



## **FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

### **A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del Jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó el material didáctico y será registrada por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia a los alumnos que cumplan como mínimo el 80% de asistencia.

Recomendamos a los asistentes recojan su constancia en la fecha que se les señale al término del evento. La DECFI solo las retendrá por el periodo de un año, pasado este tiempo no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los alumnos participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

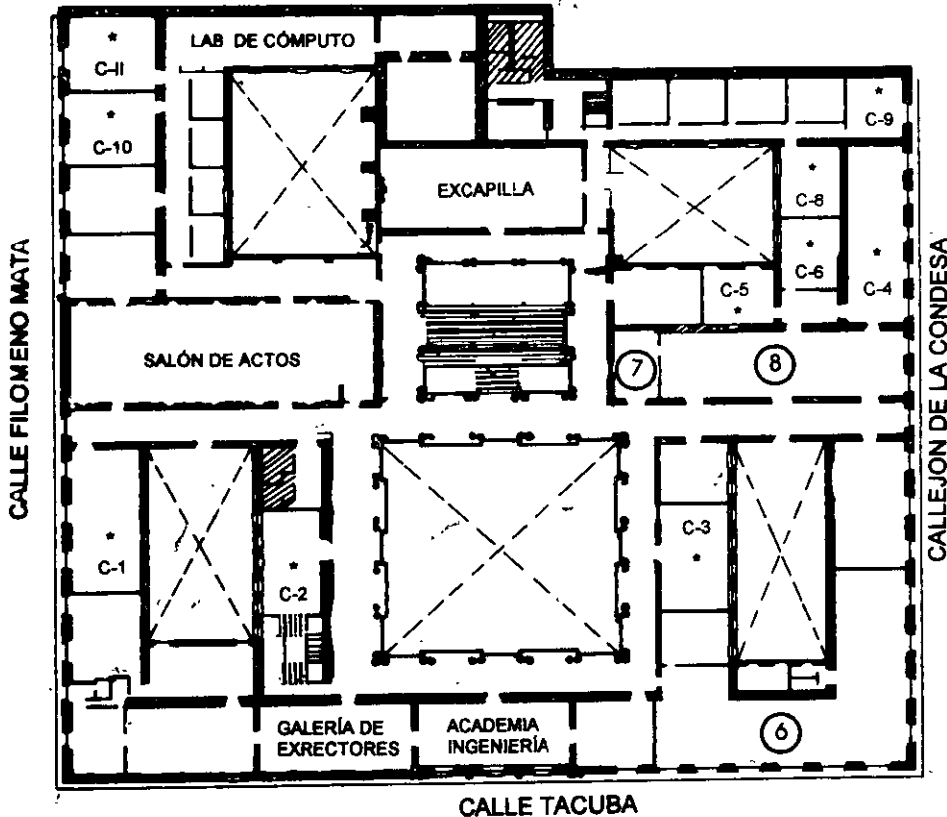
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su solicitud de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán requisitar y entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

Atentamente  
División de Educación Continua

# PALACIO DE MINERÍA



## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
  2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
  3. LIBRERÍA UNAM
  4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
  5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
  6. OFICINAS GENERALES
  7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
  8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- \* AULAS

**1er. PISO**

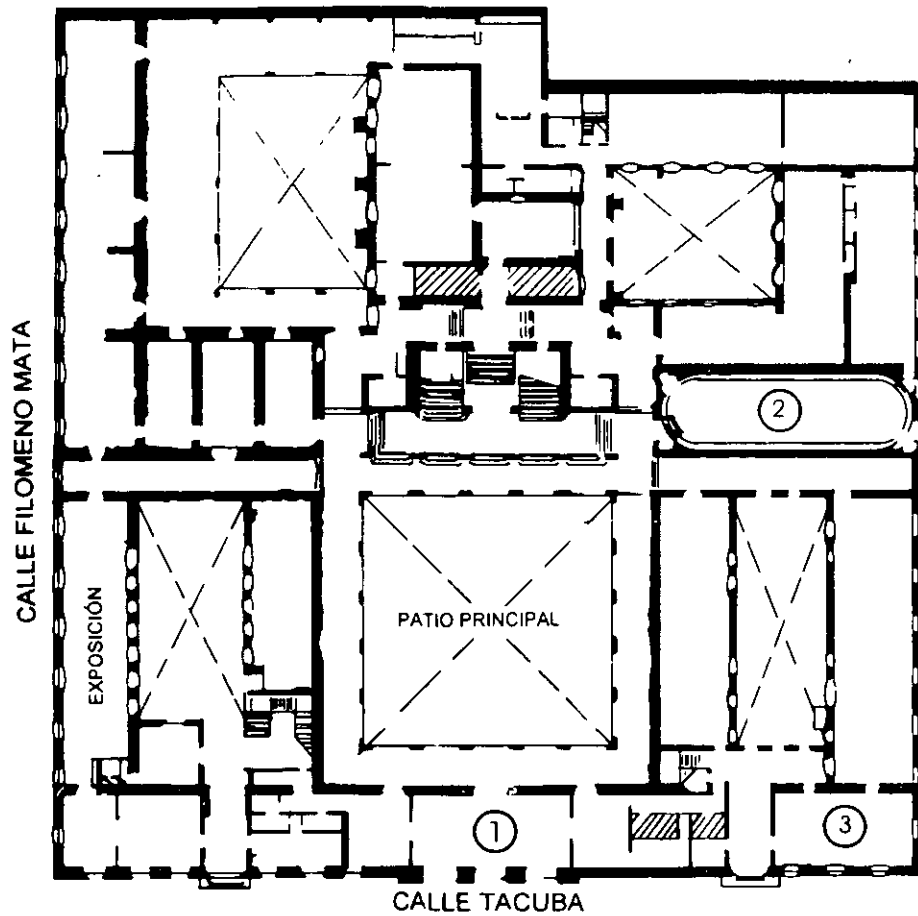


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS

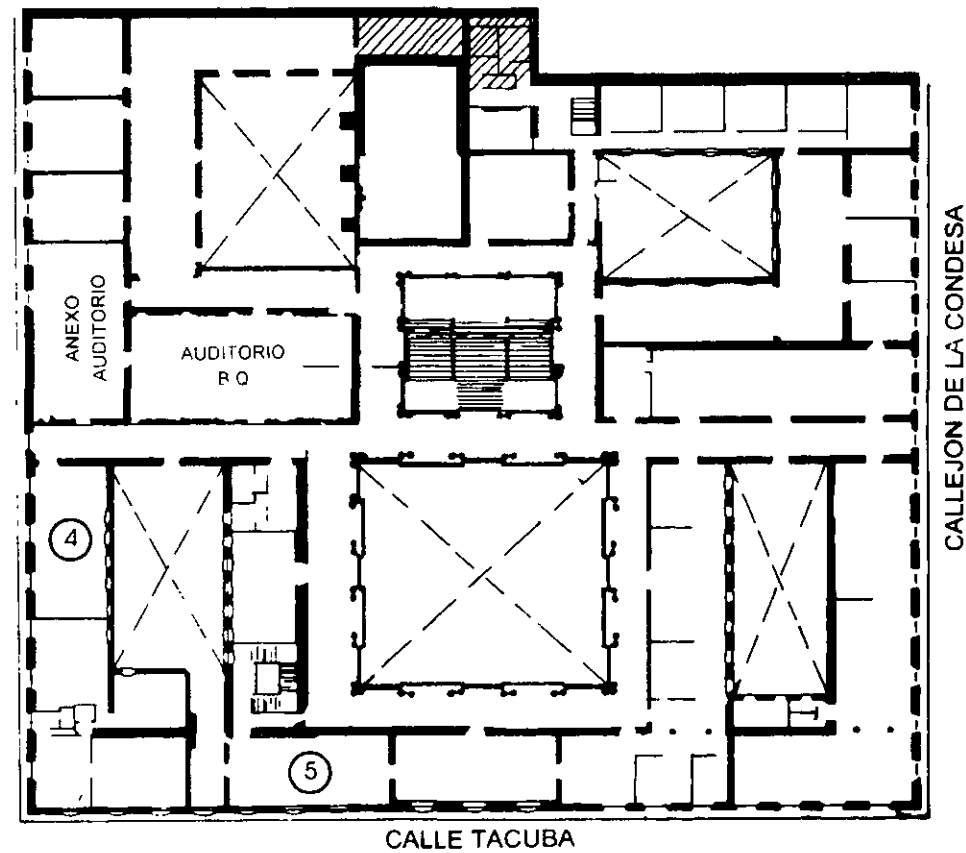
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



# PALACIO DE MINERIA



**PLANTA BAJA**



**MEZZANINNE**



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
CONTINUA Y A DISTANCIA



**EXPOSITOR: ING. EUGENIO ALMANZA CASTRO E ING. SAMUEL FERNÁNDEZ**  
**DEL 29 DE OCTUBRE AL 08 DE DICIEMBRE DE 2007**  
**PALACIO DE MINERÍA**





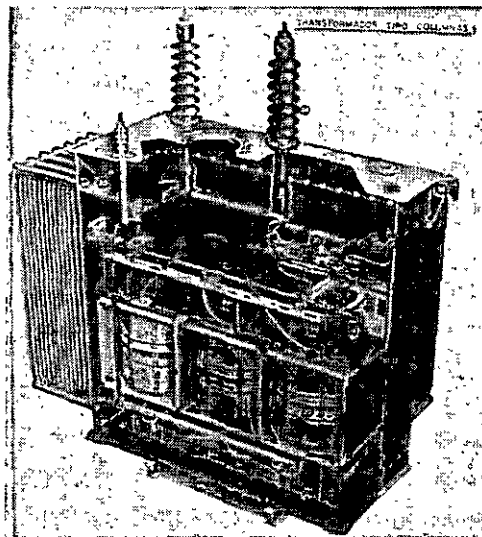
## COMPONENTES DE UN TRANSFORMADOR

- DEVANADOS
- NUCLEO
- AISLAMIENTOS
- MEDIO REFRIGERANTE
- TERMINALES DE A.T. Y B.T.
- TANQUE / GABINETE
- ACCESORIOS
- CAMBIADOR
- RADIADORES


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Partes principales



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




## SISTEMAS DE PROTECCION DE ACEITE

- 1.- CAMARA SELLADA (SEALDAIRE)
- 2.- ATMOSFERA INERTE (INERTAIRE)
- 3.- TANQUE CONSERVADOR
- 4.- SISTEMA DE CONSERVACION DE ACEITE A PRESION CONSTANTE (COPS)

---


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Principio de funcionamiento

**DEFINICIÓN DEL TRANSFORMADOR**

Es un dispositivo eléctrico, estático, que mediante un acoplamiento magnético, transfiere energía eléctrica de un circuito de corriente alterna a otro, a la misma frecuencia, pero usualmente modificando sus valores de voltaje y corriente, ya sea para elevar o para reducir estos valores.

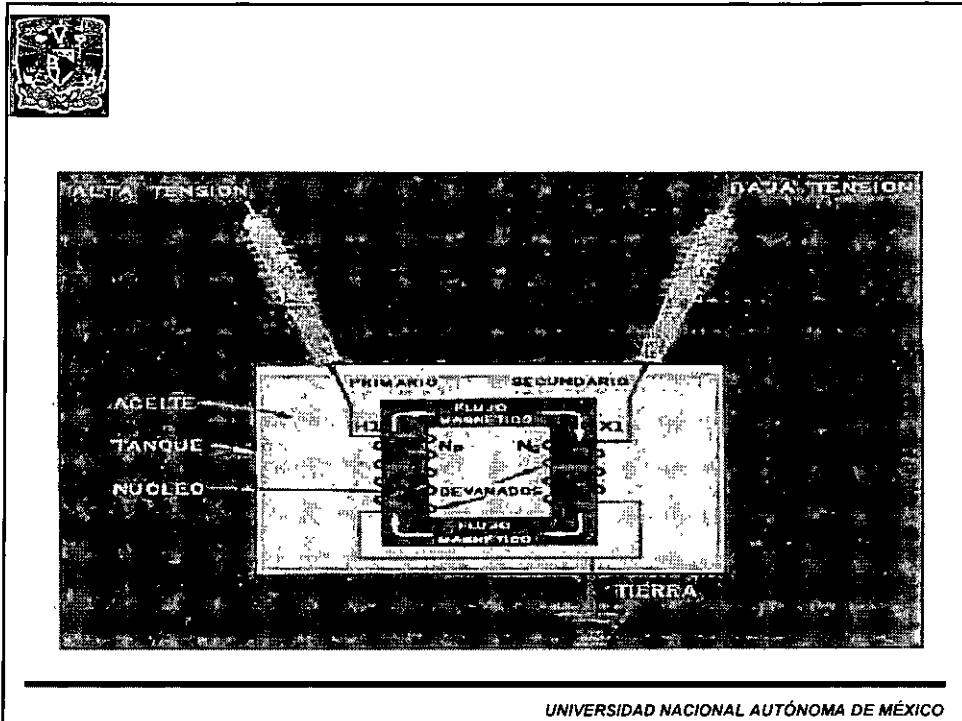

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Está compuesto por un circuito eléctrico y un circuito magnético. En su forma más simple, el circuito eléctrico está integrado por dos bobinas o devanados, aislados eléctricamente, uno que recibe la energía de la fuente y se denomina PRIMARIO. Y otro que entrega la energía ya modificada y se denomina SECUNDARIO. El circuito magnético lo forma en NÚCLEO de acero laminado que enlaza ambos devanados.

Ecuación básica

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Características

- CONDICIONES DE SERVICIO
- ELECTRICAS
- TERMICAS
- MECANICAS
- ACCESORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## CONDICIONES DE SERVICIO

- Temperatura ambiente
- Altitud de operación

Altitud (ft)	Altitud (m)	Factor de corrección de altitud del esfuerzo dieléctrico
3300	1000	1.00
4000	1200	0.96
5000	1500	0.95
6000	1800	0.92
7000	2100	0.89
8000	2400	0.86
9000	2700	0.83
10000	3000	0.8
12000	3600	0.75
14000	4200	0.7
15000	4500	0.67

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## ELECTRICAS

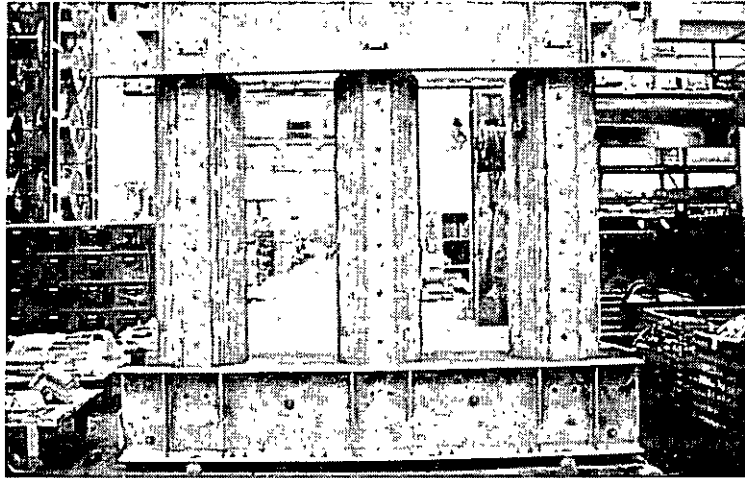
### Número de fases

- Capacidad nominal
- Tipo de núcleo
- Tensiones nominales
- Tensiones de las derivaciones
- Niveles de aislamiento y valores de pruebas dieléctricas
- Corriente de excitación y su tolerancia
  
- Pérdidas de excitación, pérdidas totales y sus tolerancias
- Impedancia y su tolerancia
- Relación de transformación y su tolerancia
- Conexiones
- Polaridad, desplazamiento angular y designación de terminales

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



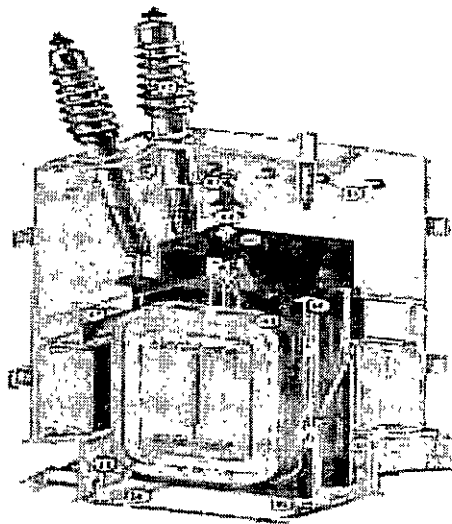
## Núcleo tipo columnas



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




## NUCLEO TIPO ACORAZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO


**Table 5**  
**Dielectric Insulation for Class II Power Transformers\***



Nominal System Voltage (kV)	Power Transformer Insulation Level (RUL) (kV rms)	Chopped Wave Level (kV rms)	Withstand Impulse Level (RSL) (kV rms)	Insulation Voltage Test (Phase to Ground)		Applied Voltage Test Level (kV rms)
				One Hour Level (kV rms)	Enhancement Level (kV rms)	
Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7
15 and below	110	120	—	—	—	34
25	150	165	—	—	—	40
34.5	200	220	—	—	—	70
46	250	275	—	—	—	85
69	250	275	—	—	—	95
115	350	385	230	100	130	140
	450	490	375	105	130	185
	500	525	400	105	130	230
138	450	485	375	125	145	180
	510	525	450	125	145	230
	610	715	540	125	145	275
161	540	605	450	145	170	230
	650	715	540	145	170	275
	750	825	620	145	170	325
230	650	715	540	210	240	275
	750	825	620	210	240	325
	825	905	680	210	240	375
345	900	990	745	315	360	325
	1050	1155	870	315	360	460
	1175	1230	975	315	360	520
500	1200	1430	1000	475	550	—
	1425	1570	1160	475	550	—
	1550	1700	1290	475	550	—
	1675	1845	1390	475	550	—
765	1800	1980	1500	680	800	—
	1925	2120	1600	680	800	—
	2050	2250	1700	680	800	—

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO


**TABLA 2. Pérdidas de excitación y totales máximas permitidas.**  
(unidades en W)



TIPO DE ALIMENTACIÓN	CAPACIDAD KVA	CLASE DE AISLAMIENTO					
		Hasta 15kV		Hasta 25 kV		Hasta 34.5 kV	
		Excitación	Totales	Excitación	Totales	Excitación	Totales
MONOFÁSICOS	5	30	107	38	112	63	118
	10	47	178	57	189	83	199
	15	62	244	75	259	115	275
	25	86	368	100	394	145	419
	37.5	114	513	130	552	185	590
	50	138	633	160	684	210	736
	75	186	834	215	911	270	988
	100	235	1081	265	1163	320	1266
167	365	1687	415	1857	425	2028	
TRIFÁSICOS	15	88	314	110	330	135	345
	30	137	534	165	565	210	597
	45	180	755	215	802	265	848
	75	255	1142	305	1220	365	1297
	112.5	350	1597	405	1713	450	1829
	150	450	1976	500	2130	525	2284
	225	750	2844	820	3080	900	3310
	300	910	3844	1000	3951	1100	4260
500	1330	5561	1475	6073	1540	6286	

NOTAS:  
 1. Estas pérdidas son máximas y no se admiten tolerancias.  
 2. En las pérdidas totales se incluyen las pérdidas debidas a la carga, corregidas a la temperatura de referencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




**TABLA 1. Eficiencias mínimas permitidas para los transformadores de distribución**  
(eficiencias en %)

TIPO DE ALIMENTACION	CAPACIDAD kVA	CLASE DE AISLAMIENTO		
		Hasta 15kV	Hasta 25 kV	Hasta 34.5 kV
MONOFÁSICOS	5	97,90	97,80	97,90
	10	98,25	98,15	98,05
	15	98,40	98,30	98,20
	25	98,55	98,45	98,35
	37,5	98,65	98,55	98,45
	50	98,75	98,65	98,55
	75	98,90	98,80	98,70
	100	98,95	98,85	98,75
TRIFÁSICOS	15	97,95	97,85	97,75
	30	98,25	98,15	98,05
	45	98,35	98,25	98,15
	75	98,50	98,40	98,30
	112,5	98,60	98,50	98,40
	150	98,70	98,60	98,50
	225	98,75	98,65	98,55
	300	98,80	98,70	98,60
500	98,90	98,80	98,70	

NOTA: Los transformadores de distribución con capacidades y clase de aislamiento intermedias a las contempladas en esta tabla deberán cumplir con las eficiencias de la capacidad preferente inmediata superior.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




**Tolerancias para pérdidas de transformadores**

Número de unidades en un lote	Base de determinación	Pérdida de excitación	Pérdidas totales
1	1 unidad	10 %	10 %
2 ó más	Cada unidad	10 %	10 %
	Promedio de todas las unidades	0 %	0 %

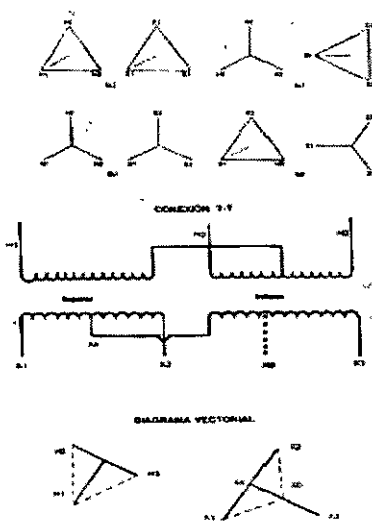
**Valores generales de impedancia**

Tensión del sistema kV rms	Impedancia %		
	Monofásicos 5 a 167 kVA	Trifásicos	
		15 a 150 kVA	225 a 500 kVA
1,2 a 18	1,80 a 2,00	2,00 a 3,00	2,50 a 5,00
25	1,50 a 3,25	2,00 a 3,25	2,75 a 5,50
34,5	1,50 a 3,50	2,00 a 3,50	3,00 a 5,75

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Conexiones



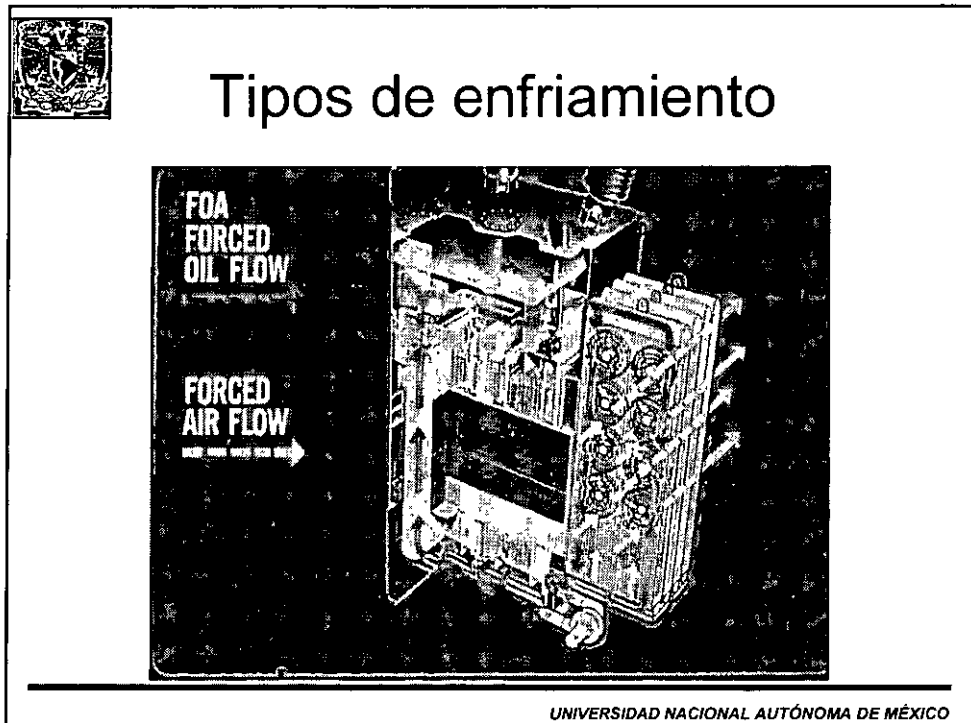
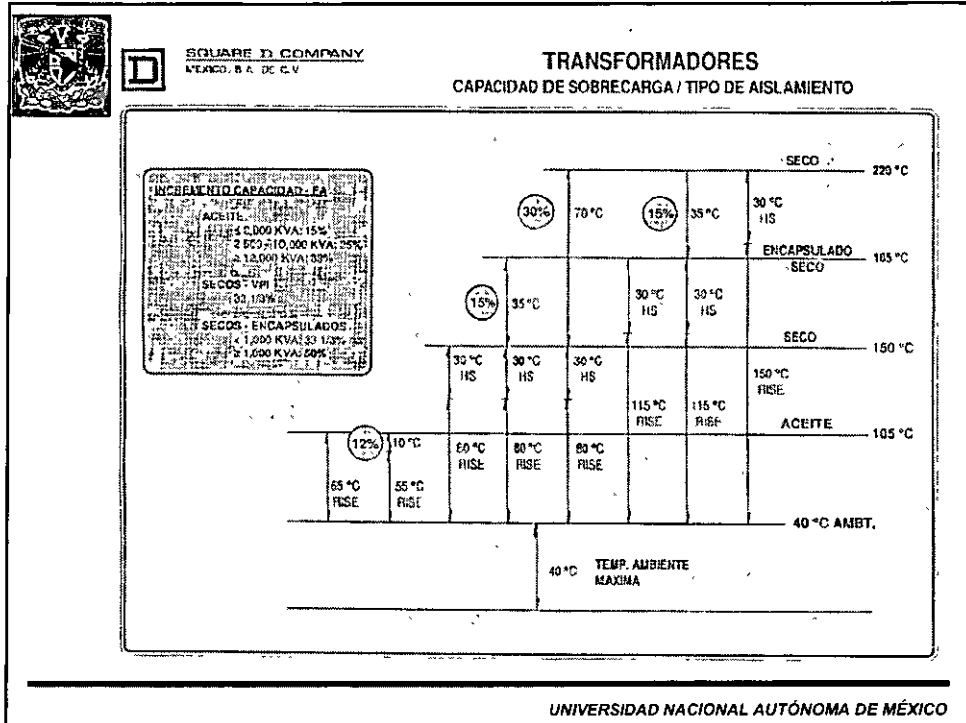
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




## TERMICAS

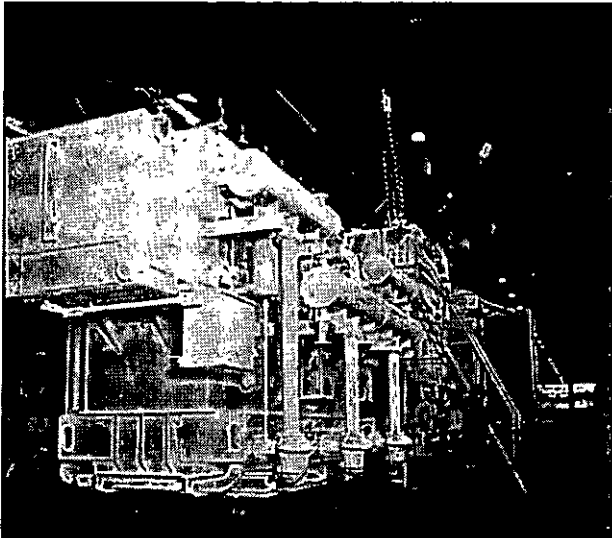
- Límites de elevación de temperatura (Rise)
- Tipos de enfriamiento

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO






## Tipos de enfriamiento



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*



**Clasificación de transformadores según el tipo de su enfriamiento:**

OA	Inmerso en líquido, autoenfriado.
OA/FA	Inmerso en líquido, autoenfriado / ventilación forzada.
OA/FA/FA	Inmerso en líquido, autoenfriado / ventilación forzada / ventilación forzada.
OA/FA/FOA	Inmerso en líquido, autoenfriado / ventilación forzada / enfriado por líquido forzado.
OA/FOA/FOA	Inmerso en líquido, autoenfriado / ventilación forzada, enfriado por líquido forzado / ventilación forzada, enfriado por líquido forzado.
FOA	Inmerso en líquido, enfriado por líquido forzado con ventilación forzada.
FOW	Inmerso en líquido, enfriado por líquido forzado con agua forzada.
OW	Inmerso en líquido, enfriado por agua
OW/A	Inmerso en líquido, enfriado por agua / autoenfriado
AA	Tipo seco, autoenfriado y ventilado.
AFA	Tipo seco, enfriado con ventilación forzada.
AA/FA	Tipo seco, autoenfriado y ventilado / enfriado con ventilación forzada.
ANV	Tipo seco no ventilado y autoenfriado.
GA	Tipo seco sellado y autoenfriado.

