circuito equivalente de un circuito serie.
3. Hallar la corriente en un circuito serie.
4. Recordar el valor de la caída de tensión a través de un circuito abierto.
5. Recordar el tipo de variación en los valores de un circuito que ocurrirá si el resistor tiene un valor equivocado.
6. Recordar la variación en los valores de un circuito que ocurrirá si los circuitos tienen conexiones defectuosas.
7. Recordar el valor de la caída de tensión a través de resistores cortocircuitados.

**2.0 EXPLICACION**

Para formar CIRCUITOS SERIE los resistores pueden ser conectados punta a punta como lo muestra la Figura 1(a). Comenzando en el terminal positivo de la batería, la trayectoria de la corriente pasa al resistor R1, del R1 al R2, del R2 al R3, del R3 al R4, y del R4 de vuelta al terminal negativo de la batería.

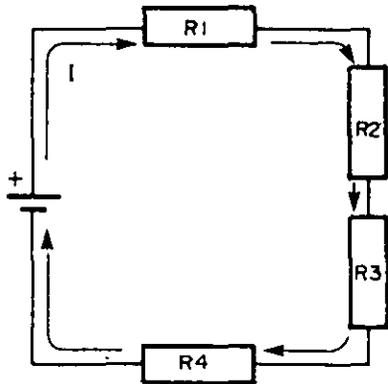


FIGURA 1(a):  
Circuitos serie

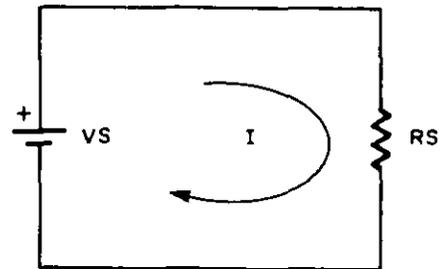


FIGURA 1(b):  
Resistencia total

Como existe solamente UNA SOLA trayectoria para la corriente, existe solamente UN SOLO valor de corriente en un circuito serie.

#### RESISTENCIA TOTAL

La resistencia total en un circuito serie es la SUMA de las resistencias en el circuito y la fórmula es:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

En la Figura 2(b), la resistencia total es:

$$R_s = 1 \text{ K}\Omega + 1,5 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega$$

$$R_s = 7,5 \text{ K}\Omega$$

Las cuatro resistencias son equivalentes a un sola resistencia de valor 7,5 KΩ. El CIRCUITO EQUIVALENTE para la Figura 2(a) se muestra en la Figura 2(b).

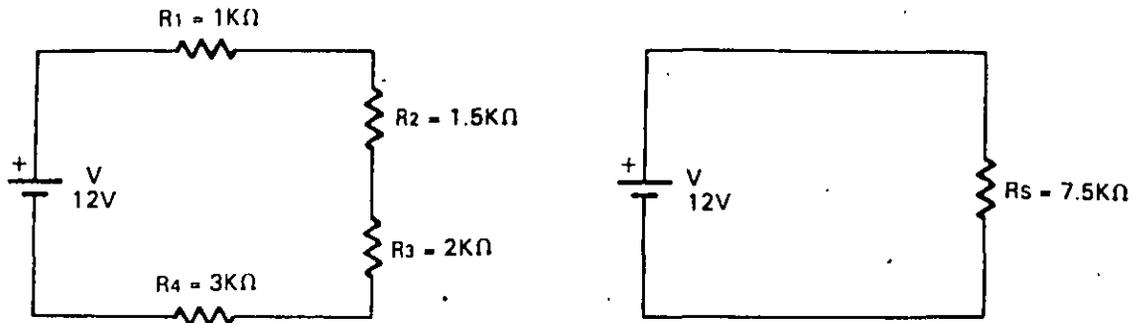


FIGURA 2(a): Circuito serie

FIGURA 2(b): Circuito equivalente

La corriente en este circuito tiene el mismo valor que la corriente en el circuito original, y es calculada a partir de la ley de Ohm.

$$I = \frac{V_s}{R_s} = \frac{12 \text{ V}}{7,5 \text{ K}\Omega} = \frac{12 \text{ V}}{7,5 \times 10^3 \Omega} = 1,6 \text{ mA}$$

La corriente de 1,6 mA es la misma para todos los resistores.

### CAIDAS DE TENSION

Las caídas de tensión a través de cada uno de los resistores en este circuito serie pueden ser calculadas por medio de la ley de Ohm o pueden ser medidas con un voltímetro. En la Figura 3, la caída de tensión para el resistor R1 es V1. El número utilizado para identificar el resistor también es utilizado para identificar la tensión. Los cálculos de la caída de tensión se muestran en el diagrama al lado del resistor.

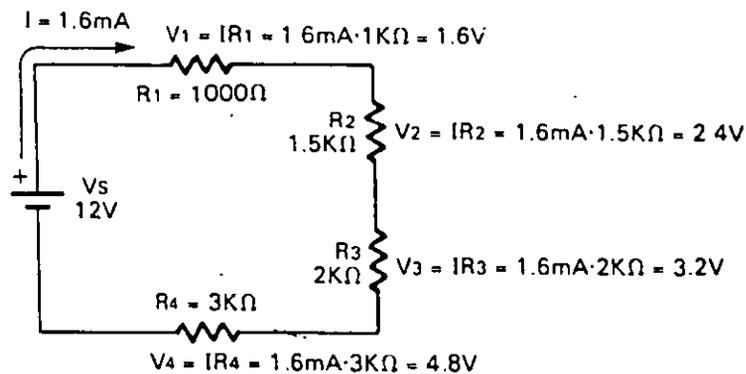


FIGURA 3: Caídas de tensión

## LOCALIZACION DE FALLAS

Antes de poder realizar algún tipo de localización de fallas, debe saber qué espera obtener de la operación correcta. En el circuito en la Figura 3 calculó los valores correctos de la tensión. Durante la localización de fallas medirá estas tensiones y comparará los valores medidos con los valores correctos que ha calculado. Si alguno de los valores difiere, sabe que existe una falla en el circuito en ese punto. Las siguientes son fallas típicas que podrá encontrar en circuitos serie.

## CIRCUITO ABIERTO

Un resistor abre el circuito debido a su construcción defectuosa o a demasiado calor. En casos extremos podría quemarse, como lo muestra la Figura 4(a). Esta falla puede ser localizada con el voltímetro, porque el valor será la fuente de tensión de 12 voltios.

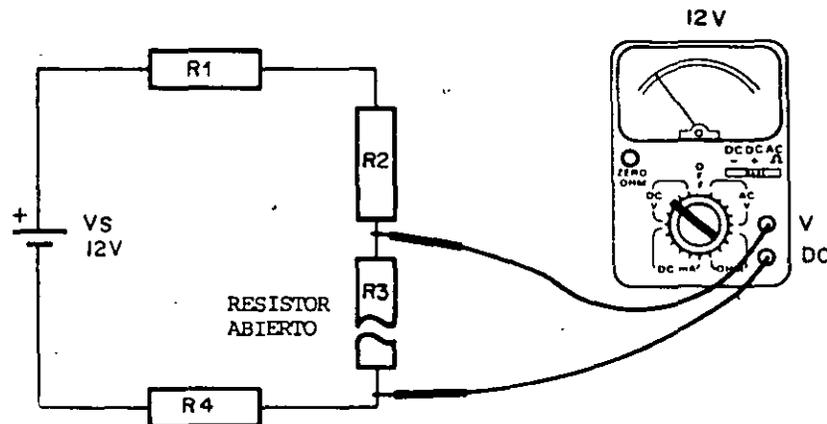


FIGURA 4(a): Resistor abierto

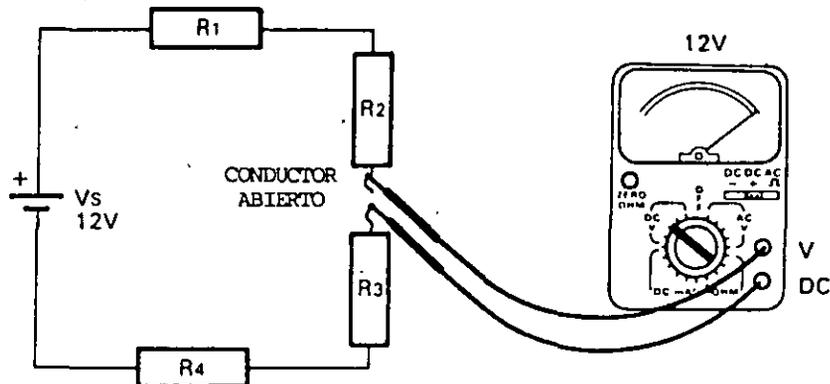


FIGURA 4(b): Cable abierto

Otro circuito abierto típico es el de cable cortado o desoldado, como lo muestra la Figura 4(b). Nuevamente el voltímetro indicará el valor de la fuente de tensión cuando está conectado a través del circuito abierto.

#### RESISTORES CON VALORES EQUIVOCADOS

Si el voltímetro indica un valor que difiere del valor calculado, usted sabe que hay algo que no está bien con el resistor. Puede haberse cometido un error durante el cableado original del circuito, y puede haberse colocado el resistor equivocado en el circuito. Otro problema podría ser que el resistor haya estado demasiado caliente y su valor haya variado. También pudo haber ocurrido un deterioro, y su valor puede haberse alterado. Todos estos desperfectos producirán una lectura del voltímetro diferente del valor calculado.

#### CONEXIONES DEFECTUOSAS

Las conexiones defectuosas, tales como juntas mal soldadas, también pueden producir un cambio en el valor del resistor. Por lo general el voltímetro indicará un valor de tensión mayor que el normal.

## CORTOCIRCUITOS

Un resistor también puede circuitarse o puede crearse un cortocircuito alrededor del mismo. La ley de Ohm indica que la caída de tensión a través del cortocircuito, que tiene 0 Ohm de resistencia, es de 0 voltios.

$$V = I \times R = I \times 0 = 0 \text{ V}$$

El voltímetro de la Figura 5 indicará 0 voltios cuando esté colocado a través de un cortocircuito.

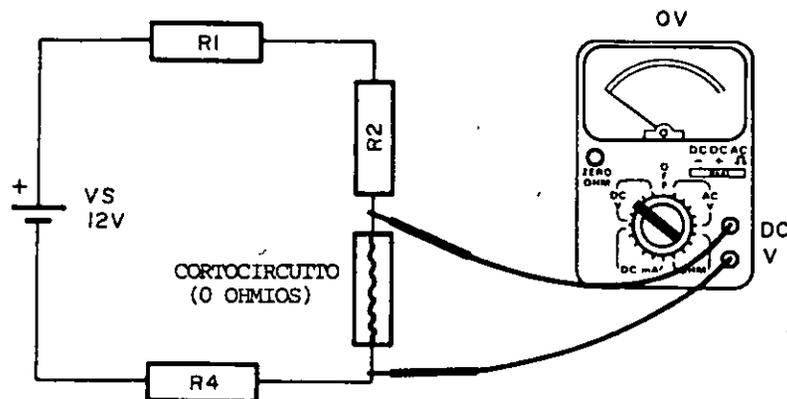


FIGURA 5: Resistor cortocircuitado

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de RESISTORES EN SERIE.

**Módulo 6: LEY DE LAS TENSIONES DE KIRCHHOFF**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Escribir la ecuación de la Ley de las Tensiones de Kirchhoff para circuitos de serie única.
2. Resolver valores de tensión desconocidos utilizando la Ley de las Tensiones de Kirchhoff.
3. Escribir la ecuación de la Ley de las Tensiones de Kirchhoff para circuitos que contienen más de una fuente de tensión.
4. Resolver valores de circuitos desconocidos en circuitos de más de una fuente de tensión.
5. Recordar los cambios necesarios que deben realizarse cuando la corriente obtenida por Ley de las Tensiones de Kirchhoff es negativa.

**2.0 EXPLICACION**

En el circuito serie de la Figura 1, la resistencia total es la SUMA de los valores de los resistores en el circuito, y es resuelto por la siguiente fórmula:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

La corriente en el circuito es obtenida a partir de la ley de Ohm.

$$I = \frac{V_s}{R_s}$$

Como hay una sola trayectoria para la corriente, hay un solo valor de la corriente.

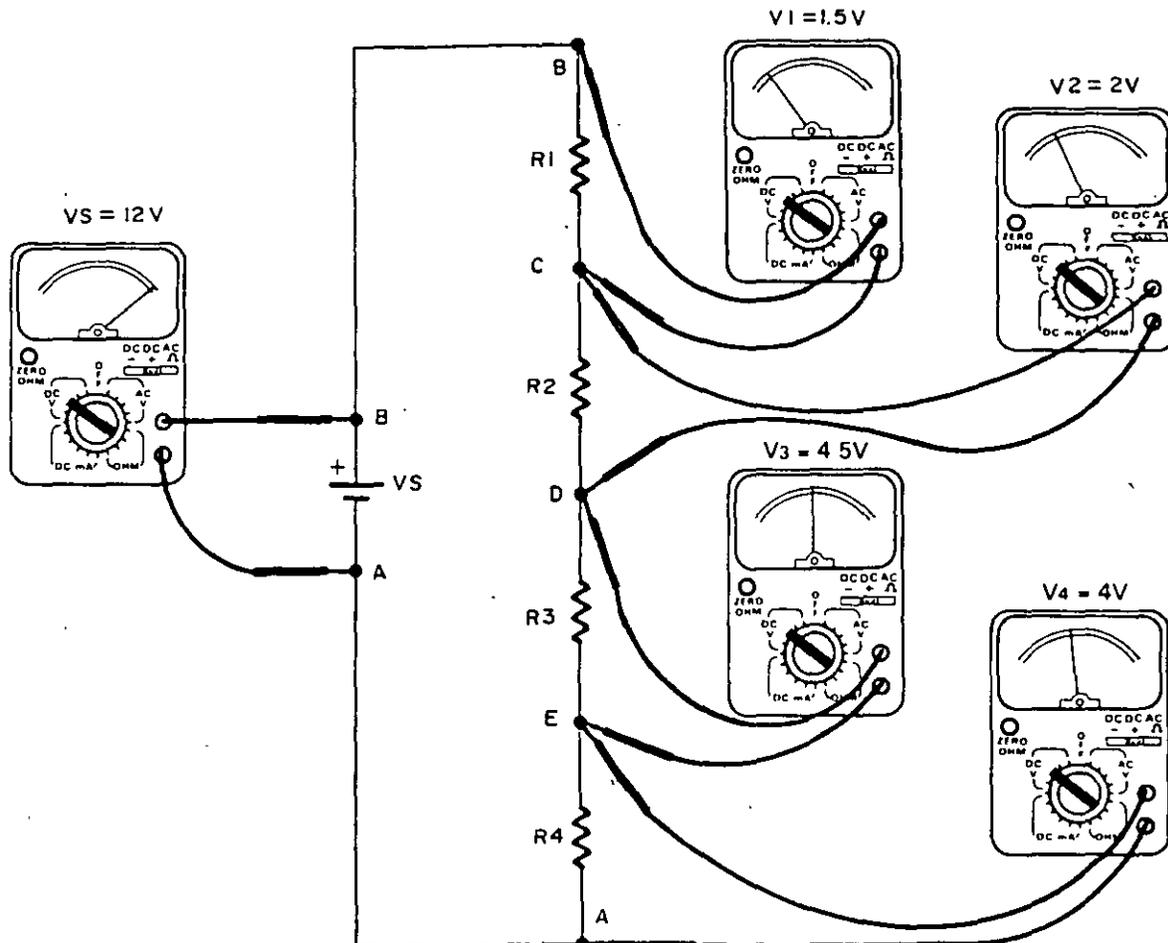


FIGURA 1: Tensión en circuitos serie

## LEY DE LAS TENSIONES DE KIRCHHOFF

Para analizar este circuito, comience en el punto A en el terminal negativo de la batería. La tensión de A a B a través de la batería pasa de menos (-) a más (+). Esto es un AUMENTO de tensión. No sucede nada desde el punto B en el terminal positivo de la batería al punto B en la parte superior del resistor, porque esto es un cable de conexión. Desde el punto B al punto C, ocurre una CAIDA de tensión desde menos (-) a más (+). Tome nota de que esto es en el sentido de la corriente convencional. A través de los resistores R2, R3 y R4, ocurren caídas de tensión adicionales.

La relación entre las tensiones en los circuitos serie, segunda en importancia después de la ley de Ohm, es LA LEY DE LA TENSION DE KIRCHHOFF. Esta ley enuncia que:

Aumento de tensión = Suma de las caídas de tensión

En el circuito serie en la Figura 1,

$$\begin{aligned} V_s (\text{fuente}) &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\ 12 &= 1,5 \text{ V} + 2 \text{ V} + 4,5 \text{ V} + 4 \text{ V} \\ 12 \text{ V} &= 12 \text{ V} \end{aligned}$$

El aumento de tensión de 12 voltios es igual a la suma de las caídas de tensión, que también es de 12 voltios. Otra manera de enunciar la ley de la tensión de Kirchhoff es:

Aumento de tensión - suma de la caída de tensión = 0

Esta ecuación puede ser enunciada como:

"La suma de las caídas de tensión en cualquier circuito cerrado es igual a cero."

Aplicando esta fórmula de la Ley de las Tensiones de Kirchhoff a los circuitos anteriores, resulta en:

$$\begin{aligned} V_s (\text{fuente}) - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) &= 0 \\ 12 \text{ V} - 1,5 \text{ V} - 2 \text{ V} - 4,5 \text{ V} - 4 \text{ V} &= 0 \\ 12 \text{ V} - 12 \text{ V} &= 0 \\ 0 &= 0 \end{aligned}$$

#### FUENTES DE TENSIONES MULTIPLES

En los circuitos serie, tales como en el de la Figura 2, algunas veces es imposible predecir el sentido de la corriente alrededor del lazo cerrado. Para resolver problemas de este tipo, se supone que la corriente circula en sentido horario. Si este es el sentido equivocado, el valor de la corriente obtenido resolviendo la ecuación Ley de las Tensiones de Kirchhoff tendrá un valor NEGATIVO. Los pasos a seguir para resolver el problema son:

1. Suponga que la corriente SIEMPRE fluye en sentido horario, como lo muestra la Figura 2.

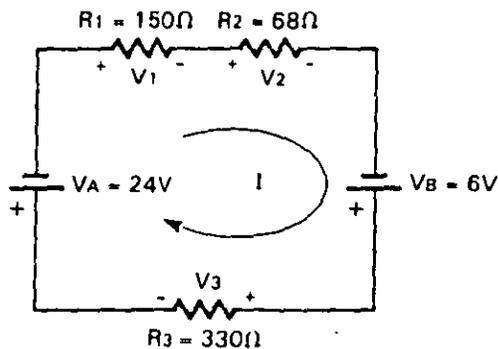


FIGURA 2: Corriente en sentido horario

2. Coloque los polos en las fuentes de tensión.
3. Coloque los polos de tensión en los resistores según el sentido de la corriente convencional, como lo muestra la Figura 3.

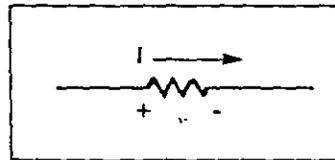


FIGURA 3

4. Escriba la ecuación de la tensión de Kirchhoff siguiendo el sentido de la corriente. Los valores de la tensión son positivos si se encuentra primero la señal de polaridad (+) y negativa si se encuentra primero la señal (-).
5. Si debe calcular la corriente, reemplace cada caída de tensión (V) con IR.
6. Resuelva para la corriente desconocida.
7. Si la corriente calculada tiene un valor negativo, cambie el sentido de la corriente sobre el diagrama y varíe las polaridades de la caída de tensión en los resistores en el lazo cerrado.

En la Figura 2, los primeros tres pasos ya han sido completados.

Paso 4.  $V_A + V_1 + V_2 - V_B + V_3 = 0$

Paso 5.  $V_A + IR_1 + IR_2 - V_B + IR_3 = 0$   
 $24V + 150I + 68I - 6V + 330I = 0$   
 $150I + 68I + 330I = 6V - 24V = 0$   
 $584I = -18V$

Paso 6.  $I = \frac{-18}{548} = -0,0328 \text{ A}$

Paso 7.  $I = -32,8 \text{ mA}$

La corriente es negativa, por lo tanto, el sentido de la corriente debe ser cambiado en el diagrama esquemático original como se muestra en la Figura 4. También deben ser cambiadas las polaridades de la tensión en todos los resistores.

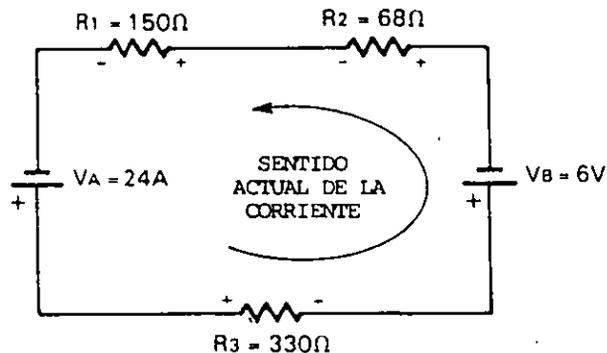


FIGURA 4: Corriente y polaridades actuales

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de LEY DE LAS TENSIONES DE KIRCHHOFF.

Módulo 7: DIVISORES DE TENSION

1.0 OBJETIVOS

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Explicar cómo el circuito serie produce la división de tensión.
2. Calcular la salida de tensión de un divisor de tensión.

2.0 EXPLICACION

Las fuentes de tensión tales como baterías poseen valores de, por ejemplo: 1,5; 6; 9; 12 y 15 voltios. A veces se necesita un valor de tensión diferente para operar un circuito. Esta tensión puede ser obtenida a partir de un circuito serie mediante el uso del DIVISOR DE TENSION. El circuito de la Figura 1(b) es equivalente al de la Figura 1(a).

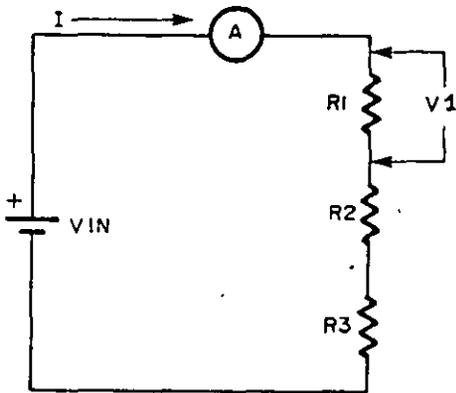


FIGURA 1(a)  
Circuito serie.

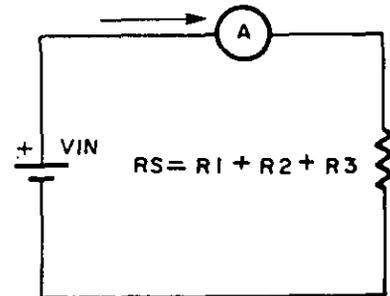


FIGURA 1(b).  
Circuito equivalente

A partir de los principios del circuito serie, sabemos que la corriente posee el MISMO valor a través de ambos circuitos, y que está dado por la ley de Ohm como:

$$I = \frac{V_{in}}{R_s} \quad \circ \quad I = \frac{V_1}{R_1} \quad \circ \quad I = \frac{V_2}{R_2} \quad \circ \quad I = \frac{V_3}{R_3}$$

Como  $I = I$  en las dos ecuaciones de la izquierda, entonces:

$$\frac{V_{in}}{R_s} = \frac{V_1}{R_1}$$

Suponiendo que debe conocer el valor de la tensión  $V_1$  en la Figura 1(a), la ecuación debe ser despejada:

$$V_1 = \frac{R_1}{R_2} \times V_{in}$$

Las otras tensiones pueden ser obtenidas a partir de ecuaciones similares, pero con el valor correspondiente de la resistencia.

En la Figura 2 la tensión de salida es la tensión a través del resistor  $R_3$ . El valor de esta tensión puede ser determinado por la división de tensión, la cual expresada en palabras es:

$$V_{out} = \frac{\text{resistencia a través de la salida}}{\text{resistencia total (o equivalente) del circuito}} \times V_{in}$$

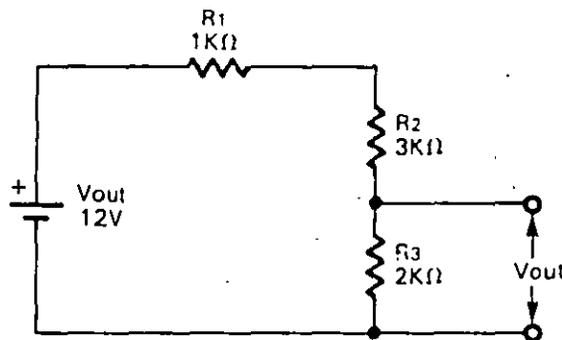


FIGURA 2: El divisor de tensión

$$V_{out} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \times V_{in} = \frac{2 \text{ K}\Omega}{1 \text{ K}\Omega + 3 \text{ K}\Omega + 2 \text{ K}\Omega} \times 12 \text{ V}$$

$$V_{out} = \frac{2 \text{ K}\Omega}{6 \text{ K}\Omega} \times 12 \text{ V} = \frac{1}{3} \times 12 \text{ V}$$

$$V_{out} = 4 \text{ V}$$

El valor de la tensión de salida dependerá del valor del resistor. Pueden conectarse divisores de tensión que proveen una amplia variedad de tensiones de salida.