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*

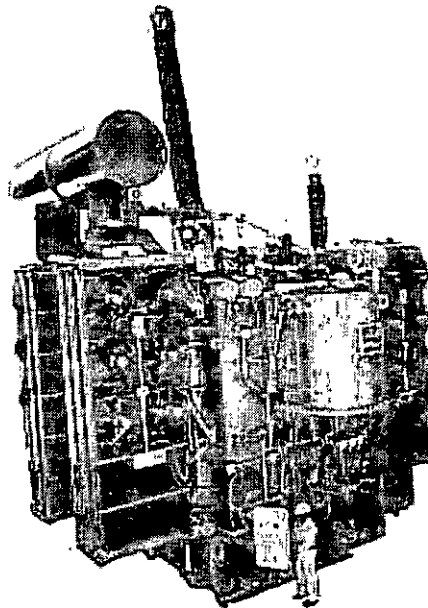


## MECANICAS

### Construcción del tanque

- Registro de inspección.
- Preservación del líquido aislante
- Aditamentos para levantar, arrastrar y fijar el tanque
- Radiadores
- Acabado del tanque
- Tornillería

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





# ACCESORIOS

Transformadores de corriente

- Cambiadores de derivaciones
- Indicadores de temperatura, nivel y flujo
- Válvulas, dispositivo para muestreo, conexiones para filtro prensa
- Relevadores
- Válvula de sobrepresión
- Boquillas y terminales
- Apartarrayos


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



"EMBLEMA Y MARCA DE LA FARRICA"

FASES 3		TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL		FREC. 60 Hz	
kVA		No. SERIE			
TENSION NOMINAL		CORRIENTE NOMINAL		N.B.A.I.	MATERIAL
A.T.		A		10	kV
B.T.					kV
MASAS	Kg	% IMPEDANCIA A 85°C		D.T.	
NUCLEO BOBINA		ELEV. TEMPERATURA	°C	FECHA	
TANQUE		ALTITUD m s.n.m.			
LIQUIDO		LIQUIDO AISLANTE	L		
TOTAL		CLASE	kV	TIPO OA	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



DERIVACIONES			
POS	CONECTA.	WATT/V.	A
113	4 - 5		
112	5 - 3		
113	3 - 6		
114	6 - 2		
115	2 - 7		
.. BAJA TENSION			

ANO. DE FABRICACION	
INS. No.	
HECHO EN MEXICO	

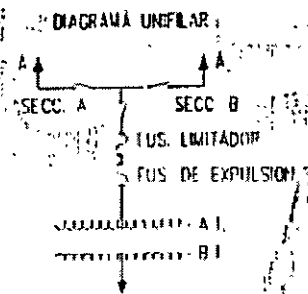
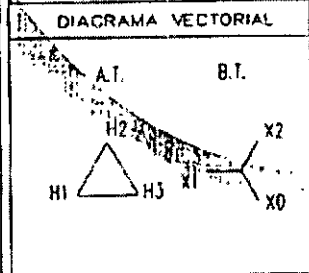


DIAGRAMA UNIFILAR

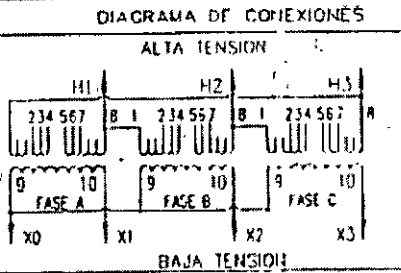
DIAGRAMA VECTORIAL



REC

DIAGRAMA DE CONEXIONES


ALTA TENSION



BAJA TENSION

NOMBRE DE LA FABRICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## NORMAS NACIONALES

- **NMX NMX-J-123** ACEITE AISLANTE NO INHIBIDO PARA ACEITE AISLANTE NO INHIBIDO PARA TRANSFORMADORES
- **NMX NMX-J-169** PRODUCTOS ELECTRICOS TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POTENCIA. METODOS DE PRUEBA
- **NMX NMX-J-234** BOQUILLAS DE PORCELANA DE BAJA Y ALTA TENSION PARA TRANSFORMADORES DE SERVICIO EXTERIOR
- **NMX NMX-J-272** TECNICAS DE PRUEBA EN ALTA TENSION
- **NMX NMX-J-281** TERMINOS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA ELECTRICA
- **NMX NMX-J-284** TRANSFORMADORES DE POTENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



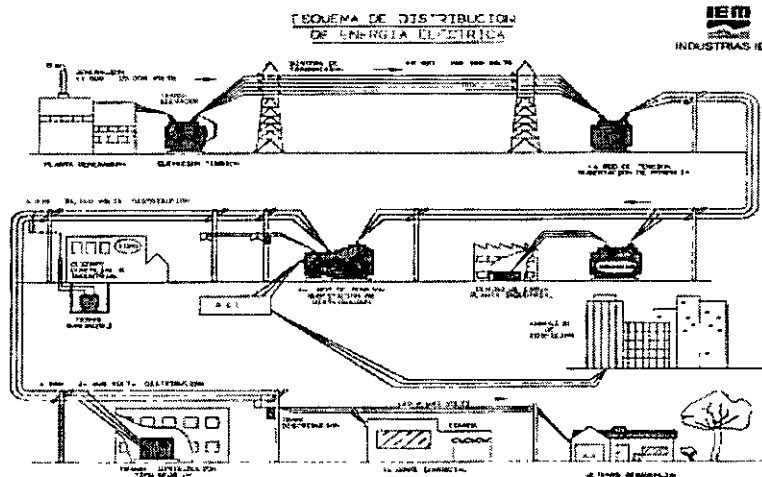
## NORMAS INTERNACIONALES

- IEEE C57.12.00 STANDAR GENERAL REQUERIMENTS FOR LIQUID-INMERSED DISTRIBUTION, POWER, AND REGULATING TRANSFORMERS.
- IEEE C57.12.10 SAFETY REQUERIMENTS 230 KV AND BELOW 833/958 THROUGH 8333/10417 KVA, 1 PHASE, 750/862 THROUGH 60000/80000/100000 KVA, 3 PHASE WITHOUT LOAD TAP CHANGING AND 3750/4687 THROUGH 60000/80000/100000 KVA, 3 PHASE WITH LOAD TAP CHANGING
- IEEE C57.12.80 STANDAR TERMINOLOGY FOR DISTRIBUTION, POWER TRANSFORMERS
- IEEE C57.12.90 STANDAR TEST CODE FOR LIQUID-INMERSED DISTRIBUTION, POWER AND REGULATING TRANSFORMERS AND GUIDE FOR SHORT-CIRCUIT TESTING OF DISTRIBUTION, POWER TRANSFORMERS
- CEI IEC 76-3. POWER TRANSFORMER


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Aplicación



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S.A. DE C.V.

### TRANSFORMADORES TIPO SECO

**MENORES DE 600 V**

DESCRIPCION	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>PROPOSITOS GENERALES</b></p> <p>10 - 0.25 a 167 KVA 30 - 3.0 a 1000 KVA <math>\Delta</math> °C = 115 y 150 °C</p> <p><b>NO VENTILADOS</b></p> <p>10 - 15 a 100 KVA 30 - 15 a 300 KVA <math>\Delta</math> °C = 115 y 150 °C</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALACION CERCANA A LA CARGA</li> <li>TAMANO COMPACTO</li> <li>AISLAMIENTO PARA 220° C</li> <li>MONTAJE EN CUALQUIER POSICION (HASTA 150 KVA)</li> <li>SOPORTA EL C. CTO. POR 2 SEG.</li> <li>BAJO NIVEL DE RUIDO</li> <li>INSTALACION EN AREAS CON PARTICULAS CONTAMINANTES (POLVO GASES ETC.)</li> <li>SERVICIO INTERIOR Y EXTERIOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALUMBRADO</li> <li>CARGAS DE MOTORES</li> <li>CARGAS DE CONTROL</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>TOTALMENTE SELLADO</li> <li>SUJETO A RUIDO CONSTANTE EN CUALQUIER DIRECCION</li> <li>SU CAPACIDAD DE DISEÑO ES SUPERIOR A LA NOMINAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALACIONES DONDE EXISTAN CONDICIONES EXTREMAS DE POLVO Y CONTAMINACION</li> </ul>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S.A. DE C.V.

### TRANSFORMADORES TIPO SECO

**MENORES DE 600 V**

DESCRIPCION	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>AISLAMIENTO CON BLINDAJE</b></p> <p>10 - 1 a 25 KVA 30 - 9 a 500 KVA <math>\Delta</math> °C = 115 y 150 °C</p> <p>TIENE BLINDAJE ELECTROSTATICO ENTRE EL PRIMARIO Y EL SECUNDARIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AISLAMIENTO ENTRE CIRCUITOS</li> <li>ATENUA LAS INTERFERENCIAS</li> <li>REDUCE EL RUIDO ELECTRICO Y LAS FRECUENCIAS INDESEABLES (ENTRE 120 db CON FRECUENCIAS DE 1.5 KHz y 40 db CON 1 MHz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CONTROL ELECTRONICOS</li> <li>COMPUTADORAS Y FAX</li> <li>MADINAS DE RAYOS "X"</li> <li>EQUIPOS DE HOSPITALES</li> <li>EQUIPOS DE CONTROL NUMERICO</li> <li>CENTRALES TELEFONICAS</li> </ul>
<p><b>AISLAMIENTO CON BLINDAJE Y FILTROS</b></p> <p>30 - 30 a 225 KVA <math>\Delta</math> °C = 150 °C</p> <p>FILTROS EN EL SECUNDARIO</p> <p>SUPRESORES DE ONDA EN EL PRIMARIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ELIMINA LAS FRECUENCIAS INDESEABLES</li> </ul>	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S. A. DE C. V.

### TRANSFORMADORES TIPO SECO

**MAYORES DE 600 V**

DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>IMPREGNADO EN RESINA</b></p> <p>10 - 167 a 333 KVA 30 - 225 a 3000 KVA <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 150^{\circ}\text{C}</math> SERVICIO INTERIOR IMPREGNADO EN RESINA BAJO PRESION Y VACIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BAJO NIVEL DE RUIDO</li> <li>INSTALACION CERCANA A LA CARGA</li> <li> AISLAMIENTO PARA 220° C</li> <li> AISLAMIENTO NO FLAMABLE</li> <li> MEJOR RESISTENCIA MECANICA</li> <li> MAYOR PROTECCION CONTRA HUMEDAD Y CONTAMINANTES DEL AMBIENTE</li> <li> ENFRIAMIENTO FORZADO OPCIONAL</li> <li> VENTILACION HACIA EL FRENTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CARGAS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE EDIFICIOS</li> <li>USO GENERAL</li> <li>EN AMBIENTES EXTREMOSOS</li> <li>DONDE LAS CARGAS VARIEN</li> </ul>
<p><b>SUBESTACION UNITARIA</b></p> <p>30 - 75 a 500 KVA <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 80, 115 \text{ y } 150^{\circ}\text{C}</math> IMPREGNADO EN RESINA EQUIPADA CON INTERRUPTORES EN EL PRIMARIO Y SECUNDARIO CON OPCION DE CENTRO DE CARGA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PRODUCTO COMPACTO ICABE EN CUALQUIER PUERTA</li> <li>CON ENFRIAMIENTO FORZADO OPCIONAL</li> <li>FACILIDAD EN SU MANTENIMIENTO</li> <li>VENTILACION HACIA EL FRENTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INSTALACIONES DONDE EL ESPACIO SEA UN FACTOR IMPORTANTE</li> </ul>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



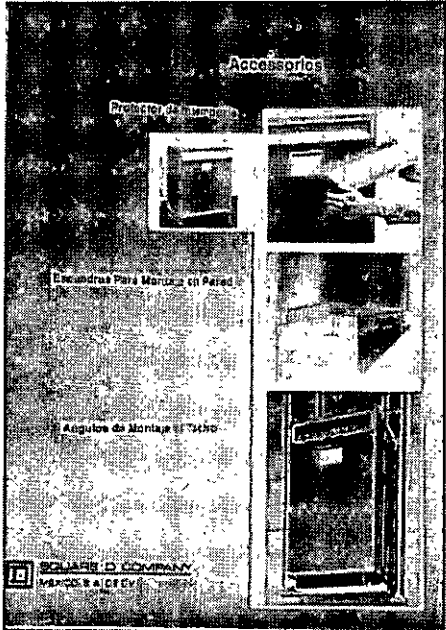

**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S. A. DE C. V.

### TRANSFORMADORES TIPO SECO

**MAYORES DE 600 V**

DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>PEDESTAL IMPREGNADO EN RESINA</b></p> <p>30 - 225 a 750 KVA <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 150^{\circ}\text{C}</math> IMPREGNADO EN RESINA BAJO PRESION Y VACIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MONTAJE EN PEDESTAL EXTERIOR O TECHO</li> <li>RECUBRIMIENTO RESISTENTE AL AMBIENTE</li> <li>DISPONIBILIDAD DE ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION</li> <li>AUTOPROTEGIDO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REDES DE DISTRIBUCION</li> <li>CARGAS COMERCIALES Y RESIDENCIALES</li> <li>LUGARES PUBLICOS (EDIFICIOS, ESCUELAS, HOSPITALES, CENTROS COMERCIALES, ETC.)</li> </ul>
<p><b>ENCAPSULADO EN RESINA EPOXICA</b></p> <p>30 - 500 a 10,000 KVA <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 80 \text{ y } 115^{\circ}\text{C}</math> ENCAPSULADO EN RESINA EPOXICA, CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MAXIMO AISLAMIENTO CONTRA AMBIENTES SEVEROS</li> <li>SOPORTA ESFUERZOS DE CORTO CIRCUITO</li> <li>RESISTENCIA A LA DILATACION TERMICA</li> <li>NO PRODUCE CONTAMINACION</li> <li>LIBRE DE MANTENIMIENTO</li> <li>CAPACIDAD DE SOBRECARGA</li> <li>BI. EQUIVALENTE A UN TRANSFORMADOR EN LIQUIDO</li> <li>PUESTA INMEDIATA EN SERVICIO</li> <li>LIBRE DE DESCARGAS PARCIALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>REEMPLAZO IDEAL PARA UNIDADES CON POB'S</li> <li>SISTEMAS DE TRACCION</li> <li>INDUSTRIA QUIMICA</li> <li>LUGARES CON TEMPERATURAS EXTREMOSAS</li> <li>LUGARES CON CONDICIONES EXTREMAS DE POLVO Y CONTAMINACION</li> <li>LUGARES DONDE LAS VIBRACIONES Y EL GOLPETEO ES COMUN</li> <li>DONDE LAS CARGAS VARIEN</li> </ul>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Accessorios


Protector de interruptores

Escuadras Para Montar en Pared

Angulos de Montaje

SQUARE D COMPANY  
 MERCEDES AICEY

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

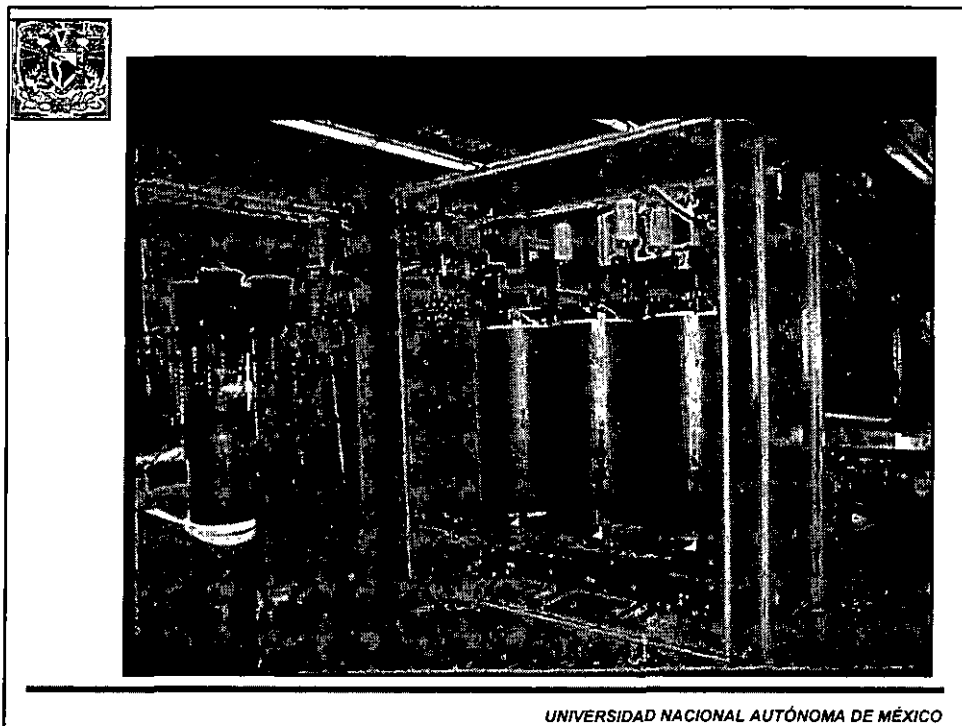
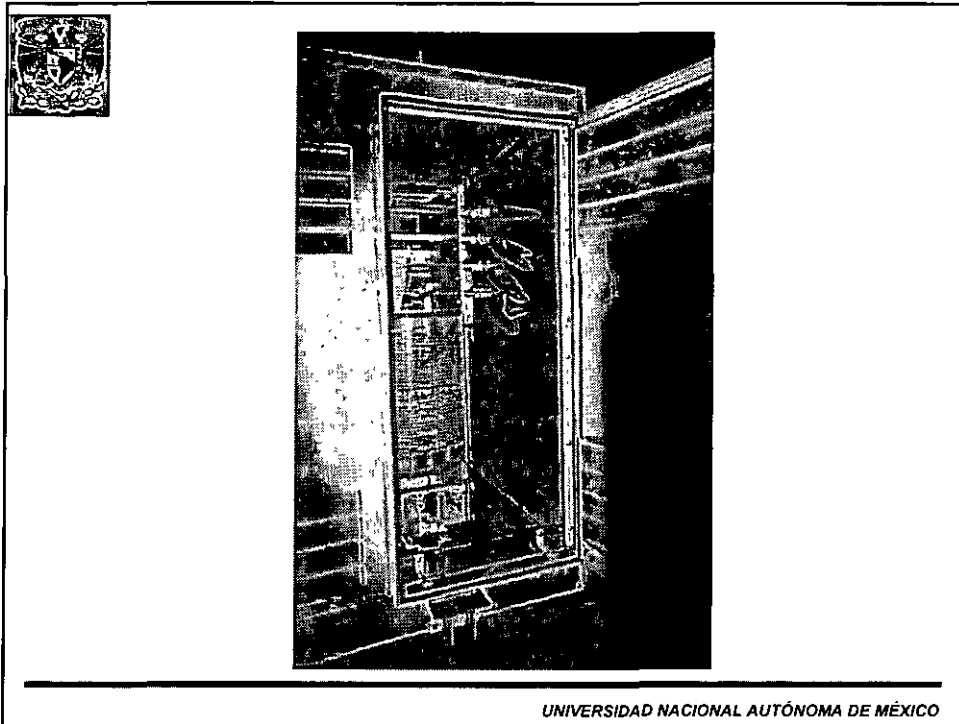


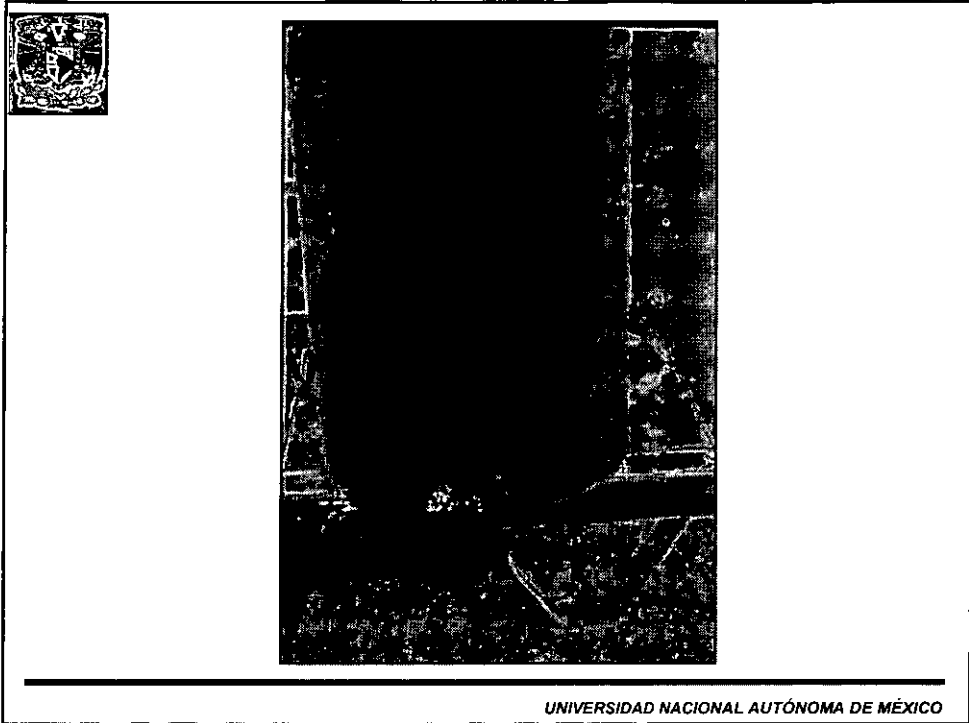
Características Principales de los Transformadores Tipo Seco

1. Menores pérdidas núcleo de hierro seco
2. Excelente aislamiento de primera mano
3. Excelente ventilación
4. Los interruptores VICE de tipo "ZANUS" están directamente sujetos a la carcasa
5. Puntos de inspección y mantenimiento
6. Montado en gabinete
7. Conexión de fase a fase
8. Gabinete a prueba de gases con ventilación orificios
9. Pasa los datos sobre el aceite con el aceite
10. Gabinete y interruptor de aceite de calidad


SQUARE D COMPANY  
 MERCEDES AICEY


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S.A. DE C.V.


**TRANSFORMADORES  
EN LIQUIDO AISLANTE**

MAYORES DE 600 V		
DESCRIPCION	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>TIPO POSTE</b></p> <p>10 - 10 a 167 KVA 30 - 15 a 500 KVA HASTA 125 KV BL</p> <p><b>TIPO PEDESTAL</b></p> <p>10 - 25 a 167 KVA HASTA 95 KV BL 30 - 75 a 5,000 KVA HASTA CLASE 34.5 KV</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MANTENIMIENTO MINIMO</li> <li>- BAJO COSTO DE INSTALACION</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UNIDADES AUTOPROTEGIDAS</li> <li>- COMPARTIMIENTO DE SEGURIDAD</li> <li>- CONECTORES EN EL PRIMARIO ENCHUFABLES</li> <li>- RECUBRIMIENTO RESISTENTE AL AMBIENTE</li> <li>- DISPONIBILIDAD DE ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION</li> </ul>	<p>CARGAS RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CARGAS CON DISTRIBUCION SUBTERRANEA</li> <li>- LUGARES PUBLICOS (EDIFICIOS, ESCUELAS HOSPITALES, CENTROS COMERCIALES, ETC.)</li> </ul>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





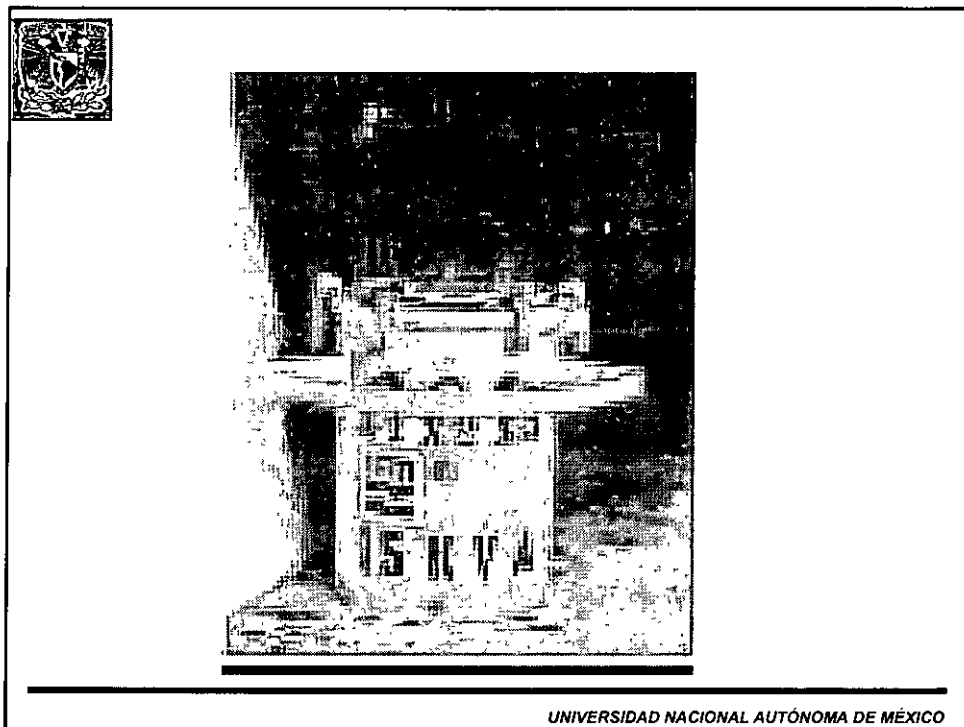
**SQUARE D COMPANY**  
MEXICO, S. A. DE C. V.