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de DIVISORES DE TENSION.

---

**Módulo 8: CIRCUITOS EN PARALELO**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Identificar un circuito paralelo a partir de su diagrama esquemático.
2. Identificar los nodos en un circuito paralelo.
3. Localizar las trayectorias de corriente en un circuito paralelo.
4. Calcular la resistencia equivalente de un circuito paralelo que contiene dos resistores por medio de la fórmula de la suma-producto.
5. Recordar la relación entre resistencia y conductancia.
6. Calcular la conductancia de los resistores.
7. Utilizar el método de la conductancia para hallar la resistencia equivalente de un circuito paralelo.

**2.0 EXPLICACION**

El circuito en la Figura 1(a) es el circuito serie que usted ya ha estudiado en los últimos módulos, y que posee una sola trayectoria para la corriente. El circuito en la Figura 1(b) tiene los mismos resistores, pero está conectado de manera distinta. Posee DOS trayectorias para la corriente. Comenzando en el terminal positivo de la batería, la corriente denominada  $I_P$  fluye en el punto de unión denominado NODO A.

La corriente se divide entonces en DOS partes.  $I_1$  fluye a través del resistor  $R_1$ , e  $I_2$  fluye a través del resistor  $R_2$ . Estas corrientes se unen en el punto de unión en la parte inferior denominada NODO B. La corriente se combina y forma  $I_P$ , circulando nuevamente hacia el terminal negativo de la batería.

Los circuitos como el de la Figura 1(b), que poseen más de una trayectoria de corriente, se denominan **CIRCUITOS EN PARALELO**.

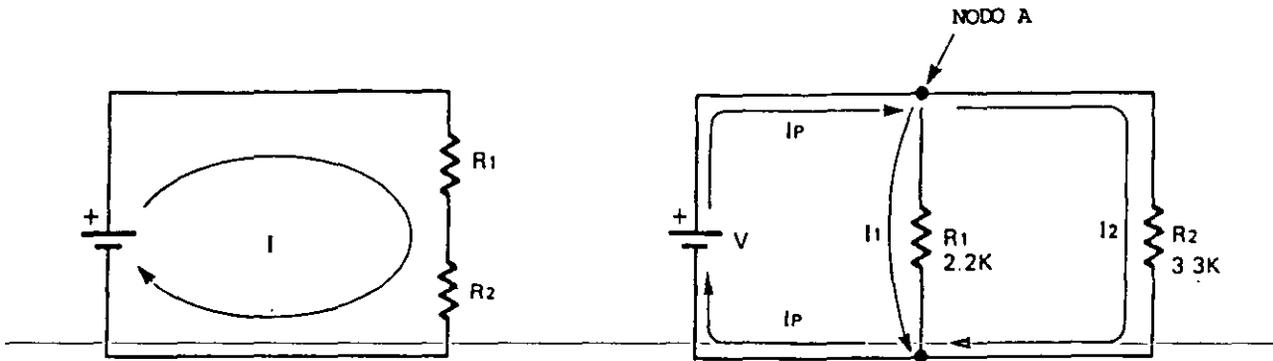


FIGURA 1(a):  
Una trayectoria de corriente

FIGURA 1(b):  
Dos trayectorias de corriente

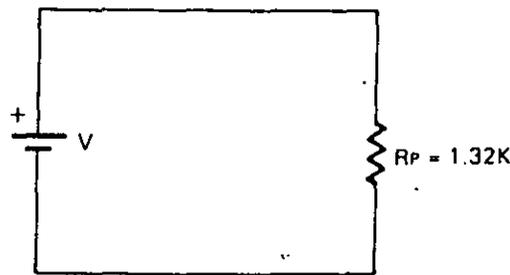


FIGURA 1(c): Circuito equivalente

Los dos resistores que están conectados en paralelo en la Figura 1(b) son equivalentes a un simple resistor conectado en el CIRCUITO EQUIVALENTE de la Figura 1(c). Esta resistencia equivalente, denominada  $R_P$ , puede ser determinada a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Esta fórmula puede ser resuelta para  $R_P$ , y se transforma en:

$$R_P = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Esta fórmula es a menudo denominada fórmula de SUMA-PRODUCTO.

$$R_P = \frac{(2,2 \text{ K}\Omega) \times (3,3 \text{ K}\Omega)}{2,2 \text{ K}\Omega + 3,3 \text{ K}\Omega} = \frac{7,26 \times 10^6}{5,5 \times 10^3}$$

$$R_P = 1,32 \text{ K}\Omega$$

¡El valor de  $R_P$  es SIEMPRE menor que la menor resistencia en el circuito paralelo!

### CONDUCTANCIA

Si el circuito paralelo contiene más que dos resistores, la fórmula del circuito paralelo es expandida a:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Esta fórmula puede ser utilizada para cualquier número de resistores conectados en paralelo. El mejor procedimiento para determinar la resistencia equivalente consiste en usar el método de la CONDUCTANCIA. La conductancia es la inversa de la resistencia. Un resistor con un alto valor de resistencia, tal como dos megohmios, es un muy mal conductor de electricidad, y su conductancia tiene un bajo valor. La conductancia se representa con la letra  $G$ , y es:

$$G = \frac{1}{R}$$

La unidad de conductancia es el Siemens, y es representada por la letra  $S$ . El resistor de  $1,2 \text{ K}\Omega$  en la Figura 2(a) poseerá una conductancia de:

$$G = \frac{1}{1,2 \text{ K}\Omega} = \frac{1}{1200 \Omega} = 0,833 \times 10^{-3} \text{ Siemens} \quad \text{o} \quad G = 833 \times 10^{-6} \text{ S}$$

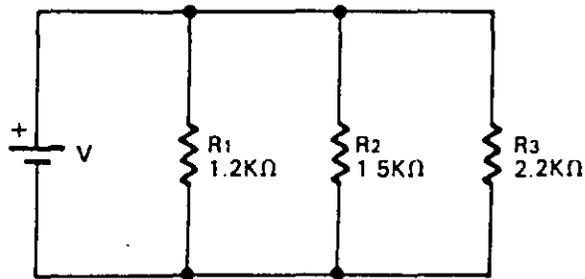


FIGURA 2(a):  
Circuito paralelo

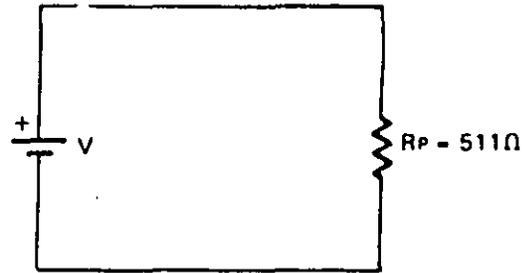


FIGURA 2(b):  
Circuito equivalente

La fórmula de la resistencia equivalente para  $R_P$  puede ser cambiada por la siguiente fórmula de conductancia:

$$G_P = G_1 + G_2 + G_3 \quad \text{o} \quad G_P = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$G_P = \frac{1}{1,2 \text{ K}\Omega} + \frac{1}{1,5 \text{ K}\Omega} + \frac{1}{2,2 \text{ K}\Omega}$$

$$G_P = 833 \times 10^{-6} \text{ S} + 667 \times 10^{-6} \text{ S} + 455 \times 10^{-6} \text{ S}$$

$$G = 1955 \times 10^{-6} \text{ S}$$

Note que el resistor con el menor valor de resistencia de  $1,2 \text{ K}\Omega$  es el mejor conductor con el MAYOR valor de conductancia.

Sabemos que:

$$G_P = \frac{1}{R_P} \quad \text{o} \quad R_P = \frac{1}{G_P}$$

La resistencia equivalente  $R_P$  es:

$$R_P = \frac{1}{G_P} = \frac{1}{1955 \times 10^{-6} \text{ S}} = 511 \Omega$$

En la Figura 2(b) se muestra el circuito equivalente.

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de RESISTORES EN PARALELO.

**Módulo 9: LEY DE LA CORRIENTE DE KIRCHHOFF**

**1.0 OBJETIVOS**

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Recordar la definición de nodo.
2. Recordar la relación entre la corriente que entra y la que sale de un nodo.
3. Escribir la ecuación de la ley de la corriente de Kirchhoff para circuitos.
4. Usar la ley de la corriente de Kirchhoff para determinar el valor de corrientes en circuitos.

**2.0 EXPLICACION**

En la Figura 1(a) los tres resistores están conectados al punto A, denominado NODO. En la parte inferior del circuito estos resistores están conectados al nodo B. En este circuito, la corriente total (IT) proveniente del terminal positivo de la batería sigue por el conductor hasta el nodo A. En el nodo A IT se divide en tres partes, las cuales circulan a través de las ramas que contienen a R1, R2 y R3. Las corrientes se unen en el nodo B y pasan a formar la corriente total (IT), retornando luego al terminal negativo de la batería. La relación entre las corrientes sigue la LEY DE LA CORRIENTE DE KIRCHHOFF, la cual establece que:

Corriente que ENTRA AL NODO = Corriente que SALE DEL NODO

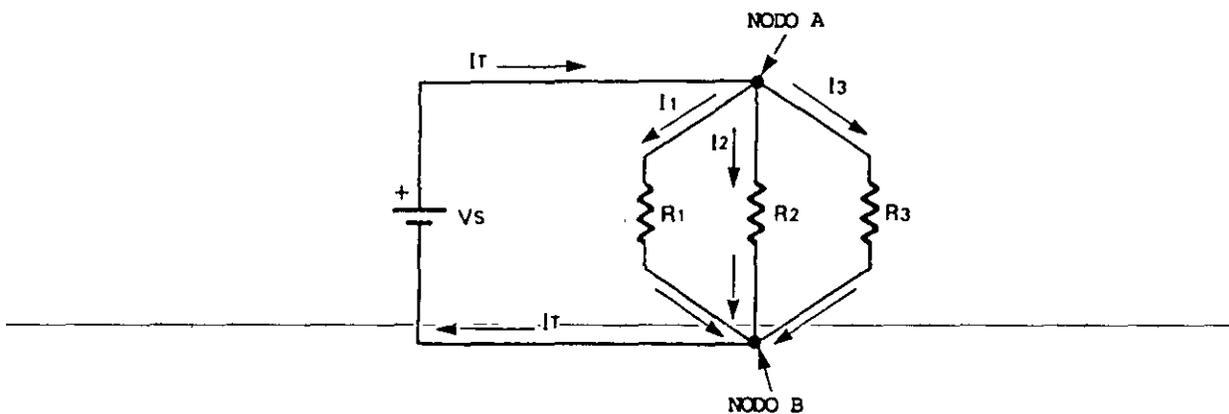


FIGURA 1(a)

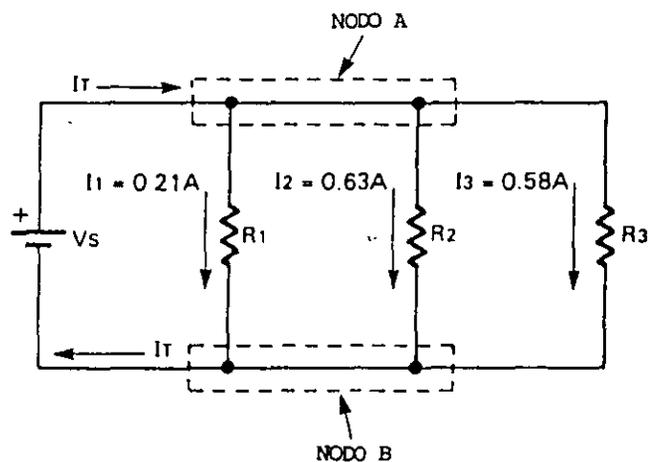


FIGURA 1(b)

Otra manera de escribir la misma relación es:

$$\text{Corriente que ENTRA AL NODO} - \text{Corriente que SALE DEL NODO} = 0$$

En la Figura 1(a), la ecuación de la ley de la corriente de Kirchhoff es:

$$I_T - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Eléctricamente, el circuito de la Figura 1(b) es idéntico al de la Figura 1(a). Los nodos A y B están encerrados por líneas punteadas. Todo lo que se encuentra dentro de las líneas punteadas superiores consiste en el mismo punto eléctrico. La mayoría de los diagramas esquemáticos son similares a la Figura 1(b), porque esta manera de dibujar es más sencilla. En este circuito la corriente total es encontrada nuevamente por medio de la ley de la corriente de Kirchhoff, y es:

$$I_T - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$I_T - 0,21 \text{ A} - 0,63 \text{ A} - 0,58 \text{ A} = 0$$

La corriente que entra al nodo es POSITIVA y las corrientes que salen del nodo son NEGATIVAS.

$$I_T - 1,42 \text{ A} = 0 \quad \text{o} \quad I_T = 1,42 \text{ A}$$

Cuando se miden las corrientes en un circuito, todas las corrientes que entran al nodo deben ser consideradas positivas y las corrientes salientes del nodo deben ser consideradas negativas, como lo muestra la Figura 2.

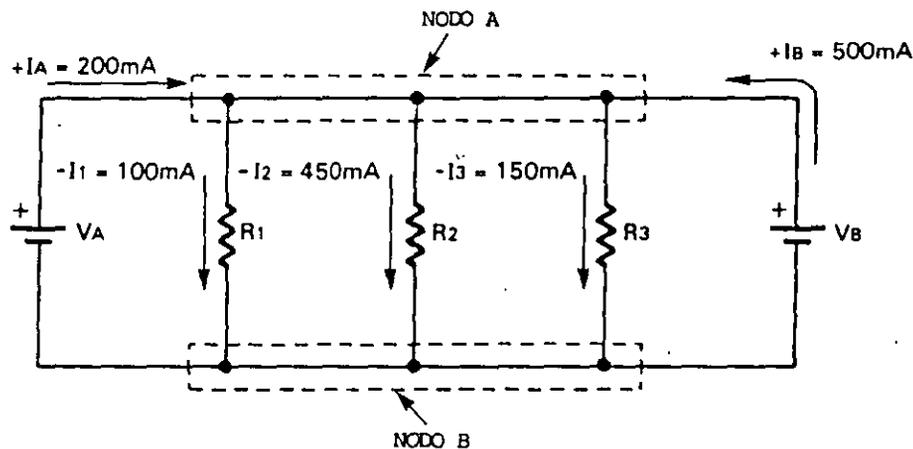


FIGURA 2

Las corrientes positivas entrantes al nodo A en la parte superior del diagrama esquemático son:

$$I_A = 200 \text{ mA}$$

$$I_B = 500 \text{ mA}$$

Las corrientes negativas salientes del nodo B son:

$$I1 = 100 \text{ mA}$$

$$I2 = 450 \text{ mA}$$

$$I3 = 150 \text{ mA}$$

Estos valores son ubicados en la ecuación de la corriente de Kirchhoff.

$$IA + IB - I1 - I2 - I3 = 0$$

---

$$200 \text{ mA} + 500 \text{ mA} - 100 \text{ mA} - 450 \text{ mA} - 150 \text{ mA} = 0$$

$$700 \text{ mA} - 700 \text{ mA} = 0$$

$$0 = 0$$

Este ejemplo muestra que la corriente entrante al nodo menos la corriente saliente del nodo iguala a cero.

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de la LEY DE LA CORRIENTE DE KIRCHHOFF.

Módulo 10: DIVISORES DE CORRIENTE

1.0 OBJETIVOS

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Calcular la corriente de salida en circuitos paralelos por medio de la división de corriente.

2.0 EXPLICACION

La corriente que entra a un nodo, tal como el nodo B de la Figura 1, se divide en partes que fluyen a través de los resistores conectados al nodo. Se utiliza la ley de Ohm y la fórmula de la resistencia paralela para desarrollar la fórmula del DIVISOR DE CORRIENTE. Esta fórmula le permitirá calcular la corriente de salida de cualquier resistor en un circuito paralelo.

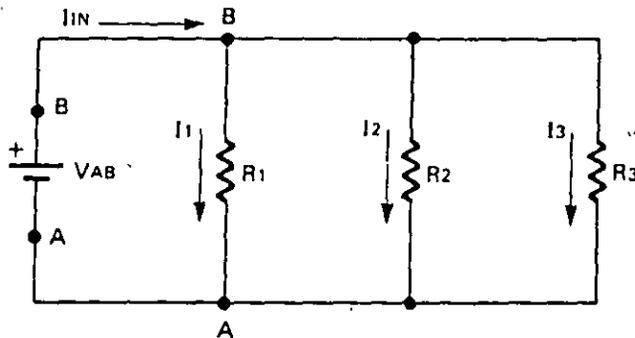


FIGURA 1(b):  
Circuito divisor de corriente

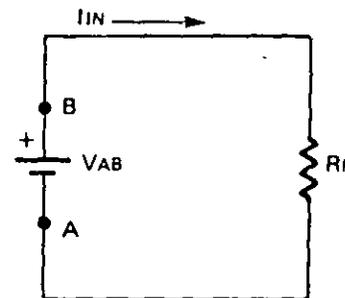


FIGURA 1(b):  
Circuito equivalente

Para encontrar la corriente de salida  $I_1$  en la Figura 1(a), se registra la ley de Ohm.

$$V_{AB} = I_1 \times R_1$$

La resistencia equivalente de todo el circuito es:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La corriente de entrada a todo el circuito en paralelo es determinada a partir del circuito equivalente en la Figura 1(b).

$$I_{in} = \frac{V_{AB}}{R_P}$$

A partir de la ley de Ohm, conoce que  $V_{AB} = I_1 R_1$ . Coloque este valor de  $V_{AB}$  en la ecuación.

$$I_{in} = \frac{I_1 \times R_1}{R_P}$$

$I_1$  es la corriente de salida a ser determinada. Esta ecuación es resuelta para  $I_1$ .

$$I_1 = \frac{R_P}{R_1} \times I_{in}$$

Los valores del resistor pueden ser reemplazados por sus conductancias.

$$R_P = \frac{1}{G_P}$$

$$R_1 = \frac{1}{G_1}$$

La ecuación pasa a:

$$I_1 = \frac{\frac{1}{G_P}}{\frac{1}{G_1}} \times I_{in}$$

Al invertir el numerador y el denominador, la ecuación se transforma en:

$$I_1 \text{ (salida)} = \frac{G_1}{G_P} \times I_{in}$$

La ecuación establece que:

$$I \text{ (salida)} = \frac{\text{Conductancia cuando se mide la salida } I}{\text{Conductancia total en paralelo}}$$

La siguiente es una aplicación del principio del divisor de corriente. Encuentre en la Figura 2 la corriente de salida ( $I_{out}$ ) que circula a través del resistor  $R_3$ .

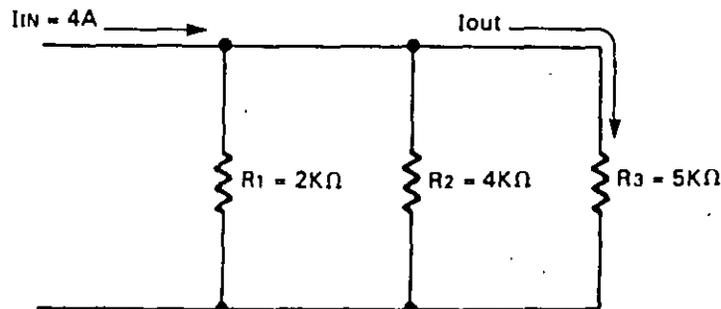


FIGURA 2

La ecuación del divisor de corriente es:

$$I_{out} = \frac{G_3}{G_P} \times I_{in}$$

Para hallar el valor de  $I_{out}$ , deben determinarse los valores de  $G_3$  y  $G_P$ .

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5 \text{ K}\Omega} = \frac{1}{5 \times 10^3 \Omega} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$G_P = G_1 + G_2 + G_3 = \frac{1}{2\text{K}} + \frac{1}{4\text{K}} + \frac{1}{5\text{K}}$$

$$G_P = 0,5 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,25 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$G_P = 0,95 \times 10^{-3} \text{ S}$$

Los valores de la conductancia son substituídos en la ecuación de la división de tensión.

La ecuación establece que:

$$I \text{ (salida)} = \frac{\text{Conductancia cuando se mide la salida } I}{\text{Conductancia total en paralelo}}$$

La siguiente es una aplicación del principio del divisor de corriente. Encuentre en la Figura 2 la corriente de salida ( $I_{out}$ ) que circula a través del resistor  $R_3$ .

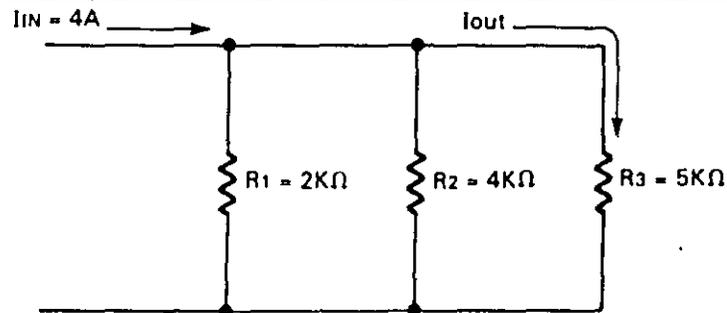


FIGURA 2

La ecuación del divisor de corriente es:

$$I_{out} = \frac{G_3}{G_P} \times I_{in}$$

Para hallar el valor de  $I_{out}$ , deben determinarse los valores de  $G_3$  y  $G_P$ .

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5 \text{ K}\Omega} = \frac{1}{5 \times 10^3 \Omega} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$G_P = G_1 + G_2 + G_3 = \frac{1}{2\text{K}} + \frac{1}{4\text{K}} + \frac{1}{5\text{K}}$$

$$G_P = 0,5 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,25 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,2 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$G_P = 0,95 \times 10^{-3} \text{ S}$$

Los valores de la conductancia son substituidos en la ecuación de la división de tensión.

$$I_{out} = \frac{G_3}{G_P} \times I_{in} = \frac{0,2 \times 10^{-3} \text{ S}}{0,95 \times 10^{-3} \text{ S}} \times 4 \text{ A}$$

$$I_{out} = 0,842 \text{ A}$$

La corriente que atraviesa cualquier resistor conectado en paralelo puede ser determinada por medio de la fórmula de la división de corriente.

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de DIVISORES DE CORRIENTE.

Módulo 11: CIRCUITOS SERIE-PARALELO

1.0 OBJETIVOS

Una vez completado este módulo, Ud. debe estar capacitado para:

1. Reducir las porciones en serie y en paralelo de los circuitos a valores de resistencia equivalentes.
2. Determinar la resistencia equivalente de circuitos resistivos serie-paralelo.

2.0 EXPLICACION

Muchos circuitos, tal como el que se muestra en la Figura 1, contienen combinaciones de resistores conectados en serie y en paralelo. Se utiliza el método de la REDUCCION para simplificar los circuitos de este tipo, con el objeto de hallar la resistencia equivalente de todo el circuito.

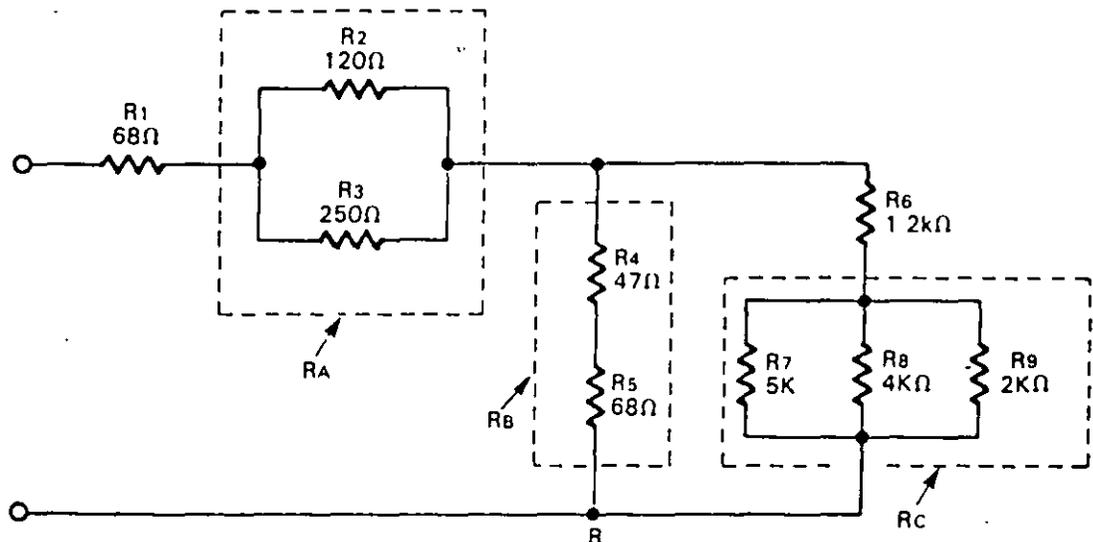


FIGURA 1: Circuito serie-paralelo

Para hallar la resistencia equivalente se utiliza el siguiente procedimiento:

**Paso 1.** Seleccione las partes del circuito que son combinaciones en serie y en paralelo dentro del mismo. En la Figura 1 estas partes están delimitadas por líneas punteadas.