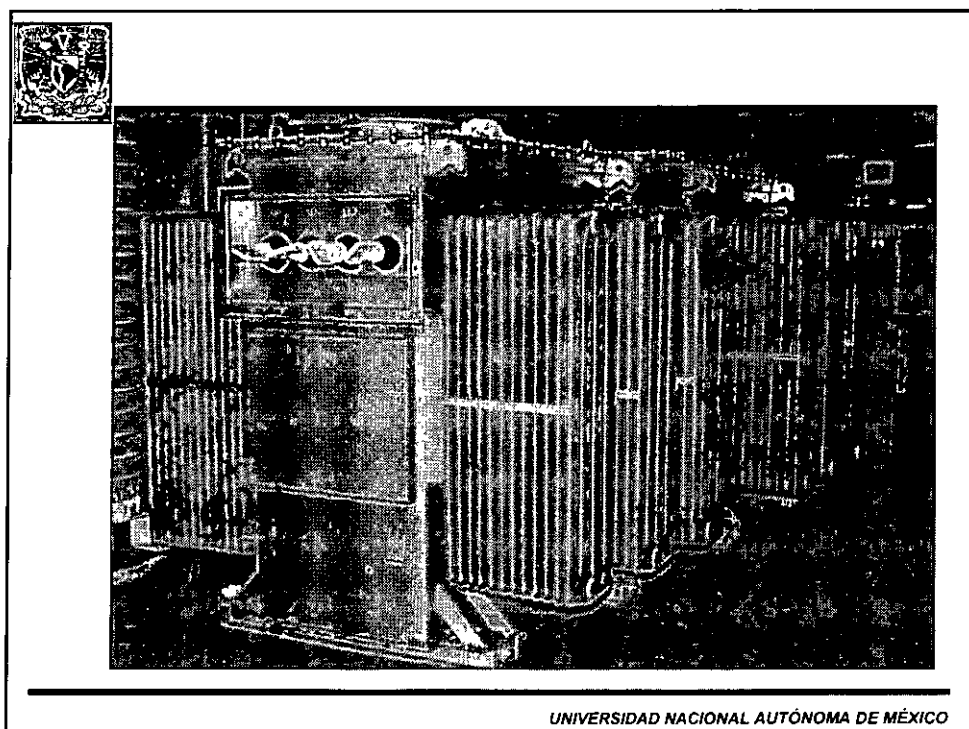
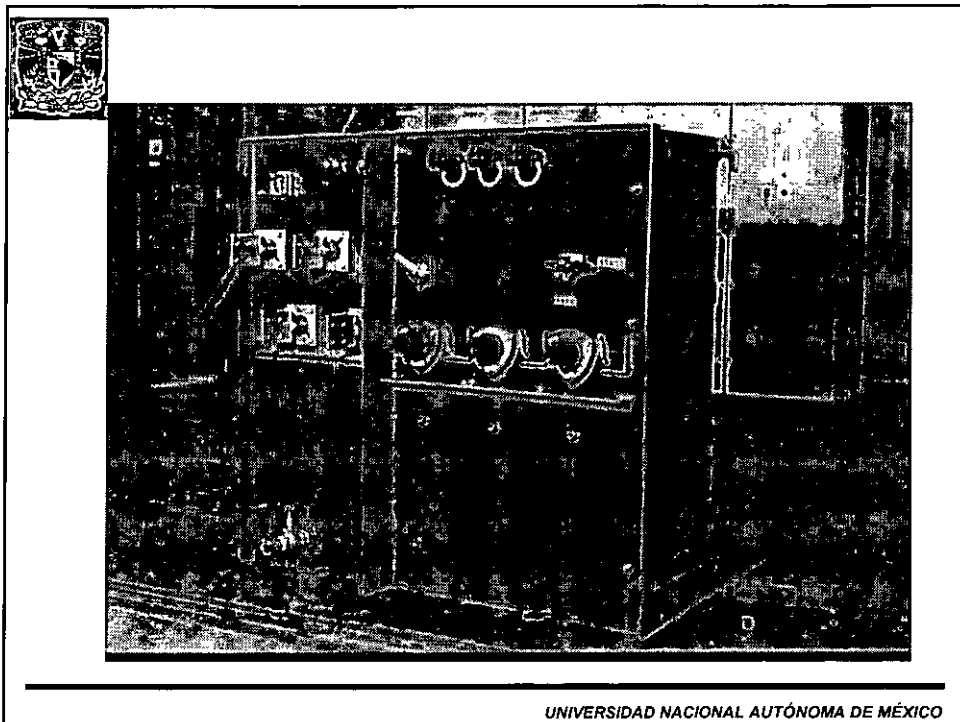
## TRANSFORMADORES EN LIQUIDO AISLANTE

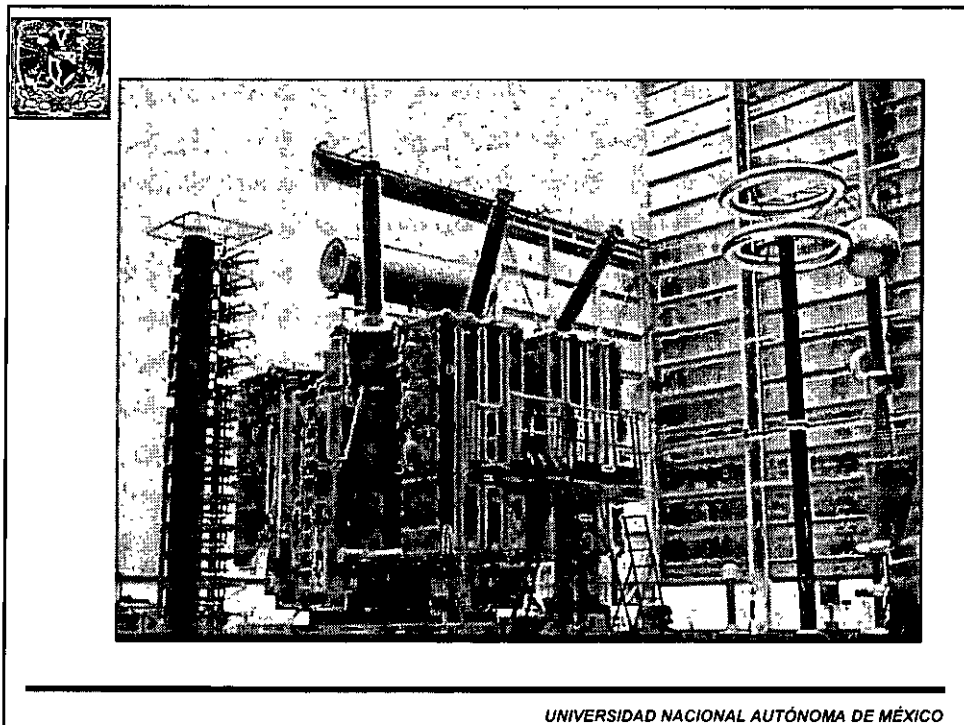
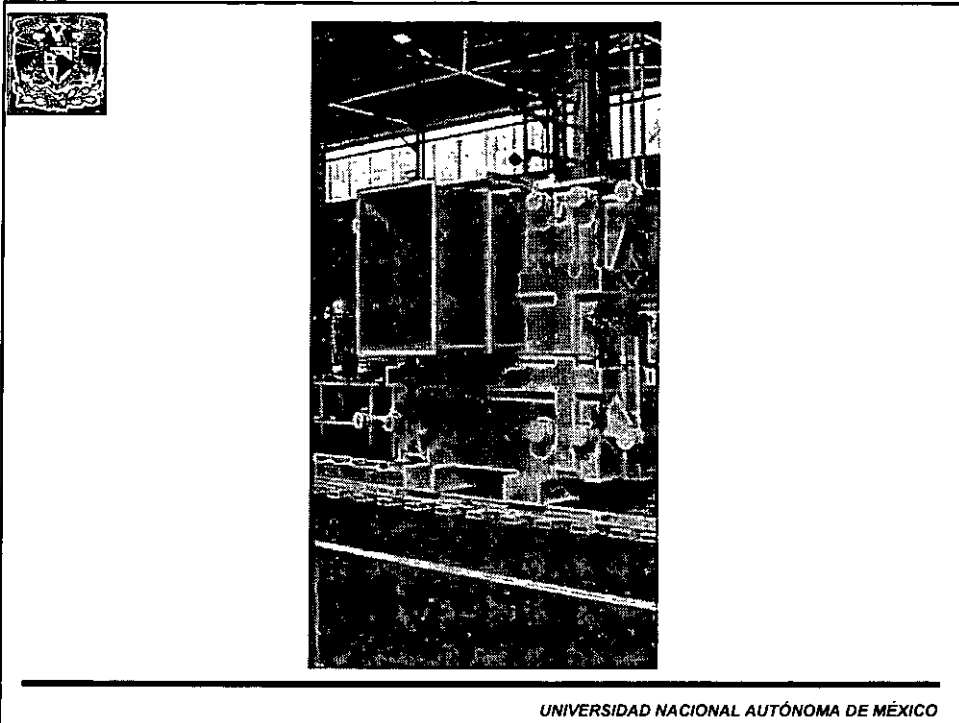
**MAYORES DE 600 V**

DESCRIPCION	VENTAJAS	APLICACIONES
<p><b>TIPO SUMERGIBLE</b></p> <p>30 - 225 a 2,500 KVA CLASE 25 KV <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 55 \text{ ó } 55 / 65^{\circ}\text{C}</math> TODOS LOS COMPONENTES MONTADOS EN LA CUBIERTA</p> <p><b>PARA CENTRO DE CARGA</b></p> <p>30 - 225 a 5,000 KVA HASTA CLASE 34.5 KV <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 55 \text{ ó } 55 / 65^{\circ}\text{C}</math></p> <p><b>SUBESTACION</b></p> <p>30 - 225 a 10,000 KVA HASTA CLASE 34.5 KV <math>\Delta^{\circ}\text{C} = 55 \text{ ó } 55 / 65^{\circ}\text{C}</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUEDE SER OPERADO ESTANDO PARCIALMENTE SUMERGIDO EN AGUA</li> <li>- APLICACION DE IMPERMEABILIZANTE EN LA BASE DEL TRANSFORMADOR</li> <li>- BOQUILLAS DE USO COMUN EN ESTE TIPO DE TRANSFORMADORES</li>   <li>- VARIEDAD EN GARGANTAS, BRIDAS Y CAMARAS TERMINALES</li>   <li>- ELEVACION DE TEMPERATURA 55/65 <math>^{\circ}\text{C}</math> BIEN MAYOR QUE EL DE LOS TRANSFORMADORES TIPO SECO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PARA INSTALACION EN BOVEDAS</li> <li>- INSTALACIONES BAJO NIVEL DE PISO EXPUESTAS A INUNDACIONES PARCIALES</li>   <li>- CARGAS COMERCIALES E INDUSTRIALES QUE REQUIERAN ACOPLAMIENTO A INTERRUPTORES MEDIANTE BRIDA O DUCTO</li>   <li>- CARGAS COMERCIALES E INDUSTRIALES</li> <li>- DONDE LAS CARGAS VARIAN MODERADAMENTE</li> <li>- DONDE EXISTAN TRANSitorios DE TENSION</li> </ul>

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*









## Pruebas recomendables para puesta en servicio

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO Y MEDICION  
DE CAPACITANCIA DE DEVANADOS A TIERRA

TENSION DE RUPTURA DEL LIQUIDO AISLANTE

RELACION DE TRANSFORMACION

POLARIDAD

DESPLAZAMIENTO ANGULAR

SECUENCIA DE FASES

RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




## RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

OBJETIVO: DETERMINAR SI EL  
TRANSFORMADOR ESTA EN  
CONDICIONES DE OPERAR A  
TENSION NOMINAL

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



DESCRIPCION:

LAS SUPERFICIES AISLANTES DEBEN ESTAR LIMPIAS

DEVANADOS AL MISMO POTENCIAL

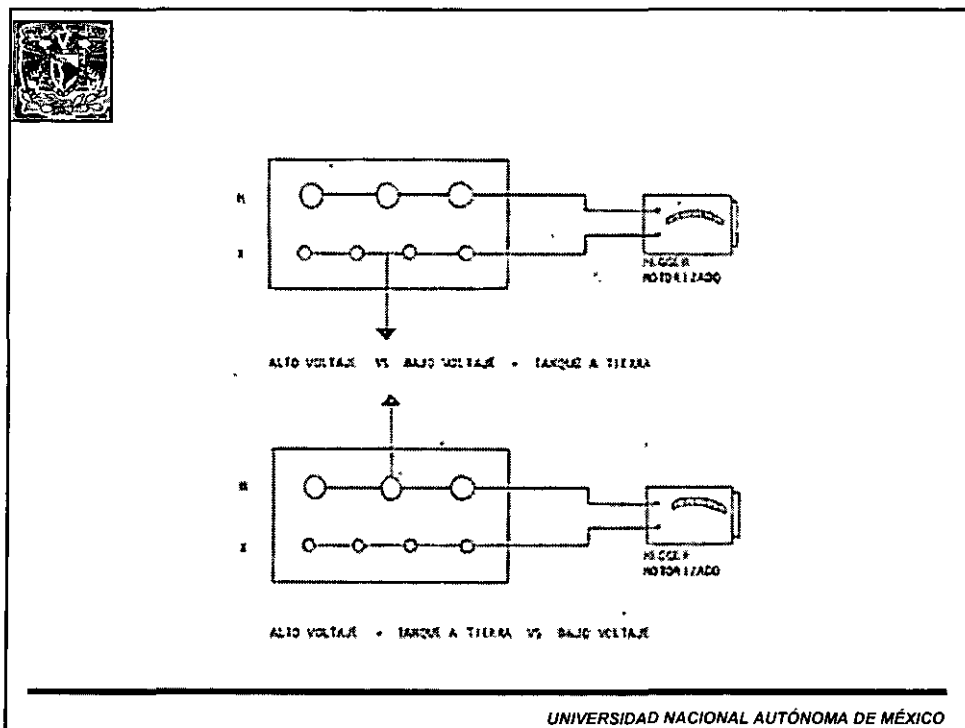
1 MIN. - TRANSFORMADOR

10 MIN. - TRANSFORMADOR POTENCIA

APLICAR MAS DE 1000 V. MEGOHMETRO (MEGGER)

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





ACEPTACION:

INDICE DE POLARIZACION > 1.5

INDICE DE POLARIZACION = VALOR A 10 MIN  
/ VALOR A 1 MIN

1 MΩ / Kv A TEMPERATURA DE OPERACION

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## FACTOR DE POTENCIA

OBJETIVO: VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS  
AISLAMIENTOS

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**DESCRIPCION:**

ENTRE LOS DEVANADOS EXISTEN UNA CAPACITANCIA

$$FP = MW / MVA$$

LAS SUPERFICIES AISLANTES DEBEN ESTAR LIMPIAS

APLICAR MENOS DE 10 KV O MENOS DEL 50%  $V_{pba}$  DE BAJA FRECUENCIA

M E U, PUENTE DE CAPACITANCIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

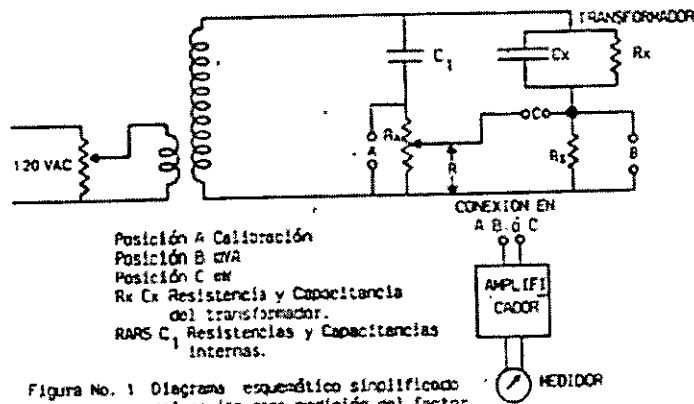



Figura No. 1 Diagrama esquemático simplificado del equipo para medición del factor de disipación.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA

$$F P_{20} = K^{FP_{AMB}}$$

F P<sub>20</sub> FACTOR DE POTENCIA A 20


FP<sub>AMB</sub> FACTOR DE POTENCIA A TEMPERATURA DE PRUEBA

FP <sub>AMB</sub>	K
10	0.80
15	0.90
20	1.00
25	1.12
30	1.25
35	1.40
40	1.55
45	1.75
50	1.95
55	2.18
60	2.42
65	2.70
70	3.00

ACEPTACION FP<sub>20</sub> < 1

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




# TENSION DE RUPTURA DEL LIQUIDO AISLANTE

OBJETIVO: OBTENER EL VALOR DE TENSION DE RUPTURA DEL LIQUIDO AISLANTE

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





DESCRIPCION:  
APLICAR 3kV / SEG

MUESTRA EN COPA

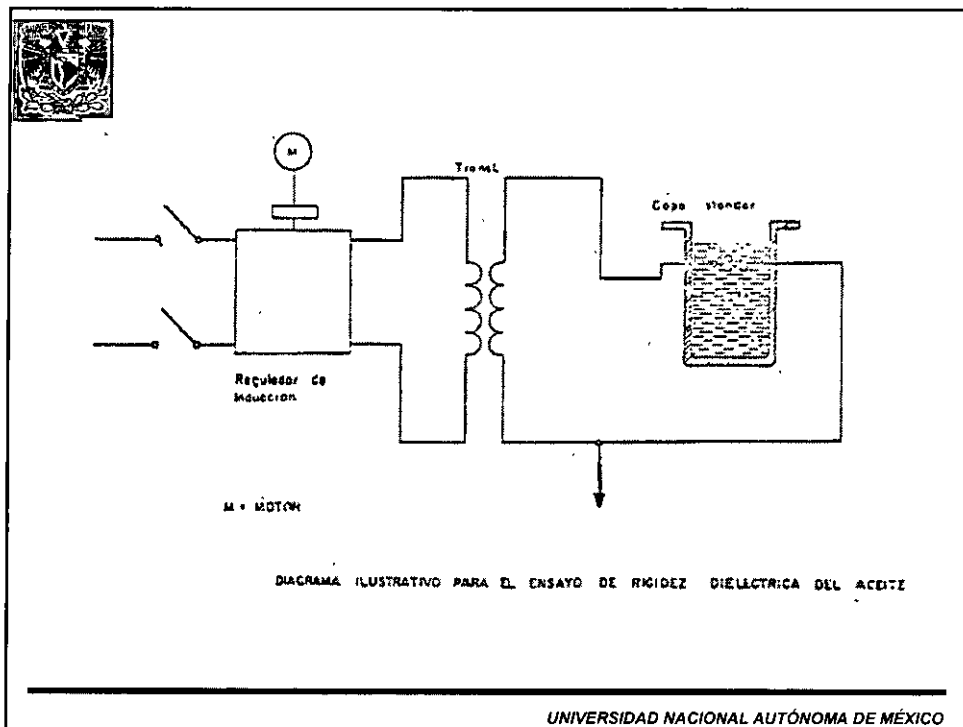
ELECTRODOS PLANOS SEPARADOS 2.54 mm  
ELECTRODOS SEMIESFERICOS SEPARADOS 10 mm  
5 DETERMINACIONES

REPOSO CADA 5 MINUTOS

ACEPTACION. MINIMO 30 kV PROMEDIO

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## RELACION DE TRANSFORMACION

OBJETIVO: VERIFICAR SI EL TRANSFORMADOR CUMPLE CON LAS TENSIONES NOMINALES DE SUS DEVANADOS

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



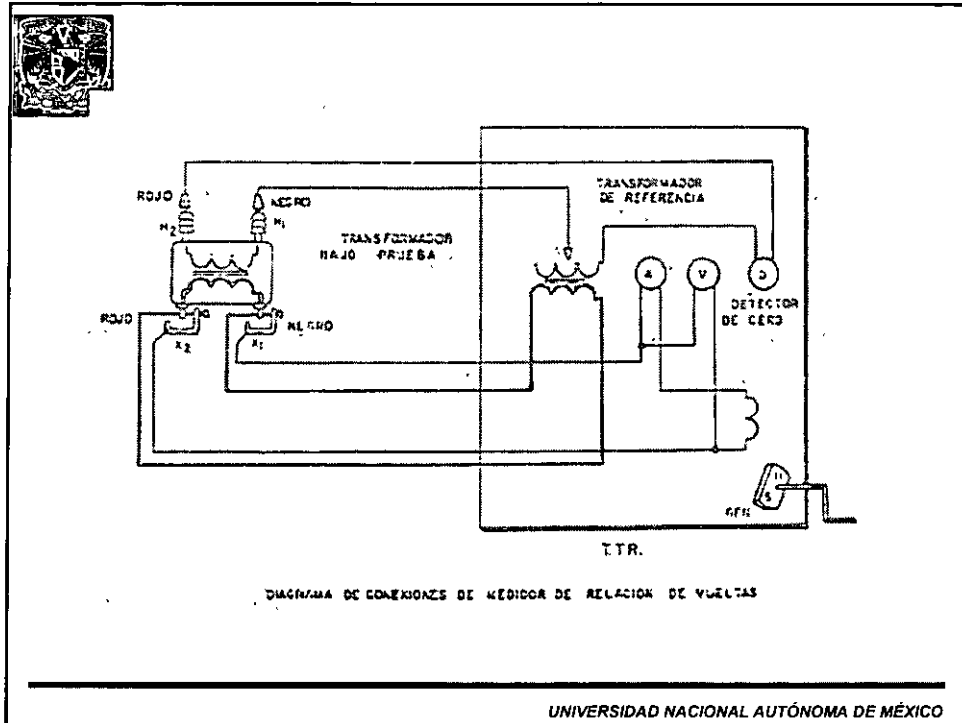
DESCRIPCION:

METODO DE COMPROBACION:

- POLARIDAD COINCIDENTE
- ALIMENTACION EN PARALELO
- EN CADA DERIVACION DE CADA FASE
- TTR
- ACEPTACION DENTRO DEL  $\pm 5\%$  DEL VALOR CALCULADO

---


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## POLARIDAD

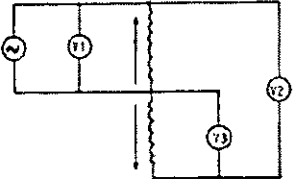
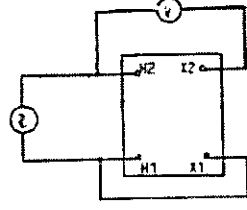
OBJETIVO: VERIFICAR QUE LAS CONEXIONES Y LA RELACION DE FASES ENTRE DEVANADOS SON CORRECTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




## VOLTAJE ALTERNO

- » LA RELACION DE TRANSFORMACION
- » ALIMENTAR UN VOLTAJE APROPIADO
- » (SIN RIESGO)
- » SI  $V_1 > V_2$  -P. SUSTRACTIVA
- » SI  $V_1 < V_2$  -P. ACTIVA

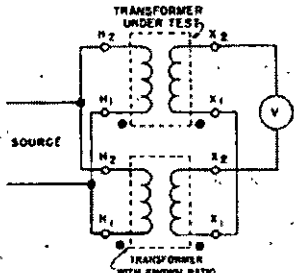
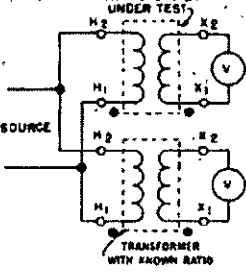
---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## COMPARACION

- » SE UTILIZA UN TRANSFORMADOR CON POLARIDAD CONOCIDA Y DE LA MISMA RELACION
- » ALIMENTAR UN VOLTAJE REDUCIDO
- » SI  $V=0$  LAS POLARIDADES SON IGUALES

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## TTR

IGUAL AL METODO DE COMPARACION

ACEPTACION:

\* EN UN TRANSFORMACION TRIFASICO CADA FASE DEBERA  
TENER LA MISMA POLARIDAD RELATIVA UTILIZANDO  
CUALQUIER METODO DESCRITO ANTERIORMENTE

\* COMPARA EL RESULTADO CONTRA LO ESPECIFICADO

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## DESPLAZAMIENTO ANGULAR

OBJETIVO: DETERMINAR EL DESPLAZAMIENTO ANGULAR ENTRE  
DEVANADOS DE DIFERENTE TENSION

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



DESCRIPCION:

METODO VOLTAJE ALTERNO

- CONECTAR H1 CON X1
- ALIMENTAR CON UN VOLTAJE APROPIADO
- MEDIR EL VOLTAJE ENTRE PARES DE TERMINALES Y COMPARAR SUS RESPECTIVOS FASORES


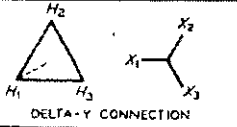
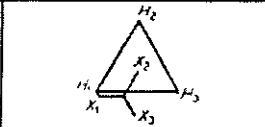
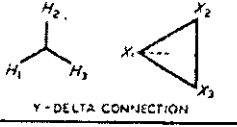
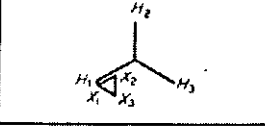
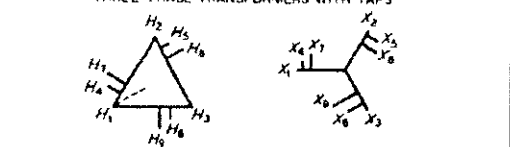
ACEPTACION: CUMPLIR CON TODAS LAS COMPARACIONES DE TENSION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO


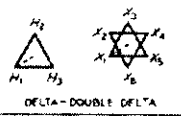
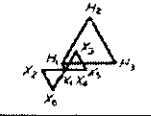
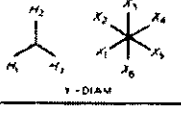
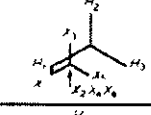

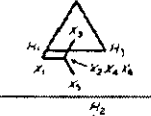
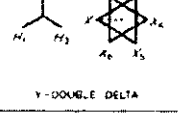
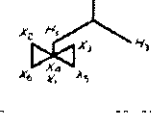


	ANGULAR DISPLACEMENT	DIAGRAM FOR CHECK MEASUREMENT	CHECK MEASUREMENTS
GROUP 1 ANGULAR DISPLACEMENT 0 DEGREES	<p>DELTA-DELTA CONNECTION</p>		<p>CONNECT H1 TO X1 MEASURE <math>H_2-X_2, H_3-X_3, H_1-H_2, H_2-H_3, H_3-H_1, H_1-X_2, H_2-X_3, H_3-X_1</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS                      (1) <math>H_2-X_3 \neq H_3-X_2</math>                      (2) <math>H_2-X_2 \neq H_1-H_2</math>                      (3) <math>H_2-X_2 \neq H_2-X_3</math>                      (4) <math>H_2-X_2, H_1-X_3</math></p>
	<p>Y-Y CONNECTION</p>		
	<p>DELTA-ZZ CONNECTION</p>		
	<p>ZZ-DELTA CONNECTION</p>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

 <p>GROUP 2 ANGULAR DISPLACEMENT 30 DEGREES</p>	 <p>DELTA-Y CONNECTION</p>		<p>CONNECT <math>H_1</math> TO <math>X_1</math> MEASURE <math>H_2-X_2, H_3-X_3,</math> <math>H_1-H_3, H_2-X_2, H_2-X_3</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS (1) <math>H_2-X_2 = H_2-X_3</math> (2) <math>H_2-X_2 &lt; H_1-H_3</math> (3) <math>H_2-X_2 &lt; H_2-X_3</math> (4) <math>H_2-X_2 &lt; H_1-H_3</math></p>
	 <p>Y-DELTA CONNECTION</p>		
	<p>THREE-PHASE TRANSFORMERS WITH TAPS</p> 		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

	ANGULAR DISPLACEMENT	DIAGRAM FOR CHECK MEASUREMENT	CHECK MEASUREMENTS
 <p>GROUP 1 ANGULAR DISPLACEMENT 0 DEGREES</p>	 <p>DELTA-DOUBLE DELTA</p>		<p>CONNECT <math>H_1</math> TO <math>X_1</math> TO <math>X_6</math> MEASURE <math>H_2-X_2, H_1-H_2, H_2-X_3, H_2-X_6,</math> <math>H_2-X_5, H_2-X_4, H_2-X_1</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS (1) <math>H_2-X_4 = H_2-X_5</math> (4) <math>H_2-X_4 = H_2-X_5</math> (2) <math>H_2-X_4 &lt; H_1-H_2</math> (5) <math>H_2-X_4 &lt; H_1-H_2</math> (3) <math>H_2-X_4 &lt; H_2-X_5</math> (6) <math>H_2-X_4 &lt; H_2-X_6</math></p>
	 <p>Y-DELTA</p>		<p>CONNECT <math>X_2</math> TO <math>X_4</math> TO <math>X_6</math> <math>H_1</math> TO <math>X_1</math> MEASURE <math>H_2-X_2, H_3-X_3, H_1-H_2, H_2-X_5,</math> <math>H_2-X_6</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS (1) <math>H_2-X_5 = H_2-X_6</math> (2) <math>H_2-X_5 &lt; H_1-H_2</math> (3) <math>H_2-X_5 &lt; H_2-X_6</math></p>
<p>GROUP 2 ANGULAR DISPLACEMENT 30 DEGREES</p>	 <p>DELTA-Delta</p>		<p>CONNECT <math>X_2</math> TO <math>X_4</math> TO <math>X_6</math> <math>H_1</math> TO <math>X_1</math> MEASURE <math>H_2-X_2, H_3-X_3, H_1-H_2, H_2-X_5, H_2-X_6,</math> <math>H_2-X_1</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS (1) <math>H_2-X_5 = H_2-X_6</math> (2) <math>H_2-X_5 &lt; H_1-H_2</math> (3) <math>H_2-X_5 &lt; H_2-X_6</math></p>
	 <p>Y-DOUBLE DELTA</p>		<p>CONNECT <math>H_1</math> TO <math>X_1</math> TO <math>X_6</math> MEASURE <math>H_2-X_2, H_3-X_3, H_1-H_2, H_2-X_5, H_2-X_6,</math> <math>H_2-X_1</math></p> <p>VOLTAGE RELATIONS (1) <math>H_2-X_5 = H_2-X_6</math> (2) <math>H_2-X_5 &lt; H_1-H_2</math> (3) <math>H_2-X_5 &lt; H_2-X_6</math> (4) <math>H_2-X_5 &lt; H_2-X_6</math> (5) <math>H_2-X_5 &lt; H_1-H_2</math> (6) <math>H_2-X_5 &lt; H_2-X_6</math></p>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## METODO TTR

- CONECTAR CON LA POLARIDAD INDICADA EN LA PLACA DE DATOS
- OBTENER LA RELACION DE TRANSFORMACION

ACEPTACION SI LA RELACION ES LA CORRECTA, EL DESPLAZAMIENTO ANGULAR ES EL INDICADO EN LA PLACA DE DATOS

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## SECUENCIA DE FASES

OBJETIVO: CONOCER LA SECUENCIA DE FASES

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





- DESCRIPCION: - UTILIZAR UN SECUENCIMETRO O UN MOTOR DE INDUCCION
- ALIMENTAR POR AT CON UN VOLTAJE APROPIADO
  - CONECTAR UN SECUENCIMETRO EN AT
  - OBSERVAR LA DIRECCION DE ROTACION DE SECUENCIMETRO
  - CONECTAR EL SECUENCIMETRO EN BT COMO SE CONECTO ORIGINALMENTE EN AT ES DECIR:
- H1-X1  
H2-X2  
H3-X3
- ENERGIZAR Y VER EL SENTIDO DE ROTACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## RESISTENCIA DE LOS DEVANADOS

- OBJETIVO: - OBTENER LOS VALORES DE RESISTENCIA PARA EL CALCULO DE  $I^2R$  (CALIBRE DE CONDUCTORES ADECUADO)
- CALCULO DE TEMPERATURA DEL DEVANADO EN LA PRUEBA DE TEMPERATURA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



DESCRIPCION: METODO DEL PUENTE

- USAR: PUENTE DE WHEATSTONE-AT  
PUENTE KELVIN-BT

- RESISTENCIA DE CADA DEVANADO DE CADA FASE  
TEMP. AMBIENTE = TEMP. PROM. DEL ACEITE  
APLICAR MULTIPLICADOR A CADA CONEXIÓN

0.5-ESTRELLA

1.5-DELTA

EXTRAPOLAR A LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN

$$R_{TOPER} = R_{FRIO} \left( \frac{T_{OPER} + T_K}{T_{FRIO} + T_K} \right)$$


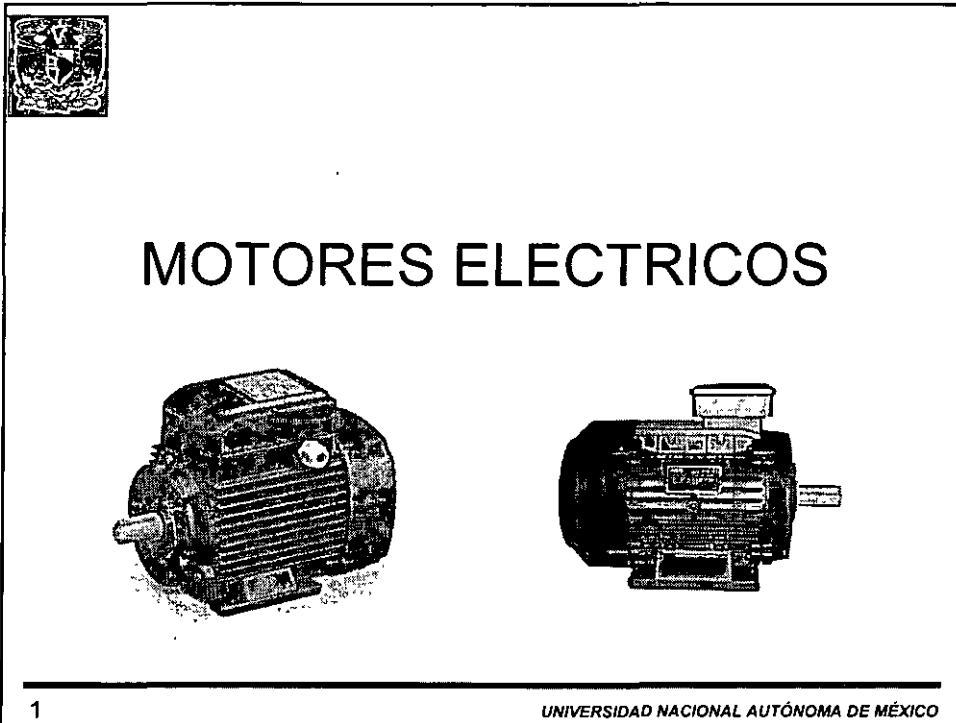
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Puesta en servicio

1. De ser posible, incrementar lentamente la tensión hasta el valor nominal
2. Si no es posible lo anterior, energizar el transformador sin carga
3. Mantener el transformador energizado por cuatro horas
4. Energizar el transformador con carga

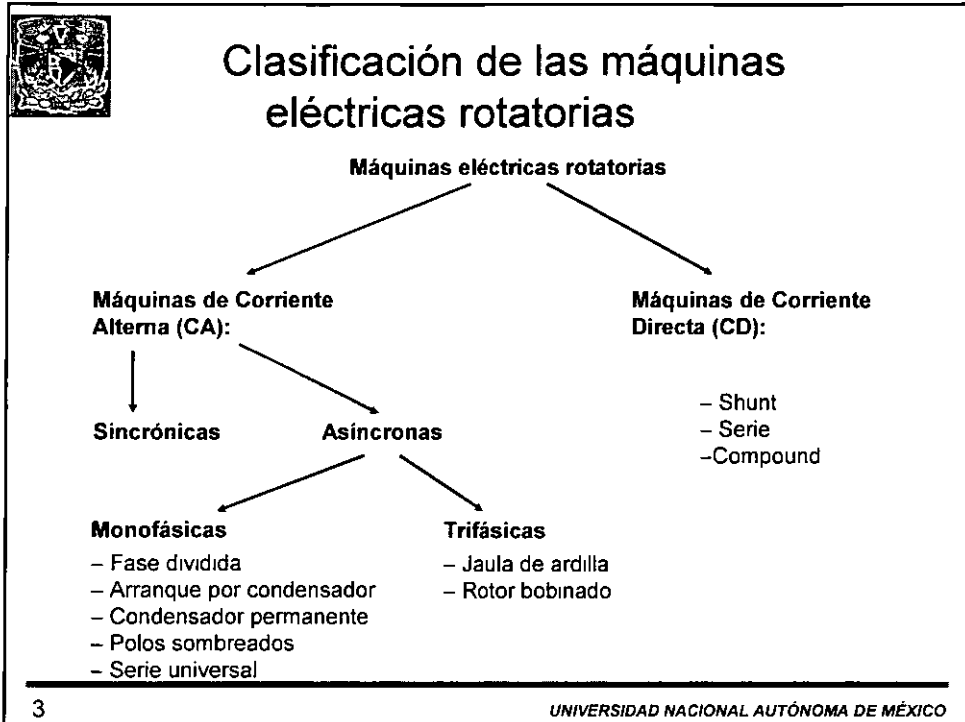
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## INDICE

<b>Maquinas rotatorias</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Clasificación</li><li>• Principios de operación</li></ul>	<b>Motores de Inducción trifásicos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Partes Principales</li><li>• Características de operación</li><li>• Clasificación</li><li>• Normas</li><li>• Aplicación</li></ul>
<b>Motores sincronos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Componentes del motor síncrono</li><li>• Características de operación</li></ul>	
<b>Motores de corriente continua</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Partes principales</li><li>• Características de operación</li></ul>	

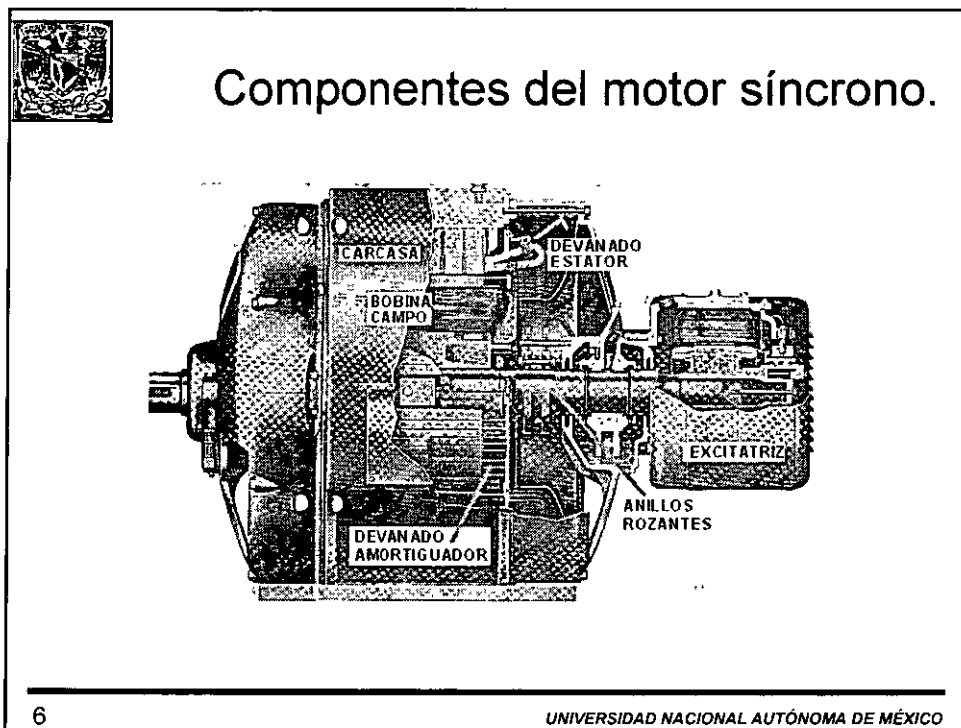
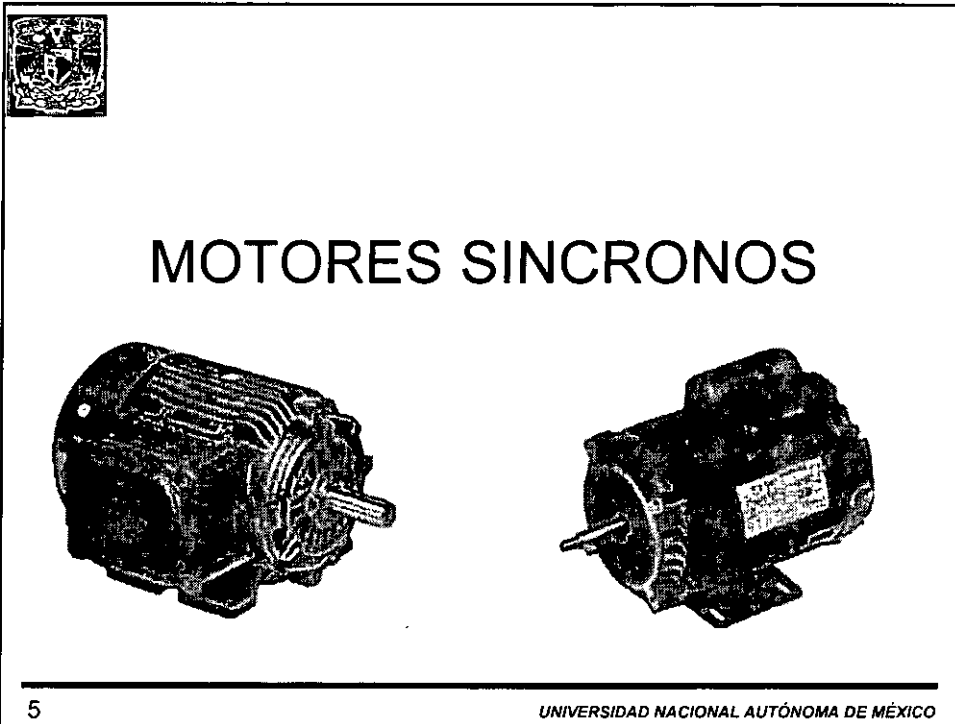
2 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Principio de operación de los motores eléctricos**

- **Ley de Faraday**  
Si el flujo que atraviesa una espira varía en función del tiempo, se induce una tensión entre sus terminales proporcional a la velocidad de variación del flujo
- **Fuerza de Lorentz sobre un conductor**  
Cuando un conductor que porta corriente se encuentra dentro de un campo magnético, se ve sometido a una fuerza electromagnética (*fuerza de Lorentz*) que tiende a arrastrar al conductor a lo largo del campo

4 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## Características de operación

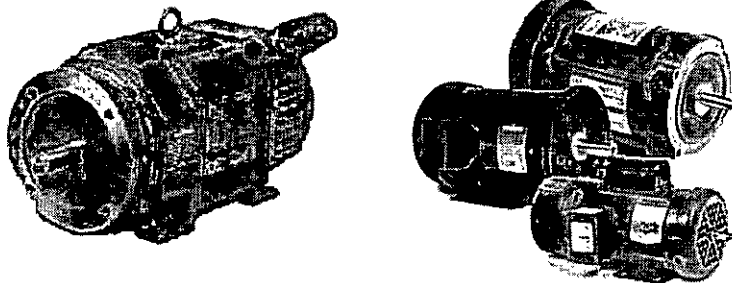
- No tiene par de arranque, por la diferencia de velocidad entre el campo giratorio del estator ( $n_s = 120f / P$ ) y la del rotor ( $n_r = 0$ ), para el arranque se anexa un devanado jaula de ardilla (amortiguador) por lo que recibe el nombre de motor síncrono de inducción.
- Cuando no tiene devanado jaula de ardilla se arranca si se trabaja inicialmente como generador cumpliendo las condiciones de acoplamiento en paralelo, paso siguiente se trabaja como motor al desconectar de la fuente alimentación la maquina que lo impulso.

7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

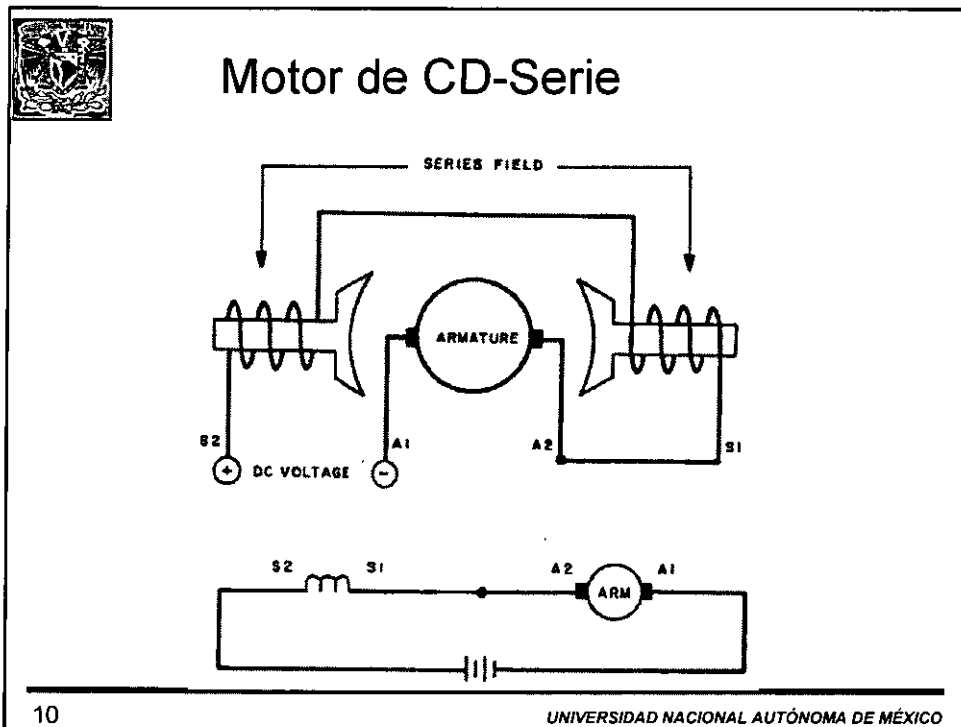
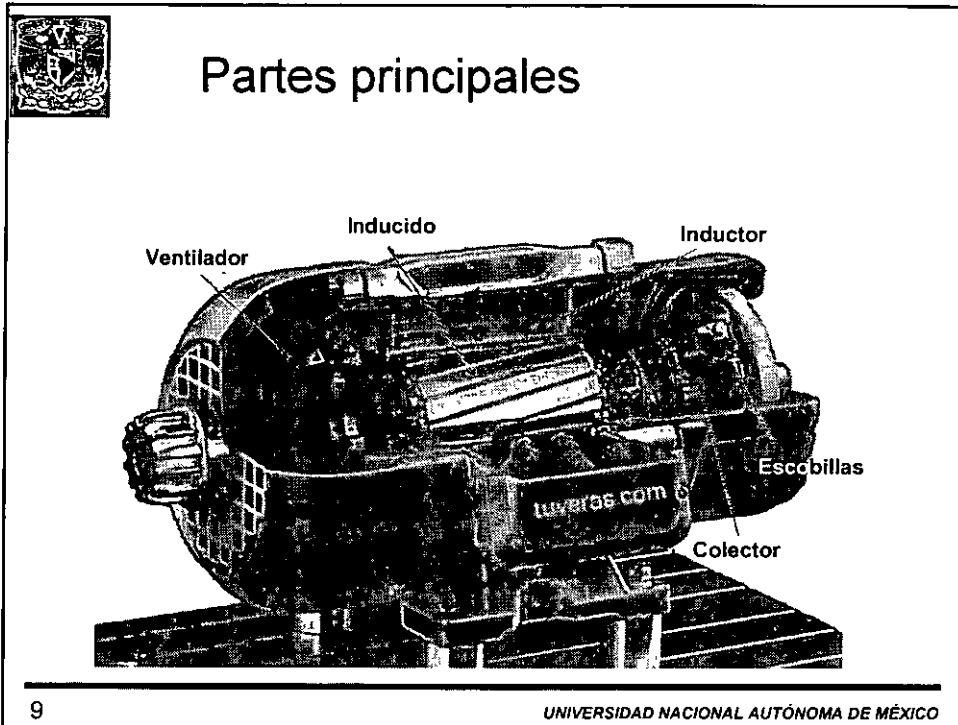


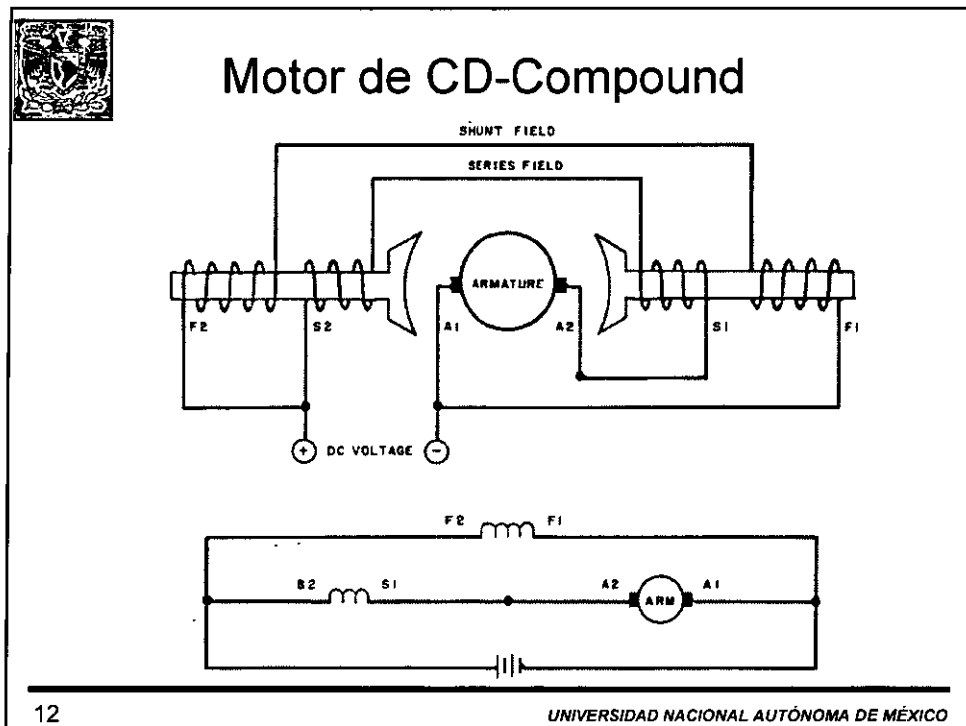
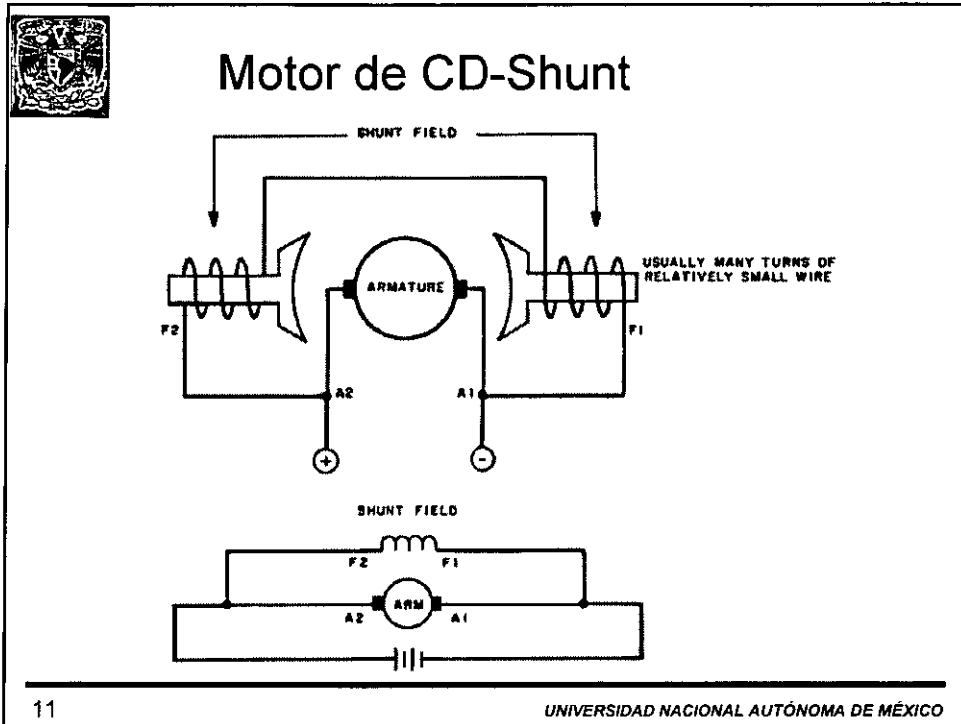
## MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA




8

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



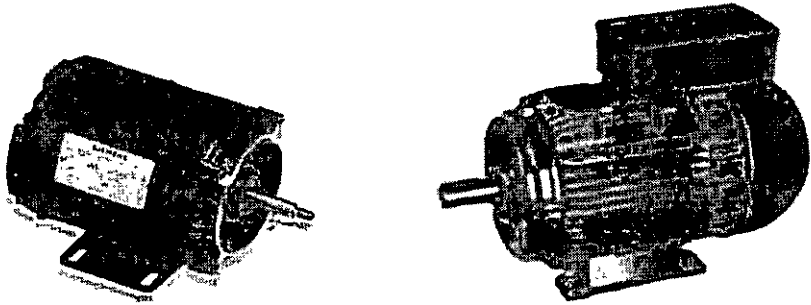







## Características de operación

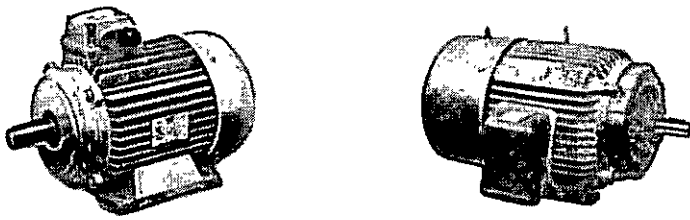
- Tienen un alto par de arranque
- Facilidad para regular la velocidad




13 *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*



## MOTORES DE INDUCCION TRIFASICOS

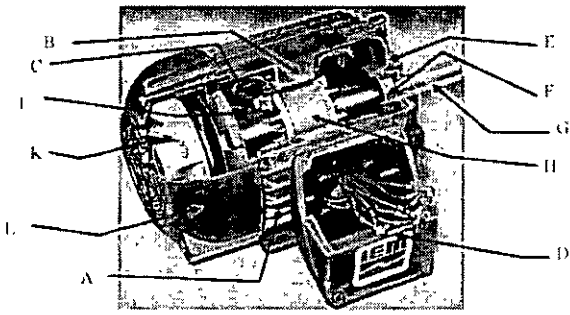


14 *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*



## Partes principales


- Carcasa "A"
- Núcleo estator "B"
- Devanado "C"
- Caja de conexiones "D"
- Soportes de cojinetes "E"
- Rodamientos "F"
- Núcleo rotor "H"
- Anillos de cortocircuito "J"
- Ventilador "K"
- Cubierta metálica "L"



---

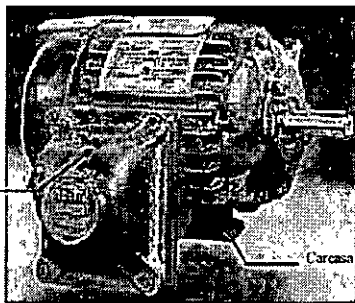
15

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



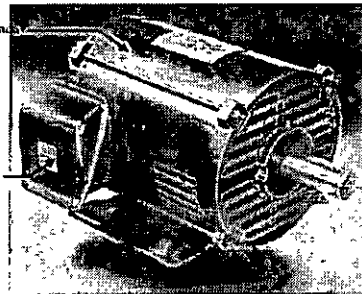
## Partes principales (cont.)

*Carcasa*  
fundición de hierro o gris lámina de acero suave rodada en frío



"D"

Carcasa fundida



Carcasa laminada


"D"

*Núcleo estator*  
Acero al silicio con espesores que varían entre 0.45 y 0.65 mm.

---

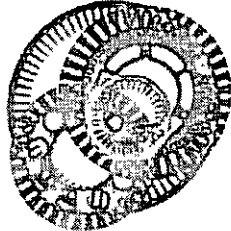
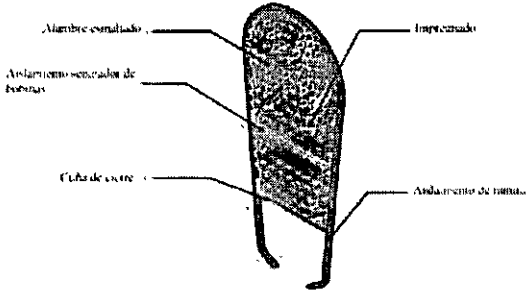
16

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Partes principales (cont.)


**Bobinas o devanado**  
constituidas por un hilo conductor que es arrollado sobre si mismo un número previsto de vueltas

**Aislamientos**  
La mayoría de los motores se fabrican con aislamiento clase B y F, en algunos casos especiales se utiliza aislamiento clase H.

---

17 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Partes principales (cont.)


Clasificación de aislamiento

Aislamiento de clase	Temperatura límite	Materiales componentes
Y	90°C	Algodón, seda y papel
A	105°C	Algodón, seda y papel impregnados
E	120°C	Resinas sintéticas
B	130°C	Mica, fibra de vidrio, amianto
F	155°C	Mica, fibra de vidrio con aglomerantes
H	180°C	Siliconas, resinas
C	mas de 180°C	Porcelana, cuarzo, vidrio mica

---

18 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## Características de operación

*Velocidad de sincronismo*

$$N_s = \frac{120 \times f}{p}$$

$N_s$  = velocidad de sincronismo en RPM  
 $f$  = frecuencia en ciclos por segundo (Hz)  
 $p$  = número de polos del devanado del estator


*Deslizamiento*

$$S = \frac{(N_s - N_c) \times 100}{N_s}$$

$N_c$  - velocidad con carga  
 Un motor es tanto más satisfactorio cuanto mayor es su velocidad con carga

---

21
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



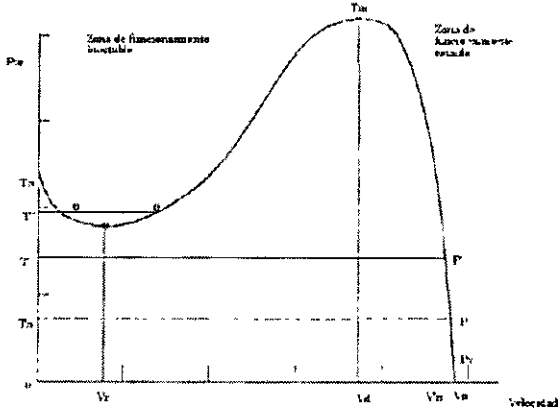
## Características de operación (cont.)