**Paso 2.** Identifique dichas partes como RA, RB y RC.

**Paso 3.** Halle la resistencia equivalente de cada parte.

La resistencia equivalente de RA es:

$$R_A = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(120 \Omega) \times (250 \Omega)}{120 \Omega + 250 \Omega} = 81 \Omega$$

RB es una combinación en serie:

$$R_B = R_4 + R_5 = 47 \Omega + 68 \Omega = 115 \Omega$$

RC es una combinación en paralelo de tres resistores, y se utiliza el método de la conductancia.

$$G_C = G_7 + G_8 + G_9$$

$$G_C = \frac{1}{5 \text{ K}\Omega} + \frac{1}{4 \text{ K}\Omega} + \frac{1}{2 \text{ K}\Omega}$$

$$G_C = 0,2 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,25 \times 10^{-3} \text{ S} + 0,5 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$G_C = 0,95 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$R_C = \frac{1}{G_C} = \frac{1}{0,95 \times 10^{-3} \text{ S}} = 1053 \Omega$$

**Paso 4.** Reemplace los valores de resistencia equivalentes en el circuito como se muestra en la Figura 2.

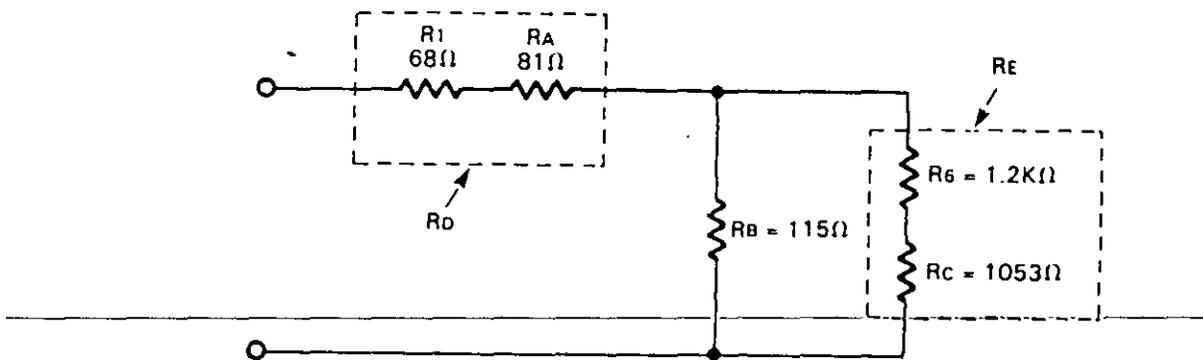


FIGURA 2: Primer circuito equivalente

**Paso 5.** Identifique cualquier combinación adicional serie y paralelo que haya sido creada. En la Figura 2 los circuitos serie  $R_D$  y  $R_E$  están delimitados por líneas punteadas.

**Paso 6.** Calcular  $R_D$  y  $R_E$ .

$$R_D = R_1 + R_A = 68 \, \Omega + 81 \, \Omega = 149 \, \Omega$$

$$R_E = R_6 + R_C = 1200 \, \Omega + 1053 \, \Omega = 2253 \, \Omega$$

Estos valores son colocados en el circuito en la Figura 3.

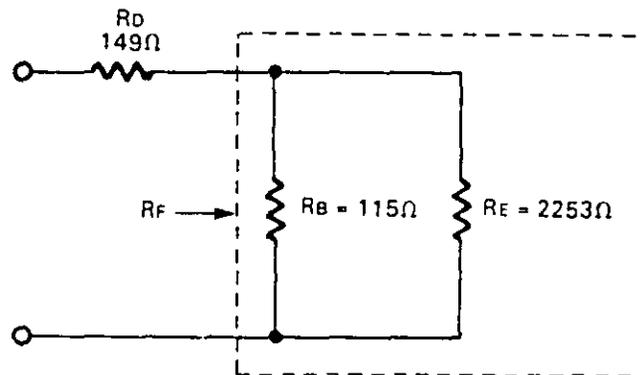


FIGURA 3: Segundo circuito equivalente

**Paso 7.** Se repite el procedimiento para la Figura 3. Ahora se reduce la parte  $R_F$ .

$$R_F = \frac{R_B \times R_E}{R_B + R_E} = \frac{(115 \Omega) \times (2253 \Omega)}{115 \Omega + 2253 \Omega} = 109 \Omega$$

En la Figura 4 se muestra el nuevo circuito equivalente.

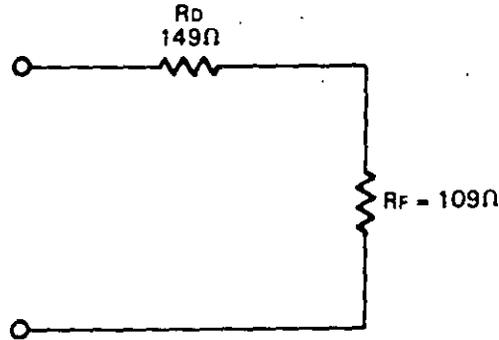


FIGURA 4: Tercer circuito equivalente

Debido a que este es un circuito serie, la resistencia equivalente es:

$$R_S = R_D + R_F = 149 \Omega + 109 \Omega = 258 \Omega$$

El circuito equivalente final se muestra en la Figura 5:

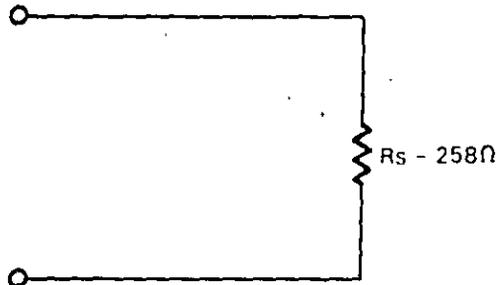


FIGURA 5: Circuito equivalente final

Este circuito puede ser usado para hallar la corriente total en el circuito original.

Usted está listo ahora para comenzar las actividades de aprendizaje en el laboratorio de CIRCUITOS SERIE-PARALELO.



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

**CURSOS INSTITUCIONALES  
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PARTE II**  
Del 19 al 30 de enero de 1998.

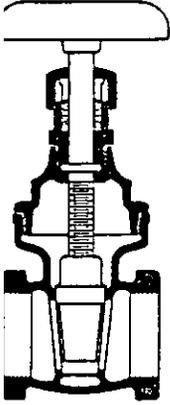
*Clasificación de Válvulas*

Palacio de Minería  
1998.

# CLASIFICACION DE VALVULAS

## Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación.
- Para uso poco frecuente.
- Para resistencia mínima a la circulación.
- Para mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería.



válvulas de compuerta /

## Aplicaciones

- Servicio general, aceites y petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas, líquidos espesos, vapor, gases y líquidos no condensables, líquidos corrosivos.

## Ventajas

- Alta capacidad.
- Cierre hermético.
- Bajo costo.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

## Desventajas

- Control deficiente de la circulación.
- Se requiere mucha fuerza para accionarla.
- Produce cavitación con baja caída de presión.
- Debe estar cubierta o cerrada por completo.
- La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y del disco.

## Variaciones

- Cuña maciza, cuña flexible, cuña dividida, disco doble.

## Materiales

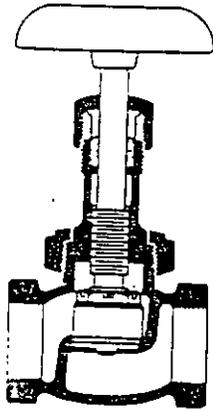
- Cuerpo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable, plástico de PVC.
- Componentes diversos.

## Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Lubricar a intervalos periódicos.
- Corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.
- Enfriar siempre el sistema al cerrar una tubería para líquidos calientes y al comprobar que las válvulas estén cerradas.
- No cerrar nunca las llaves a la fuerza con la llave o una palanca.
- Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería.
- Cerrar las válvulas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados.

## Válvulas de globo

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería (Fig. 7-3).



Válvula de globo.

### Recomendada para

- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

### Aplicaciones

- Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semiliquidas.

### Ventajas

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarla, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
- Control preciso de la circulación.
- Disponible con orificios múltiples.

### Desventajas

- Gran caída de presión.
- Costo relativo elevado.

### Variaciones

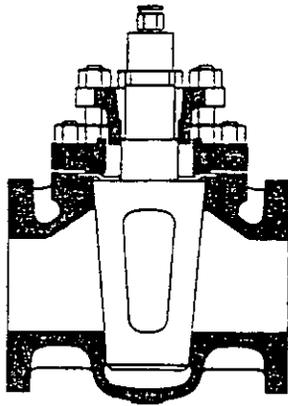
- Normal (estándar), en "Y", en ángulo, de tres vías.

### Materiales

- Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, plásticos.
- Componentes: diversos.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Instalar de modo que la presión esté debajo del disco, excepto en servicio con vapor a alta temperatura.
- Registro en lubricación.
- Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento.
- Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.



- Para baja caída de presión a través de la válvula.
- Para resistencia mínima a la circulación.
- Para cantidad mínima de fluido atrapado en la tubería.

#### Aplicaciones

- Servicio general, pastas semilíquidas, líquidos, vapores, gases, corrosivos.

#### Ventajas

- Alta capacidad.
- Bajo costo.
- Cierre hermético.
- Funcionamiento rápido.

#### Desventajas

Válvula de macho.

- Requiere alta torsión (par) para accionarla.
- Dégaste del asiento.
- Cavitación con baja caída de presión.

#### Variaciones

- Lubricada, sin lubricar, orificios múltiples.

#### Materiales

- Hierro, hierro dúctil, acero al carbono, acero inoxidable, Aleación 20, Monel, níquel, Hastelloy, camisa de plástico.

#### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Dejar espacio libre para mover la manija en las válvulas accionadas con una llave.
- En las válvulas con macho lubricado, hacerlo antes de ponerlas en servicio.
- En las válvulas con macho lubricado, lubricarlas a intervalos periódicos.

#### Especificaciones para el pedido

- Material del cuerpo.
- Material del macho.
- Capacidad nominal de temperatura.
- Disposición de los orificios, si es de orificios múltiples.
- Lubricante, si es válvula lubricada.

## Válvulas de mariposa

La válvula de mariposa es de 1/4 de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación (Fig. 7-5).

### Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Servicio con estrangulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos.
- Cuando sólo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería.
- Para baja caída de presión a través de la válvula.

### Aplicaciones

- Servicio general, líquidos, gases, pastas semilíquidas, líquidos con sólidos en suspensión.

### Ventajas

- Ligera de peso, compacta, bajo costo.
- Requiere poco mantenimiento.
- Número mínimo de piezas móviles.
- No tiene bolsas o cavidades.
- Alta capacidad.
- Circulación en línea recta.
- Se limpia por sí sola.



Válvula de mariposa.

### Desventajas

- Alta torsión (par) para accionarla.
- Capacidad limitada para caída de presión.
- Propensa a la cavitación.

### Variaciones

- Disco plano, disco realzado, con brida, atornillada, con camisa completa, alto rendimiento.

### Materiales

- Cuerpo: hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidables, Aleación 20, bronce, Monel.
- Disco: todos los metales; revestimiento de elastómeros como TFE, Kynar, Buna-N, neopreno, Hypalon.
- Asiento: Buna-N, Viton, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar, TFE.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

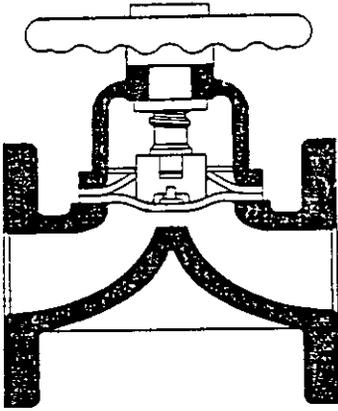
- Se puede accionar con palanca, volante o rueda para cadena.
- Dejar suficiente espacio para el movimiento de la manija, si se acciona con palanca.
- Las válvulas deben estar en posición cerrada durante el manejo y la instalación.

## Válvulas de diafragma

Las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples y efectúan el cierre por medio de un diafragma flexible sujeto a un compresor. Cuando el vástago de la válvula hace descender el compresor, el diafragma produce sellamiento y corta la circulación (Fig. 7-6).

### Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Para servicio de estrangulación.
- Para servicio con bajas presiones de operación.



### Aplicaciones

- Fluidos corrosivos, materiales pegajosos o viscosos, pastas semilíquidas fibrosas, lodos, alimentos, productos farmacéuticos.

### Ventajas

- Bajo costo.
- No tienen empaquetaduras.
- No hay posibilidad de fugas por el vástago.
- Inmune a los problemas de obstrucción, corrosión o formación de gomas en los productos que circulan.

### Válvula de diafragma.

### Desventajas

- Diafragma susceptible de desgaste.
- Elevada torsión al cerrar con la tubería llena.

### Variaciones

- Tipo con vertedero y tipo en línea recta.

### Materiales

- Metálicos, plásticos macizos, con camisa, en gran variedad de cada uno.

### Especificaciones para el pedido

- Material del cuerpo.
- Material del diafragma.
- Conexiones de extremo.
- Tipo del vástago.
- Tipo del bonete.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.

## Válvulas de apriete

La válvula de apriete es de vueltas múltiples y efectúa el cierre por medio de uno o más elementos flexibles, como diafragmas o tubos de caucho que se pueden apretar u oprimir entre sí para cortar la circulación (Fig. 7-7).

### Recomendada para

- Servicio de apertura y cierre.
- Servicio de estrangulación.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando hay baja caída de presión a través de la válvula.
- Para servicios que requieren poco mantenimiento.

### Aplicaciones

- Pastas semilíquidas, lodos y pastas de minas, líquidos con grandes cantidades de sólidos en suspensión, sistemas para conducción neumática de sólidos, servicio de alimentos.

### Ventajas

- Bajo costo.
- Poco mantenimiento.
- No hay obstrucciones o bolsas internas que la obstruyan.
- Diseño sencillo.
- No corrosiva y resistente a la abrasión.

### Desventajas

- Aplicación limitada para vacío.
- Difícil de determinar el tamaño.

### Variaciones

- Camisa o cuerpo descubiertos; camisa o cuerpo metálicos alojados.

### Materiales

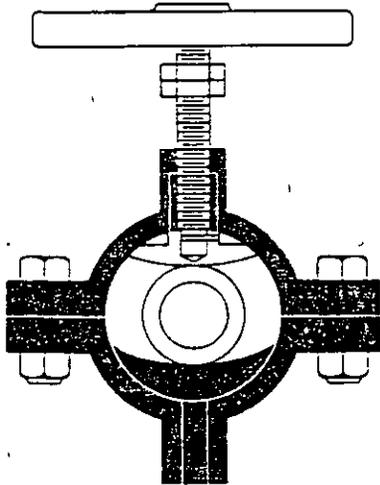
- Caucho, caucho blanco, Hypalon, poliuretano, neopreno, neopreno blanco, Buna-N, Buna-S, Viton A, butilo, caucho de siliconas, TFE.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Los tamaños grandes pueden requerir soportes encima o debajo de la tubería, si los soportes para el tubo son inadecuados.

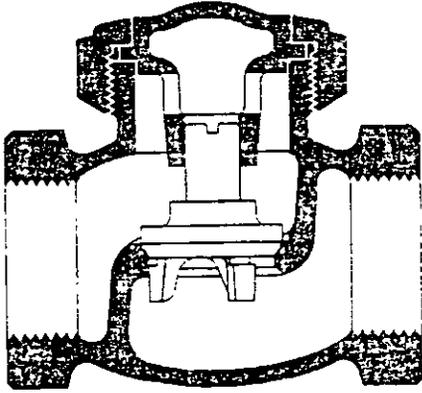
### Especificaciones para el pedido

- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.
- Material de la camisa.
- Camisa descubierta o alojada.



Válvulas de retención (check) y de desahogo (alivio)

Hay dos categorías de válvulas y son para uso específico, más bien que para servicio general: válvulas de retención (*check*) y válvulas de desahogo (alivio). Al contrario de los otros tipos descritos en este capítulo, son válvulas de accionamiento automático, funcionan sin controles externos y dependen para su funcionamiento de sentido de circulación o de las presiones en el sistema de tubería. Como ambos tipos se utilizan en combinación con válvulas de control de circulación, la selección de la válvula, con frecuencia, se hace sobre la base de las condiciones para seleccionar la válvula de control de circulación.



Válvula de retención (tipo de elevación).

Válvulas de retención (*check*). La válvula de retención (Fig. 7-8) está destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación de líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. Hay tres tipos básicos de válvulas de retención: 1) válvulas de retención de columpio, 2) de elevación y 3) de mariposa.

Válvula de retención del columpio. Esta válvula tiene un disco embisagrado o de charnela que se abre por completo con la presión en la tubería y se cierra cuando se interrumpe la presión y empieza la circulación inversa. Hay dos diseños: uno en "Y" que tiene una abertura de acceso en el cuerpo para el esmerinado fácil del disco sin desmontar la válvula de la tubería y un tipo de circulación en línea recta que tiene anillos de asiento reemplazables.

#### Recomendada para

- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.
- Cuando hay cambios poco frecuentes del sentido de circulación en la tubería.
- Para servicio en tuberías que tienen válvulas de compuerta.
- Para tuberías verticales que tienen circulación ascendente.

#### Aplicaciones

- Para servicio con líquidos a baja velocidad.

#### Ventajas

- Puede estar por completo a la vista.
- La turbulencia y las presiones dentro de la válvula son muy bajas.
- El disco en "Y" se puede esmerilar sin desmontar la válvula de la tubería.

#### Variaciones

- Válvula de retención con disco inclinable.

#### Materiales

- Cuerpo: bronce, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable, acero al carbono.
- Componentes: diversos.

#### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- En las tuberías verticales, la presión siempre debe estar debajo del asiento.
- Si una válvula no corta el paso, examinar la superficie del asiento.
- Si el asiento está dañado o escoriado, se debe esmerilar o reemplazar.
- Antes de volver a armar, limpiar con cuidado todas las piezas internas.

### Aplicaciones

- Tuberías para vapor de agua, aire, gas, agua y vapores con altas velocidades de circulación.

### Ventajas

- Recorrido mínimo del disco a la posición de apertura total.
- Acción rápida.

### Variaciones

- Tres tipos de cuerpos: horizontal, angular, vertical.
- Tipos con bola (esfera), pistón, bajo carga de resorte, retención para vapor.

### Materiales

- Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, PVC, Penton, grafito impenetrable, camisa de TFE.
- Componentes: diversos.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- La presión de la tubería debe estar debajo del asiento.
- La válvula horizontal se instala en tuberías horizontales.
- La válvula vertical se utiliza en tubos verticales con circulación ascendente, desde debajo del asiento.
- Si hay fugas de la circulación inversa, examinar disco y asiento.

~~Válvula de retención de mariposa. Una válvula de retención de mariposa tiene un disco dividido embisagrado en un eje en el centro del disco, de modo que un sello flexible sujeto al disco esté a 45° con el cuerpo de la válvula, cuando ésta se encuentra cerrada. Luego, el disco sólo se mueve una distancia corta desde el cuerpo hacia el centro de la válvula para abrir por completo.~~

### Recomendada para

- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación en la tubería.
- Cuando hay cambios frecuentes en el sentido de la circulación.
- Para uso con válvulas de mariposa, macho, bola, diafragma o de apriete.

### Aplicaciones

- Servicio para líquidos o gases.

### Ventajas

- El diseño del cuerpo se presta para la instalación de diversos tipos de camisas de asiento.
- Menos costosa cuando se necesita resistencia a la corrosión.
- Funcionamiento rápido.
- La sencillez del diseño permite construir las con diámetros grandes.
- Se puede instalar virtualmente en cualquier posición.

### Variaciones

- Con camisa completa.
- Con asiento blando.

### Materiales

- Cuerpo: acero, acero inoxidable, titanio, aluminio, PVC, CPVC, polietileno, polipropileno, hierro fundido, Monel, bronce.
- Sello flexible: Buna-N, Viton, caucho de butilo, TFE, neopreno, Hypalon, uretano, Nordel, Tygon, caucho de siliconas.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- En las válvulas con camisa, ésta se debe proteger contra daños durante el manejo.
- Comprobar que la válvula queda instalada de modo que la abra la circulación normal.

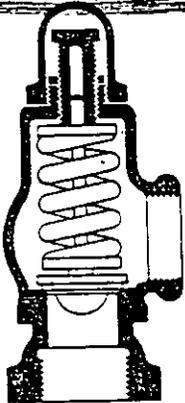
- Válvulas de desahogo (alivio). Una válvula de desahogo (Fig. 7-9) es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio con fluidos no comprimibles y se abre con lentitud conforme aumenta la presión, para regularla.

La válvula de seguridad es similar a la válvula de desahogo y se abre con rapidez con un "salto" para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimibles.

El tamaño de las válvulas de desahogo es muy importante y se determina mediante fórmulas específicas.

### Recomendada para

- Sistemas en donde se necesita una gama predeterminada de presión.



Válvula de desahogo (alivio).

### Aplicaciones

- Agua caliente, vapor de agua, gases, vapores.

### Ventajas

- Bajo costo.
- No se requiere potencia auxiliar para la operación.

### Variaciones

- Seguridad, desahogo de seguridad.
- Construcción con diafragma para válvulas utilizadas en servicio corrosivo.

### Materiales

- Cuerpo: hierro fundido, acero al carbono, vidrio y TFE, bronce, latón, camisa de TFE, acero inoxidable, Hastelloy, Monel.
- Componentes: diversos.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Se debe instalar de acuerdo con las disposiciones del Código ASME para recipientes de presión sin fuego.
- Se debe instalar en lugares de fácil acceso para inspección y mantenimiento.

## Válvulas de bola

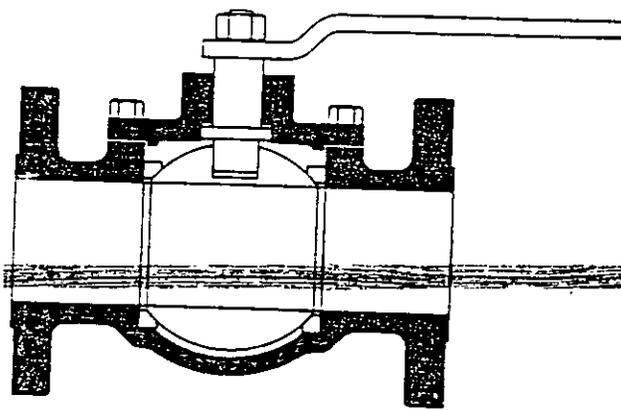
Las válvulas de bola son de 1/4 de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto (Fig. 7-4).

### Recomendada para

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.
- Cuando se requiere apertura rápida.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.

### Aplicaciones

- Servicio general, altas temperaturas, pastas semilíquidas.



Válvula de bola.

### Ventajas

- Bajo costo.
- Alta capacidad.
- Corte bidireccional.
- Circulación en línea recta.
- Pocas fugas.
- Se limpia por sí sola.
- ~~Poco mantenimiento.~~
- No requiere lubricación.
- Tamaño compacto.
- Cierre hermético con baja torsión (par).

### Desventajas

- Características deficientes para estrangulación.
- Alta torsión para accionarla.
- Susceptible al desgaste de sellos o empaquetaduras.
- Propensa a la cavitación.

### Variaciones

- Entrada por la parte superior, cuerpo o entrada de extremo divididos (partidos), tres vías, Venturi, orificio de tamaño total, orificio de tamaño reducido.

### Materiales

- Cuerpo: hierro fundido, hierro dúctil, bronce, latón, aluminio, aceros al carbono, aceros inoxidable, titanio, tantalio, circonio; plásticos de polipropileno y PVC.
- Asiento: TFE, TFE con llenador, Nylon, Buna-N, neopreno.

### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Dejar suficiente espacio para accionar una manija larga.



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

**CURSOS INSTITUCIONALES  
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PARTE II**  
Del 19 al 30 de enero de 1998.

*Modificaciones y adiciones en redes existentes*

Ing. Alfredo Mancilla O.  
Palacio de Minería  
1998.

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

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**Diplomado:**

**MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**TEMA 5**

**MODIFICACIONES Y ADICIONES EN REDES  
EXISTENTES**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**INSTRUCTOR: ING. ALFREDO MANCILLA O.**

**MEXICO, D. F.**

---

## MODIFICACIONES Y ADICIONES A INSTALACIONES EXISTENTES.

- USO ADECUADO DE CAJAS REGISTROS.
  
- BALANCEO DE CARGAS.
  
- AREA TELEMATICA.
  - ✦ ALIMENTACION.
  - ✦ TIERRAS.
  - ✦ REFRIGERACION.

EL DISEÑO DE UNA INSTALACION ELECTRICA DEBE PREVEER SIEMPRE EL POSIBLE AUMENTO DE UNA CARGA A FUTURO, Y PUESTO QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS NO ES POSIBLE CONOCER ANTICIPADAMENTE ESA CARGA FUTURA, EN EL DISEÑO DE LA INSTALACION SE PUEDE CONSIDERAR UN AUMENTO DEL 15% A LA CARGA INSTALADA, Y ASI QUEDAR PROTEGIDOS EN ESE MARGEN DE SEGURIDAD.

CUANDO LLEGUE EL MOMENTO DE REALIZAR UNA AMPLIACION DE LA INSTALACION ELECTRICA, CUYOS CONDUCTORES Y PROTECCIONES PREVIAMENTE SE CALCULARON BASADOS EN LAS NORMAS ELECTRICAS VIGENTES, DEBERA REALIZARSE UN ESTUDIO TECNICO PREVIO DE LA INSTALACION EXISTENTE CON EL OBJETIVO DE DETERMINAR:

1.- LA POSIBILIDAD DE AUMENTAR LA CARGA SIN MODIFICAR SUSTANCIALMENTE LA CAPACIDAD DE LA INSTALACION EXISTENTE.

2.- LAS ADECUACIONES Y/O MODIFICACIONES NECESARIAS PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE LA INSTALACION EXISTENTE.

EN AMBOS CASOS EL ESTUDIO IMPLICA LA REVISION DE LOS EQUIPOS Y PARTES ELECTRICAS INSTALADAS TALES COMO:

- ◆ TABLEROS DE DISTRIBUCION, DE FUERZA Y ALUMBRADO.
  - ◆ CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LAS BARRAS DEL TABLERO.
  - ◆ TENSION DE ALIMENTACION.
  - ◆ No DE FASES E HILOS DEL TABLERO
  - ◆ CORRIENTE DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES PRINCIPAL Y DERIVADOS.
  - ◆ ESPACIOS DISPONIBLES PARA FUTUROS INTERRUPTORES.
  - ◆ CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.
  - ◆ BALANCEO DE FASES.
  
- ◆ CANALIZACIONES (TUBERIA, DUCTO CUADRADO, CHAROLA).
  - ◆ AREA DISPONIBLE DE LA CANALIZACION.
  - ◆ TRAYECTORIAS POSIBLES PARA LA NUEVA CANALIZACION.
  - ◆ NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES ALBERGADOS EN LA CANALIZACION.
  - ◆ REGISTROS EN SUBSUELO. CAJAS REGISTRO Y CONDULETS.

RESPECTO DE LOS TABLEROS ES MUY IMPORTANTE CONOCER LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE SUS BARRAS PARA DETERMINAR SI LA NUEVA CARGA PUEDE SER SOPORTABLE, ADEMAS DE VERIFICAR LA EXISTENCIA DE ESPACIO PARA LA COLOCACION DE LA PROTECCION TERMOMAGNETICA CORRESPONDIENTE.

ES DE SUPONER QUE EL ALIMENTADOR DE UN TABLERO ESTA SELECCIONADO PARA SOPORTAR EL 100% DE LA CARGA DEL MISMO, Y SI LA CONDUCCION DE LAS BARRAS AUN PUEDEN SOPORTAR UNA NUEVA CARGA, ENTONCES AQUEL ALIMENTADOR PODRIA SER ADECUADO TAMBIEN PARA ESTA NUEVA CARGA.

NO SIEMPRE ESTO ES ASI. MUCHAS OCACIONES EL ALIMENTADOR ES DE MENOR CALIBRE POR QUE EL TABLERO NO ESTA CARGADO AL 100%, LO QUE NOS OBLIGA A VERIFICAR LA CAPACIDAD DEL CONDUCTOR Y CAMBIARLO EN CASO NECESARIO.

EL INTERRUPTOR DE PROTECCION SELECCIONADO CORRESPONDERA AL MISMO NUMERO DE FASES DE LA CARGA (MONOFASICA O TRIFASICA), Y TAMBIEN QUE EXISTA ESPACIO EN EL TABLERO DEL CUAL SE TOMARA LA ENERGIA.

DE NO EXISTIR ESPACIO EN EL TABLERO TENDREMOS QUE INSTALAR LA PROTECCION CON SU GABINETE PROPIO Y TOMAR LA ALIMENTACION DEL MISMO TABLERO EN EL CUAL PRETENDIAMOS COLOCARLA.

EN LOS CASOS EN QUE LA ALIMENTACION DE LA CARGA SEA DE UNO O DOS HILOS, DEBEMOS DE VERIFICAR LA CARGA DEL TABLERO PARA DETERMINAR EL DESBALANCEO EXISTENTE Y DECIDIR EN QUE FASE O FASES SE COLOCARA LA CARGA PARA NO MODIFICAR (O PARA MEJORAR) ESE DESBALANCEO, QUE SEGUN NORMAS NO DEBE SER MAYOR AL 5% ENTRE FASES.

RESPECTO DE LA CANALIZACION, LA POSIBILIDAD DE AUMENTAR EL NUMERO DE CONDUCTORES, DENTRO DE UNA TUBERIA O DENTRO DE UN DUCTO CUADRADO, SIEMPRE SE ACOMPAÑA POR DOS FACTORES IMPORTANTES:

- ✦ EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO, QUE SE APLICA, SEGUN LA NORMAS, A PARTIR DE CUATRO CONDUCTORES ACTIVOS DENTRO DE LA CANALIZACION Y QUE PODRIA DEGRADAR SU CAPACIDAD DE CONDUCCION; QUE DE SER ASI YA NO SERIAN ADECUADOS PARA LA INSTALACION EXISTENTE.
- ✦ EL AREA OCUPADA DE LA CANALIZACION, LA CUAL NO DEBE SER MAYOR AL 40% DE SU TOTAL, PARA MAS DE DOS CONDUCTORES. DE SER MAYOR EL PORCENTAJE DEL AREA OCUPADA NOS OBLIGAMOS A CAMBIAR DE CANALIZACION.

CUANDO LA CANALIZACION SEA DUCTO CUADRADO, EL AREA MAXIMA A OCUPAR ES DEL 20% Y NO DEBE HABER MAS DE TREINTA CONDUCTORES ACTIVOS DENTRO DE ESE PORCENTAJE, ACORDE CON LA NORMA VIGENTE.

CUANDO EL MEDIO DE CANALIZACION SEA CHAROLA, LA OCUPACION MAXIMA DE ESPACIO, DEBERA ESTAR ACORDE CON: LA TABLA 318-10 PARA CABLES MONOCONDUCTORES, Y LA TABLA 318-9 PARA CABLES MULTICONDUCTORES. CUANDO LA CHAROLA ESTE CUBIERTA EN MAS DE 1.8 MTRS, LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES SE DEGRADARA AL 95% DE LO INDICADO EN LAS TABLAS 310-16 Y 310-18 DE LAS NORMAS ELECTRICAS.

LAS CANALIZACIONES DEBEN ESTAR MECANICA Y FIRMEMENTE UNIDAS, ADEMAS DE ESTAR BIEN SUJETAS A LOS PISOS Y MUROS. LAS TUBERIAS DEBEN TENER CADA CIERTAS DISTANCIAS UN REGISTRO. LAS CHAROLAS NO TIENEN REGISTROS Y PREFERENTEMENTE SUS CONDUCTORES DEBEN SER DE UNA SOLA PIEZA. LAS CANALIZACIONES METALICAS DEBEN GARANTIZAR ADEMAS UNA BUENA CONDUCCION ELECTRICA.

LOS REGISTROS ESTAN DESTINADOS BASICAMENTE PARA REALIZAR EN ELLOS LOS AMARRES Y EMPALMES NECESARIOS, Y PARA EFECTUAR CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS TRAYECTORIAS SIN CAUSAR DAÑOS A LOS CONDUCTORES. DEBEN TENER ESPACIO SUFICIENTE PARA MANIOBRAS Y NO DEBEMOS SATURALOS, PUES ENTONCES SE DIFICULTARIA SU MANTENIMIENTO.

LOS REGISTROS EN EL SUBSUELO DEBEN TENER, ADEMAS, LAS DIMENSIONES NORMALIZADAS Y ARENA EN EL FONDO PARA FILTRACION DEL AGUA QUE CAIGA DE LAS TUBERIAS, Y MUY IMPORTANTE ES QUE ESTEN LIBRE DE BASURA.

#### ◆ TIERRAS.

EL SISTEMA DE TIERRAS TIENE COMO FINALIDAD EL DISPERSAR LAS CORRIENTES EXCEDENTES QUE SE DERIVEN HACIA ELLA ATRAVEZ DE LOS CONDUCTORES DESTINADOS PARA ELLO..

LAS CORRIENTES EXCEDENTES PUEDEN SER:

.-CORRIENTES PARASITAS EN CONDUCTORES O EN CANALIZACIONES METALICAS CAUSADAS POR INDUCCION.

.-POR CONTACTO ACCIDENTAL DE UNA LINEA ENERGIZADA CON ALGUN PUNTO ATERRIZADO (CONTACTO A MASA).

.-POR ARCO ENTRE UN PUNTO ENERGIZADO Y UN PUNTO ATERRIZADO.

.-POR DESCARGA ATMOSFERICA EN UN PUNTO ATERRIZADO (PARARRAYOS).

.-POR DESCARGA ATMOSFERICA EN UNA LINEA ENERGIZADA Y CONECTADA A TIERRA ATRAVEZ DE UN DISPOSITIVO DISEÑADO ESPECIALMENTE PARA DERIVAR ESA ENERGIA A TIERRA (APARTARRAYO).

EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA SE SELECCIONA SEGUN LA CAPACIDAD DE DISPARO DE LA PROTECCION QUE SE ENCUENTRA INMEDIATAMENTE DESPUES DE LA ACOMETIDA (TABLA N° ) Y DEBEN SER CONECTADOS MECANICAMENTE A UN ELECTRODO DE COBRE INCRUSTADO EN EL SUELO. CON

CODICIONES PREFERENTEMENTE HUMEDAS.

5

LOS ELECTRODOS DE COBRE DEBEN SELECCIONARSE SEGUN EL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE ACOMETIDA (TABLA N° ).

DEBIDO A QUE LA ENERGIA QUE DERIVARAN LOS CONDUCTORES DE TIERRA DE LOS APARTARRAYOS Y LOS PARARRAYOS SON DE DESCARGAS ATMOSFERICAS, CUYA ENERGIA ES BASTANTE ELEVADA, Y POR LA CUAL SUCEDEN GRANDES ESFUERZOS MECANICOS, SIEMPRE DEBERAN SER FIRMEMENTE SUJETADOS CON ABRAZADERAS ADECUADAS A SU DIAMETRO, PREFERENTEMENTE DEBEN SER DE TRAYECTORIA RECTA, Y DE EXISTIR CURVAS ESTOS PUNTOS SERAN LOS CUALES SE TENDRA MAYOR CUIDADO EN SU REFORZAMIENTO.

LOS CONDUCTORES DE TIERRA DE SERVICIO AL INTERIOR DE LA INSTALACION, PODRAN SER DESNUDOS O AISLADOS PERO EN TODO EL TRAYECTO DEBERAN SER FIRMEMENTE SUJETOS EN CAJAS, EN REGISTROS (METALICOS), TABLEROS DE FUERZA, TABLEROS DE CONTROL, TABLEROS DE ALUMBRADO, ETC, DE MANERA QUE TODAS LAS PARTES METALICAS EXPUESTAS AL USUARIO ESTEN ATERRIZADAS. EN CASO DE SER AISLADO EL COLOR NORMALIZADO SERA EL AMARILLO CON UNA FRANJA VERDE O EL COLOR BLANCO O GRIS, AUNQUE OTROS EQUIPOS SEÑALAN EL COLOR VERDE PARA TAL FIN POR LO QUE ESTE COLOR ES TAMBIEN ACEPTABLE.

## **CONSIDERACIONES PARA REALIZAR UN PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA.**

- 1.- LEVANTAMIENTO DE CARGAS; LO CUAL COMPRENDE TODO TIPO DE CARGAS MONOFASICAS (120, 220, 440 VOLTS), ALIMENTADAS CON DOS O TRES HILOS, Y TRIFASICAS , ALIMENTADAS CON TRES O CUATRO HILOS.**

**CONOCER ESTAS CARGAS SON IMPORTANTES PARA PODER SELECCIONAR LOS CONDUCTORES, PROTECCIONES Y CANALIZACIONES ADECUADAS, DETERMINADOS SEGUN LOS METODOS DE CALCULO BASADOS EN LAS NORMAS ELECTRICAS VIGENTES.**

- 2.- UBICACION DE LAS CARGAS, BASANDOSE EN EL PLANO ARQUITECTONICO REALIZADO PARA TAL FIN, LO QUE NOS PERMITE DEFINIR LAS TRAYECTORIAS DE LAS CANALIZACIONES, ADEMAS DE PODER OBTENER LA LISTA DE MATERIALES Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA EL MONTAJE Y LA INSTALACION.**
- 3.- BALANCEO DE CARGAS: UNA VEZ DEFINIDOS LOS ALIMENTADORES DE CADA CARGA, SE DEBE DISTRIBUIRLAS EN CADA FASE, DE MANERA QUE EN CADA UNA DE ELLAS EXISTA CASI LA MISMA CARGA. EL DESBALANCEO PERMITIDO ES DEL 5% MAXIMO.**

NOMBRE																
FECHA	TITULO	TABLA DE VALORES PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.	TALLER	ELECTRICIDAD INDUSTRIAL	GRUPO											

**FACTORES MULTIPLICADORES PARA OBTENER LOS KVAR. CAPACITIVOS NECESARIOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA (F.P. o COS  $\phi$ ).**

	FACTOR DE POTENCIA DESEADO (FP <sub>2</sub> ) (COS $\phi_2$ )																
	///	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
FACTOR	0.50	1.112	1.139	1.165	1.192	1.220	1.240	1.276	1.306	1.337	1.136	1.403	1.440	1.481	1.529	1.589	1.732
	0.51	1.067	1.094	1.120	1.147	1.175	1.203	1.231	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
	0.52	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
	0.53	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
DE	0.54	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
	0.55	0.899	0.926	0.952	0.979	1.007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.156	1.190	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
	0.56	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.480
	0.57	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191	1.239	1.299	1.442
POTENCIA	0.58	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
	0.59	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.226	1.369
	0.60	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190	1.333
	0.61	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.156	1.299
EXISTENTE	0.62	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015	1.063	1.123	1.266
	0.63	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
	0.64	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
	0.65	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.918	0.966	1.026	1.169
(FP <sub>1</sub> )	0.66	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.995	1.138
	0.67	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.965	1.108
	0.68	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.633	0.653	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935	1.078
	0.69	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.799	0.846	0.906	1.049
(COS $\phi_1$ )	0.70	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.877	1.020
	0.71	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
	0.72	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
	0.73	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607	0.644	0.685	0.733	0.793	0.936
	0.74	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
	0.75	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
	0.76	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712	0.855
	0.77	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
	0.78	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.550	0.599	0.659	0.802
	0.79	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.633	0.776
	0.80	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.609	0.750
	0.81	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
	0.82	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.555	0.698
	0.83	0.052	0.079	0.105	0.131	0.158	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.529	0.672
	0.84	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
	0.85	---	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
	0.86	---	---	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.342	0.390	0.450	0.593
	0.87	---	---	---	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
	0.88	---	---	---	---	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
	0.89	---	---	---	---	---	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183	0.220	0.261	0.309	0.369	0.512
	0.90	---	---	---	---	---	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.233	0.281	0.341	0.404	
	0.91	---	---	---	---	---	---	0.030	0.061	0.093	0.127	0.164	0.205	0.253	0.313	0.456	
	0.92	---	---	---	---	---	---	---	0.031	0.063	0.097	0.134	0.175	0.223	0.283	0.426	
	0.93	---	---	---	---	---	---	---	---	0.032	0.066	0.103	0.144	0.192	0.252	0.395	
	0.94	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.034	0.071	0.112	0.160	0.220	0.363	
	0.95	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.037	0.079	0.126	0.186	0.329	
	0.96	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.041	0.089	0.149	0.292	
	0.97	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.048	0.108	0.251	
	0.98	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.060	0.203	
	0.99	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.143	

EJEMPLO: CALCULAR LOS KVAR CAPACITIVOS NECESARIOS PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA DE 0.80 A 0.95, EN UNA INSTALACION CON 500 KW DE CARGA INSTALADA.

FORMULA:  $KVAR = KW \times (TAN \phi_1 - TAN \phi_2)$

$KVAR = 500 \times (0.421)$

$KVAR = 210.5$  ← POTENCIA REACTIVA DEL CAPACITOR NECESARIO PARA MEJORAR EL F.P. DE 0.8 A 0.95

HOMBRE		HOJA N° 1 de 7
FECHA	TITULO NORMAS TECNICAS N.T.I.E.	TALLER ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

**NORMAS TECNICAS ELECTRICAS.  
PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES**

**210-19.a.- CONDUCTORES.**

.-LOS CONDUCTORES DERIVADOS DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION MINIMA IGUAL A LA CORRIENTE DE LA CARGA POR SERVIR.

**210-19.a.4.-** EN UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTE CUALQUIER TIPO DE CARGA, ALUMBRADO, FUERZA, O CALEFACCION, LA CAIDA DE TENSION HASTA LA SALIDA MAS LEJANA DEL CIRCUITO, NO DEBE EXCEDER DEL 3% ADEMÁS, LA CAIDA DE TENSION TOTAL ENTRE EL ALIMENTADOR Y EL DERIVADO, NO DEBE EXCEDER DEL 5%

**210-24.- CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.**

.-LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEBERAN SER ALIMENTADOS POR CONDUCTORES, COMO MINIMO, DEL CALIBRE INDICADO

CAPACIDAD DEL CIRCUITO	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
CONDUCTOR CALIBRE AWG	14	12	10	8	6

EN LA TABLA.

**215-2.1.- CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS ALIMENTADORES.**

.-LA CAIDA DE TENSION GLOBAL DESDE EL MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL HASTA LA SALIDA MAS ALEJADA DE LA INSTALACION, CONSIDERANDO CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS, NO DEBE EXCEDER DEL 5% DICHA CAIDA DE TENSION DEBE DISTRIBUIRSE RAZONABLEMENTE ENTRE AMBOS CIRCUITOS, PROCURANDO QUE EN CUALQUIERA DE ELLOS LA CAIDA DE TENSION NO EXCEDA EL 3%.

**INTERPRETACION**

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

←-NO MAS DEL 3%

←-NO MAS DEL 3%

←-NO MAS DEL 5%

**220-2.- TENSIONES.-**

.-A MENOS QUE OTRAS TENSIONES SE ESPECIFIQUEN, PARA PROPOSITOS DE CALCULO SE UTILIZARAN LOS VALORES SIG.  
120, 127, 220/127, 240/120, 208/120, 440/254, 480/277, 600 VOLTS.

**220-3.a.- CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS.**

a).-LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO DERIVADO, NO DEBE SER MENOR A LA SUMA DE LAS CARGAS NO CONTINUAS MAS EL 125% DE LA CARGA CONTINUA.

**220-3.b.- CALCULO DE LA CARGA DE CIRCUITOS DERIVADOS.**

.-PARA EFECTOS DE CALCULO DE CASAS-HABITACION Y CUARTOS DE HOTEL, DEBE ASIGNARSE 1 25 W POR SALIDA DE ALUMBRADO, Y DE 1 80 W POR CADA CONTACTO DE USO GENERAL.

**ALTERNATIVA DE CALCULO: TABLA 220-3.b**

TIPO DE LOCAL	VA/M <sup>2</sup>
AUDITORIOS Y ARMERIAS	10
BANCOS	30
BODEGAS Y ALMACENES	2.5
CASA HABITACION	30
CLUBES Y CASINOS	20
EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES	20
EDIFICIOS DE OFICINAS	35
ESCUELAS	30
ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES	5
HOSPITALES	20
HOTELES, MOTELES, DEPTOS, ANUEBLADOS	20
IGLESIAS	10
PELUQUERIAS Y ESTETICAS	30
RESTAURANTES	20
TENDAS	20
TRIBUNALES	20

**220-4.a.- CIRCUITOS DERIVADOS REQUERIDOS.**

.-DEBEN INSTALARSE DOS O MAS CIRCUITOS DERIVADOS DE MAXIMO 20A PARA SALIDAS DE CONTACTOS, ADEMÁS SE DEBE INSTALAR UNA SALIDA DE 20A PARA USO EXCLUSIVO DE LAVANDERIA.  
.-TAMBIEN DEBEN INSTALARSE SALIDAS DE MAXIMO 20A PARA ALUMBRADO.

NOMBRE		HOJA N°	2 de 7
FECHA	TITULO	TALLER	GRUPO
	NORMAS TECNICAS M.T.I.E.	ELECTRICIDAD INDUSTRIAL	

**220-10.- CIRCUITOS ALIMENTADORES.**

b) CUANDO UN ALIMENTADOR SIRVE A CARGAS CONTINUAS Y NO CONTINUAS EL DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE NO DEBE SER MENOR A LA SUMA DE LAS CARGAS NO CONTINUAS MAS EL 125% DE LAS CARGAS CONTINUAS.

**240-3.- PROTECCION DE CONDUCTORES EN GENERAL.**

.- LOS CONDUCTORES DEBEN PROTEGERSE ACORDE CON SU CAPACIDAD DE CONDUCCION (ART.-310-15) O MENOS.  
a.- SE EXCEPTUA LA PROTECCION CUANDO POR LA INTERRUPCION EXISTA RIESGO DE DAÑO FISICO O PERSONAL.

**240-6.- CAPACIDADES DE CONDUCCION NORMALIZADAS.**

a.- LAS CAPACIDADES DE CONDUCCION DE CORRIENTE NORMALIZADAS DE INTERRUPTORES Y FUSIBLES, SON:  
10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 25000, 3000, 4000, 5000 Y 6000 AMPS.  
.- PARA FUSIBLES, SE CONSIDERA NORMALIZADAS TAMBIEN 1, 3, 6 Y 10 AMPS.

**250-94.- ELECTRODOS DE TIERRA.**

.- EL TAMAÑO DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA, NO DEBE SER MENOR A LO INDICADO EN LA TABLA 250-94.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA. ART. 250-94

CALIBRE DEL CONDUCTOR MAYOR, DE LA ACOMETIDA, O SU EQUIVALENTE EN PARALELO.	2	2	1/0	3/0	350 kcm	600 kcm	Más
	ó MENOR	a	a	a	a	a	de
		1/0	3/0	350 kcm	600 kcm	1100 kcm	1100 kcm
CALIBRE AVG DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA. (COBRE)	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0

**310-15.a.-FACTORES DE CORRECCION. F.T. Y F.A**

b) LA CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DIFERENTES A 30° DEBE CORREGIRSE CON LOS FACTORES DE TEMPERATURA INDICADOS EN LAS TABLAS CORRESPONDIENTES.

**310-15.8.a.-**

a) PARA CABLES O CANALIZACIONES QUE CONTENGAN MAS DE TRES CONDUCTORES ACTIVOS, LA CAPACIDAD DE CORRIENTE OBTENIDA EN LAS TABLAS 310-16 A LA 310-19, Y YA CORREGIDA POR TEMPERATURA, DEBE SER REDUCIDA POR EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO DE LA TABLA CORRESPONDIENTE.

**310-11.b.- CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CABLES EN CHAROLAS.**

.- LOS FACTORES DE CORRECCION DEL AR.310.8.a, CONDUCTORES PARA NO MENOS DE 2000 VOLTS, NO SON APLICABLES A LA CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CHAROLAS.  
.- PARA MONOCONDUCTORES MAYORES A 1/0 VER INCISOS 1 Y 2 DEL MISMO ART.  
.- PARA CABLES MULTICONDUCTORES DE MAS DE 3 CONDUCTORES ACTIVOS, SE APLICAN LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.

**345-7 Y 346-6.- CONDUCTORES EN TUBERIA CONDUIT.**

.-EL NUMERO DE CONDUCTORES EN UN SOLO TUBO CONDUIT, NO DEBE SOBREPASAR LOS PORCENTAJES PRMITIDOS DADOS EN LA TABLA 1 CAPITULO 10, ACORDE CON LAS DIMENSIONES DE LA TABLA 4 MISMA SECCION.