*Par*

El par suministrado por un motor de inducción varía con el cuadrado de la tensión de alimentación

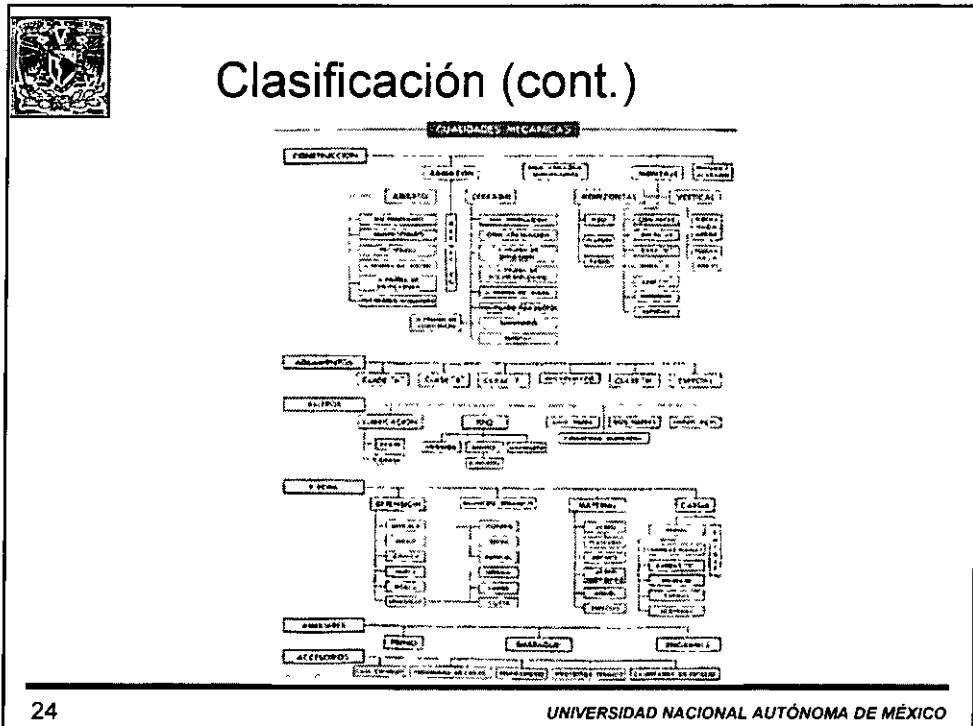
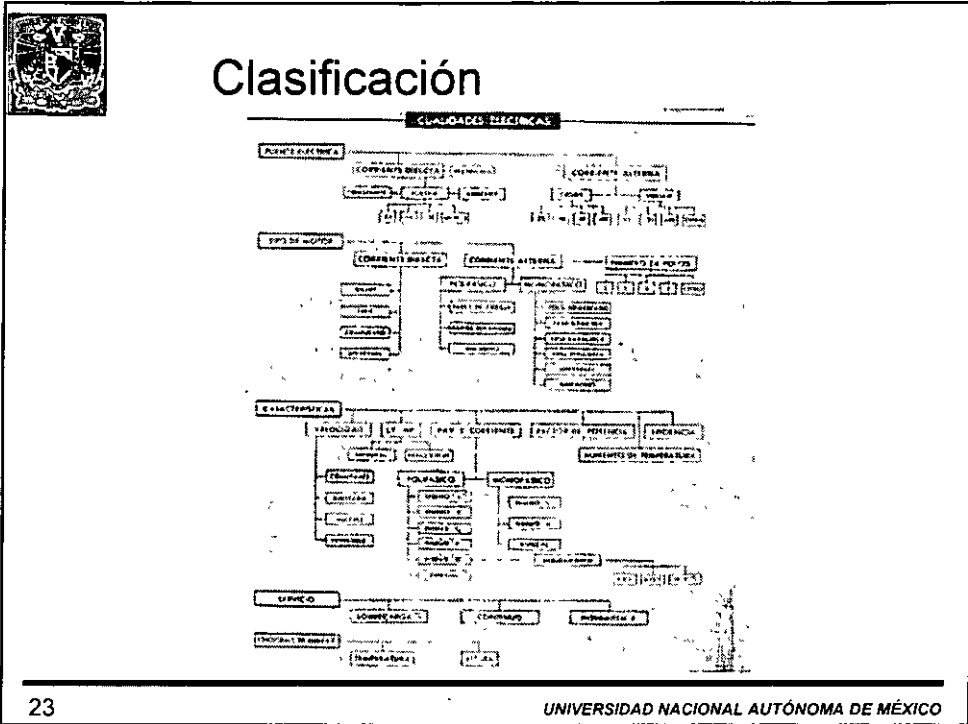
*Potencia*

$$P = T \omega$$



---

22
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## Clasificación (cont.)


a).- **Por su construcción mecánica.**

- Abiertos a prueba de goteo.
- A prueba de intemperie.
- Totalmente cerrados sin ventilación.
- Totalmente cerrados con intercambiador de calor
- Totalmente cerrados con ventilación forzada
- A prueba de explosión.



---

25 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)

**CLASE I (líquidos y gases combustibles)**

- Grupo A: Acetileno
- Grupo B: Hidrógeno
- Grupo C: Etil, Etileno, Ciclopropano.
- Grupo D: Gasolina, Hexano, Nafta, Bencina, Butano, Propeno, Alcohol, Acetona, Bensol, Gas natural

Los motores para los Grupos A, B y C deberán ser llenados con algún gas inerte. Estos motores tienen tapas herméticas y sellos de aceite alrededor de la flecha, para reducir las fugas del gas al mínimo, además tienen instrumentos lectores de presión para que en caso de alguna falta de presión, el sistema de control desconecte el motor.

**CLASE II (polvos combustibles)**

- Grupo E. Polvos metálicos, incluso Aluminio o Magnesio y otras aleaciones comerciales.
- Grupo F: Carbón Negro, Antracita o polvo de Coque.
- Grupo G: Harina, Almidón, polvo de granos.

---

26 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)

### CLASE III (fibras textiles)

División 1. Comprende locales donde pueden existir gases o vapores inflamables, durante condiciones normales de operación

División 2. Comprende locales en donde se manejan gases o vapores inflamables o líquidos volátiles, ya sea en sistemas cerrados o confinados dentro de recipientes adecuados, donde se evitan concentraciones peligrosas por medios mecánicos de ventilación.

Las áreas adyacentes a los locales clasificados como División 1, hacia los cuales puede haber flujo ocasional de gases, también pertenecen a la División 2.



## Clasificación (cont.)

Esta división, por consiguiente, se considera no peligrosa y por lo tanto pueden usar motores totalmente cerrados con ventilación exterior considerando que el ventilador que debe ser de material no chispeante.

*Es muy importante hacer notar que cuando un motor aprobado por U.L. para locales peligrosos es abierto para su reparación, la aprobación queda anulada automáticamente a no ser que un Inspector autorizado por U.L. esté presente para vigilar el trabajo de reparación y armado del motor, certificando esta persona el uso del motor para áreas peligrosas, además se deberá agregar una placa que diga "REPARADO" autorizada por el Inspector de Underwriters Laboratories, Inc.*





## Clasificación (cont.)

### b).- Por su tipo de montaje.

- Horizontales.
- Verticales.

### c).- Por su diseño eléctrico

- Diseño NEMA A
- Diseño NEMA B
- Diseño NEMA F
- Diseño NEMA C
- Diseño NEMA D

### El diseño "B"

este motor es el de mayor aplicación en la industria, ya que los fabricantes de maquinaria llevan a cabo sus diseños, de tal manera que los motores que vayan a requerir sean los más apegados a lo que se conoce como motor estándar.



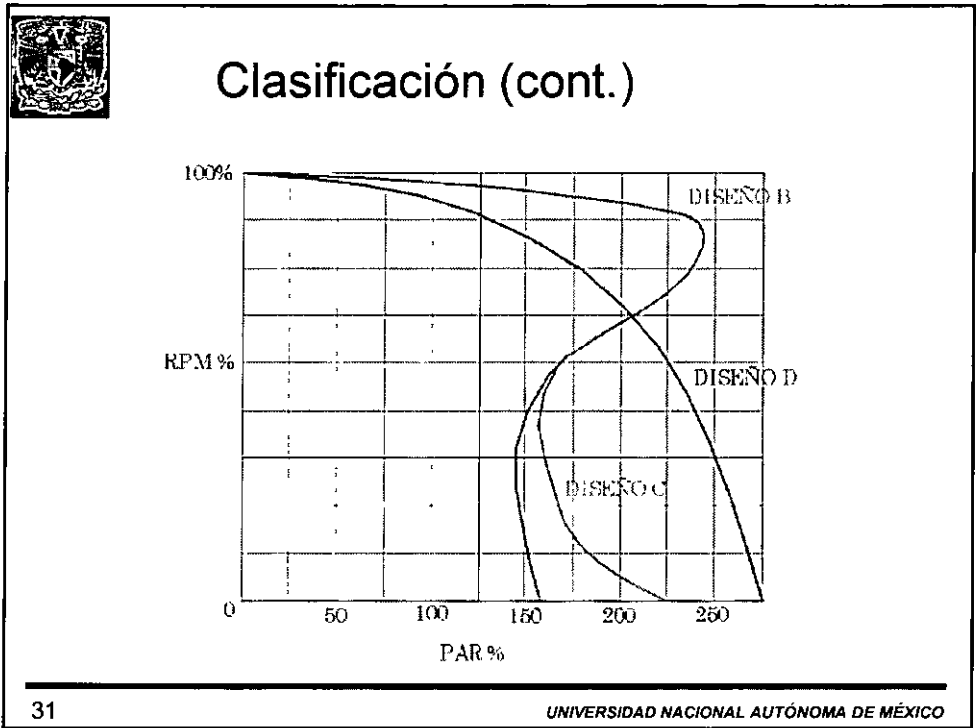
## Clasificación (cont.)

### El diseño "C"

Estos motores se aplican transportadores, que por cualquier causa prevista, tenga que iniciar un ciclo de trabajo con la carga aplicada.

### El diseño "D"

Los motores de este tipo de diseño tienen su principal aplicación en máquinas como cizallas, prensas y en general en todos aquellos casos en donde el equipo a mover viene dotado de un volante cuya función es almacenar energía para ayudar al motor, durante los lapsos en que se presenta la demanda máxima de potencia.



**Clasificación (cont.)**

**d).- Por sus aislamientos**

Class of Insulation System	A	B	F*	H*
Time Rating				
Temperature Rise (based on a maximum ambient temperature of 40°C) Degrees C				
a. Windings				
1. Open motors - thermocouple or resistance	60	80	105	125
2. Totally enclosed nonventilated motors, including variations thereof - thermocouple or resistance	65	85	110	130
3. Totally enclosed fan-cooled motors, including variations thereof - resistance or thermocouple	65	85	110	135

32 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)

e).- Por su capacidad a rotor bloqueado

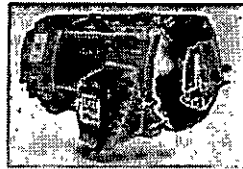
Letter Designation	kVA per Horsepower*	Letter Designation	kVA per Horsepower*
A	0.00-3.15	K	8.0-9.0
B	3.15-3.55	L	9.0-10.0
C	3.55-4.0	M	10.0-11.2
D	4.0-4.5	N	11.2-12.5
E	4.5-5.0	P	12.5-14.0
F	5.0-5.6	R	14.0-16.0
G	5.6-6.3	S	16.0-18.0
H	6.3-7.1	T	18.0-20.0
J	7.1-8.0	U	20.0-22.4
		V	22.4-and up

33

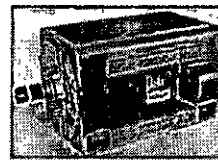
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)



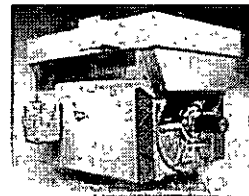
Motor totalmente cerrado con ventilación exterior y aprueba de explosión



Motor a prueba de goteo, protegido contra intemperie.




Motor totalmente cerrado con ventilación forzada.



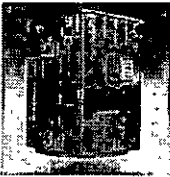
Motor protegido contra intemperie.

34

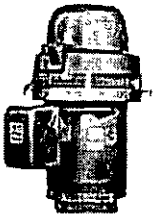
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



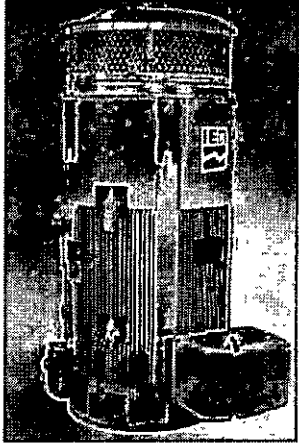
## Clasificación (cont.)



Motor vertical protegido contra intemperie.




Motor vertical a prueba de goteo.



Motor vertical totalmente cerrado con ventilación exterior.

---




35 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Normas

**Nacional**  
Se cuentan con una Norma Nacional:  
NOM-016-ENER, NMX-J-141, NMX-J-262,  
NMX-J-263 y NMX-J-075

**Internacional**  
Se cuentan con las siguientes Normas  
IEEE Std. 112, CSA-C390, NEMA-MG-1

---

36 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



# Ejemplos

## Placa de datos

<b>ABB</b>		ABB es una marca registrada y se usó bajo licencia de ABB Asia Brown Boveri Ltd						
MOTOR 3-TCCV ARMAZON		405T			MODELO M1BA			
SERIE				AISLAMIENTO CLASE F				
SERVICIO CONTINUO		FS 1.15						
V-CONEXION		Hz	kW	CP	min <sup>-1</sup>	A	FP	AFS
460-D		60	74.60	100	1770	111.0	0.86	129.0
230-D//		60	74.60	100	1770	222.0	0.86	258.0
CLAVE KVA/CP		F						
TEMP.AMB.MAX.		40°C			PESO		490 kg	
η		94.5 %			EFICIENCIA ALTA		IP 55	
CODIGO DE PRODUCTO		MX 802 069-LKA						
DISEÑO NEMA B		GIRO		SECUENCIA N/A				
RODAMIENTOS: FLECHA		6315 C3		VENTILADOR		6315 C3		
FABRICO		FABRICADO POR WEG MEXICO, S.A. DE C.V						
PLACA No		MX 2947-1630						
		<b>NOM-ANCE</b>						



# Ejemplos (cont.)

MARCA U.S. MOTOR CERRADO POSICION HORIZONTAL TIPO LCE, DISEÑO NEMA "A" o "B", AISLAMIENTO Clase "F" (155°C), SOBREELEVACION (RISE) 80°C (Clase B) FACTOR DE SERVICIO 1.15, FRECUENCIA 60 HERTZ VOLTAJE 230/480 V, A

CP	No de Poles	Tamaño de Marco NEMA	No de Modelo Base Consecuente	AMPERES +/- 5%		PAR De Arranque en % de Plena Carga	PAR Máximo en % de Plena Carga	PAR en % de Plena Carga	% DE EFICIENCIA NOMINAL (PROMEDIO)	% DE EFICIENCIA		% DE FACTOR DE POTENCIA +/- 3%			
				A Plena Carga	A Rotor Bloqueado					3/4 Plena Carga	1/2 Plena Carga	Plena Carga	3/4 Plena Carga	1/2 Plena Carga	
				a 480 V	a 480 V										
1	2	143T	A14280	1.5	14.6	N	1.5	350	492	78.5	77.2	71.7	81.4	74.6	63.6
	4	143T	A14281	1.6	13.6	M	3.0	425	536	85.3	84.9	81.5	77.5	63.7	50.7
	6	143T	A14282	1.8	10.7	K	4.8	338	397	81.5	81.6	78.1	62.2	52.6	40.0
	2	143T	A14283	1.9	19.3	M	2.2	335	444	84.0	83.3	80.1	85.8	83.3	68.8
	4	143T	A14284	2.1	18.1	L	4.5	383	474	85.5	86.3	84.0	77.4	69.4	58.4
	6	182T	A14285	2.3	18.0	K	6.7	200	348	86.3	86.6	84.4	70.1	61.4	48.2
2	2	143T	A14286	2.5	24.0	L	3.0	318	418	85.3	86.8	85.8	89.7	85.1	78.3
	4	143T	A14287	2.6	22.8	L	5.1	370	449	85.8	86.6	84.8	78.9	71.0	57.8
	6	184T	A14288	3.1	23.0	L	8.9	217	374	87.3	87.5	85.3	68.1	58.5	48.3
	2	182T	A14289	3.9	30.7	K	4.5	267	330	87.5	87.0	85.8	82.9	77.5	67.6
	4	182T	A14290	4.0	30.2	K	8.9	249	377	86.5	86.5	86	75.2	72.6	60.4
	6	213T	A14291	4.4	35.2	K	13.4	280	345	89.5	88.9	86.9	71.6	64.5	53.2
3	2	184T	A14292	6.1	45.6	J	7.5	237	300	89.5	90.0	89.3	67.0	63.6	73.6
	4	184T	A14293	6.3	42.6	H	15.0	221	321	88.5	90.1	90.0	83.8	78.9	66.8
	6	213T	A14294	6.6	38.6	G	22.5	213	286	89.3	90.7	90.3	76.9	72.2	61.8
	2	213T	A14295	9.0	66.0	J	11.2	194	259	89.5	89.5	88.3	65.7	61.6	75.7
	4	213T	A14296	9.1	63.0	H	22.9	241	312	91.0	92.0	91.5	84.4	80.3	71.6
	6	294T	A14297	9.4	58.3	G	33.3	187	281	91.0	92.0	91.3	81.9	77.5	68.0
4	2	215T	A14298	11.8	77.2	G	19.0	169	260	90.2	91.5	91.1	87.6	85.6	80.2
	4	215T	A14299	11.8	76.0	G	29.8	208	296	91.0	92.0	91.5	86.3	83.0	77.0
	6	296T	A14300	12.5	87.0	H	44.4	222	317	91.7	92.6	91.8	81.7	76.9	68.7
	2	294T	A14301	17.4	120.3	H	22.2	176	256	91.0	91.4	90.3	86.8	87.3	83.6
	4	294T	A14302	18.4	111.6	G	44.4	233	248	92.4	93.4	93.0	82.6	79.4	70.7
	6	284T	A14303	18.0	123.9	H	66.6	199	297	91.7	92.6	91.8	80.5	75.5	64.4
15	2	296T	A14304	33.0	149.3	G	29.7	188	242	91.0	92.0	91.5	89.4	86.6	81.1
	4	296T	A14305	35.7	138.9	G	59.3	229	232	93.0	94.3	94.2	84.9	83.1	78.6
	6	296T	A14306	34.7	158.2	G	89.3	177	249	91.0	92.5	92.3	83.4	80.2	72.1
	2	284T	A14307	29.6	187.8	H	36.6	193	240	91.7	91.8	90.4	86.5	83.0	78.2
	4	284T	A14308	29.8	178.6	G	74.0	183	265	93.0	93.6	93.2	84.2	80.5	71.8
	6	324T	A14309	29.8	176.7	G	111	175	251	92.4	93.6	93.8	85.0	82.0	74.1
20	2	296T	A14310	34.0	219.4	G	44.3	166	216	91.7	92.8	92.1	88.9	89.0	86.3
	4	296T	A14311	35.0	208.4	G	68.8	196	255	93.6	94.6	94.4	86.6	85.0	79.1
	6	326T	A14312	35.0	246.4	H	133.2	187	258	92.4	93.3	93.1	85.8	82.9	75.5
	2	324T	A14313	46.0	361.7	J	55.8	190	232	93.0	92.9	91.4	87.5	85.1	78.7
	4	324T	A14314	46.0	255.3	F	118.3	175	246	93.6	94.5	94.3	87.4	85.9	80.0
	6	384T	A14315	46.0	258.1	G	176.7	140	238	94.1	94.9	94.7	86.1	84.7	79.3



### Ejemplos (cont.)

MARCA U.S., MOTOR CERRADO POSICIÓN HORIZONTAL TIPO LCE DISEÑO NEMA "A" ó "B", AISLAMIENTO Clase "F" (155°C), SOBREELEVACIÓN (RISE) 60°C (Clase B)  
 FACTOR DE SERVICIO 1.15 FRECUENCIA 60 HERTZ VOLTAJE 230/480 V, A

CP	No de Poles	Tamaño de Marco NEMA	No de Modelos Base Consecuentes	AMPERES +/- 5%		Codigo NEMA	PAR Plena Carga (B-pole)	PAR De Arranque en % de Plena Carga	PAR Maximo en % de Plena Carga	% DE EFICIENCIA NOMINAL (PROMEDIO)	% DE EFICIENCIA +/- 5%		% DE FACTOR DE POTENCIA +/- 3%		
				A Plena Carga a 480 V	A Rotor Bloqueado a 480 V						3/4 Plena Carga	1/2 Plena Carga	Plena Carga	3/4 Plena Carga	1/2 Plena Carga
50	2	326TS	A14296	56.0	358.1	G	74.1	169	237	93.0	93.4	92.6	89.9	90.1	87.5
50	4	326T	A14297	56.0	340.5	F	147.8	169	252	94.1	93.8	95.1	83.3	87.2	82.5
50	6	365T	A14298	56.0	310.6	F	221	141	229	94.1	95.1	95.0	86.3	85.2	80.4
50	2	364TS	A14299	88.0	434.8	G	88.3	135	250	93.6	93.6	92.5	88.9	87.4	82.4
50	4	364T	A14300	89.0	402.7	F	176.5	154	246	94.5	95.2	95.0	86.4	84.9	79.4
50	6	404T	A14301	70.0	391	G	294.8	137	235	94.5	95.0	94.2	85.4	83.9	78.3
50	2	363TS	A14302	84.0	524.5	G	110.4	143	256	93.6	94.1	93.4	89.7	88.5	83.6
50	4	363T	A14303	84.0	499.8	F	221.3	159	247	95.0	95.7	95.7	87.7	87.0	82.9
50	6	405T	A14304	69.0	578.5	G	330.6	139	231	94.1	94.6	94.3	84.3	83.2	78.5
50	2	405TS	A14305	109	736	G	147.1	105	259	94.1	93.9	92.6	80.9	80.1	86.7
100	4	405T	A14306	113	864.7	F	254.5	141	298	95.0	95.6	95.2	87.7	85.3	79.2
100	8	444T	A14307	124	639.8	G	442.4	127	250	95.0	95.3	94.7	79.8	76.0	66.9
100	2	444TS	A14308	142	878.7	G	183.8	135	263	95.0	94.9	93.9	86.8	84.1	77.2
100	4	444T	A14309	147	911.2	G	368.2	116	272	95.0	95.3	94.7	83.8	81.0	73.6
125	8	445T	A14310	154.0	958.7	G	552.9	142	272	95.4	95.9	95.6	79.5	75.4	65.7
125	2	445TS	A14311	167	1049.3	G	220.7	123	254	95.0	95.1	94.5	88.3	86.8	81.6
150	4	445T	A14312	172	1129	G	441.7	111	283	95.8	96.1	95.7	85.4	83.2	76.7
150	6	447T	A14313	161	1141.6	G	653.4	144	271	95.6	96.3	95.9	81.0	77.7	68.9
150	2	447TS	A14314	219	1407.3	G	294.8	102	263	95.4	95.6	95.5	89.6	86.6	84.5
200	4	447T	A14315	227	1491.5	G	589.1	112	280	95.8	96.3	96.1	89.3	84.5	76.8
200	6	449T	A14316	243	1515.4	G	885.1	147	289	95.4	95.6	95.0	80.8	77.5	66.9
250	4	500S5	A14322	65.0	343.0	G	735.0	127	265	95.4	95.2	94.2	83.9	83.3	76.3
250	6	500S2	A14324	56.0	333.0	G	1109.0	109	288	95.4	95.6	95.3	84.1	80.8	72.9
300	4	500S5	A14325	64.0	439.0	G	854.0	118	320	95.4	95.7	95.1	86.1	84.8	77.5
300	6	500S2	A14326	67.0	391.0	F	1331.0	104	284	95.4	95.7	95.4	84.2	81.0	73.1
400	4	500S5	A14329	86.0	582.0	G	1179.0	118	320	95.4	95.6	95.1	87.4	84.3	76.6
450	4	501S5	A14337	84.0	561.0	G	1329.0	100	292	95.8	96.0	95.6	89.5	86.1	83.5



### Aplicación

La aplicación de motores de inducción jaula de ardilla, se reduce esencialmente a determinar con el máximo cuidado los factores siguientes:

1. Características de la carga y del motor, tales como: acoplamiento del motor a la carga, velocidad, potencia, pares requeridos y ciclo de trabajo.
2. Sistemas de arranque del motor con relación a la fuente de energía alimentadora, tales como: variaciones permisibles de la tensión al aplicar la corriente de arranque y capacidad requerida en KVA.
3. Condiciones ambientales tales como: temperatura ambiente, abuso mecánico y contaminantes. Estos factores determinan el tipo de aislamiento, así como la cubierta o protección del motor.



## Aplicación (cont.)

### Métodos de acoplamiento:

#### *Acoplamiento directo*

Las estadísticas demuestran que solamente el 20% de las máquinas movidas opera a la misma velocidad que el motor que la mueve. Cuando el motor se acopla directamente a la carga, las condiciones de aplicación son distintas que cuando se usa una transmisión intermedia para aumentar o disminuir la velocidad.

El acoplamiento directo sólo es práctico si la carga puede accionarse a la misma velocidad que el motor como sucede en bombas, compresores centrífugos y moto-generadores. Para estas aplicaciones lo más conveniente es usar un motor con extensión de flecha corta. Por lo que se refiere al problema mecánico de acoplamiento en sí, es necesario nivelar, alinear y anclar perfectamente el grupo.



## Aplicación (cont.)

### *Transmisión con banda o cadena.*

Al aplicar estos métodos de transmisión y reducción de velocidad a motores, deben comprobarse siempre dos factores:

1. - Carga radial adicional sobre la chumacera o rodamiento del motor.
2. - Carga combinada de flexión y torsión sobre la extensión de la flecha

En el caso de transmisión por bandas V o banda plana es necesario proveer un dispositivo para ajustar la tensión. Esto puede ser una base de rieles deslizables.

La tendencia natural de la mayoría de los mecánicos es ajustar las bandas demasiado tensas. Una regla práctica que debe recordarse es que la banda o bandas que no patinan ligeramente al arrancar la carga, están demasiado tensas, esto acorta considerablemente la vida de la chumacera y puede causar vibración o fractura de la flecha



## Aplicación (cont.)

Características de operación de un motor:

Velocidad  
Potencia  
Par  
Corriente de arranque y máxima  
Elevación de temperatura

### Factor de Servicio

El factor de servicio sólo es aplicable cuando prevalecen y se mantienen las condiciones de tensión y frecuencia establecidas en la placa de datos. El aplicar el factor de servicio aumentará la temperatura de operación del motor y afectará la vida útil del devanado, la eficiencia y la velocidad.

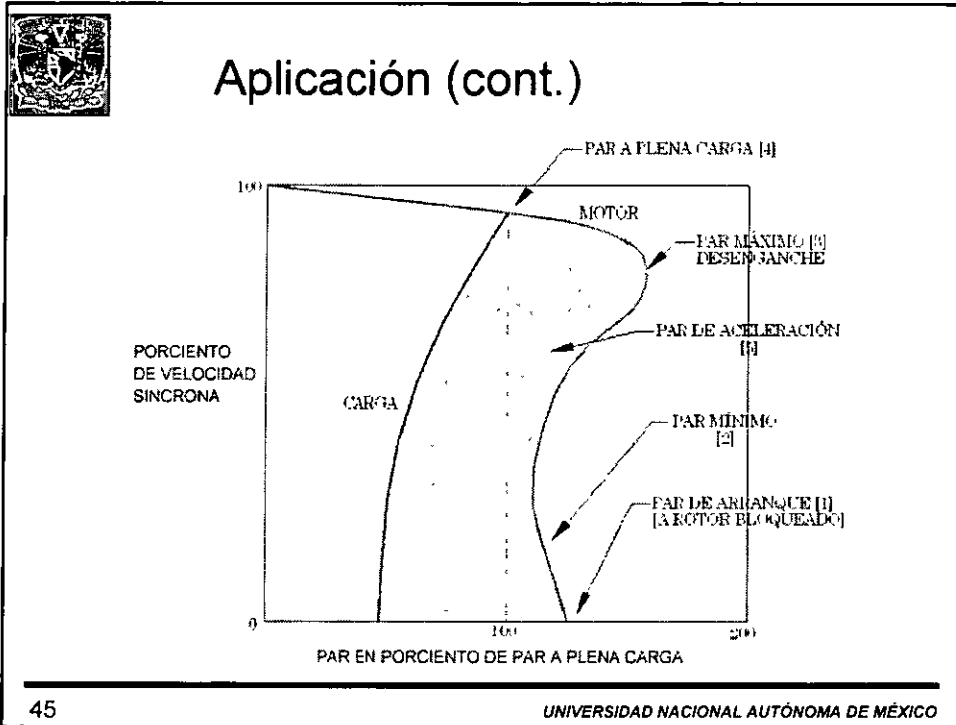



## Aplicación (cont.)

### Requisitos de Normas

Factor de Servicio	Potencia
1.15	1.5 a 200 CP
1.25	0.5 a 1 CP
1.35	1/6 a 1/3 CP
1.40	



**Aplicación (cont.)**

**APLICACIÓN EN FUNCIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO**

DISEÑO	PAR DE ARRANQUE	CORRIENTE DE ARRANQUE	PAR MÁXIMO	DESLIZAMIENTO A 100% CARGA	APLICACIÓN TÍPICA
A	NORMAL	NORMAL	ALTO	BAJO (<5)	MAQ. HERRAMIENTAS, BOMBAS CENTRIFUGAS, VENTILADORES
B	NORMAL	BAJA	ALTO	BAJO (<5)	IGUAL QUE DISEÑO A
C	ALTO	BAJA	NORMAL	BAJO (<5)	COMPRESORES CARGADOS, TRANSPORTADORES CARGADOS.

**LIMITES ESTABLECIDOS EN LAS NORMAS**

Diseño	T <sub>ARR</sub>	T <sub>MAX</sub>
A y B	120-250 % T <sub>N</sub>	200-270 % T <sub>N</sub>
C	200-250 % T <sub>N</sub>	190-225 % T <sub>N</sub>
D	270 % T <sub>N</sub>	275 % T <sub>N</sub>

46 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Sistemas de arranque

El arranque del motor se refiere a las limitaciones que se presentan debidas a la capacidad de la fuente alimentadora, tales como caídas de tensión permisibles y la capacidad momentánea en KVA que se requiere para este mismo objeto.