PORCENTAJES DE RELLENO DE CONDUCTORES PARA TUBO CONDUIT			
NUMERO DE CONDUCTORES:	1	2	3 ó MAS
% DE LA SECCION DEL TUBO:	53	30	40

NOMBRE			HOJA N° 3 de 7
FECHA	TITULO NORMAS TECNICAS N.T.I.E.	TALLER ELECTRICIDAD INDUSTRIAL	GRUPO

**362-5.-DUCTOS METALICOS.**

- .-LOS DUCTOS METALICOS CON TAPA NO DEBEN ALOJAR MAS DE 30 CONDUCTORES ACTIVOS EN CUALQUIER TRAYECTORIA.
- .-LA SUMA DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES NO DEBE EXCEDER EL 20% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL DUCTO.
- .-LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO NO SE APLICAN A LOS 30 CONDUCTORES CUANDO LA SUMA DE SUS SECCIONES TRANSVERSALES NO EXCEDEN EL 20% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL DUCTO.
- .-AL APLICAR EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO NO SE LIMITA EL NUMERO DE CONDUCTORES SIN EXCEDER EL 20% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL DUCTO.

**384-15.- GABINETES DE CONTROL.**

- .-EN NINGUN GABINETE DE CONTROL DEBEN INSTALARSE MAS DE 42 DISPOSITIVOS DE SOBRECORRIENTE, APARTE DEL DISPOSITIVO PRINCIPAL PROPIO.

**384-16.- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE EN GABINETE DE CONTROL.**

- .-LA CARGA TOTAL DE CUALQUIER DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DENTRO DE UN GABINETE, NO DEBE SER MAYOR AL 80% DE SU CAPACIDAD, CUANDO LA CARGA DURE TRES HORAS O MAS.

**422-5.- PROTECCION DE APARATOS EN CIRCUITOS DERIVADOS.**

- .-LA CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION, NO EXCEDERA EL VALOR DE LA CORRIENTE INDICADA EN LA PLACA DEL APARATO.

**422-28.- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.**

- a.-LOS APARATOS ELECTRICOS SE CONSIDERAN PROTEGIDOS CONTRA SOBRECORRIENTE, CUANDO LOS CIRCUITOS DERIVADOS QUE LOS ALIMENTAN HAN SIDO PROTEGIDOS CONFORME A SU CAPACIDAD DE CONDUCCION (TABLAS 310-16..19).

**430-22.-CONDUCTOR ALIMENTADOR PARA UN SOLO MOTOR.**

- a) LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES A UN SOLO MOTOR DEBERAN TENER SU CAPACIDAD NO MENOR AL 125% DE LA CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR A PLENA CARGA.

**430-24.-VARIOS MOTORES O MOTORES Y OTRAS CARGAS.**

- .-LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTEN A VARIOS MOTORES O A MOTORES Y OTRAS CARGAS, DEBERAN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION IGUAL A LA SUMA DE LAS CORRIENTES NOMINALES DE TODAS LAS CARGAS MAS EL 25% DE LA CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA DEL MOTOR MAYOR.

**430-32.-DISPOSITIVO DE SOBRECARGA (ITM).**

- a.1) UN DISPOSITIVO SENSIBLE A LA CORRIENTE DEL MOTOR Y SEPARADO DE EL, NO SERA MAYOR A LOS PORCENTAJES SIGUIENTES:
- |                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| MOTORES CON FACTOR DE SERVICIO MINIMO AL 1.50.....     | 125% |
| MOTORES CON AUMENTO DE TEMPERATURA MINIMA A 40° C..... | 125% |
| RESTO DEL TIPO DE MOTORES.....                         | 115% |

**430-62.-ITM ALIMENTADOR PRINCIPAL, A VARIOS MOTORES.**

- a) EL VALOR NOMINAL DEL ITM PRINCIPAL DEBERA SER DE VALOR O AJUSTE DEL DISPOSITIVO MAYOR MAS LA SUMA DE LAS CORRIENTES DEL RESTO DE LAS CARGAS.

**CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE  
- EN CONDUCTORES AISLADOS.**

TABLA 310.16 N.T.I.E.

CALIBRE	SECCION NOMINAL AWG MM <sup>2</sup>	CAPACIDAD DE CONDUCCION EN AMPERES																													
		60°					75°					90°					200°					250°									
		60°		75°		90°		200°		250°		60°		75°		90°		200°		250°											
		TW, UF.		XHHW, THHN, THW, THHW, THWLS, RHW, THHWLS, USE		FEPB, XHHW, SA, SIS, FEP RHH, RHW2, THW2, THHW, THHWLS, TT, THWN2, USE2 XHHW2, THHN		FEP, FEPB.		TFE NIQUEL O COBRE CON NIQUEL.		TW, UF.		XHHW, THHN, THW, THHW, THWLS, RHW, THHWLS.		FEPB, XHHW, SA, SIS, FEP RHH, RHW2, THW2, THHW, THHWLS, TT, THWN2, USE2 XHHW2, THHN		FEP, FEPB.		TFE NIQUEL O COBRE CON NIQUEL.											
ENTUBADO O CABLE																A L A I R E															
		COBRE		ALUM		COBRE		ALUM		COBRE		ALUM		COBRE		ALUM		COBRE		ALUM		COBRE		ALUM							
14	2.08	20	--	20	--	25	--	36	39	25	--	30	--	35	--	54	59	25	--	30	--	35	--	54	59						
12	3.31	25	20	25	20	30	25	45	54	30	25	35	30	40	35	68	78	30	25	35	30	40	35	68	78						
10	5.26	30	25	35	30	40	35	60	73	40	35	50	40	55	40	90	107	40	35	50	40	55	40	90	107						
8	8.37	40	30	50	40	55	45	83	93	60	45	70	55	80	60	124	142	60	45	70	55	80	60	124	142						
6	13.31	55	40	65	50	75	60	110	117	80	60	95	75	105	80	165	205	80	60	95	75	105	80	165	205						
4	21.15	70	55	85	65	95	75	125	148	105	80	125	100	140	110	220	278	105	80	125	100	140	110	220	278						
2	33.62	95	75	115	90	130	100	171	191	140	110	170	135	190	150	293	381	140	110	170	135	190	150	293	381						
1	42.41	110	85	130	100	150	115	197	215	165	130	195	155	220	175	344	440	165	130	195	155	220	175	344	440						
1/0	53.49	125	100	150	120	170	135	229	244	195	150	230	180	260	205	399	532	195	150	230	180	260	205	399	532						
2/0	67.43	145	115	175	135	195	150	260	273	225	175	265	210	300	235	467	591	225	175	265	210	300	235	467	591						
3/0	85.81	165	130	200	155	225	175	297	308	260	200	310	240	350	275	546	708	260	200	310	240	350	275	546	708						
4/0	107.29	195	150	230	180	260	205	346	361	300	235	360	280	405	315	629	830	300	235	360	280	405	315	629	830						
250	127.00	215	170	255	205	290	230	---	---	340	265	405	315	455	375	---	---	340	265	405	315	455	375	---	---						
300	152.00	240	190	285	230	320	255	---	---	375	290	445	350	505	395	---	---	375	290	445	350	505	395	---	---						
350	177.00	260	210	310	250	350	280	---	---	420	330	505	395	570	445	---	---	420	330	505	395	570	445	---	---						
400	203.00	280	225	335	270	380	305	---	---	455	355	545	425	615	480	---	---	455	355	545	425	615	480	---	---						
500	253.00	320	260	380	310	430	350	---	---	515	405	620	485	700	545	---	---	515	405	620	485	700	545	---	---						
600	304.00	355	285	420	340	475	385	---	---	575	455	690	540	780	615	---	---	575	455	690	540	780	615	---	---						
750	380.00	400	320	475	385	535	435	---	---	655	515	785	620	885	700	---	---	655	515	785	620	885	700	---	---						
1000	507.00	455	375	545	445	615	500	---	---	780	625	935	750	1055	845	---	---	780	625	935	750	1055	845	---	---						

SECCION DEL CALIBRE 12 →      ← SECCION DEL CALIBRE 10  
RELACION ENTRE DOS CALIBRES = 1.59; EJEMPLO: 3.31 x 1.59 = 5.26

**FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA.**

TABLA 302.4B N.T.I.E.

TEMP AMBIENTE °C	TEMPERATURA MAXIMA PERMISIBLE DEL AISLAMIENTO						
	60°	75°	85°	90°	100°	125°	200°
31-40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	----
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.90	0.92	----
46-50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	----
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.83	0.86	----
56-60	----	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91
61-70	----	0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87
71-80	----	----	0.30	0.41	0.61	0.68	0.84
81-90	----	----	----	----	0.50	0.61	0.80
91-100	----	----	----	----	----	0.51	0.77
101-120	----	----	----	----	----	----	0.69
121-140	----	----	----	----	----	----	0.59

PARA DETERMINAR EL MAXIMO PERMISIBLE DE LA CORRIENTE DE CONDUCCION, EN TEMPERATURAS SUPERIORES A 30°C, MULTIPLICAR LAS AMPACIDADES DE LA TABLA 302.4, POR EL FACTOR INDICADO AQUI.

**FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.**

TABLA 302.4A N.T.I.E.

NUMERO DE CONDUCTORES	% DE LA AMPACIDAD INDICADA EN TABLA 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 ó MAS	50

PARA DETERMINAR EL MAXIMO PERMISIBLE DE LA CORRIENTE DE CONDUCCION, EN AGRUPAMIENTOS MAYORES A 3 CONDUCTORES, MULTIPLICAR LAS AMPACIDADES DE LA TABLA 302.4, POR EL FACTOR % INDICADO AQUI.

**ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.**

ART. 206.57 N.T.I.E.

CALIBRE DEL CONDUCTOR MAYOR, DE LA ACOMETIDA, O SU EQUIVALENTE EN PARALELO.	CALIBRE DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA. (COBRE)
2 ó Menor	8
1/0	6
2/0 ó 3/0	4
4/0 a 350kcm	2
400 a 600kcm	2/0
600 a 1100kcm	3/0
Más de 1100kcm	1/0

**TIERRAS**

**CALIBRE DE CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA**

TABLA 206.58 N.T.I.E.

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL ITM UBICADO ANTES DE LA CARGA.  NO MAYOR DE (AMPERES)	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA. AWG-KCM	
	COBRE	ALUMINIO
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	500
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1000
6000	800	1200

**DIMENSIONES DE CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TERMOPLASTICO.**

TABLA 5

CALIBRE AWG o KCM	TIPOS: TH, THW, THW-LS, THHN.		TIPOS: THWN, THHN.	
	DIAM EXT MM	SECC MM <sup>2</sup>	DIAM EXT MM	SECC MM <sup>2</sup>
14	3.5	9.62	3.0	7.07
12	4.0	12.57	3.5	9.62
10	4.6	16.62	4.4	15.21
8	6.0	28.27	5.8	26.42
6	7.8	47.78	6.7	35.26
4	9.0	63.60	8.5	56.75
2	10.5	86.60	10.0	78.54
1/0	13.6	145.30	12.6	124.60
2/0	14.8	172.00	13.8	149.60
3/0	16.1	203.60	15.1	176.70
4/0	17.6	243.30	16.6	216.40
250	19.5	298.60	18.3	263.00
300	20.9	343.00	19.7	304.80
350	22.7	405.90	----	----
400	23.4	430.10	22.2	387.00
500	25.6	514.70	24.4	467.60
600	29.0	662.00	----	----
750	30.6	735.40	29.3	674.30
1000	34.5	934.80	32.2	814.30

**DIMENSIONES DE TUBERIA Y AREA DISPONIBLE.**

TABLA 4

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERIOR	AREA INTERIOR TOTAL	AREA DISPONIBLE		
MM	PULG.	MM	MM <sup>2</sup>	30%	40%	53%
13	1/2	15.81	194	58	78	103
19	3/4	20.95	342	103	137	181
25	1	26.65	555	167	222	294
32	1-1/4	35.05	968	290	387	513
38	1-1/2	40.90	1 316	395	526	697
51	2	52.50	2 168	650	867	1 149
63	2-1/2	62.71	3 090	927	1 236	1 638
76	3	77.93	4 761	1 428	1 904	2 523
89	3-1/2	90.12	6 387	1 916	2 555	3 385
102	4	102.26	8 206	2 462	3 282	4 349
127	5	128.20	12 203	3 661	4 881	6 468
152	6	154.00	18 639	5 592	7 456	9 879

DUCTO CUADRADO					
MM X MM	PULG. X PULG.	-----	MM <sup>2</sup>		
			100%	20%	
63.5	2-1/2	-----	4,000	800	
101.6	4	-----	10,000	2,000	
152.4	6	-----	23,000	4,600	

**-AREA DISPONIBLE:**

- 30% PARA 2 CONDUCTORES.
- 40% PARA 3 O MAS CONDUCTORES.
- 53% PARA 1 SOLO CONDUCTOR.
- 20% PARA UN DUCTO CUADRADO.

-NO MAS DE 30 CONDUCTORES ACTIVOS (CONDUCTORES DE CORRIENTE), DENTRO DE ESA AREA DISPONIBLE DEL DUCTO CUADRADO.

-SI LOS CONDUCTORES NO EXCEDEN EL 20% DEL AREA DISPONIBLE DE UN DUCTO CUADRADO, NO SE APLICA EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO (F.A.) Y PUEDE EXCEDER DE 30 CONDUCTORES.

NOMBRE			HOJA 7 de 7
FECHA	TITULO	RESISTENCIAS Y REACTANCIAS DE CONDUCTORES	TALLER ELECTRICIDAD INDUSTRIAL GRUPO

RESISTENCIA Y REACTANCIA, A 60 HZ, DE CABLES CON AISLAMIENTO THW 75°C, 600 VOLTS.

AWG	OHMS / KM				
	REACTANCIA (X <sub>L</sub> )		RESISTENCIA (R)		
KCM	TUBERIA PVC o AL	TUBERIA MAGNETIC	TUBERIA PVC	TUBERIA DE ALUM.	TUBERIA MAGNETIC
14	0.190288	0.239581	0.170603		
12	0.177165	0.223097	0.561679		
10	0.164042	0.206692	0.397007		
8	0.170603	0.213254	0.559055		
6	0.167322	0.209973	0.607611		
4	0.157480	0.196850	0.817060		
2	0.147637	0.187007	0.623359	0.656168	
1/0	0.144356	0.180446	0.393700	0.42509	0.393700
2/0	0.141076	0.177165	0.328084		
3/0	0.137795	0.170603	0.252624	0.269028	0.308398
4/0	0.134514	0.167322	0.203412	0.219816	0.262467
250	0.134514	0.170603	0.170603	0.187007	0.239581
300	0.134514	0.167322	0.144356	0.160761	0.213254
350	0.131233	0.164042	0.124672	0.141076	0.196859
400	0.131233	0.160761	0.108267	0.124672	0.183727
500	0.127952	0.157480	0.088582	0.104986	0.164042
600	0.127952	0.157480	0.075459	0.091863	0.154199
750	0.124672	0.157480	0.062336	0.078740	0.141076
1000	0.121391	0.150918	0.049212	0.062335	0.131233

$$e\% = \frac{kva (r \cos \phi + x \sin \phi)}{10 kv^2}$$

NOTA: RESISTENCIA Y REACTANCIA TOMADOS DE LA TABLA 1.20 P.98 DEL "INDUSTRIAL POWER SYSTEM HANDBOOK" D. BEEMAN.

# CORRIENTE PLENA CARGA DE MOTORES.

DE CORRIENTE DIRECTA.

TABLA 403.93 N.T.I.E.

C.P.	AMPERES A TENSION DE LA ARMADURA		
	120 V	240 V	500 V
1/4	3.1	1.6	-----
1/3	4.1	2.0	-----
1/2	5.4	2.7	-----
3/4	7.6	3.8	-----
1 1/2	13.5	6.6	-----
2	17.0	8.5	-----
3	25.0	12.2	-----
5	40.0	20.0	-----
7 1/2	50.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15	-----	55.0	27.0
20	-----	72.0	34.0
25	-----	89.0	43.0
30	-----	106.0	51.0
40	-----	140.0	67.0
50	-----	173.0	83.0
60	-----	206.0	99.0
75	-----	255.0	123.0
100	-----	341.0	164.0
125	-----	425.0	205.0
150	-----	506.0	246.0
200	-----	675.0	330.0

DE C.A. TRIFASICOS.

TABLA 409.95 N.T.I.E.

C.P.	INDUCCION, JAULA DE ARDILLA, ROTOR DEV.			MOTOR SINCRONO CON F.P. UNITARIO		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/4	2.1	1.0	-----	-----	-----	-----
1/3	2.9	1.5	-----	-----	-----	-----
1/2	3.8	1.9	-----	-----	-----	-----
3/4	5.4	2.7	-----	-----	-----	-----
2	7.1	3.6	-----	-----	-----	-----
3	10.0	5.0	-----	-----	-----	-----
5	15.9	7.9	-----	-----	-----	-----
7 1/2	23.0	11.0	-----	-----	-----	-----
10	29.0	15.0	-----	-----	-----	-----
15	44.0	22.0	-----	-----	-----	-----
20	56.0	28.0	-----	-----	-----	-----
25	71.0	36.0	-----	54.0	27.0	-----
30	84.0	42.0	-----	65.0	33.0	-----
40	109.0	54.0	-----	86.0	43.0	-----
50	136.0	68.0	-----	108.0	54.0	-----
60	161.0	80.0	15.0	128.0	64.0	11.0
75	201.0	100.0	19.0	161.0	81.0	14.0
100	259.0	130.0	25.0	211.0	106.0	19.0
125	326.0	163.0	30.0	264.0	132.0	24.0
150	376.0	189.0	35.0	-----	158.0	29.0
200	502.0	251.0	47.0	-----	210.0	36.0

DE C.A. MONOFASICOS

TABLA 403.94 N.T.I.E.

C.P.	MOTOR DE INDUCCION	
	127 V	220 V
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

No	CARGA	HP	VOLTS	FASES	AMPS		MTRS	SECC. NECES. MM²	AWG 90°C THHW				AJUSTE °C FT = %	ITM 3x AMPS
					100%	125%			N°	SECC.	AMPAC.	e%		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

**FORMULA PARA SISTEMA TRIFASICO**

$$S = \frac{2 \times L \times I \times 1.732}{E_L \times e\%}$$

$$I = \frac{2 \times L \times I \times 1.732}{E_L \times S}$$

ITM = AMPS TOT + (ITM MAYOR - AMPS CARGA MAYOR)

ALIMENTADOR = AMPS TOT + AMPS MOTOR MAYOR

e% MAXIMA	%
ALIMENTADOR	
DERIVADO	

REALIZO:  
FECHA: EA



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

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**PARTE II**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DEL 19 al 30 DE ENERO**

**PROYECTO PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO**

**EXPOSITOR: M EN C. JESUS R. MARTIN DEL C.  
PALACIO DE MINERIA  
1998**



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

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**DIPLOMADO**



**PROYECTO PARA IMPLANTAR  
UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO**

**MODULO DOS**

**CAPUFE**

**Enero de 1998**

**México, D. F.**

**EXPOSITOR: | M. en C. JESUS R, MARTIN DEL CAMPO**

<b>MODELO</b> DESARROLLO	MX-09	HOJA: 1
<b>SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		FECHA:

<b>PASO</b>	<b>ACTIVIDADES Y ACCIONES</b>
<b>1</b> <i>ANALISIS</i>	a) Recursos b) Funciones c) Procedimientos d.) OBJETIVOS
<b>2</b> <i>UBICACION</i>	a) Conocimiento del equipo b) Identificación de los E F E c) Codificación
<b>3</b> <i>PRIORIDAD</i>	a) Importancia de los E F E

**MODELO**  
DESARROLLO

MX- 09

HOJA: **2**

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO**

FECHA:

<b>PASO</b>	<b>ACTIVIDADES Y ACCIONES</b>						
<p><b>4</b></p> <p><i>CARTAS DE M. P.</i></p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="430 535 511 682">P</td> <td data-bbox="511 535 1380 682"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 682 511 850">E</td> <td data-bbox="511 682 1380 850"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 850 511 997">R</td> <td data-bbox="511 850 1380 997"></td> </tr> </table>	P		E		R	
P							
E							
R							
<p><b>5</b></p> <p><i>INSPECCION</i></p>	<p><b>6</b> POR MAQUINA</p> <p><b>7</b> GENERAL</p>						
<p><b>8</b></p> <p><b>9</b></p> <p><b>10</b></p> <p><b>11</b></p>	<p>REPORTE DE FALLAS OBSERVADAS</p> <p>PROGRAMAS M. P.</p> <p>PROGRAMAS M. C.</p> <p>NUEVOS PROYECTOS</p>						

**MODELO**  
DESARROLLO

MX-09

HOJA: 3

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO**

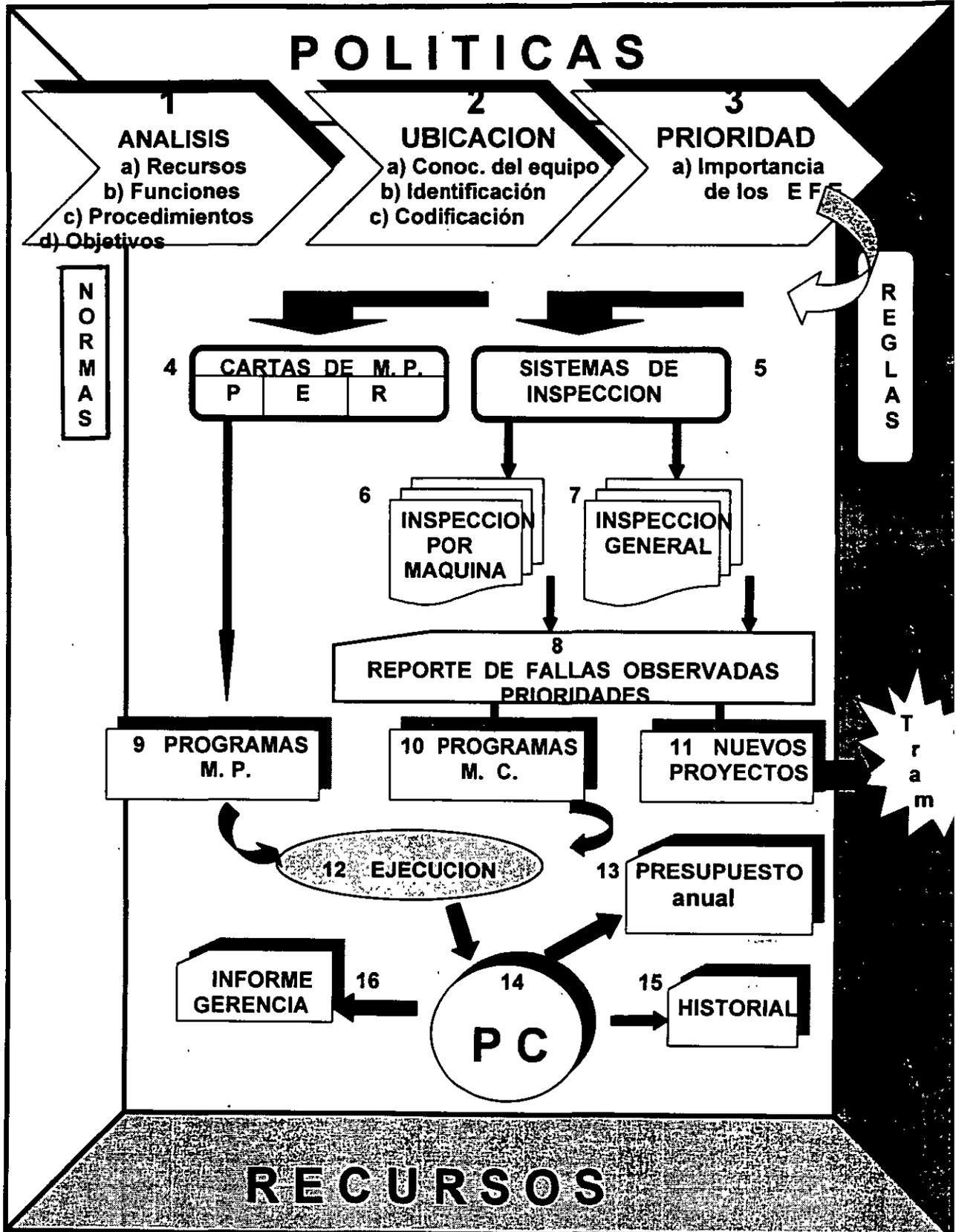
FECHA:

<b>PASO</b>	<b>ACTIVIDADES Y ACCIONES</b>
12	EJECUCION
13 <i>ANALISIS</i>	PRESUPUESTO anual.
14	P C
15	HISTORIAL
16 <i>REPORTE</i>	INFORME GERENCIA

**NOMBRE DE LOS INTEGRANTES :**

**EQUIPO:**

# MODELO MX-09 PARA IMPLANTAR UN M. P.





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

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**(PARTE II)**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**DEL 19 AL 30 DE FEBRERO**

**CONCEPTOS BASICOS EN LA CONSTRUCCION Y**

**MANTENIMIENTO DE LOS E.F.E**

**EXPOSITOR: M EN C JESUS R. MARTIN DEL C.**

**PALACIO DE MINERIA**

**1998**

## CONCEPTOS BASICOS EN LA CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE LOS E. F. E.

### a.- PLANTAS DE EMERGENCIA

#### FUNCIONES DE LOS EQUIPOS:

- A) **PLANTA DE EMERGENCIA (PE)** : — Generar potencia eléctrica.
- B) **CONMUTADOR ELECTRICO (CE)** : — Interconectar la potencia del generador a la línea ( transferencia)

#### ELEMENTOS BASICOS:

- **Motor primario.** El motor que impulsa al generador a través de un acoplamiento permanente, puede ser de encendido por bujías, de ciclo diesel o de turbina de gas.
- **Sistema secuencial automático de puesta en paralelo (SSAP).** Un sistema de suministro de potencia de emergencia que opera conjuntos múltiples de motor-generador en paralelo. Permite que el primer conjunto alcance velocidad aceptable después de haber recibido el comando de arranque para ser conectado inmediatamente a las cargas críticas. Sincroniza y conecta de manera automática los conjuntos remanentes.
- **Tableros de control en paralelo.** Tableros de conmutación dedicados al control de motor-generadores. Contienen sensores de arranque, sincronizadores, relevadores de potencia inversa y otros controles. Cierra la salida del generador de emergencia a través de un interruptor de circuito de acción rápida.
- **Conmutador automático de transferencia (CAT).** Un dispositivo eléctrico que alternativamente conecta la carga al suministro de potencia normal de emergencia cuando se requiera, sin que necesite la intervención del operador. Puede incluir también controles que arranquen y paren el conjunto de motor-generador, que supervisen el voltaje y la frecuencia de ambas fuentes de potencia y otras funciones lógicas y de control de tiempo.
- **Conmutador no automático de transferencia.** Un dispositivo de conmutación eléctrica que alternativamente conecta la carga a la fuente normal de emergencia como se determine o inicie por un operador.

#### JUSTIFICACION DE LA EXISTENCIA DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA.

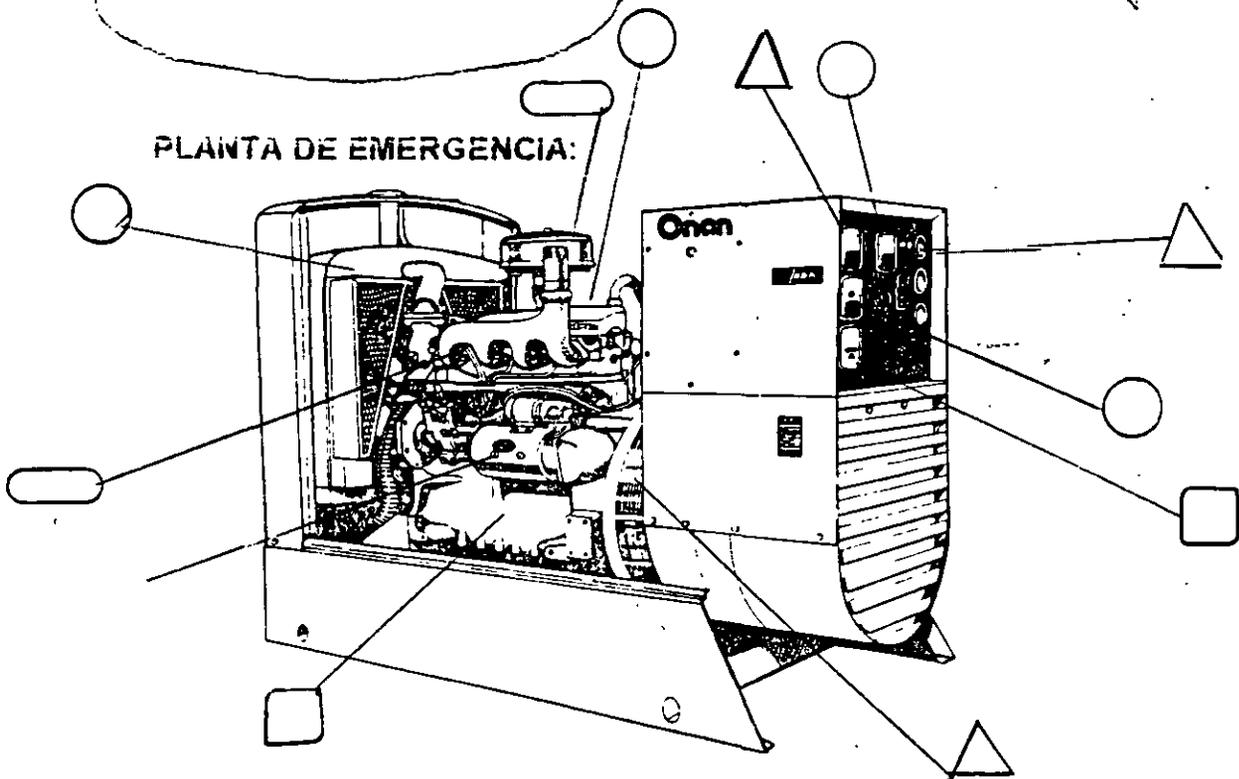
- A.- EVITAR PERDIDAS : Salarios, Productos, Tiempos perdidos, interrupciones.  
B.- SEGURIDAD : Riesgos, accidentes, Equipo contra incendio, comunicación.  
C.- ECONOMIA : Pólizas, primas de seguro, anorro de energía  
D.- MARCO LEGAL : Normas y reglamentos

**Los arranques frecuentes proporcionan los siguientes:**

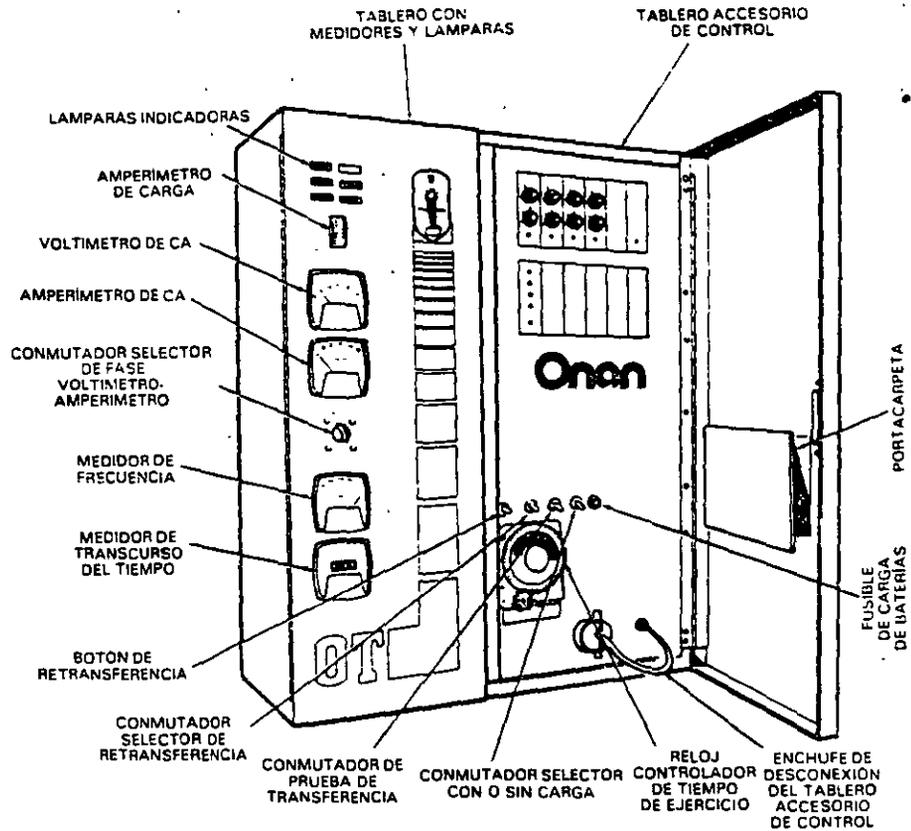
**BENEFICIOS:**

- 1.- Se evapora el agua del sistema de lubricación
- 2.- Elimina la humedad en los devanados del motor
- 3.- Lubrica las partes internas del motor (película de aceite)
- 4.- Mantiene limpios los tubos de escape
- 5.- Confiabilidad del equipo
- 6.- Evita las acumulaciones de carbón

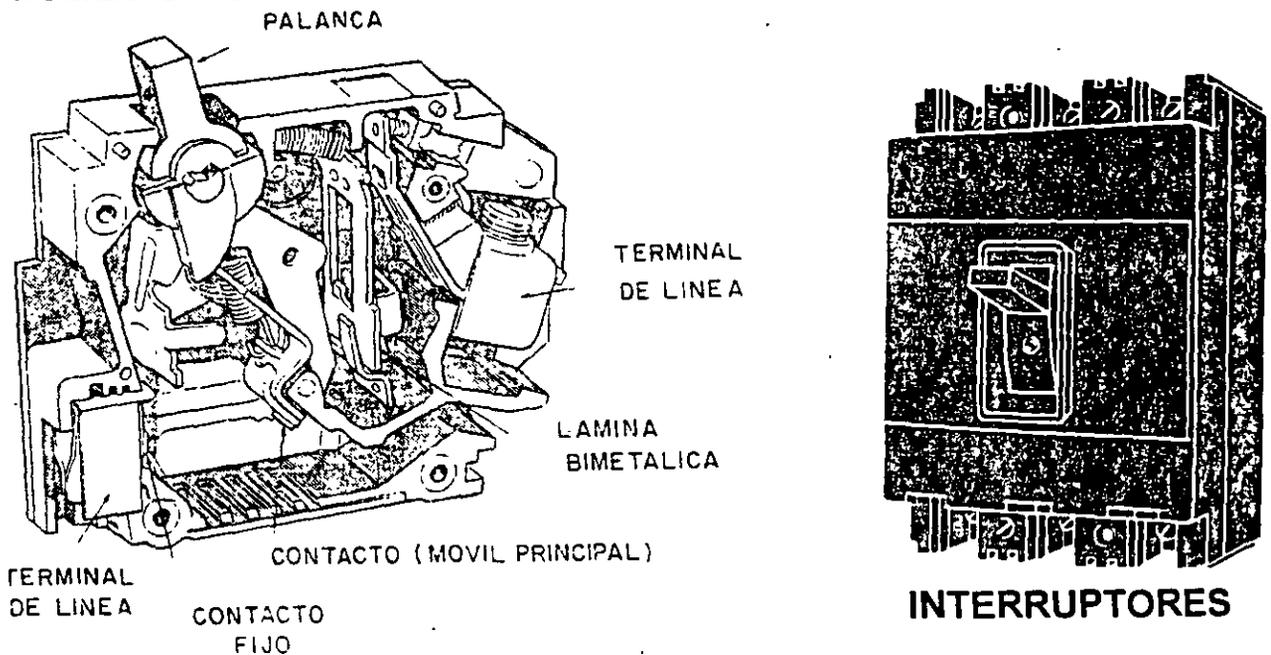
**PLANTA DE EMERGENCIA:**



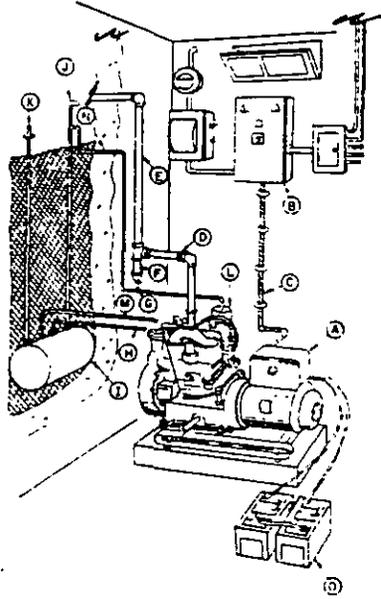
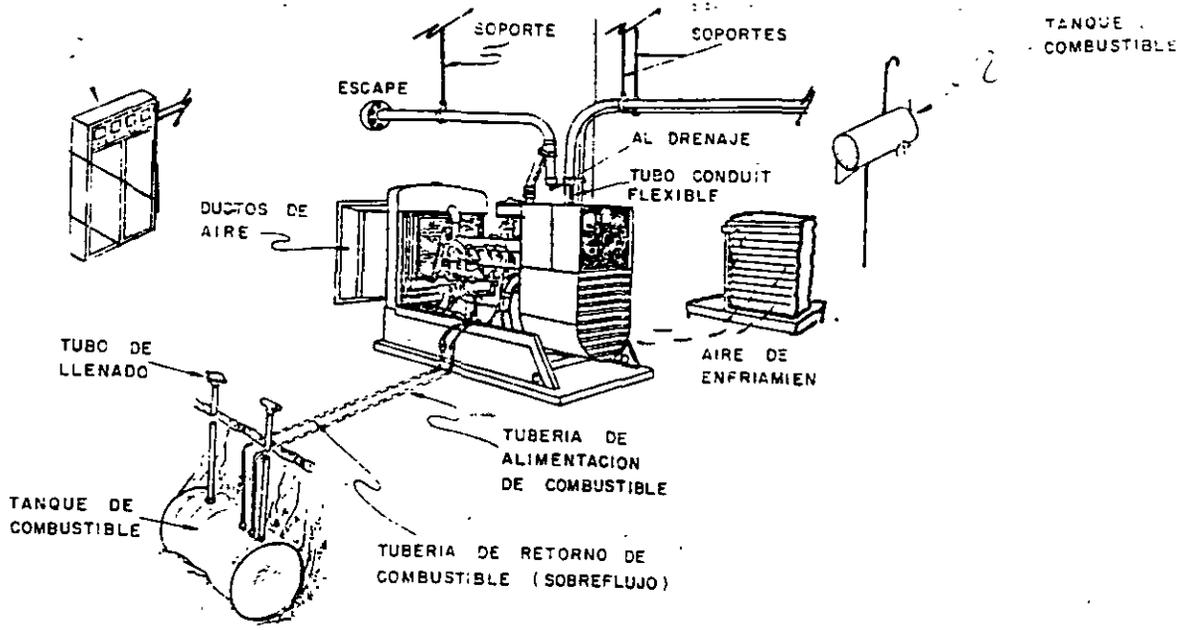
# 1.- CONMUTADOR DE TRANSFERENCIA:



# NOMENCLATURA DE UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO:



TABLERO DE CONTROL. **2.- ESQUEMA TIPICO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA.**

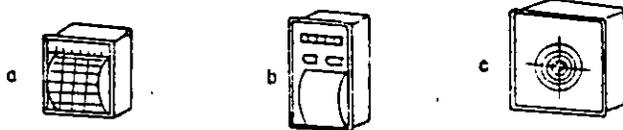


**3.- INSTRUMENTOS DE CONTROL**



INSTRUMENTOS INDICADORES DE TIPO TABLERO CON VARIOS TIPOS DE ESCALA

INSTRUMENTOS INDICADORES DEL TIPO TABLERO CON ESCALA DE PERFIL



INSTRUMENTOS REGISTRADORES DEL TIPO TABLERO

a) - DE ESCRITURA DIRECTA c) - CON INDICACION POLAR

CAPACIDAD DE GENERADORES PARA PLANTAS DE EMERGENCIA ( 60 Hz ).

POTENCIA kW	CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES A $\cos \phi = 0.8$	
	240 V	480 V
30	90	45
50	150	75
75	226	113
100	300	150
125	376	188
150	452	226
200	600	300
250	752	376
300	904	452
350	1 054	527
400	1 204	602
500	1 500	750
750	2 260	1 130
1 000	3 000	1 500

ALGUNOS TAMAÑOS COMERCIALES DE MOTORES DE COMBUSTION, PARA GENERADORES EN PLANTAS DE EMERGENCIA. ( DIESEL )

POTENCIA DEL GENERADOR. (kW)	POTENCIA DEL MOTOR. (HP)	VELOCIDAD ( RPM )	PRESION MEDIA EFECTIVA.	CILINDRADA. (LITROS) (kg/cm <sup>2</sup> )	NUMERO DE CILINDROS.
75 *	112	1 800	7	8.1	4
100 *	155	1 800	6.4	12.17	6
125	202	1 800	8	12.17	6
150	235	1 800	10	12.17	8
200	315	1 800	10	16.2	8
250	505	1 800	17	14.6	6
350	660	1 800	17	19.5	8
400	790	1 200	18	32.2	8
600	1 190	1 200	13	48.3	12
900	1 570	1 200	18	64.5	16

4.- TABLAS INDICADORAS PARA PLANTAS DE EMERGENCIA:

## FORMULAS ELECTRICAS USUALES

	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES	TRES FASES
Amperes Conociendo HP	$I = \frac{HP \times 746}{E \times N}$	$I = \frac{HP \times 746}{E \times N \times i.p.}$	$I = \frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times i.p.}$	$I = \frac{HP \times 746}{1.732 \times E \times N \times i.p.}$
Amperes Conociendo K.W.	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E \times i.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times i.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{1.732 \times E \times i.p.}$
Amperes Conociendo K.V.A.		$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{1.732 \times E}$
K.W.	$K.W. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times i.p.}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times i.p. \times 2}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times i.p. \times 1.732}{1000}$
K.V.A.		$K.V.A. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 2}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 1.732}{1000}$
Potencia en la Flecha H.P.	$H.P. = \frac{I \times E \times N}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times N \times i.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 2 \times N \times i.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 1.732 \times N \times i.p.}{746}$
Factor de Potencia	Unitario	$i.p. = \frac{W}{E \times I}$	$i.p. = \frac{W}{2 \times E \times I}$	$i.p. = \frac{W}{1.732 \times E \times I}$

I Corriente en Amperes  
 E Tension entre fases en Volts  
 N Eficiencia expresada en decimales (porcentaje)

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

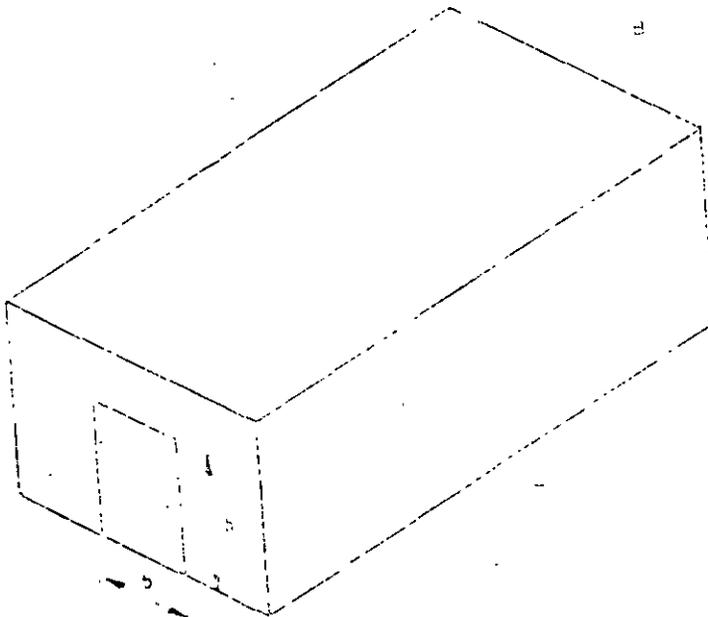
HP. Potencia en caballos (Horse Power)  
 i.p. Factor de potencia  
 KW. Potencia en Kilowatts  
 K.V.A. Potencia aparente en Kilo volt amperes  
 W. Potencia en watts  
 RPM. Revoluciones por minuto  
 f. Frecuencia  
 p. Número de Polos

### DATOS DE CONSUMO, Y TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE.

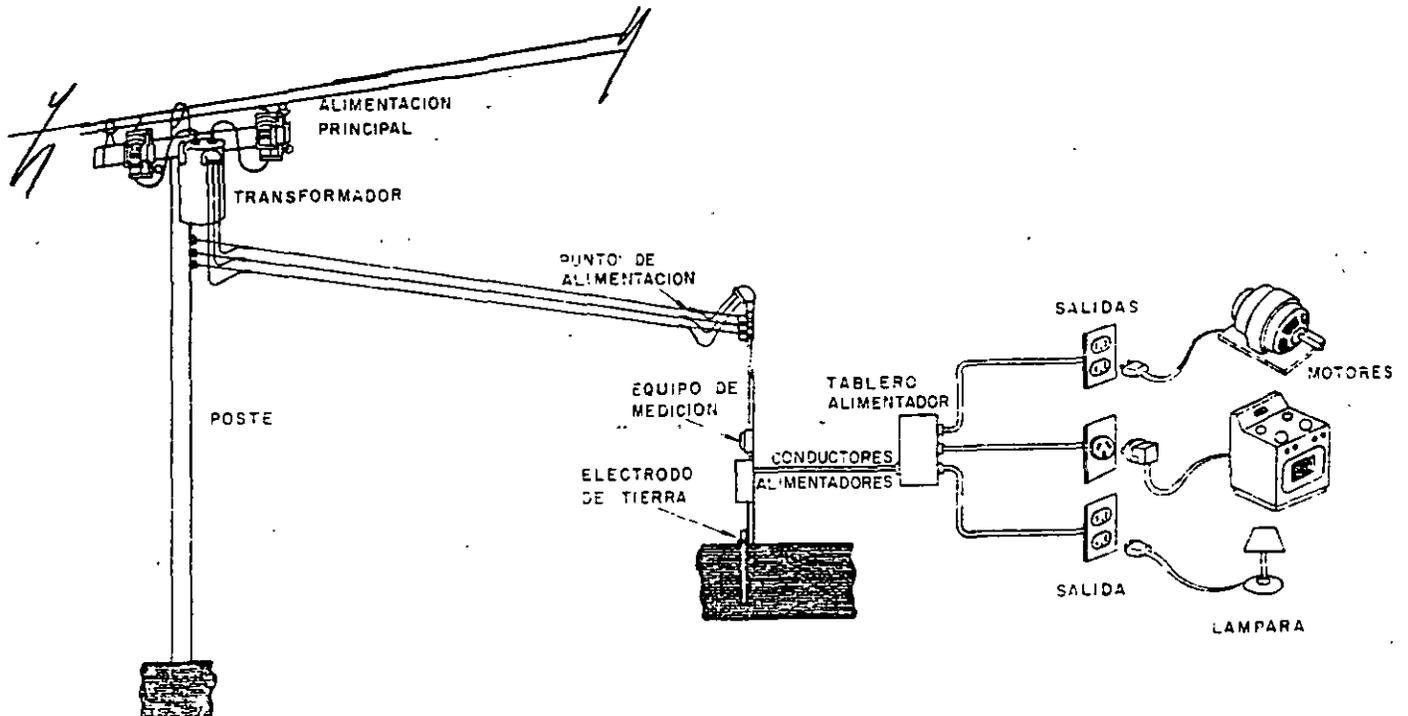
POTENCIA DEL GENERADOR.	POTENCIA DEL MOTOR EN H.P.	CONSUMO LITROS/HORA.	VOLUMEN DEL TANQUE (LITROS).
75	112	14.6	200
100	155	21.0	200
125	202	26.5	200
150	235	31.0	200
200	315	41.0	200
250	505	69.0	500
350	660	100.0	500
400	790	114.0	500
500	1 190	180.0	1 000
900	1 570	260	1 000