### Arranque del motor a tensión plena

#### Ventajas

El motor desarrollará sus plenos pares, tanto de arranque como máximo o de desenganche.

#### Desventajas

Un motor de inducción toma entre cinco y seis veces el valor de la corriente de plena carga al ser arrancado a plena tensión, causando parpadeo en las luces o disturbios en equipo sensible a las variaciones de tensión ó la carga misma, que requiera una aceleración paulatina y amortiguada.



## Sistemas de arranque (cont.)

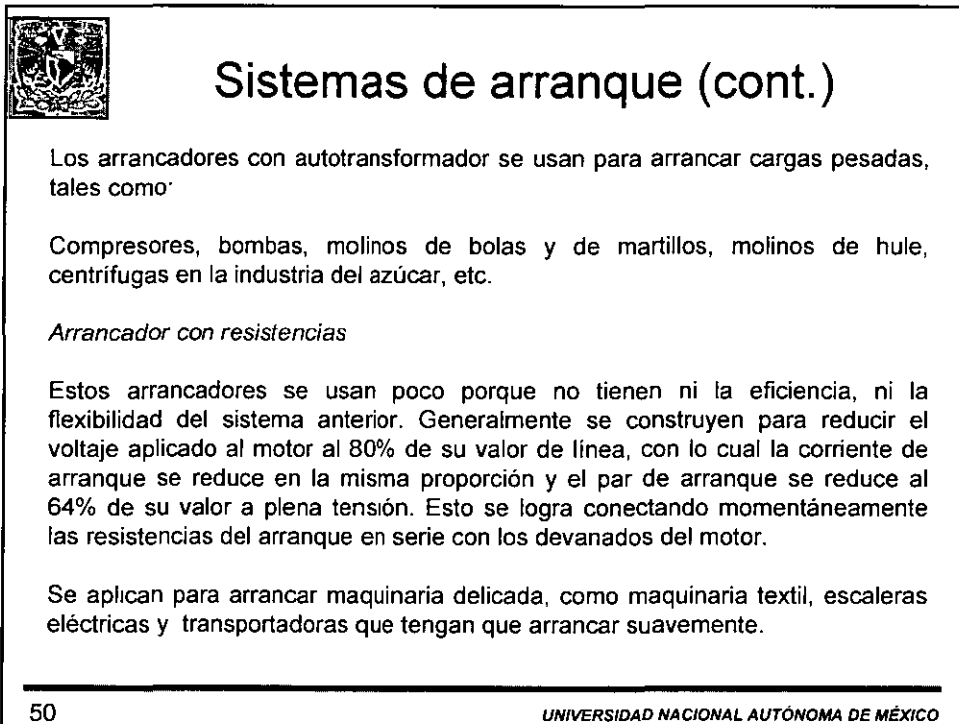
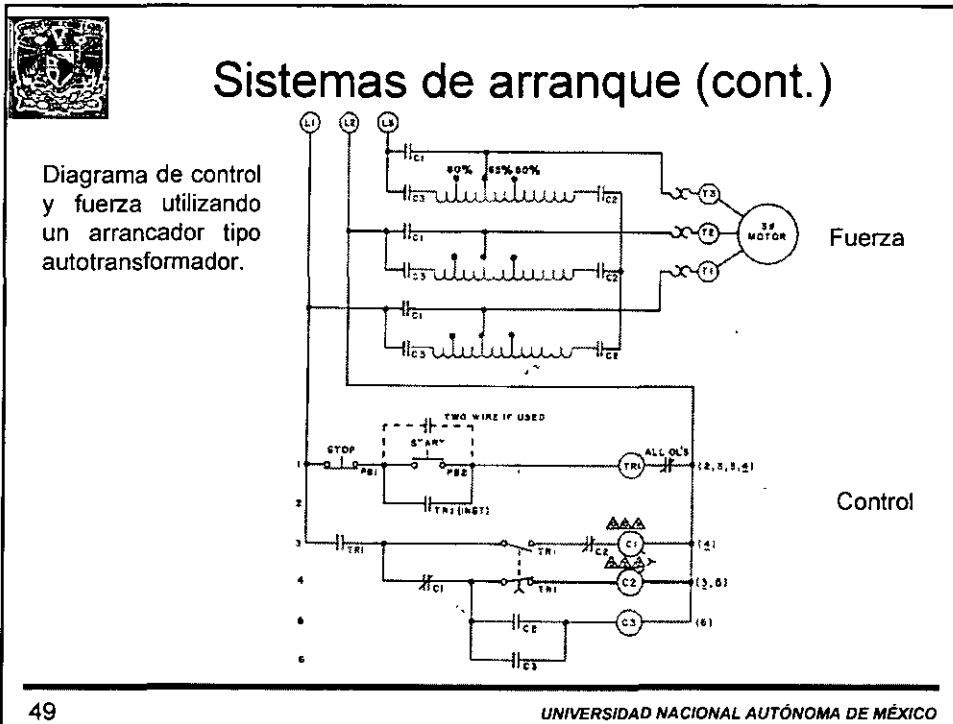
### Arranque del motor a tensión reducida

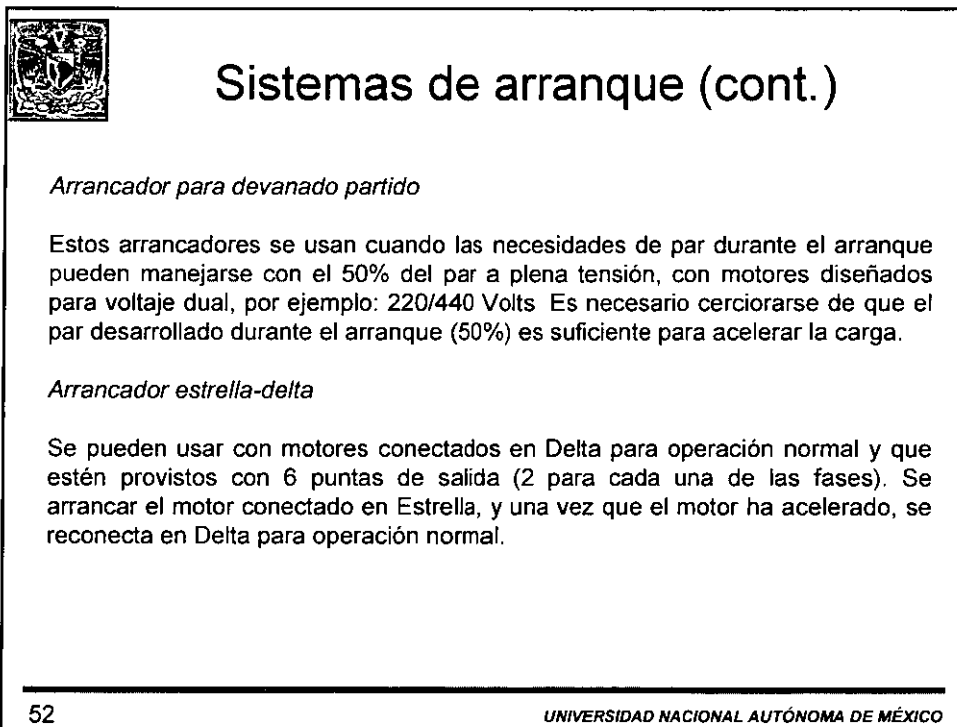
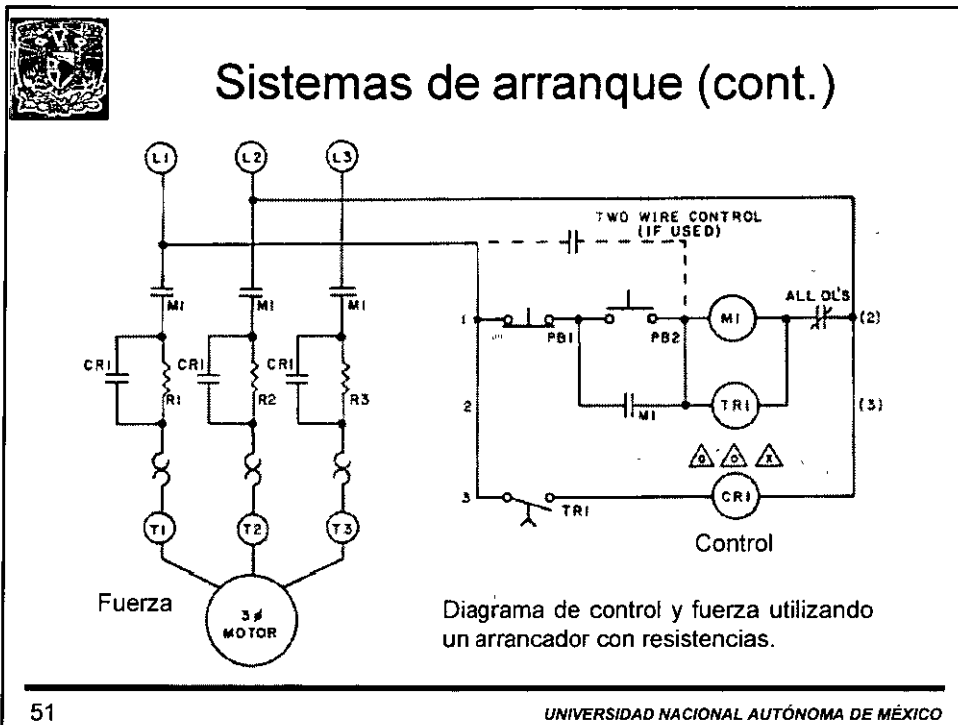
#### *Arrancador con autotransformador*

Estos arrancadores se construyen para operación manual en capacidades hasta de 300 CP en 440 Volts y 60 Hertz.

También se construyen para operación automática en capacidades hasta de 100 CP en 440 Volts y 60 Hertz.

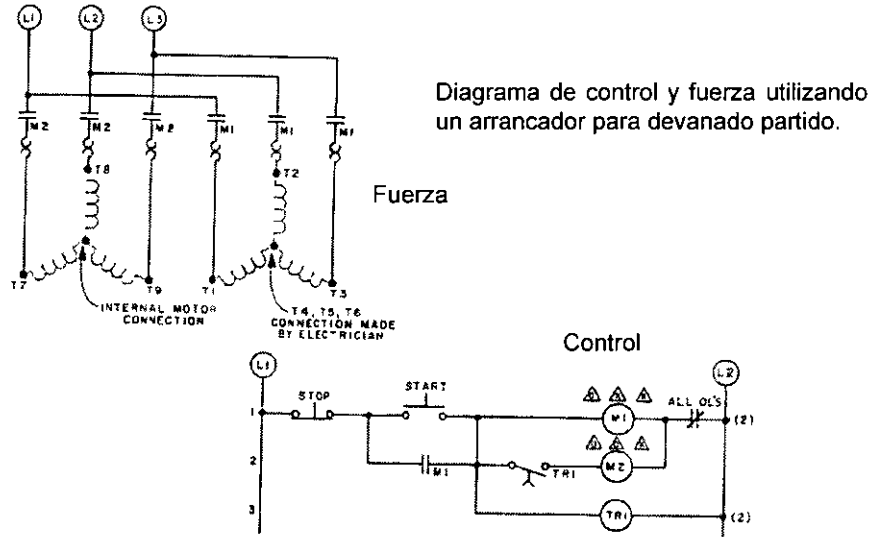
Derivación	Par de Arranque (% del par a plena tensión)	Corriente de arranque en la línea (% de la misma plena tensión)
50%	25	28
65%	42	45
80%	64	67







### Sistemas de arranque (cont.)

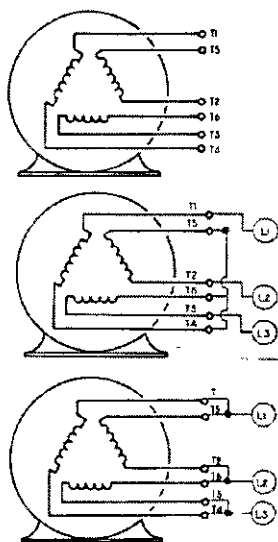


53

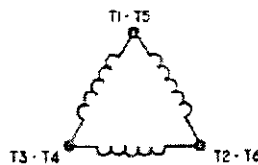
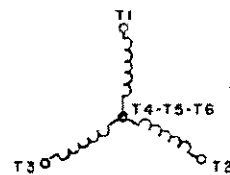
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



### Sistemas de arranque (cont.)

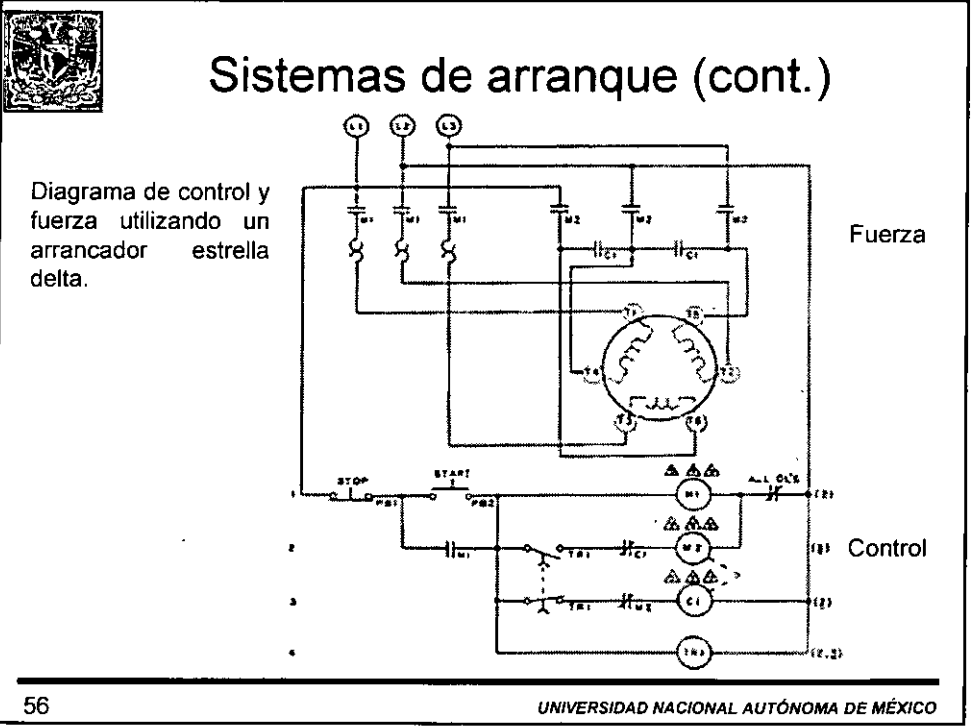
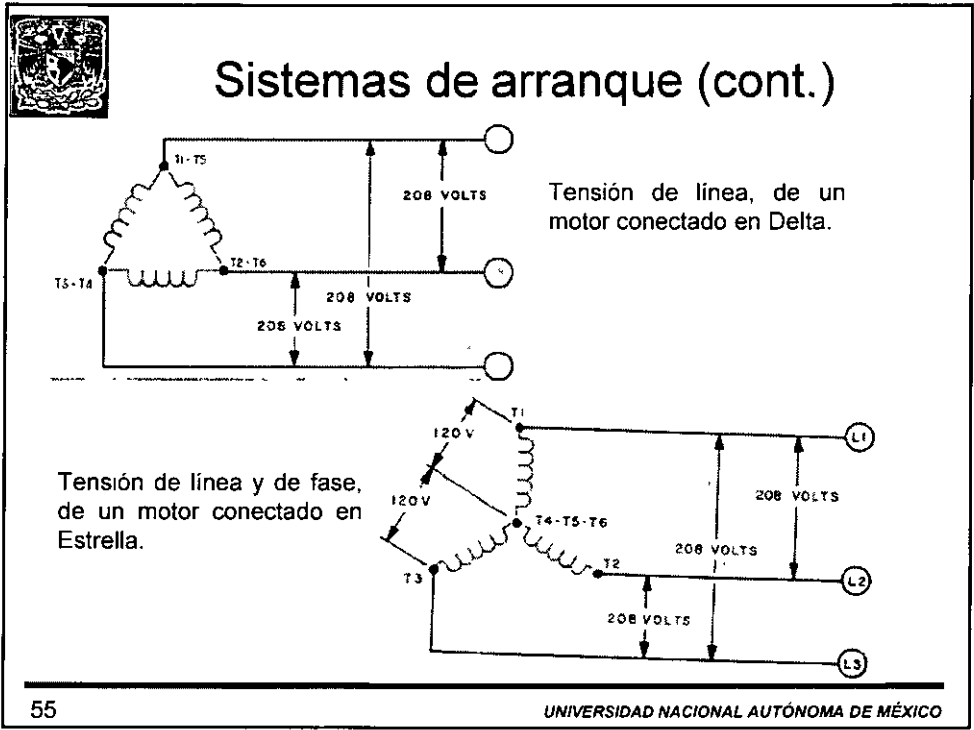


Configuración de un motor de inducción trifásico para arrancar en estrella-delta.



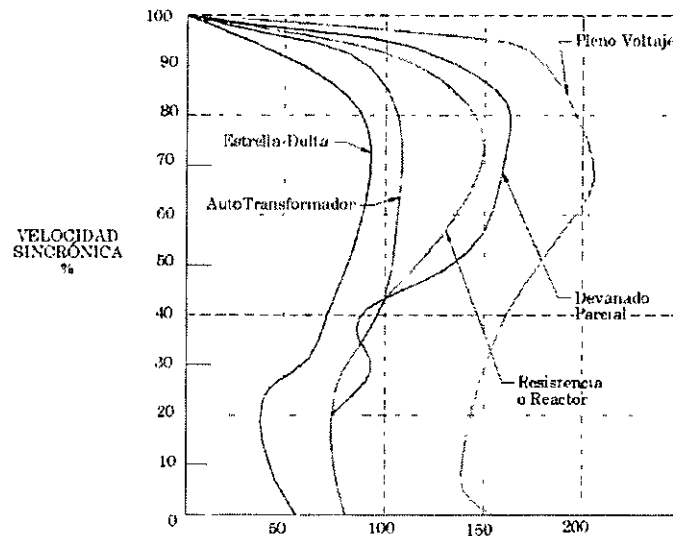
54

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## Sistemas de arranque (cont.)



57

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Sistemas de arranque (cont.)

% DE PLENA TENSION

VOLTAJE	CORRIENTE	PAR	
80%	80%	64%	RESISTENCIA
100%	65%	50%	DEVANADO PARCIAL
80%	64%	64%	AUTO TRANSFORMADOR
100%	33%	33%	ESTRELLA DELTA

58

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



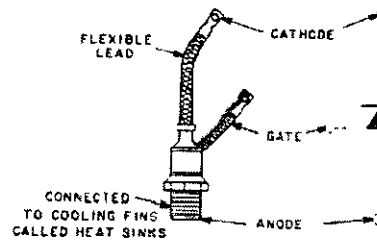
## Sistemas de arranque (cont.)

Arrancador de estado sólido (tiristores)

El corazón del sistema es el Rectificador (SCR) porque controla la tensión, corriente y par durante el arranque.

Provee una aceleración suave con aplicaciones en: bandas transportadoras, compresores y bombas.

La compuerta del SCR funciona como un interruptor de la señal, reduciendo o incrementando la tensión y corriente en el circuito.



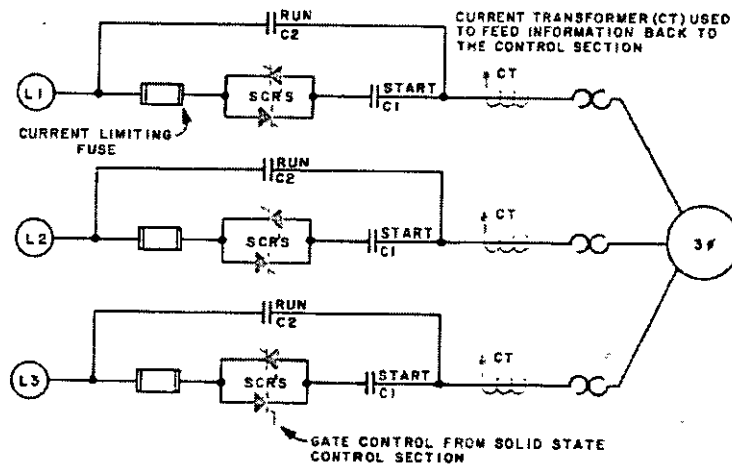
59

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Sistemas de arranque (cont.)

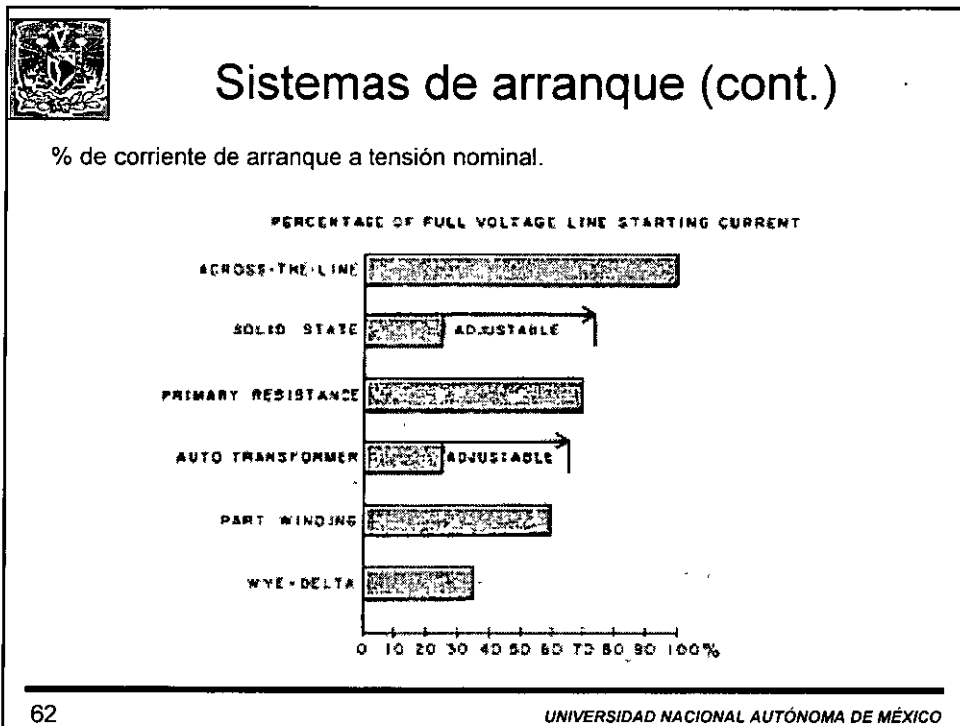
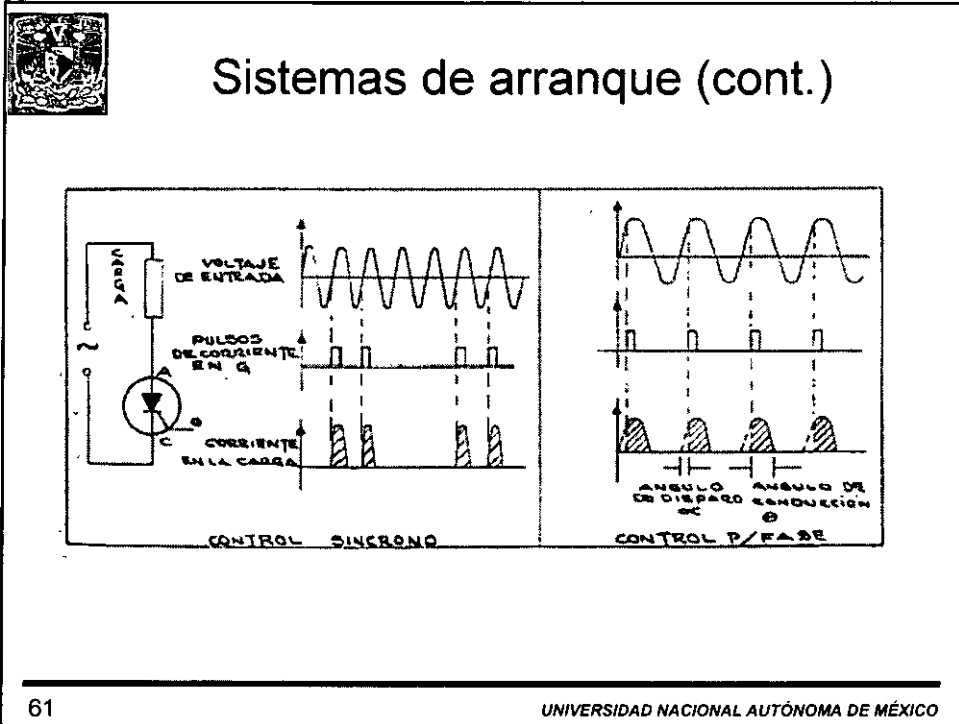
Diagrama de conexiones utilizado comúnmente.



60

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

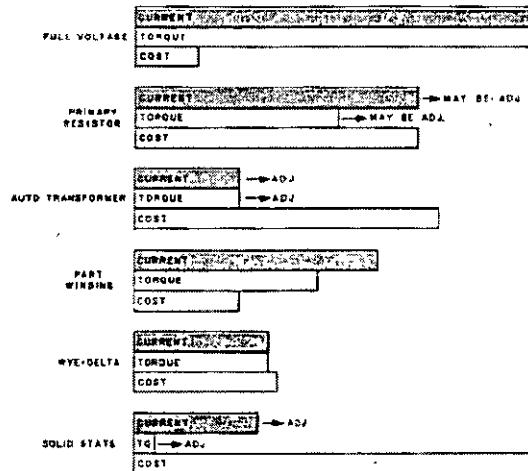






## Sistemas de arranque (cont.)

Factores a considerar en la selección de arrancadores



63

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Selección y aplicación de motores de inducción según las condiciones ambientales

### *Temperatura ambiente alta (arriba de 40°C)*

Afecta a los aislamientos, causando envejecimiento, reduce la viscosidad de la grasa o del aceite. Para afrontar este problema, deben usarse aislamientos para temperaturas más altas como los clase F (155°C temp. total) o clase H (180°C temp. total).

### *Impacto y vibración*

Los factores antes señalados pueden prevenirse mediante una alineación perfecta entre el motor y la carga y comprobando que el balanceo dinámico de la carga no produzca vibración excesiva (arriba de 0.050 mm. de amplitud total).

### *Contaminantes atmosféricos*

- Químicos corrosivos
- Polvos abrasivos
- Polvos obstruyentes
- Alta humedad relativa

64

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



### Selección y aplicación de motores de inducción según las condiciones ambientales

MOTOR LOCALIZADO EN:	TIPO DE MOTOR
Fábricas y oficinas limpias, almacenes, casetas de elevadores, cuartos aislados para motores, plantas generadoras y toda clase de aplicaciones donde la atmósfera sea limpia y seca.	Estándar a prueba de goteo
En interiores o exteriores protegidos, pero con alta humedad ambiental.	A prueba de goteo con APH*
En interiores o exteriores con alta humedad y vapores o salpicaduras químicas.	Motor TCCV, tipo Químico
En interiores con polvo metálico (máquinas herramientas para trabajo pesado industria automotriz, etc.).	Motor TCCV
En interiores o exteriores con polvo abrasivo	Motor TCCV
Mismo que anterior, pero vapores o gases químicos en adición.	Motor TCCV, con APH*
Polvos secos no explosivos, negro de humo, etc.	Motor TCCV
Aplicaciones polvosas y húmedas con materiales como polvos y pulpa que pueden obstruir los ductos de ventilación de un motor abierto	Motor TCCV, con APH*
Condiciones tropicales.	Motor TCCV, con APH*
Atmósferas explosivas	Motor TCCV a prueba de explosión

Claves: TCCV = Totalmente cerrado con ventilación.  
\*APH = Aislamiento a prueba de humedad.