## 5.- DIMENSIONES PARA UNA CASA DE MAQUINAS ( PE):

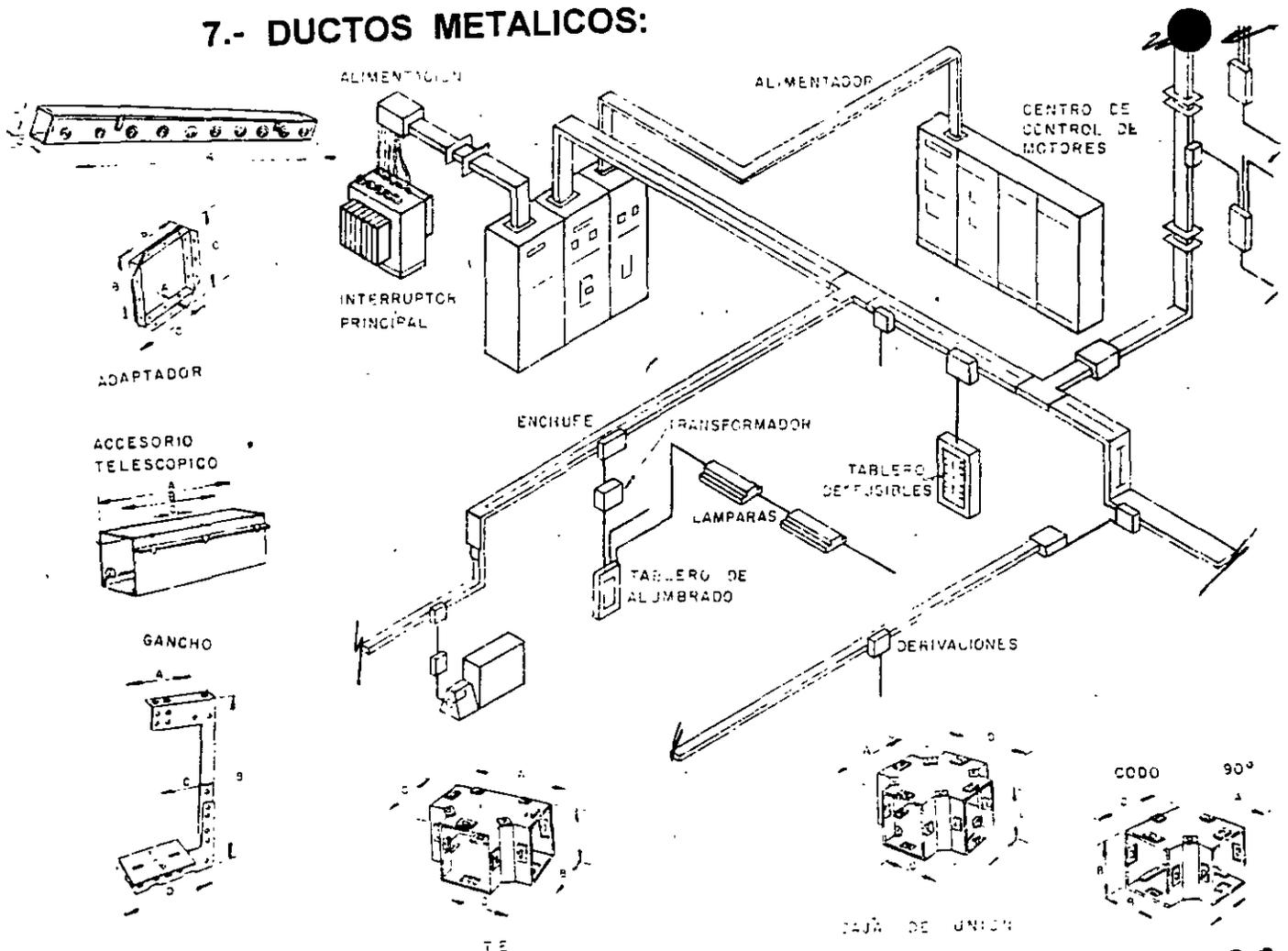
DIMENSIONES GENERALES: ( m )	- POTENCIA DE LA PLANTA GENERADORA -			
	20 - 60 kW	100 - 200 kW	250-550 kW	650-1500 kW
L	5.0	6.0	7.0	10.0
B	4.0	4.5	5.0	5.0
H	3.0	3.5	4.0	4.0
B	1.5	1.5	2.2	2.2
h	2.0	2.0	2.0	2.0



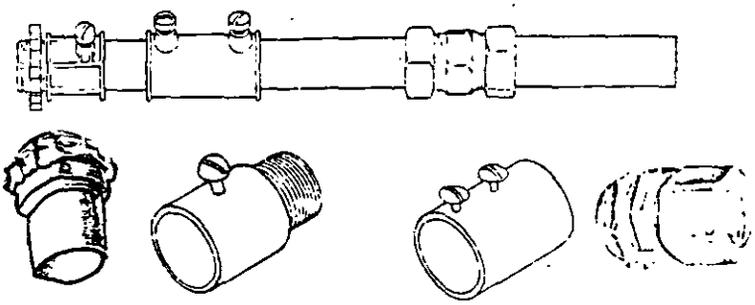
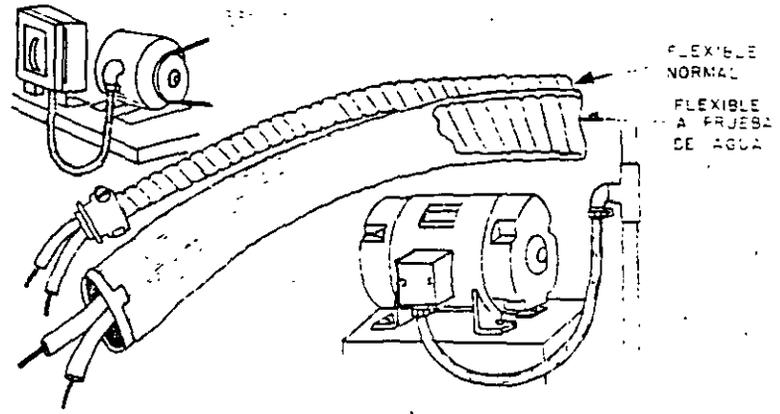
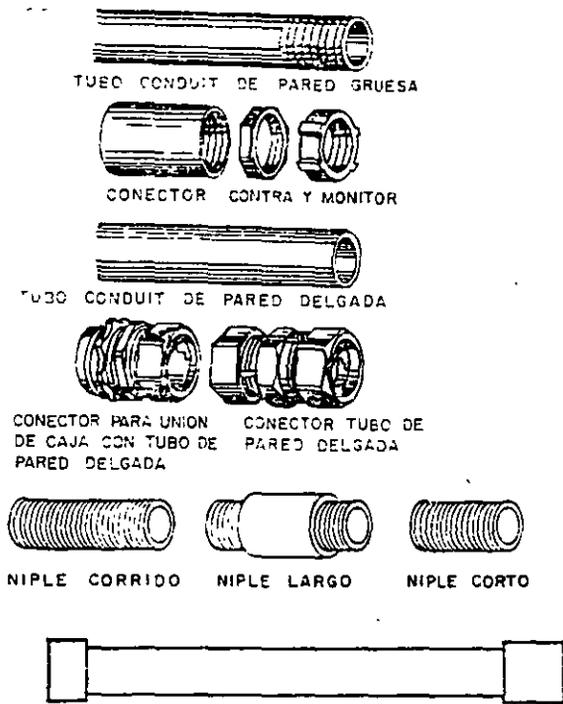
## 6.- DIAGRAMA DE UN SISTEMA ELECTRICO TIPICO:



## 7.- DUCTOS METALICOS:



## 8.- CANALIZACION DE TUBERIAS:



CONDUIT DE PARED GRUESA  
LONGITUD = 3.05 m POR TRAMO

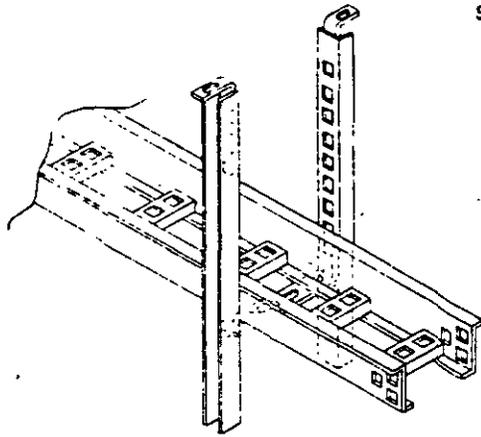
TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA Y UNIONES

## 9.- TIPOS DE CONDULETS

mm	E	C	LB	LL	LR	LF	L	mm.
12.7	E17 M	C17 M	LB17 M	LL17 M	LR17 M	LF1 M	L17 M	12.7
19.0	E27 M	C27 M	LB27 M	LL27 M	LR27 M	LF2 M	L27 M	19.0
25.4	E37 M	C37 M	LB37 M	LL37 M	LR37 M	LF3 M	L37 M	25.4
31.8	E47 M	C47 M	LB47 M	LL47 M	LR47 M		L47 M	31.8
38.1	E57 M	C57 M	LB57 M	LL57 M	LR57 M		L57 M	38.1
50.8	E67 M	C67 M	LB67 M	LL67 M	LR67 M		L67 M	50.8
63.5		C77 M	LB777 M	LL777 M	LR777 M			63.5
76.2		C87 M	LB87 M	LL87 M	LR87 M			76.2
101.6				LL107 M	LR107 M			101.6
						Se surte con tapa ciega. El conduit L tiene 2 bocas, puede ser usado como LR o LL		
mm	T	TB	X	LBD	TAPA CIEGA	EMPAQUES NEOPRENO		
12.7	T17 M	TB17 M	X17 M		170 FM	GASK 571 NM		
19.0	T27 M	TB27 M	X27 M		270 FM	GASK 572 NM		
25.4	T37 M	TB37 M	X37 M		370 FM	GASK 573 NM		
31.8	T47 M	TB47 M	X47 M	LBD4400	470 FM	GASK 574 NM		
38.1	T57 M	TB57 M	X57 M	LBD5500	570 FM	GASK 575 NM		
50.8	T67 M	TB67 M	X67 M	LBD6600	670 FM	GASK 576 NM		
63.5	T77 M			LBD7700	870 FM	GASK 577 NM		
76.2	T87 M			LBD8800	870 FM	GASK 578 NM		
88.9				LBD9900		GASK 579 NM		
101.6				LBD10900				

FSAI M	FSCI M	FSCAI M	FSCCI M	FSCDI M	FSCTI M	FSLI M	FSLAI M	FSRI M	FSSI M	FSTI M
FS2 M	FSC2 M	FSCA2 M	FSCC2 M	FSCD2 M	FSCT2 M	FSL2 M	FSLA2 M	FSR2 M	FSS2 M	FST2 M
	FSC3 M		FSCC3 M	FSCD3 M	FSCT3 M	FSL3 M		FSR3 M	FSS3 M	FST3 M

## 10.- TIPOS DE SOPORTERIA:



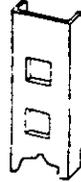
SOPORTE TIPO TRAPECIO CON CANALES VERTICALES  
COMPONENTES:



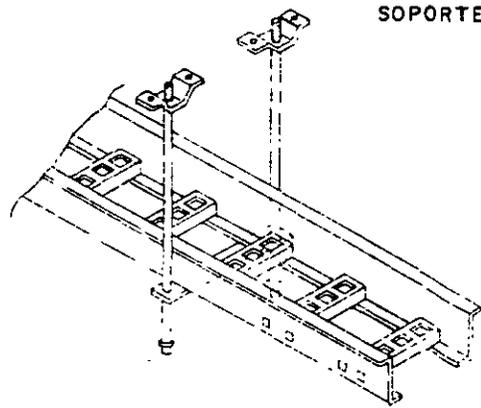
CLIP ANGULAR



TRAVESAÑO HORIZONTAL



CANAL VERTICAL  
3.05 m. DE LONG

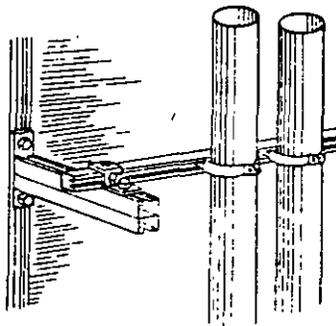


SOPORTE TIPO TRAPECIO CON VARILLAS ROSCADAS  
COMPONENTES:

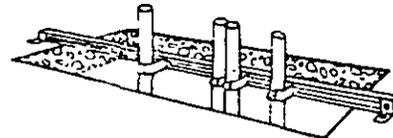
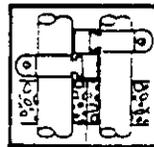


DIÁMETRO DEL TUBO (MM)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (M)
13 Y 19 MM	1.20
25 A 51 MM	1.50
65 A 76 MM	1.80
89 A 102 MM	2.10

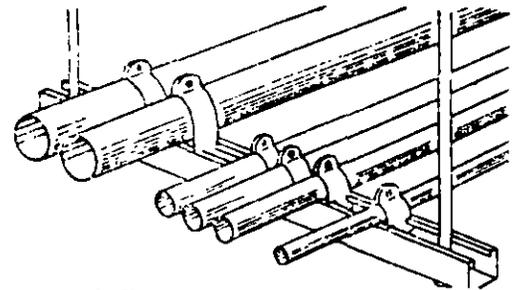
### SOPORTES COLGANTES PARA TUBERIAS



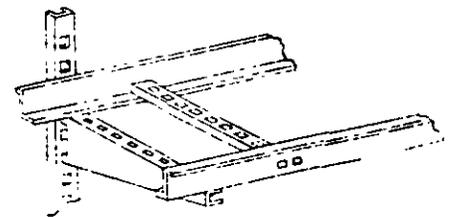
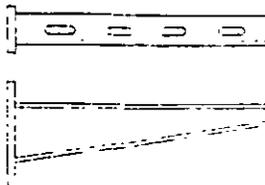
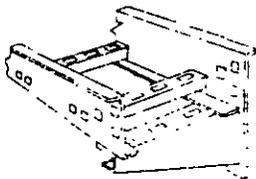
SUJECION DE TUBERIAS  
POR MURO



SUJECION CON GRAPA



### MENSULA PARA MONTAJE EN PARED



## 11.-MANTENIMIENTO EN PISOS.

Generalmente los pisos de las plantas industriales, comerciales y de servicio, son construidos para cubrir las necesidades de transito de pie y equipos rodantes internos o externos; por lo tanto, dichas superficies deberán estar condicionados a recibir un mantenimiento mínimo que les permita una mayor duración y mejor presentación.

Los principales elementos que afectan a los pisos, son:

**\*\* las substancias quimicas, \*\* las erosiones \*\*El mal trato \*\* El frecuente transito.**

El concreto es el material básico para la construcción de pisos, mismos que se pueden construir con diferentes acabados superficiales, por ejemplo:

### MATERIALES BASICOS PARA PISOS.

- |               |                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.- CONCRETO: | A.- Acabados .- Color, liso, rugoso, escobillado,etc.<br>B.- Losas múltiples.- Cemento, Metálicos, naturales, asfáltico |
| 2.- ARCILLA : | Ladrillo, barro, cantera, ceramica                                                                                      |
| 3.- MADERA :  | Parquet, lambrín, tiras de madera, etc.                                                                                 |
| 4.- METAL :   | Placas, aluminio, rejillas, canales, etc.                                                                               |

### EVALUACION DE DAÑOS O FALLAS

- A.- DEFECTOS POR EL DISEÑO ESTRUCTURAL
- B.- DEFECTOS DE CONSTRUCCION
- C.- MATERIALES CON MALA CALIDAD
- D.- MALA CALIDAD EN LA MANO DE OBRA
- E.- EFECTOS DE SISMOS
- F.- MAL USO DE LOS INMUEBLES

### ACTIVIDADES MAS FRECUENTES PARA EL MANTENIMIENTO:

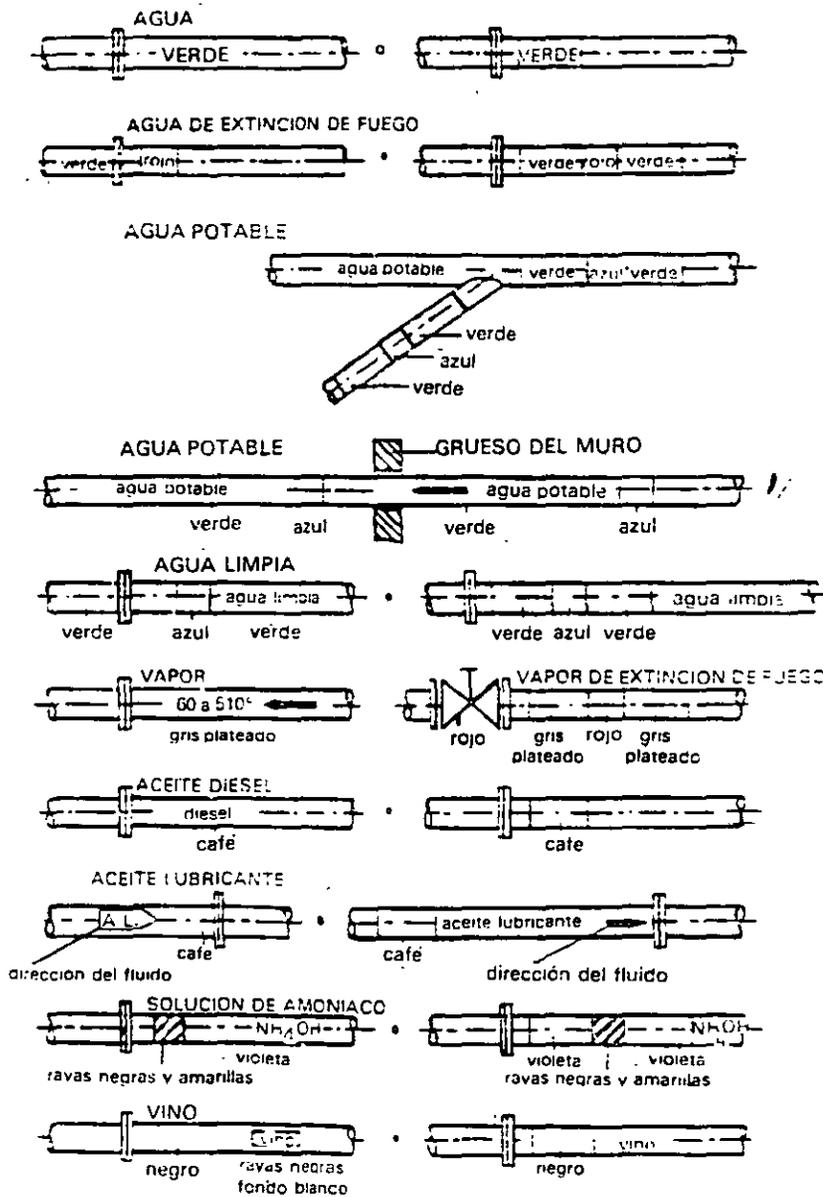
a.- **CONCRETO ARMADO :** Fisuras, grietas en muros, humedades, apariencias, resanes, losas fisuradas, sobrecargas, fallas estructurales, etc.

b.- **CONSTRUCCION METALICA:** Corrosión, Abrasión, Uniones, fatiga, impactos, etc.

5.- ACABADOS APLICADOS:

- a) Recubrimientos: Endurecedores, cristales de silicato, resinas.
- b) Pinturas : Base de uretano, aceite, epoxy.
- c) Tinte para pisos:

12.- CODIGO DE COLORES EN TUBERIAS



NCM-02B-STPS-1993

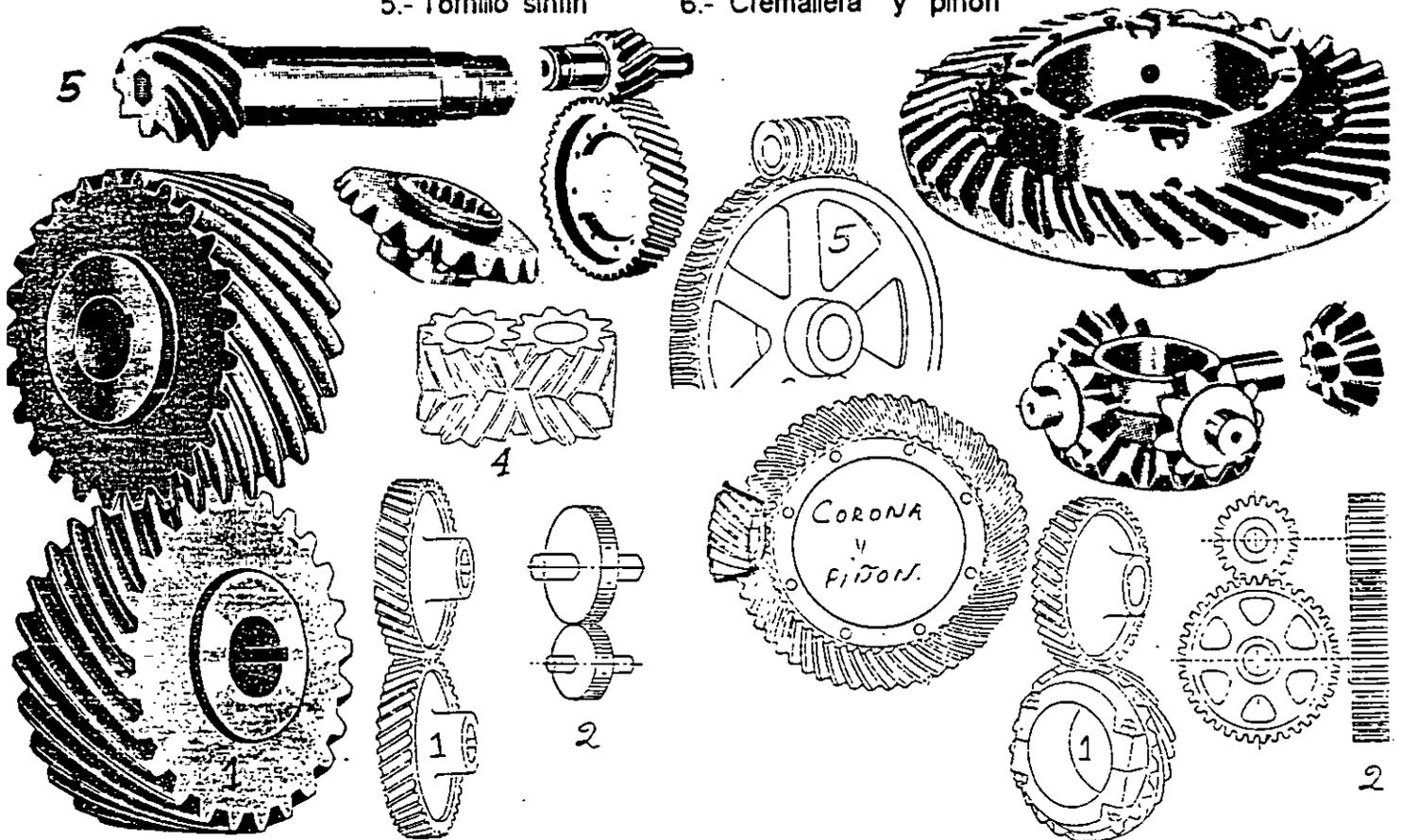
EJEMPLOS DE IDENTIFICACION DE COLORES Y CODIGO DE INDICADORES

### 13.- TIPOS DE ENGRANES:

1.- Helicoidales, 2.- Rectos, 3.- Conicos, 4.- En Angulo TIPO "V"

5.- Tornillo sinfin

6.- Cremallera y piñon



#### CALCULO DE TRENES DE ENGRANES:

Se define como tren de engranes, a los mecanismos que transmiten movimiento por medio de engranes, desde una flecha motriz, hasta una flecha accionada.

Para calcular el valor de un tren de engranes, se debe considerar la siguiente relación:

$$\text{VALOR DEL TREN} = \frac{\text{VEL. ANGULAR DE LA ULTIMA RUEDA (ACCIONADA)}}{\text{VEL. ANGULAR DE LA PRIMERA RUEDA (MOTRIZ)}}$$

#### VALOR POSITIVO DE UN TREN DE ENGRANES:

Es cuando la primera y la última rueda giran al mismo sentido

#### VALOR NEGATIVO DE UN TREN DE ENGRANES:

Es cuando la primera y la última rueda giran en sentido contrario



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

**CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO EN MANTENIMIENTO ELECTRICO  
(PARTE II)**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**EL ASEGURAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**EXPOSITOR: JESUS R. MARTIN DEL CAMPO  
PALACIO MINERIA**

**1998**

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

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

Diplomado:  
**MANTENIMIENTO ELECTRICO**

**TEMA 7**

**EL ASEGURAMIENTO DEL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**CAMINOS Y PUENTES FEDERALES**

**INSTRUCTOR: M. en C. JESUS R. MARTIN DEL CAMPO**

**MEXICO, D. F.**

---

## 7a.- TECNICAS PRACTICAS EN LA TOMA DE DECISIONES

Existen muchos factores que afectan la productividad del mantenimiento, muchos de ellos se encuentran en *una zona observable* y muchos en la *zona oculta*, por lo tanto el administrador de mantenimiento, deberá tener una gran visión, para analizar tales conceptos y buscar los caminos adecuados en la solución de problemas. A continuación se describen algunos puntos que afectan grandemente la productividad del mantenimiento.