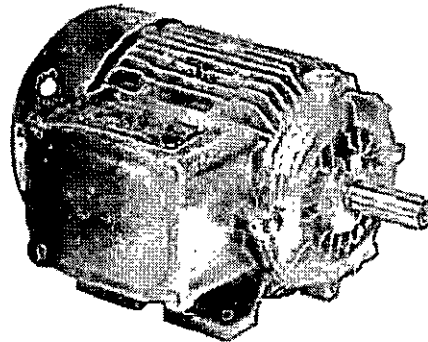
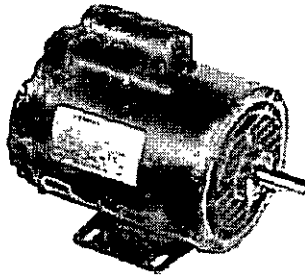
### Aplicaciones típicas

<b>Bombas</b>	<b>Par de arranque</b>	<b>Par máximo</b>
Centrifugas	20%	100%
Reciprocante o de embolo	75%	150%
<b>Compresores</b>		
Reciprocante para aire	35%	150%
Reciprocante para amoníaco, CO2 y Freón	50%	150%
<b>Sopladores</b>		
Turbosopladores	20%	125%
Sopladores cicloidales	35% (descargado)	140%
	125% (cargado)	
<b>Ventiladores centrifugos</b>	35% transmisión con bandas	120%
	25% directamente acoplado	
<b>Molinos para hule</b>	125%	250%
<b>Molinos para pulpa de madera</b>	40%	150%



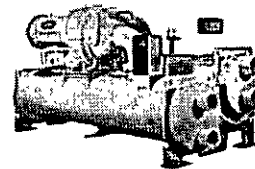
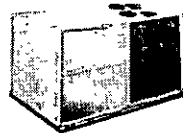
## Pruebas en la puesta en servicio

- Resistencia de aislamiento entre fases y tierra
- Dirección de rotación





## AIRE ACONDICIONADO



1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## INDICE

- Partes principales
- Principios de funcionamiento
- Clasificación
- Normas
- Aplicación

2

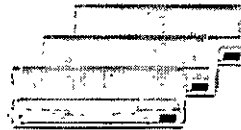
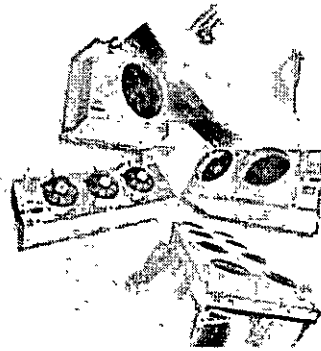
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Partes principales

### *Evaporador*

Es la parte donde se lleva a cabo la evaporación del refrigerante, lo que provoca que se enfríe el área deseada.



3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



## Partes principales (cont.)

### *Compresor*

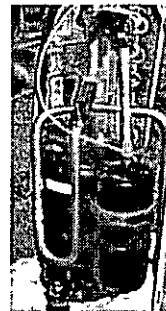
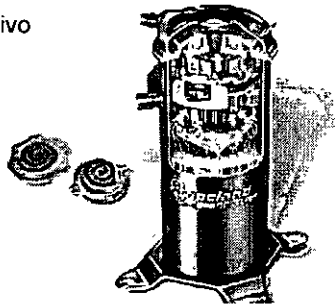
Es la parte fundamental de los sistemas de refrigeración, debido a que mantiene la baja presión del evaporador y que permita que se reduzca la temperatura del refrigerante, existen dos grupos de compresores los cuales son los siguientes:

#### Desplazamiento positivo

- Reciprocantes
- Rotatorios
- Tornillo

#### Dinámico

- Centrífugo



4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

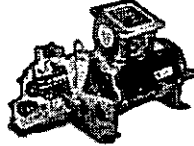


## Partes principales (cont.)

En función del tipo de acoplamiento del motor con el compresor se clasifican en:

### *Abierto*

Son acoplados por bloques distintos, por lo que el compresor se enfría por las camisas de los cilindros y el motor es enfriado por el aire.



### *Semihermético*

Son acoplados en un mismo bloque y están cerrados herméticamente con la posibilidad de que sean enfriados por medio de aire, agua o un refrigerante



5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

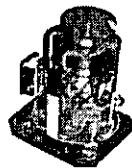


## Partes principales (cont.)

En función del tipo de acoplamiento del motor con el compresor se clasifican en:

### *Hermético*

Son idénticos a lo semiherméticos sin embargo este tipo de acoplamiento va soldado impidiendo su apertura, por lo que llevan un protector térmico que actúa sobre el bobinado, interrumpiendo la corriente de alimentación en caso de sobrecalentamiento.



6

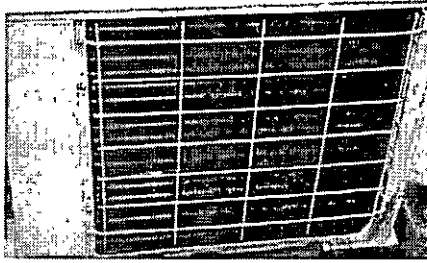
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



## Partes principales (cont.)

### *Condensador*

Es un intercambiador de calor donde se condensa el calor absorbido por el evaporador mas el incremento de temperatura, cuando pasa por el compresor.



7

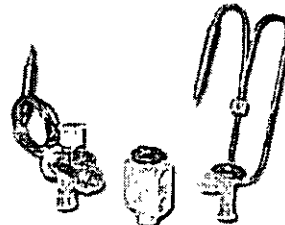
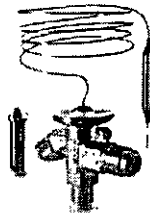
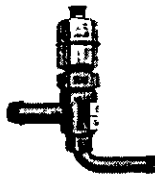
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



## Partes principales (cont.)

### *Válvula de expansión o tubo capilar*

Es un dispositivo que permite disminuir la presión del liquido refrigerante entre el condensador y el evaporador.



8

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO





## Principio de funcionamiento

Existen diferentes métodos de refrigeración, los cuales se mencionan a continuación:

### *Evaporación*

Es un proceso de transferencia de calor y masa, basándose en el cambio de temperatura hasta cambiar de estado líquido a gaseoso; el aire no saturado es enfriado por la exposición al agua más fría en condiciones de aislamiento térmico.

### *Compresión por vapor*

Consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado, creando zonas de alta y baja presión, con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro.

### *Absorción*

Es un medio de producir frío, que al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso, por ejemplo, emplear agua como sustancia absorbente (disolvente) y como absorbida (soluto) amoníaco.

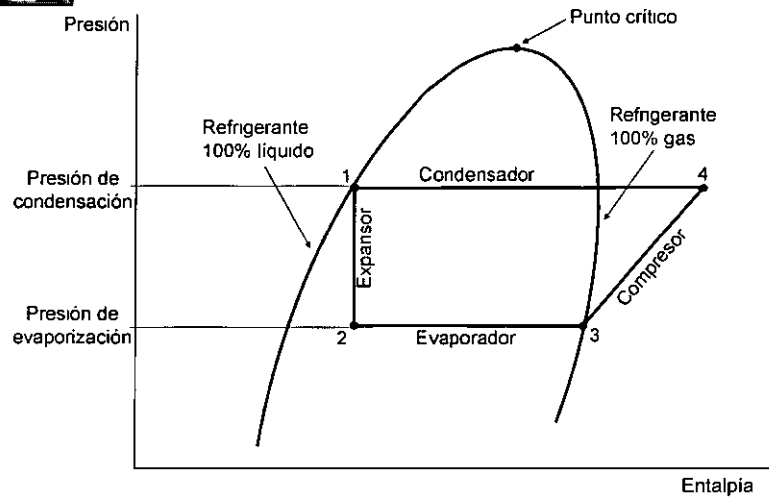


## Principio de funcionamiento (cont.)

El método de Refrigeración más utilizado es el de *compresión por vapor*, en este método, el líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión o tubo capilar, reduciendo la presión y por consecuencia disminuyendo su temperatura, en este proceso parte del líquido se convierte en gas, cuando estas dos mezclas llegan al evaporador, el gas es el encargado de enfriar la habitación y el líquido será el que absorba el calor producido en la habitación, convirtiéndose en gas para que este a su vez, sea comprimido por un compresor, elevando su presión y consecuentemente su temperatura, posteriormente el gas es enfriado por un condensador, convirtiéndose en líquido, para dirigirse a la válvula de expansión o tubo capilar y empezar de nuevo el ciclo, como se muestra en la gráfica.



### Principio de funcionamiento (cont.)

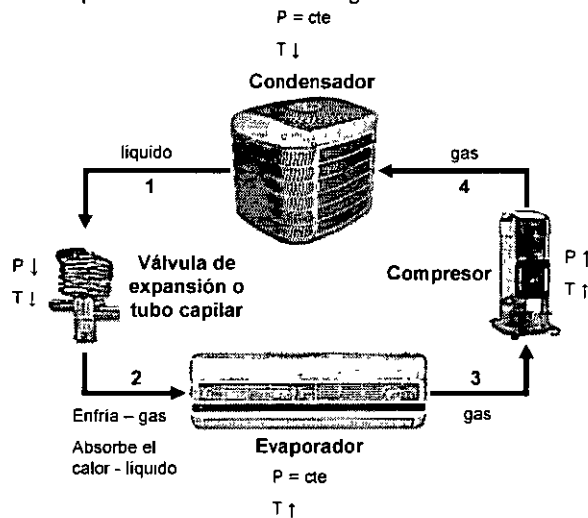


Entalpía es la cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno.



### Principio de funcionamiento (cont.)

Comprendiendo un poco mas el ciclo de refrigeración físicamente





## Clasificación

Los acondicionadores de aire se clasifican de la siguiente forma:

### *Tipo cuarto*

Aparato diseñado para extraer calor y humedad del aire de un cuarto cerrado, que se instala a través de una ventana o pared externa, pudiendo también contar con medios para ventilación, extracción y calefacción de aire.



### *Tipo central paquete*

Es un equipo de aire acondicionado, en el cual todos los componentes principales son acoplados en un solo gabinete.



13

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)

### *Tipo central dividido*

Es un equipo de aire acondicionado, en el cual uno o más de los componentes principales son separados unos de otros y que son diseñados para trabajar en conjunto.



### *Tipo minisplit y/o multisplit*

Es un equipo de aire acondicionado que cuenta con uno o mas ensambles y es diseñado para trabajar en conjunto, puede ser empotrado, en muro, pared o soporte.



14

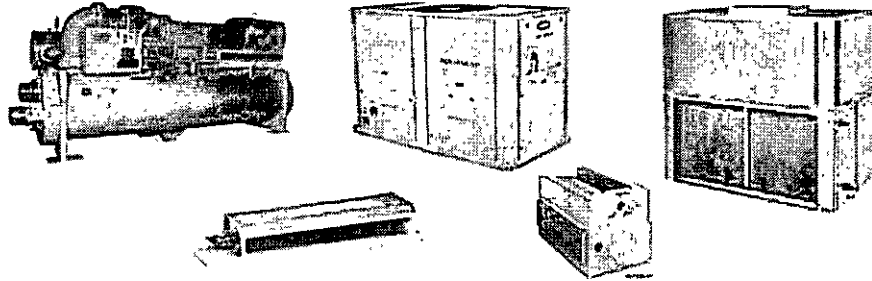
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Clasificación (cont.)

### *Unidad generadora de agua helada (chiller)*

Como su nombre lo indica, producen agua helada la cual es distribuida a unidades manejadoras de aire (evaporadoras instaladas en techo) o a los fan and coils (evaporadores instalados en la pared). Se clasifican de acuerdo al tipo de compresor utilizado, siendo estos: reciprocantes, centrífugos y de tornillo. La condensación de estos equipos se lleva a cabo por medio de ventiladores (enfriados por aire) y por torres de enfriamiento (enfriados por agua).



15

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Normas

### **Nacional**

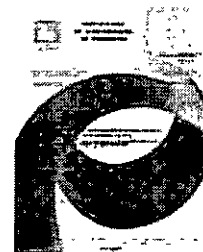
Únicamente se cuentan con dos Normas Nacionales:

Para los acondicionadores de aire tipo cuarto

NOM-022-ENER/SCFI/ECOL

Para los acondicionadores de aire tipo central paquete o dividido

NOM-011-ENER



16

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Normas (cont.)

### Internacional

Existen diversos organismos los cuales son: ASHRAE, ARI, ISO, entre otras, para los acondicionadores de aire tipo cuarto, cuenta con las siguientes Normas.

ANSI/ASHRAE-16, ANSI/ASHRAE-58, ISO 5151, AHAM-RAC-1.

Para los acondicionadores de aire tipo paquete o dividido, así como para los acondicionadores tipo minisplit y/o multisplit se cuenta con las siguientes Normas.

ANSI/ASHRAE-37, ARI 210/240

Para las unidades generadoras de agua helada (chillers), cuenta con las siguientes Normas.

ARI 550/590, ARI 560, ANSI/ASHRAE-30.



17

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## Aplicación

Los acondicionadores de aire tipo cuarto, usualmente se utilizan en viviendas u oficinas.

Los acondicionadores de aire tipo central paquete o dividido, usualmente se utilizan en oficinas, bancos, hospitales, centros comerciales

Los acondicionadores de aire tipo minisplit y/o multisplit, usualmente se utilizan en viviendas, oficinas, bancos y pequeños comercios.

Las unidades generadoras de agua se utilizan en la industria, en hoteles, hospitales y escuelas.



18

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





## INSTALACION DE TRANSFORMADORES

1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



### INDICE

1. GENERALIDADES
2. PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE
3. INSTALACION EN LUGARES INTERIORES Y EXTERIORES
4. BÓVEDAS DE TRASFORMADORES

2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



## 1. Generalidades

**OBJETIVO.** Establecer los lineamientos generales para la instalación eléctrica de los transformadores

3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Protección.** Los transformadores se deben proteger como se indica a continuación

**a) Protección mecánica.** Deben tomarse todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daño físico

**b) Envoltente o cubierta.** Los transformadores de tipo seco deben estar dotados de una cubierta o envoltente resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

**c) Partes energizadas expuestas.** Los transformadores deben estar instalados de modo que las partes vivas estén resguardadas

**d) Advertencia de la tensión eléctrica.** La tensión eléctrica de operación de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se debe indicar por medio de señales o marcas visibles sobre el equipo o estructuras.

4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





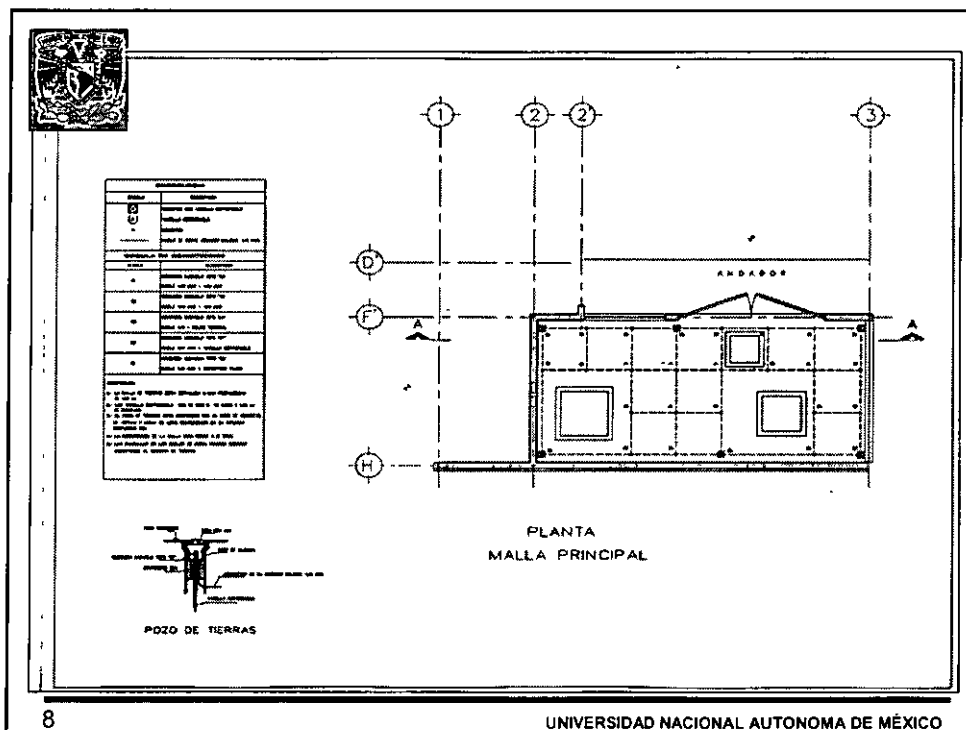
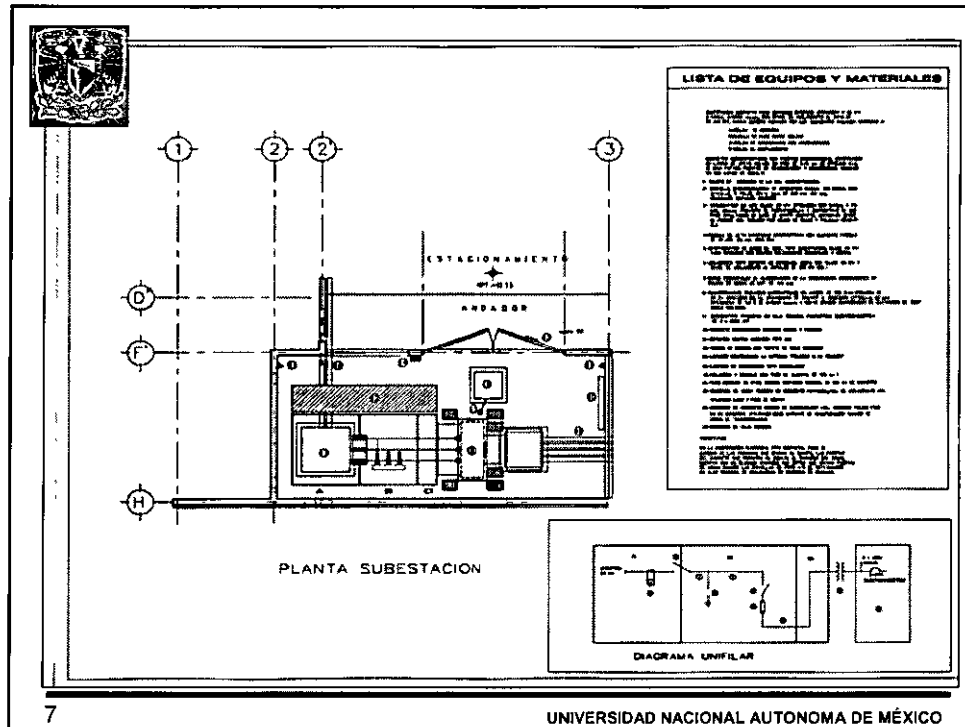
**Ventilación.** La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

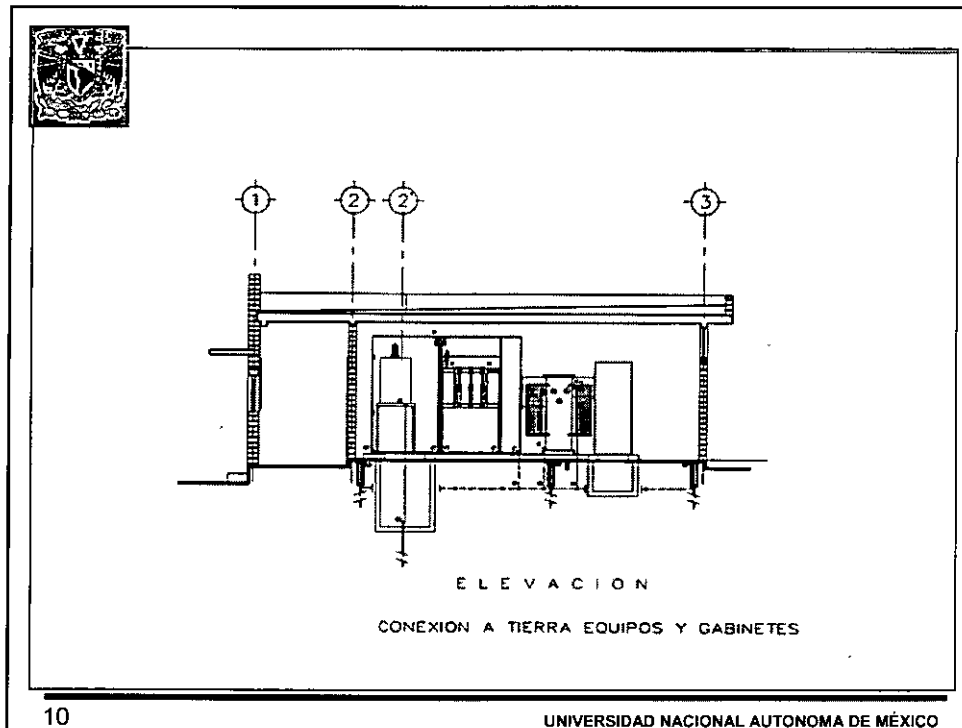
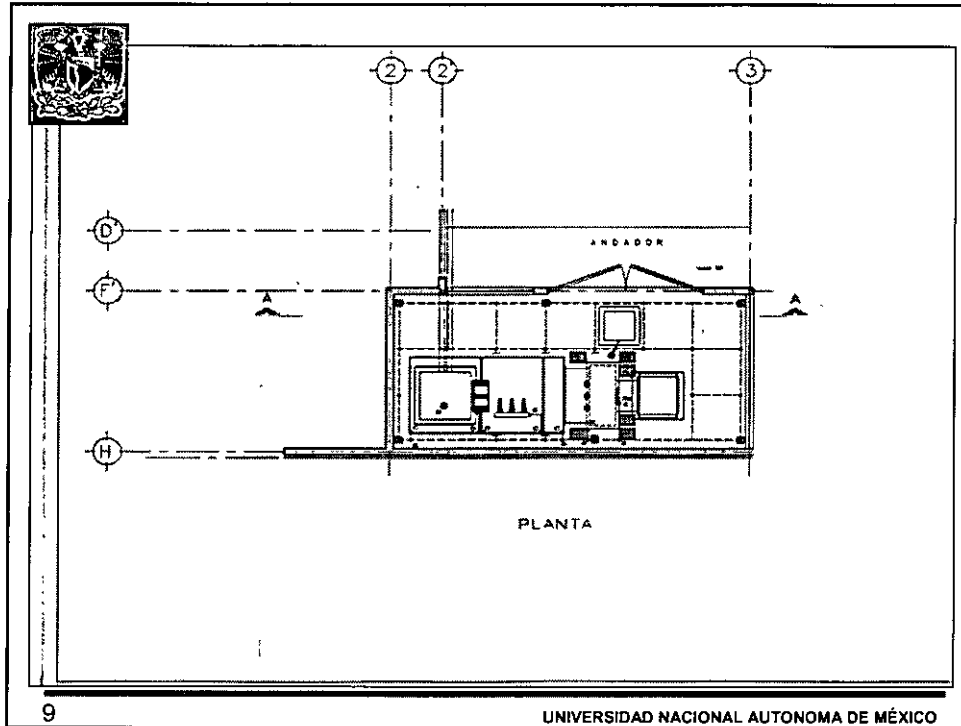
**NOTA:** En algunos transformadores pueden presentarse pérdidas adicionales, cuando estén presentes corrientes no senoidales causando un incremento de temperatura dentro del transformador, por arriba de su valor nominal.

Los transformadores con aberturas para ventilación deben instalarse de manera que no sean bloqueados por paredes u otras obstrucciones. Las separaciones necesarias deben estar marcadas claramente en el transformador.



**Puesta a tierra.** Las partes metálicas de las instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén expuestas, incluyendo las cercas, resguardos, etc., se deben poner a tierra








## 2. Protección contra sobrecorriente

**OBJETIVO.** Dimensionar los parámetros de protección contra sobrecorriente para proteger a los transformadores y evitar la posibilidad de energizar el lado de alta tensión como consecuencia de una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios

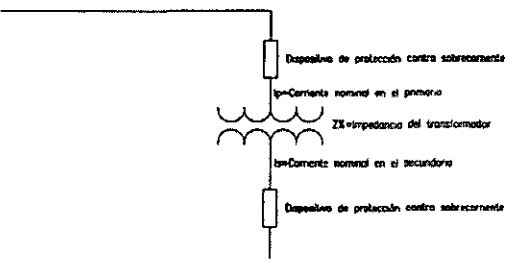


## Transformadores de mas de 600 volts nominales



### PARAMETROS BASE

CIRCUITO ALIMENTADOR



Dispositivo de protección contra sobrecorriente

$I_p$  = Corriente nominal en el primario


$Z_t$  = Impedancia del transformador

$I_s$  = Corriente nominal en el secundario

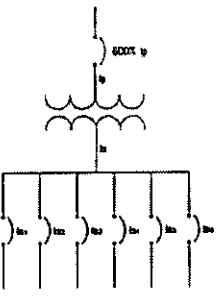
Dispositivo de protección contra sobrecorriente

---

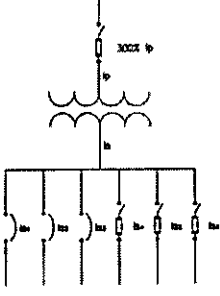
13 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



### TRANSFORMADORES DE MAS DE 600 V



$I_{s1} + I_{s2} + I_{s3} + I_{s4} + I_{s5} = 300\% I_p$



$I_{s1} + I_{s2} + I_{s3} + I_{s4} + I_{s5} = 250\% I_p$

No. MAXIMO DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE  
EN EL LADO SECUNDARIO

---

14 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



**TABLA 450-3 (a)(1).- Transformadores de más de 600 V**

**Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente**

Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%



TRANSFORMADORES DE MAS DE 600 V

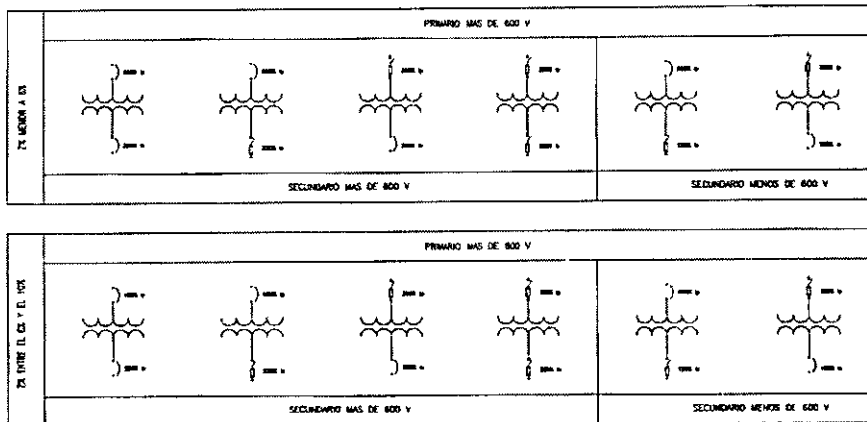




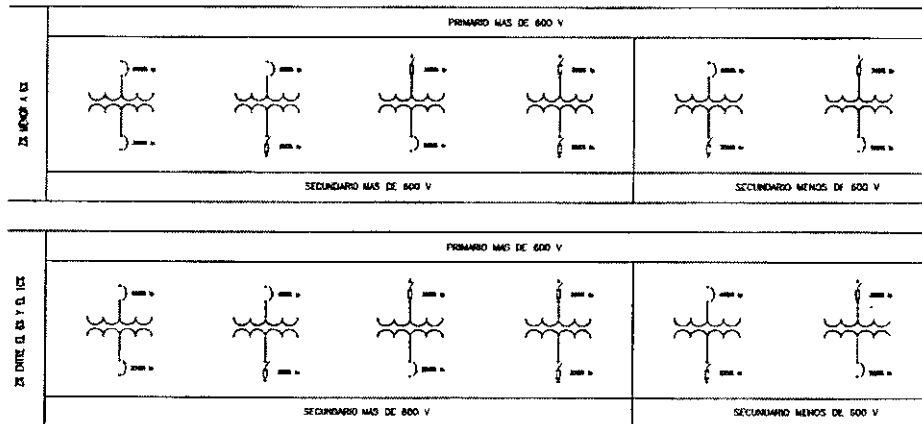
TABLA 450-3 (a)(2)(b).- Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600V	600 V o menos	
impedancia del transformador.	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No mas de 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Mas de 6% y no más de 10%	400%	300%	250%	225%	250%



TRANSFORMADORES DE MAS DE 600 V

SOLO PARA INSTALACIONES SUPERVISADAS  
POR PERSONAL CALIFICADO



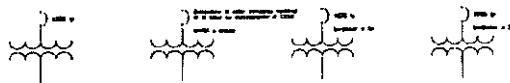


# Transformadores de menos de 600 volts nominales

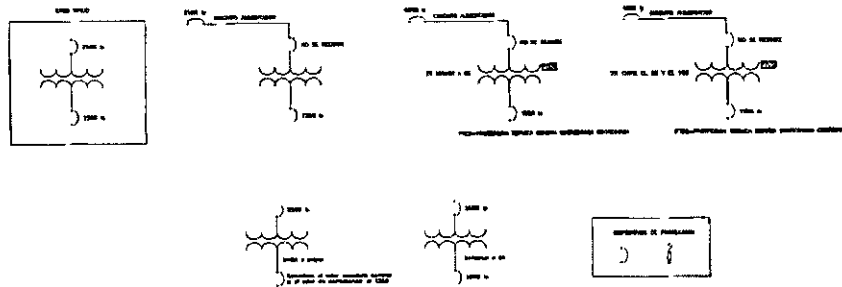


## TRANSFORMADORES DE 600 V O MENOS

### PRIMARIO DE TRANSFORMADORES



### PRIMARIO Y SECUNDARIO DE TRANSFORMADORES







### 3. Instalación en lugares interiores y exteriores

**OBJETIVO.** Determinar los lineamientos generales cuando se instala un transformador en interiores o en exteriores



#### Transformadores tipo seco instalados en interiores

- a) Los transformadores tipo seco con una capacidad de **112,5 kVA o menos**, instalados en interiores, deben tener una separación no menor que **30 cm** de cualquier material combustible.
- b) Los transformadores individuales tipo seco de una capacidad **mayor que 112,5 kVA** se deben instalar en un cuarto de transformadores **resistente al fuego**.
- c) Los transformadores tipo seco para **más de 35 000 V** se deben instalar en una bóveda

#### Transformadores tipo seco instalados en exteriores.

Deben tener una **envolvente a prueba de intemperie**.