A.- AUSENTISMO

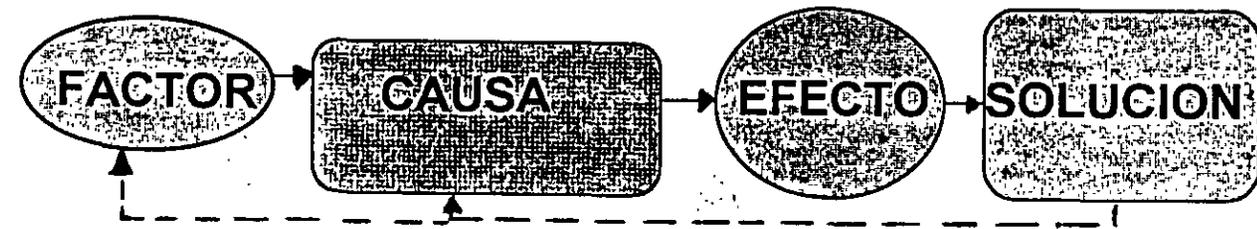
B.- MALA CALIDAD

C.- ALTOS COSTOS

D.- ALTOS TIEMPOS PERDIDOS

E.- MAL AMBIENTE LABORAL

F.- EXCESO DE DESPERDICIOS



Entre las herramientas principales para la solución de problemas, se consideran:

- 1.- TORMENTA DE IDEAS ( METODO DE LOS CINCO PASOS )
- 2.- DIAGRAMA DE PARETO (80-20)
- 3.- DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO ( "ESPINA DE PESCADO" - ISHIKAWA)
- 4.- CARTAS DE CONTROL ( ESTADISTICA )
- 5.- HISTOGRAMAS ( ESTADISTICA )
- 6.- HISTORIALES DEL EQUIPO ( FUENTE INFORMATIVA )

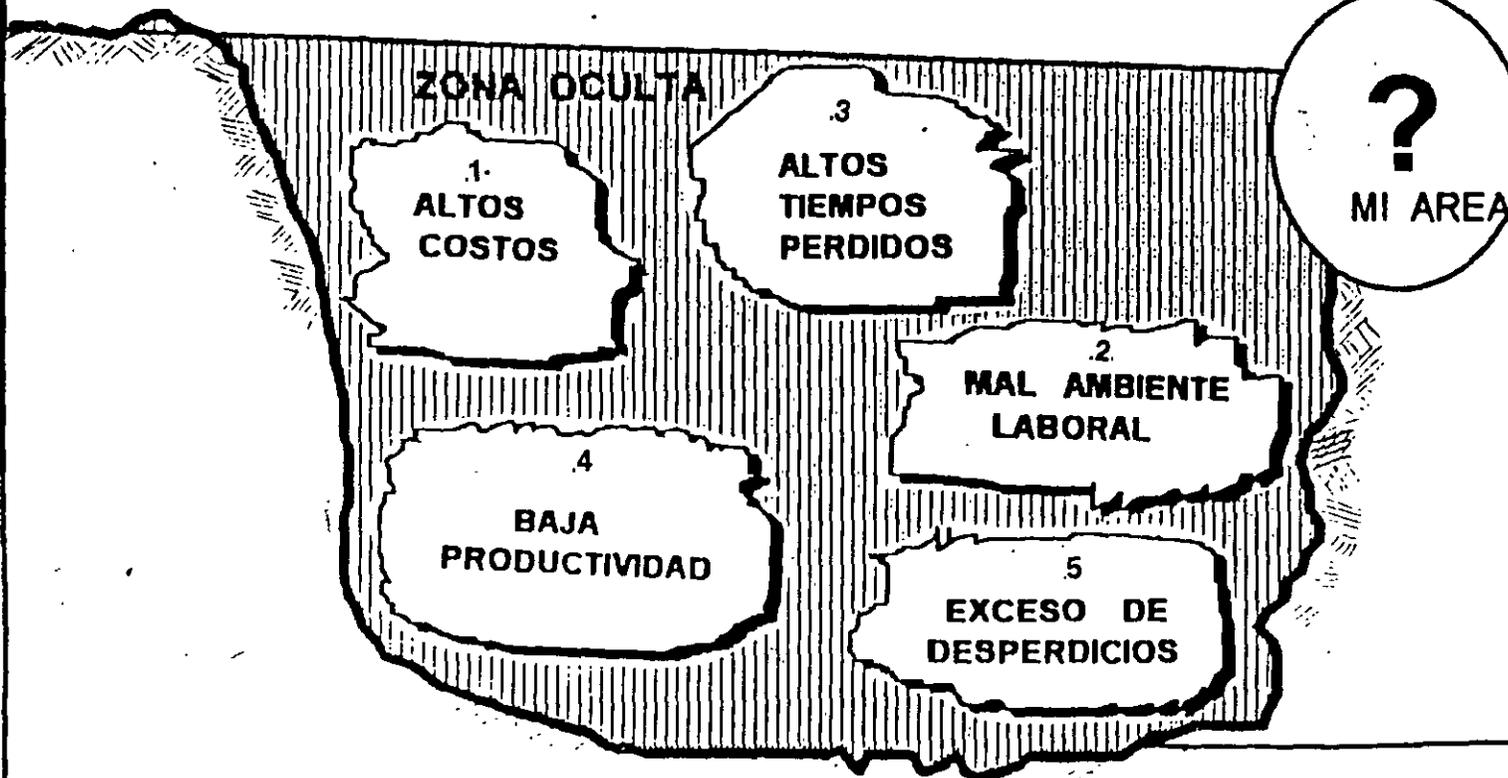
# 1.- LA PROBLEMÁTICA EN POTENCIA DE MANTENIMIENTO

ZONA OBSERVABLE



- \* PROGRAMAS DE M.P.
- \* INVENTARIOS
- \* PROCEDIMIENTOS
- \* CONTROLES
- \* FORMATOS. ETC.

N I V E L  
D E  
M A N T E N I M I E N T O



SITUACION	CAUSA PROBABLE:	EFECTOS	SOLUCION:
<p style="text-align: center;">1</p> <p><b>ALTOS COSTOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) MALA PLANEACION DE MANTENIMIENTO</li> <li>b) " STOCKS " DE PARTES MAL CALCULADOS</li> <li>c) FALTA DE M. DE OBRA.</li> <li>d) FALTA DE COMUNICACION</li> <li>e) EXCESO DE T. EXTRA</li> <li>g) MALA COORDINACION DE LOS TRABAJOS</li> <li>h) FALTA DE CONTROLES</li> <li>y) ESCASA SUPERVISION</li> </ul>		

**CUADRO - SK-**

SITUACION:	CAUSA PROBABLE:	EFECTO:	SOLUCION:
<p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p><b>MAL AMBIENTE LABORAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) FALTA DE MOTIVACION</li> <li>b) NO SER JUSTO</li> <li>c) MALAS EVALUACIONES</li> <li>d) RESENTIMIENTOS</li> <li>e) AUTORIDAD - RESPONSAB.</li> <li>f) FALTA DE CAPACITACION</li> <li>g) RELACIONES HUMANAS</li> <li>h) " FAVORITISMOS"</li> <li>y) COMUNICACION DEFICIENTE</li> </ul>		

**CUADRO - SK-02**

SITUACION:	CAUSA PROBABLE:	EFECTO:	SOLUCION:
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <p><b>ALTOS TIEMPOS PERDIDOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) RETRABAJOS</li> <li>b) AUSENCIA DE REGISTROS</li> <li>c) FALTA / M.O. DISPONIBLE</li> <li>d) MAL TRATO AL EQUIPO</li> <li>e) FALTA DE REFACCIONES</li> <li>f) CALIDAD DE MATERIALES.</li> <li>g) CONTROL DEFICIENTE \$\$\$</li> <li>h) MALA PLANEACION OTS</li> <li>i) FALTA DE CAPACITACION</li> <li>j) REBELDIA-NEGLIGENCIA</li> </ul>		

**CUADRO : SK-03**

SITUACION:	CAUSA PROBABLE:	EFECTO:	SOLUCION:
<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <p><b>BAJA PRODUCTIVIDAD</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) FALTA DE SISTEMAS</li> <li>b) RENDIMIENTOS BAJOS</li> <li>c) NULO RECONOCIMIENTO</li> <li>d) SUPERVISION DEFICIENTE</li> <li>e) AUTORIDAD - RESPONSAB.</li> <li>f) ESCASA INSTRUCCIÓN</li> <li>g) RELACIONES HUMANAS</li> <li>h) SIN PARAMETROS (MED.)</li> <li>i) COMUNICACION DEFICIENTE</li> </ul>		

**CUADRO : SK-04**

SITUACION:	CAUSA PROBABLE:	EFECTO:	SOLUCION:
<p style="text-align: center;"><b>5</b></p> <p><b>EXCESO DE DESPERDICIOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) DESCONOCIMIENTO</li> <li>b) FALTA DE CAPACITACION</li> <li>c) CARENTE DE SUPERVISION</li> <li>d) DESCUIDOS</li> <li>e) NEGLIGENCIA</li> <li>f) ABUNDANCIA</li> <li>g) FALTA DE CONTROLES</li> <li>h) COSTUMBRES</li> <li>i) CALIDAD EN LA M. DE OBRA</li> </ul>		

**CUADRO : SK-05**

## 7 b.- ANALISIS DE SITUACIONES Y PROBLEMAS EN POTENCIA

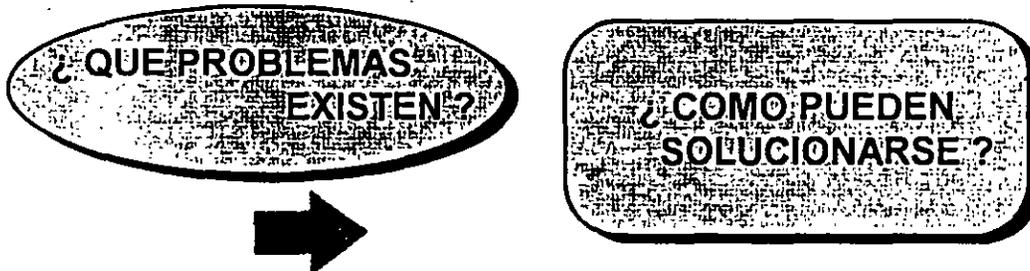
Se ha mencionado de lo importante y necesario que es, tener la información de todo tipo en los archivos de mantenimiento, debido a que las estadísticas y los historiales del equipo, son las fuentes principales, para emprender el análisis de solución de problemas. Conviene recordar que el éxito para tales soluciones, no solamente depende de los *conocimientos y habilidades* de las personas, sino también de la información y de cierta lógica que ayuda a delimitar y analizar las situaciones presentadas.

Menciona R. L. Ackoff, en su texto: *Rediseñando el futuro*, 1974

" Fallamos más seguido porque atacamos el problema equivocado...  
... y no porque obtengamos la solución equivocada...  
... al problema correcto "

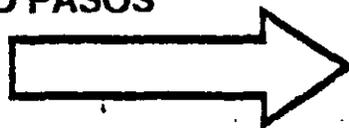
se requiere encontrar la solución correcta al problema correcto.

LA SECUENCIA LOGICA SERA:



## 7 c.- CASO PRACTICO: C A P U F E

METODO DE LOS  
" CINCO PASOS "



- 1.- DEFINIR EL PROBLEMA
- 2.- TORMENTA DE IDEAS
- 3.- EVALUACION DE ALTERNATIVAS
- 4.- TOMA DE DECISIONES
- 5.- PLAN DE ACCION

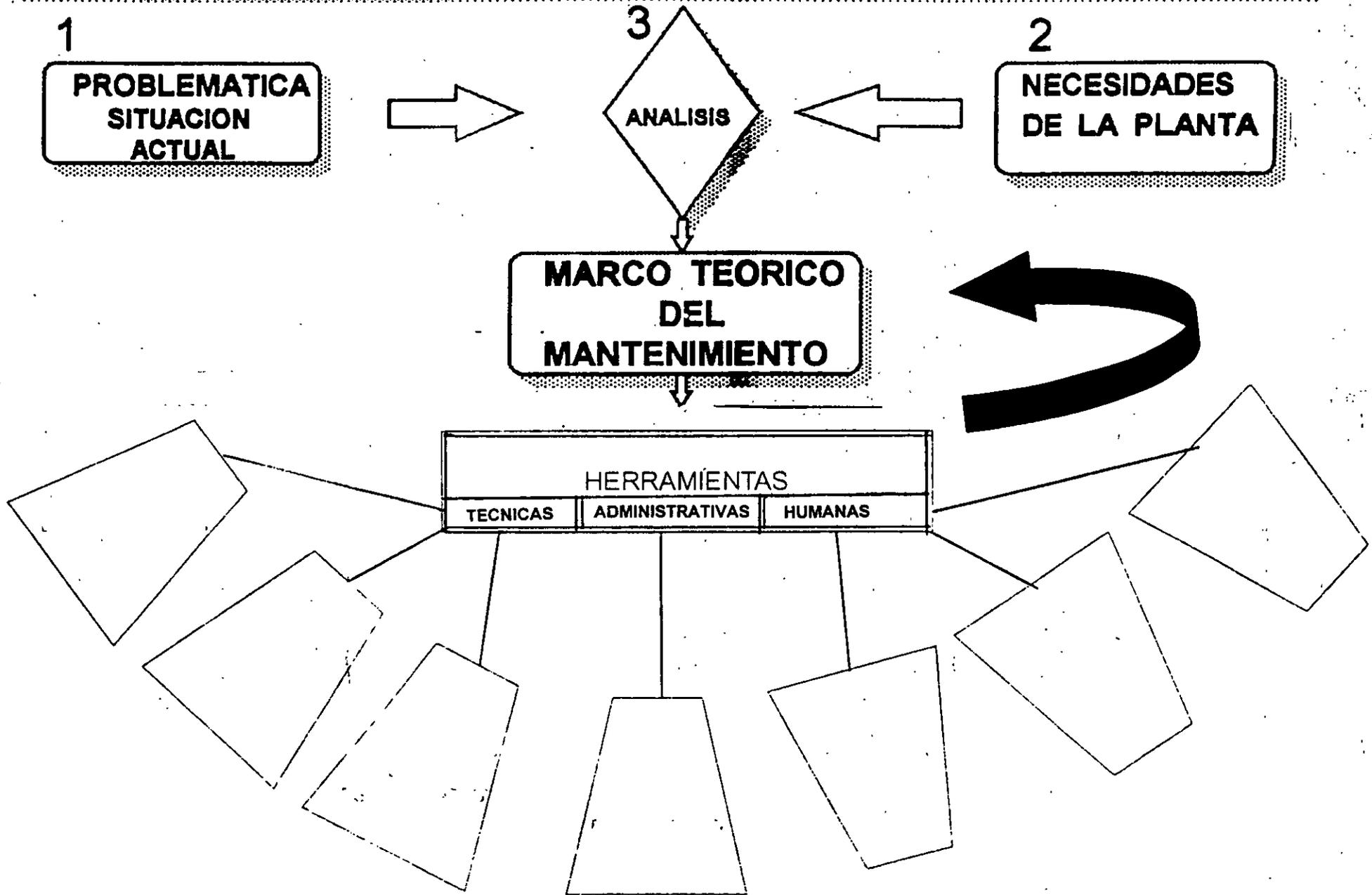
**EJERCICIO**

**" ANALISIS DE LA PROBLEMATICA EN MI AREA"**

<b>SITUACION:</b>	<b>CAUSA PROBABLE:</b>	<b>EFECTO:</b>	<b>SOLUCION:</b>



# ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO



## 7e .- DISEÑO E IMPLANTACION DE LAS CARTAS DE MANTENIMIENTO

Un documento vital para implantar el mantenimiento preventivo en las empresas, es la "*Carta de mantenimiento*". Instrumento que puede ser elaborado en varias formas o diseños, dependiendo del tipo de equipo y de las necesidades que existan en cada organización o división. El único requisito, es que todos los formatos contengan la siguiente información:

- a) Características generales del equipo
- b) No. progresivo de actividades
- c) Descripción de las actividades a realizar
- d) Vigencia de la carta de M. P.
- e) Frecuencias para realizar los trabajos
- f) Referencias de las partes del equipo  
( Cuando es necesario)
- g) Datos y/o referencias de la operación o control

EJERCICIO No.8 .- Cada sección o grupo presentará una carta de mantenimiento.  
Con sus pro y contras

# CARTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

No.	Actividades a realizar:	Frecuencia Operacion	Frecuencia Tiempo
1 2 3 4 5	1 Verificación del nivel del enfriador (enfriamiento con agua).* 2 Verificación del nivel de aceite en el cárter.* Espérense 15 min. después de apagado el motor para mayor precisión. 3 Verificación del nivel de aceite en sumidero (turbina). 4 Inspección visual del conjunto generador. Investíguense fugas de combustible, aceite y enfriador. Verifíquese el escape si es posible con el conjunto de generador en funcionamiento. Observése la firmeza de los herrajes y conexiones. 5 Verificación del nivel de combustible.	<i>Cada 8 horas</i>	
1 2 3	1 Verifíquese el filtro de aire.* Hágase con más frecuencia en condiciones extremas de polvo. Reemplácese si es necesario. 2 Inspección del eslabonamiento del regulador y del carburador-inyector-bomba. Límpiase si es necesario. Hágase con más frecuencia en condiciones extremas de polvo. 3 Dréñese el sedimento del filtro de combustibles.	<i>Cada 50 horas</i>	
1 2 3 4	1 Límpiase e inspecciónese el respiradero del cárter.* 2 Cámbiase el aceite del cárter del motor.* Cámbiase el aceite al menos cada tres meses, con más frecuencia en condiciones extremas de polvo. 3 Reemplácese el elemento del filtro del aceite.* En coincidencia con los cambios de aceite de motor. 4 Límpiense las aletas de enfriamiento del motor (enfriamiento por aire).*	<i>Cada 100 horas</i>	
1 2 3 4	1 Reemplácese el elemento del filtro de combustible.* Para sistemas de combustible diesel con dos filtros, el segundo filtro del tanque principal del combustible necesita usualmente reemplazarse después de varios miles de horas. 2 Inspecciónese el alternador cargador del acumulador.* 3 Reemplácese los contactos de ignición y las bujías; verifíquese el tiempo de encendido (la chispa de encendido).* 4 Verifíquese el filtro de agua (si lo tiene).*	<i>Cada 250 horas</i>	

\* Sólo en los motores de pistones.

# CARTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

No.	Actividades a realizar:	Frecuencia Operacion	Frecuencia Tiempo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reemplácese el filtro del combustible.</li> <li>2. Límpiase e inspecciónese la válvula de drenaje del combustible.</li> <li>3. Reemplácese el elemento del filtro del aceite.</li> <li>4. Límpiase e inspecciónese el ensamble del revestimiento de la cámara de combustión (combustible líquido).</li> <li>5. Límpiase e inspecciónese el conjunto de la boquilla de combustible (combustible líquido).</li> <li>6. Cámbiase el aceite. El fabricante del motor de la turbina puede permitir periodos más largos del uso del aceite si las pruebas de muestras de aceite se realizan y el aceite cumple con las especificaciones del fabricante del motor.</li> </ol>	<i>Cada 500 horas</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verifíquense las escobillas del generador (si es el caso). Las escobillas no deben pegarse en sus sostenes.</li> <li>2. Límpiase el generador, sóplese con aire comprimido filtrado, de baja presión.</li> </ol>	<i>Cada 1 000 horas</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Límpiase e inspecciónese el conjunto de revestimiento de la cámara de combustión (combustible gaseoso).</li> <li>2. Límpiase e inspecciónese el conjunto de la boquilla de combustible (combustible gaseoso).</li> <li>3. Límpiase e inspecciónese la bujía de encendido.</li> <li>4. Acumulador. Verifíquese la densidad relativa del electrolito. Límpiense las terminales del acumulador.</li> <li>5. Lámparas indicadoras de la operación del sistema. Verifíquense las lámparas con el interruptor de prueba si así están equipadas.</li> <li>6. Conmutador de transferencia y tableros de interruptores en paralelo (si tiene este equipo). El interior de los gabinetes debe estar limpio y libre de objetos extraños. Verifíquese la apariencia del aislamiento de alambrado y el color de las terminales.</li> </ol>	<i>Cada 2 500 horas</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generador. Mídanse las resistencias del aislamiento de los devanados con un megóhmetro. Anótense las lecturas.</li> <li>2. Tableros de interruptores en paralelo (si es aplicable). Realícense pruebas de aislamiento y anótense las lecturas.</li> </ol>			<i>Cada año</i>

# CARTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

No.	Actividades a realizar:	Frecuencia Operacion	Frecuer. Tiempo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivel del tanque principal de combustible. Manténgase lleno tanto como sea posible.</li> <li>2. Nivel del tanque de combustible de día.</li> <li>3. Nivel del enfriador (enfriamiento por agua). El enfriador debe tener inhibidor de corrosión y anticongelante, si ello corresponde.</li> <li>4. Bandas del ventilador y del alternador.</li> <li>5. Mangueras y conexiones.</li> <li>6. Operación del calentador del enfriador (si es aplicable).</li> <li>7. Operación del calentador de aceite (si es aplicable).</li> <li>8. Acumuladores. Verifíquese la limpieza, nivel del electrolito y conexiones de los cables.</li> <li>9. Cargador del acumulador. Obsérvese el régimen de carga.</li> <li>10. Trampa de condensación del escape. Drénese el agua.</li> <li>11. Área del suministro de potencia de emergencia. Obsérvese la limpieza general. Limpíese el sistema entero. Para un área excepcionalmente limpia, el intervalo puede ser más largo.</li> <li>12. Pruebas de funcionamiento. Arránquese el conjunto generador y obsérvese lo siguiente (es preferible con carga):               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Sistema de combustible. Verifíquese la operación del solenoide de combustible de la bomba auxiliar de combustible (si es aplicable), y la operación del sistema general de combustible.</li> <li>b) Sistema de lubricación. Obsérvese y tómesese nota de la presión de aceite del motor.</li> <li>c) Sistema de escape. Inspecciónese que las conexiones estén apretadas y búsquense las fugas. Obsérvese la condición del silenciador, la línea de escape y sus soportes.</li> <li>d) Sistema de enfriamiento. Obsérvese y anótese la temperatura de operación (el motor debe funcionar el tiempo suficiente para calentarse).</li> <li>e) Cargado del acumulador. Obsérvese el régimen de carga del conjunto generador.</li> <li>f) Medidores. Obsérvese la operación general.</li> </ol> </li> <li>13. Documentación del sistema. Verifíquese que el manual de operación, el diagrama de alambrado, el programa y el registro de mantenimiento estén disponibles para el personal de mantenimiento.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Cada semana</i></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de enfriamiento (enfriamiento por agua). Inspecciónese que exista caudal adecuado de agua. Elimínese cualquier material que interfiera con el flujo de aire al radiador, etc.</li> <li>2. Ventilación. Las entradas de aire y las salidas deben tener flujo libre de aire. Compruébese la firmeza de los ductos. Verifíquese la operación de las persianas operadas por motor.</li> <li>3. Sistema de combustible. Drénese el agua del tanque principal del combustible y de los tanques de día si ello corresponde. Verifíquense los respiraderos de los tanques de combustible.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Cada mes</i></p>		

# CARTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

No.	Actividades a realizar:	Frecuencia Operacion	Frecuencia Tiempo
1.	Sistema de enfriamiento (enfriamiento por agua). Verifíquese la posible herrumbre e incrustación. Si es necesario, enjuáguese todo el sistema y reemplácese el enfriador.		<i>Cada 6 meses</i>
2.	Dispositivos de alarma y paro del motor.		
3.	Conmutador de control de transferencia. Inspecciónense los componentes y verifíquense los puntos de ajuste de los retardadores de tiempo, sensores de voltaje y ejercitador, si es aplicable. Límpiase el gabinete con aire comprimido filtrado de baja presión.		
4.	Control del conjunto generador. Límpiase el interior con aire comprimido filtrado de baja presión.		
5.	Tablero de interruptores en paralelo (si es aplicable). Inspecciónense los componentes, las barras colectoras y conexiones de alimentadores. Límpiase el gabinete con aire comprimido filtrado de baja presión.		



## FUNCIONES DEL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO PARA IMPLANTAR UN MODELO DE CALIDAD

### 1.- CALIDAD PRODUCTIVIDAD

Condiciones al primer intento  
Genera confianza, credibilidad  
Predica con el ejemplo

### 2.- RASTREO DE DISCREPANCIAS

Analizar y solucionar errores  
defectos, situaciones, etc.

### 3.- ORIENTACION → RESULTADOS

Fija objetivos, metas, en sus  
áreas y de su personal que  
mantienen su retroalimentación  
personal.

### 4.- COMPORTAMIENTO CON SU PERSONAL

Valora a su personal y lo respeta,  
reconoce su trabajo y los reprende  
cuando es necesario.

### 5.- CONOCIMIENTO TOTAL DE SU ÁREA

Conoce su área y sabe lo que  
ocurre en ella, da resultados no  
razones para no cumplir.

### 6.- COMUNICACIÓN FRANCA, OPORTUNA Y VERDICA

Comunica a su gente y evita  
rumores y jamás los genera.

### 7.- ÍNDICES DE DESEMPEÑO

Establece índices de desempeño:  
"Quien no es capaz de medirse,  
tampoco es capaz de hacer algo  
para mejorar".

### 8.- ANTICIPACIÓN EFECTIVA

Desarrolla un estilo efectivo de  
participación; sugerencias para  
mejorar su trabajo.

### 9.- CAPACITACIÓN Y DESARROLLO

Capacita a su personal y prepara  
personal para sustituirlo. "Siempre  
tiene quien lo cubra".