Los transformadores de capacidad **mayor que 112,5 kVA** deben estar situados a una distancia mayor que **305 mm** de cualquier material combustible de los inmuebles.

**Transformadores en líquidos de alto punto de ignición.**

Se permite la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición (aprobados) que tengan un punto de ignición no menor que **300°C**, de acuerdo con lo indicado en a) o b), siguientes:

**a) Instalaciones interiores**

1) En edificios, en áreas donde se cumplan todos los requerimientos siguientes:

- a. La tensión eléctrica nominal del transformador sea de **35 000 V o menos**.
- b. No se almacenen materiales combustibles.
- c. Se tenga un área de confinamiento del líquido.
- d. El área cumpla con todas las restricciones previstas en la aprobación del líquido.

2) Para transformadores con tensión eléctrica nominal de **35 000 V o menos**, se cuenta con un sistema automático de extinguidores de fuego y un área de confinamiento de líquidos.

3) Considerar las mismas características de instalación de los **transformadores en aceite** instalados en interiores

**b) Instalaciones en exteriores.**

Se permite instalar transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición fuera de, adjunto a, o en techo de edificios, de acuerdo con lo siguiente:

1) La instalación debe cumplir con las restricciones de la aprobación de estos líquidos.

**NOTA:** Instalaciones adjuntas a materiales combustibles, salidas de emergencia o puertas y ventanas deben requerir avisos de emergencia adicionales.

2) Considerar las mismas características de instalación de los **transformadores en aceite** instalados en exteriores.



#### Transformadores aislados con fluidos no inflamables.

Los transformadores aislados con un fluido dieléctrico no inflamable pueden ser instalados en interiores o exteriores.

Cuando estos transformadores instalados en **interiores** sean de tensión eléctrica nominal superior a **35 000 V** deben instalarse en bóvedas.

Cuando se instalen, deben contar con un área para el confinamiento del líquido y una válvula de alivio de la presión.

El transformador debe estar equipado con medios para absorber cualquier gas generado por arco eléctrico dentro del transformador, o la válvula de alivio debe estar conectada a una chimenea o conducto, que lleve estos gases hasta un área segura.

**(Un fluido dieléctrico no inflamable es aquel que no posee punto de ignición o punto de inflamación y no es inflamable en el aire.)**



#### Transformadores en Askarel.

**No se permite el uso de bifenilospoliclorados -PCB (Askarel) como medio aislante en transformadores.**

**El Askarel cuando se pone en contacto con la atmósfera puede desprender gases que contaminan el medio ambiente circundante**



### Transformadores en aceite instalados en interiores.

Los transformadores en aceite deben instalarse en una bóveda

**Excepción 1:** Cuando la capacidad total no exceda de **112,5 kVA**, las bóvedas de transformadores pueden estar construidas de concreto reforzado de un espesor no menor que **10 cm**.

**Excepción 2:** Cuando la tensión eléctrica nominal **no es mayor que 600 V** no se requiere una bóveda, si se han tomado las previsiones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor que **10 kVA**, en una sección del inmueble clasificada como combustible; o **75 kVA** cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.



**Excepción 3:** Los transformadores para hornos eléctricos de una capacidad total no mayor que **75 kVA** pueden estar instalados sin bóvedas, dentro de un inmueble o local resistente al fuego, siempre que se hayan tomado las medidas necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite pueda extenderse a otros materiales combustibles.

**Excepción 4:** Los transformadores pueden instalarse en un edificio separado, siempre que este edificio o su contenido **no presenten peligro de fuego a otros edificios** y el edificio citado se use únicamente para el suministro del servicio eléctrico y que su interior sea accesible solamente a personal calificado.

**Excepción 5:** Se permite el uso de transformadores sumergidos en aceite sin bóveda en equipos portátiles y móviles de minería en superficie (tales como las excavadoras eléctricas), si se satisface cada una de las condiciones siguientes:

- a. Se han tomado las previsiones para el drenaje de las fugas de fluido.
- b. Se provee un medio de salida seguro para el personal.
- c. Se dispone de una **barrera de acero** de un espesor mínimo de **6,35 mm** para protección del personal.



#### Transformadores en aceite instalados en exteriores.

Los materiales combustibles, los inmuebles y partes de inmuebles combustibles, puertas, ventanas y salida de emergencia para caso de incendio, deben estar resguardadas contra incendios que se originen en los transformadores aislados con aceite, instalados sobre techos, que estén cercanos a, o adyacentes a un inmueble o material combustible.

En casos donde la instalación del transformador **presente peligro de incendio** deben aplicarse uno o más de los siguientes resguardos según el grado de riesgo involucrado:

- a).- Espacios para aislar del fuego.
- b).- Barreras separadoras resistentes al fuego.
- c).- Sistemas automáticos extinguidores de incendio.
- d).- Confinamientos para contener el aceite en caso de ruptura del tanque del transformador.

Los confinamientos para el aceite deben consistir en diques, brocales, trincheras, depósitos resistentes al fuego para la captación del aceite, deben de estar llenas de cascajo, tezontle, piedra o materiales similares y estar dotadas de medios para drenar el aceite hacia fosas de captación.



## 4. Bóvedas de Transformadores

**OBJETIVO.** Determinar los lineamientos generales que requieren las bóvedas donde se instalan los transformadores

**Ubicación.**

Las bóvedas de transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

Las bóvedas deben ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin el uso de tubos extractores o conductos, siempre que sea posible.

**Paredes, techos y piso.**

Las **paredes** y el **techo** de las bóvedas deben construirse de materiales que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones que puedan presentarse y una **resistencia mínima al fuego de tres horas**.

**NOTA:** Una construcción típica que posee una **resistencia al fuego de tres horas** es una construcción de **concreto reforzado de 15 cm de espesor**.

Los **pisos** de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto de un **espesor mínimo de 10 cm**

Cuando la bóveda se construya sobre un **espacio libre o arriba de otros pisos**, el **piso** debe tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una **resistencia mínima al fuego de tres horas**.

**No se permiten** construcciones atornilladas ni con paredes de paneles.

**Excepción:** Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de **resistencia al fuego de una hora**, cuando los transformadores estén protegidos con **rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono o gas halón o equivalente**.

**Entradas.**

Las entradas de las bóvedas deben estar protegidas como sigue:

**a) Tipo de puerta.** Cada espacio que conduzca a una bóveda desde el interior de un inmueble debe estar provisto de una **puerta de cierre hermético**, de un tipo que tenga una **resistencia mínima al fuego de tres horas**.

Este tipo de puerta debe instalarse en una abertura de una pared exterior, cuando las condiciones lo justifiquen.

**b) Murete.** Cada una de las puertas debe proveerse de un murete de altura suficiente **para confinar dentro de la bóveda** el aceite del transformador de mayor volumen y **en ningún caso debe ser menor que 10 cm**.

**c) Cerraduras.**

Las puertas de entrada **deben tener cerraduras y deben mantenerse cerradas**. Permitiendo el acceso solamente a personal calificado.

Las puertas para el personal **deben abrir hacia afuera** y estar equipadas con **barras de pánico, placas de presión** o cualquier medio que las mantenga cerradas, pero que **puedan abrirse desde adentro bajo presión simple**.



#### Abertura de ventilación.

Deben proveerse aberturas de ventilación de acuerdo con lo siguiente.

**a) Ubicación.** Las aberturas de ventilación **deben ubicarse lo más lejos posible** de puertas, ventanas, salidas de incendio y materiales combustibles.

**b) Disposición.** Una bóveda ventilada por circulación natural de aire puede tener la mitad, aproximadamente, del área total de aberturas necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y el resto en una o más aberturas en el techo o en las paredes cerca del techo; toda el área que se requiera para la ventilación se permite en una o más aberturas en o cerca del techo.

**c) Tamaño.** En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia el exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejas o celosías, no debe ser menor que **20 cm<sup>2</sup> por cada kVA** de capacidad de los transformadores en servicio, excepto el caso de transformadores de capacidad menor que 50 kVA, donde el área neta no debe ser menor que 10 cm<sup>2</sup>.



**d) Cubiertas.** Las aberturas de ventilación deben estar **cubiertas con pantallas, rejas o celosías de tipo duradero**, de acuerdo con las condiciones requeridas para evitar condiciones inseguras

**e) Compuertas.** Todas las aberturas de ventilación que den hacia adentro deben estar provistas de **compuertas de cierre automático**, que sean accionadas al producirse un fuego dentro de la bóveda.

Estas compuertas deben tener una **resistencia al fuego no menor que 1,5 horas**.

**f) Conductos.** Los conductos de ventilación deben ser de material **resistente al fuego**.





**Drenaje.** Cuando sea factible en las bóvedas que contengan **más de 100 kVA** de capacidad de transformadores, se debe construir un **drenaje** u otro medio que evacue hacia un depósito especial de confinamiento cualquier acumulación de líquido aislante o agua, a menos que las condiciones del local lo impidan, en este caso, el piso debe tener una inclinación hacia dicho drenaje.



**Tubería y accesorios de agua.** Ningún sistema de tubería o conductos extraños a la instalación eléctrica **debe entrar o atravesar una bóveda de transformadores.**

La tubería u otros medios previstos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores, no se consideran extraños a la instalación eléctrica.



**Almacenamiento dentro de las bóvedas. No deben almacenarse materiales dentro de las bóvedas de los transformadores.**



## CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE SISTEMAS DE FUERZA

1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



### INDICE

1. GENERALIDADES
2. CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS
3. DETERMINACION DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES
4. FACTORES DE CORRECCION
5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA
6. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE
7. DIAGRAMAS DE TABLEROS Y DE CCM

2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



### 1. GENERALIDADES

**OBJETIVO.** Establecer los parámetros base para el diseño de la instalación eléctrica donde intervienen sistemas de fuerza

Para esto se ha desarrollado una metodología que en forma ordenada lleva el control del desarrollo de un proyecto



**Descripción de los equipos.** Una vez establecido el Lay-Out se procede a realizar la descripción general de cada uno de ellos (nombre del equipo, y sus componentes eléctricos, ya sean motores, resistencias, etc.) asignándoseles una cédula de identificación.

**Características eléctricas de los equipos.** Al mismo tiempo se anexan las características eléctricas de los equipos (CP, kW, kVA ó Amperes)

**Parámetros de cálculo.** Como complemento de la información base se indica la tensión de alimentación y número de fases de cada uno de los componentes de los equipos.




TABLA 430-147.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores de corriente continua (c.c.)

KW	CP	Tensión eléctrica nominal de armadura		
		120 V	240 V	600 V
0.19	1/4	3.1	1.6	---
0.25	1/3	4.1	2.0	---
0.37	1/2	5.4	2.7	---
0.56	3/4	7.0	3.6	---
0.75	1	8.5	4.7	---
1.12	1-1/4	13.2	6.8	---
1.50	2	17	8.5	---
2.25	3	25	12.2	---
3.75	5	40	20	---
5.60	7-1/2	58	29	13.6
7.50	10	76	38	18
11.2	15	---	55	27
14.9	20	---	72	34
18.7	25	---	89	43
22.4	30	---	106	51
29.8	40	---	140	67
37.3	50	---	173	83
44.8	60	---	206	99
56.0	75	---	255	123
75.0	100	---	341	164
93.0	125	---	425	205
120	150	---	508	246
149	200	---	675	330

\* son valores promedio en c.c.

5 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO




TABLA 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en amperes (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionan a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 V hasta 120 V y 220 V hasta 240 V.

KW	CP	116 V	127 V	208 V	230 V
0.12	1/8	4.4	4.0	2.4	2.2
0.18	1/4	5.8	5.3	3.2	2.9
0.25	1/3	7.2	6.5	4	3.6
0.37	1/2	9.8	8.9	5.4	4.9
0.56	3/4	13.8	11.5	7.6	6.9
0.75	1	16	14.0	8.8	8
1.12	1-1/4	20	18.0	11	10
1.50	2	24	22.0	13.2	12
2.25	3	34	31.0	18.7	17
3.75	5	58	51.0	30.8	26
5.60	7-1/2	80	72.0	44	40
7.50	10	100	91.0	55	50

6 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Tabla 430-149.- Corriente a plena carga, en amperes (A), de motores a dos fases de corriente alterna (c.a.) (cuatro hilos)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V.

KW	CP	MOTORES DE INDUCCIÓN DE JALDA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO, EN AMPERE (A)				
		118 V	230 V	480 V	678 V	2 380 V
0,37	1/2	4	2	1	0,8	---
		4,8	2,4	1,2	1,0	---
		6,4	3,2	1,6	1,3	---
1,12	1 1/2	9	4,5	2,3	1,8	---
		11,8	5,9	3	2,4	---
		16,3	8,3	4,2	3,3	---
3,75	5	---	13,2	6,8	5,3	---
		---	19	9	8	---
		---	24	12	10	---
11,2	15	---	36	18	14	---
		---	47	23	19	---
		---	59	29	24	---
22,4	30	---	69	35	28	---
		---	90	45	36	---
		---	113	58	45	---
44,8	60	---	133	67	53	14
		---	166	83	66	18
		---	218	109	87	23
93,0	125	---	270	135	108	28
		---	312	156	125	32
		---	416	208	167	43



Tabla 430-150 - Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionan a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja e de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

KW	CP	Motor de inducción										Motor sincrónico, con factor de potencia unitario, en amperes (A)									
		Jaula de ardilla y rotor devanado, en amperes (A)										potencia unitario, en amperes (A)									
		V										480	575	2 300							
0,37	1/2	4,4	2,2	2,4	2,2	1,1	0,9														
		6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3														
		8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7														
1,12	1 1/2	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4														
		15,0	8,2	7,8	7,2	3,6	2,7														
		2,25	3	11,0	10,8	9,6	4,8	3,9													
3,75	5	17,5	16,7	15,2	7,8	6,1															
		5,60	7,4	25,3	24,2	22	11	9													
		7,46	10	32,2	30,9	28	14	11													
11,2	15	48,3	46,2	42	21	17															
		14,8	20	62,1	59,4	54	27	22				53	26	21							
		18,7	25	78,2	74,8	68	34	27													
22,4	30	92	88	80	40	32					63	32	26								
		29,8	40	120	114	104	52	41				83	41	33							
		37,3	50	150	143	130	65	52				104	52	42							
44,8	60	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12										
		56,0	75	221	211	192	96	77	20	155	76	62	15								
		75,0	100	295	279	248	124	99	28	202	101	81	20								
93,0	125	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25										
		111,9	150	414	390	360	180	144	37	302	151	121	30								
		149	200	552	526	480	240	192	49	400	201	161	40								
187	250				307	242	60														
		224	300				381	289	72												
		261	350				473	356	83												
298	400				477	382	95														
		336	450				515	412	108												
		373	500				592	472	118												

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades arrojadas deben multiplicarse por 1,1 y 1,25.



Un detalle muy importante que hay que considerar son las tensiones indicadas en las tablas, ya que son tensiones diferentes a las normalizadas (127 V, 220 V, 480 V), por lo que se tendrá que interpolar el valor indicado en las tablas. Por lo que podría utilizarse la siguiente tabla que contiene algunos valores de corriente a plena carga que han sido interpolados



CORRIENTES A PLENA CARGA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA (AMPERES)								
CP	MONOFASICOS		TRIFASICOS					
	127 V	220 V	MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO			MOTO SINCRONO CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO		
			220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 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	2.1	1.0				
(3/4)	11.5	7.2	2.9	1.5				
1	14.0	8.4	3.8	1.9				
1 1/2	18.0	10.0	5.4	2.7				
2	22.0	13.0	7.1	3.6				
3	31.0	18.0	10.0	5.0				
5	51.0	29.0	15.9	7.9				
7 1/2	72.0	42.0	23.0	11.0				
10	81.0	52.0	28.0	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			328.0	163.0	30.0	264.0	132.0	24.0
150			376.0	188.0	35.0		158.0	29.0
200			502.0	251.0	47.0		210.0	38.0

NOTA: ESTOS VALORES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SON PARA MOTORES QUE FUNCIONAN A VELOCIDADES NORMALES Y CON CARACTERISTICAS DE PAR TAMBIEN NORMALES. LOS MOTORES DE VELOCIDAD ESPECIALMENTE BAJA O DE ALTO PAR MOTOR PUEDEN TENER CORRIENTES A PLENA CARGA QUE VARIA CON LA VELOCIDAD (VEASE PLACA DE DATOS)



Existe una tabla del proporcionada por el organismo suministrador de energía eléctrica que determina la conversión de CP a kW considerando el porcentaje de eficiencia de los motores superior al valor unitario, el cual puede tomarse también como parámetro de conversión



**ANEXO No. 2**

CAPACIDAD H.P.	CAPACIDAD Nominal. Kwatts.	CAPACIDAD Ef. 75%. Kwatts.	M/HP
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.2000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.30	0.355	0.325	1.107 - 1.015
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668	1.064 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.060 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.180	0.928 - 0.852
1.50	1.480	1.418	0.906 - 0.845
1.75	1.620	1.622	0.825 - 0.876
2.00	1.935	1.864	0.967 - 0.922
2.25	2.166	2.067	0.962 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.502	0.926 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.958	0.930
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.920
4.00		3.648	0.906
4.25		3.880	0.903
4.50		4.074	0.901
4.75		4.266	0.898
5.00		4.460	0.898
5.50		4.965	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.876	0.897
7.00		6.393	0.899
7.50		6.977	0.877
8.00		7.622	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.525	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.857
14.00		12.140	0.867
15.00		13.060	0.857
16.00		13.770	0.857
17.00		14.693	0.847
18.00		15.188	0.847
19.00		16.024	0.847
20.00		16.932	0.847
21.00		17.810	0.847
22.00		18.725	0.824
23.00		19.609	0.835
24.00		20.756	0.835

Para determinar la capacidad en Kwatts por motores con un fu de su









### 3. DETERMINACION DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

**OBJETIVO.** Seleccionar el calibre del conductor del circuito en función de la corriente de operación y de la caída de tensión



### Selección del tipo de conductor

TABLA 310-13 - Conductores-Aislamientos y usos

Nombres genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior <sup>(1)</sup>
					mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil		



Selección del calibre del conductor del circuito

**TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C**

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (vease Tabla 310-13)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS
		THW	RHW	EL	UF	RHW	RHW-2, XHHW
		CCE TWD-UV	THW	RHW-2, THHN		XHHW	XHHW-2, DRG
			THW-LS, THWN	THW-2, THHN, LS, THW-2, XHHW, XHHW-2, USE-2, FEP, FEPB			
			TT, USE				
			Cobre			Aluminio	

FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1.05	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	
51-55	0.41	0.67	0.75	0.41	0.67	0.75	
56-60	..	0.58	0.71	..	0.58	0.71	
61-70	..	0.33	0.58	..	0.33	0.58	
71-80	..	..	0.41	..	..	0.41	



**TABLA 310-17 - Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2 000 V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30 °C**

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS
		THW	RHW	EL, RHW, RHW-2	UF	RHW	RHW-2, XHHW
			THW	THW-2, THHN		XHHW	RHW-2, XHHW, XHHW-2
			THW-LS, THWN	THW-2, THW-LS, THWN-2, XHHW			
			XHHW, USE	XHHW-2, USE-2, FEP, FEPB			
			Cobre			Aluminio	

FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1.06	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	
46-50	0.59	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	
51-55	0.41	0.67	0.75	0.41	0.67	0.75	
56-60	..	0.58	0.71	..	0.58	0.71	
61-70	..	0.33	0.58	..	0.33	0.58	
71-80	..	..	0.41	..	..	0.41	



**TABLA 310-18 - Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2 000 V, de 150°C a 250°C, en canalizaciones o cable, para una temperatura ambiente de 40°C**

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor Véase tabla 310-13			
		150 °C	200 °C	250 °C	180 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Niquel o niquel recubierta de cobre	Aluminio

**FACTORES DE CORRECCION**

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.			
41-50	0.95	0.97	0.98	0.95
51-60	0.90	0.94	0.95	0.90
61-70	0.85	0.90	0.93	0.85
71-80	0.80	0.87	0.90	0.80
81-90	0.74	0.83	0.87	0.74
91-100	0.67	0.79	0.85	0.67
101-120	0.52	0.71	0.79	0.52
121-140	0.30	0.61	0.72	0.30
141-160	---	0.50	0.65	---
161-180	---	0.35	0.58	---
181-200	---	---	0.49	---
201-225	---	---	0.35	---



**TABLA 310-19 - Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V, de 150°C a 250°C, al aire libre, para una temperatura ambiente de 40 °C**

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor Véase tabla 310-13			
		150 °C	200 °C	250 °C	180 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Niquel o cobre recubierta de niquel	Aluminio

**FACTORES DE CORRECCION**

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.			
41-50	0.95	0.97	0.98	0.95
51-60	0.90	0.94	0.95	0.90
61-70	0.85	0.90	0.93	0.85
71-80	0.80	0.87	0.90	0.80
81-90	0.74	0.83	0.87	0.74
91-100	0.67	0.79	0.85	0.67
101-120	0.52	0.71	0.79	0.52
121-140	0.30	0.61	0.72	0.30
141-160	---	0.50	0.65	---
161-180	---	0.35	0.58	---
181-200	---	---	0.49	---
301-332	---	---	0.32	---



### Caída de Tensión

**Circuitos derivados.** En un circuito derivado que alimenta cualquier tipo de carga, la máxima caída de tensión hasta la salida mas lejana, se recomienda que no exceda del **3 %**

**Circuitos alimentadores y subalimentadores.** Para un circuito alimentador que abastezca de energía solamente a circuitos derivados, se recomienda que la máxima caída de tensión desde el dispositivo de protección del circuito alimentador hasta los dispositivos de protección de los circuitos derivados no exceda del **2 %**.

**La caída de tensión total en el conjunto del circuito alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5 %**



### Selección del calibre del conductor de puesta a tierra del circuito

**NOTA.** El calibre del conductor de puesta a tierra del circuito se determina una vez que se ha seleccionado la capacidad de la protección contra sobrecorriente del circuito

**TABLA 250-85.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
(A)		





**Análisis del tipo de canalización empleado.** Los tipos de canalizaciones para alojar los conductores de los circuitos más comúnmente utilizados en los sistemas de fuerza son:

- Arreglos de camaras de tuberías metálica conduit
- Ductos metálicos con tapa de sección transversal cuadrada o rectangular
- Soportes tipo charola

**Cantidad y/o arreglo conductores alojados en la canalización**

**Tubería conduit.**

**TABLA C1.- Numero máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable		Diámetro nominal en mm									
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103



**TABLA C2.- Numero máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) no metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable		Diámetro nominal en mm					
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53

**TABLA C3.- Numero máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable		Diámetro nominal en mm									
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103

**TABLA C4.- Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable		Diámetro nominal en mm									
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103





**Ductos metálicos.** El máximo número de conductores portadores de corriente que deben alojarse dentro de la canalización es de 30, siempre y cuando ocupen como máximo el 20 % de la sección transversal del ducto.

**Soportes tipo charola.** El calibre mínimo de conductores monoconductores que puede alojarse en la charola es el calibre 4 AWG y pueden instalarse en un arreglo a una capa, en formación triangular o cuadrada, y evitar hacer arreglos de conductores en tres capas o más, e instalar en toda su trayectoria un conductor de cobre desnudo, el cual por lo general se instala en la ceja de la charola.



**Factor de corrección por agrupamiento (F.A.).** Una vez seleccionado el tipo de canalización que se va a utilizar y dependiendo del número de conductores alojados y de la configuración se analizan los factores de corrección por agrupamiento respectivos



**Tuberías.** Si se utiliza tubería conduit se aplican los factores indicados en la tabla 310 15g

**TABLA 310-15(g).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable**

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

**Ducto metálico cuadrado embisagrado.** En el caso de ductos metálicos, no se deben aplicar los factores de ajuste a los 30 conductores de fase que ocupen 20% del espacio, en caso de que ocupen **más del 20 %** del espacio, entonces si se aplican los factores de la Tabla 310-15(g)



**Soporte tipo charola.** En el caso de conductores monopolares, que es el más frecuente, se considera lo siguiente

Para cables monoconductores de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder **75%** de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19

Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores tengan más de **70%** de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19.



Cuando se instalen cables monoconductores de 21,2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcm) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, su capacidad de conducción de corriente permitida, no debe superar **65%** de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que cables monoconductores de 21,2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) tengan más de **60%** de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

Cuando se instalen cables monoconductores en una sola capa en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables de 21,2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.



#### Factor de corrección por temperatura (F.T.).

Cuando la temperatura ambiente es superior a los 20°C, se aplica a la capacidad de conducción de corriente del conductor los factores de corrección por temperatura indicados en las Tablas 310.16 y 310.17

#### FACTORES DE CORRECCION

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.
----------------------------	--

Cuando la temperatura ambiente es superior a los 40°C, se aplica a la capacidad de conducción de corriente del conductor los factores de corrección por temperatura indicados en las Tablas 310 18 y 310.19

#### FACTORES DE CORRECCION

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.
----------------------------	--






### 5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA

**OBJETIVO.** Determinar las características del arrancador, así como el rango de protección contra sobrecarga del motor




Una sobrecarga de un aparato eléctrico origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye a los cortocircuitos ni a las fallas a tierra.



**Tamaño Nema del arrancador**

H.P.	TAMAÑO NEMA DEL ARRANCADOR			
	120	220	320	440
1/6	00	00		
1/4	00	00		
1/3	00	00		
1/2	0	00	00	00
3/4	0	00	00	00
1	0	00	00	00
1 1/2	0	00	00	00
2	1	0	0	00
3	1 1/2	1	0	0
5	2	1 1/2	1	0
7 1/2	2	2	1	1
10	3	2	2	1
15			2	2
20			3	2
35			3	2
50			3	3
75			4	3
100			4	3
150			5	4
200			5	4
250			6	5
300			6	5

39 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Tipo de arrancador**

**Arrancadores a tensión completa (tensión plena)**

**Arrancador magnético a tensión plena no reversible.** Se usan para conmutar cargas resistivas, capacitores, transformadores y motores eléctricos y proporcionan la protección contra sobrecarga por medio de relevadores de sobrecarga tipo aleación fusible, bimetálicos y/o electrónicos

**Arrancador magnético a tensión plena reversible.** Se utilizan para el arranque en tensión plena, parada e inversión de movimiento de motores. La protección contra sobrecarga la proporcionan los relevadores térmicos de sobrecarga de aleación fusible

40 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Combinación de arrancador - interruptor.** Son equipos que tienen integrado en un gabinete al dispositivo de protección contra sobrecorriente y al dispositivo de protección contra sobrecarga.

**Tipos de Combinación de arrancador - interruptor**

protección contra sobrecorriente		protección contra sobrecarga
con desconectador	sin fusibles	Arrancador magnetico a tensión plena no reversibles o Arrancador magnetico a tensión plena reversibles
	con fusibles	
interruptor automatico	disparo magnetico	
	disparo termomagnetico	



ARRANCADORES DE C.A. A TENSION COMPLETA  
(MOTORES DE INDUCCION DE ALTA TENSION)

HP	FUSIBLES		MAGNETICO			
	NO REV.	REV.	NO REV.	REV.	NO REV.	REV.
1	127	127				
2	127	127		220		220
	220	220				
3	127	127	220	220	220	220
	220	220	440			
5	220	440	440	440	440	440
	440	440	220	220	220	220
7 1/2	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
10	440	440	440	440	440	440
	220	220	220	220	220	220
15	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
20	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
25	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
30	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
40	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
50	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
60	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
75	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
100	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
125	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
150	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440
200	220	440	440	440	220	220
	440	440	220	220	440	440



#### Arrancadores a tensión reducida

Cuando los motores se arrancan a tensiones reducidas, la corriente en las terminales del motor se reduce en proporción directa a la reducción de la tensión, mientras que el par se reduce en proporción a la raíz cuadrada de la reducción de la tensión.

Si la inercia de la carga del motor es alta, o si las especificaciones del motor son marginales para la carga del motor, la reducción del par de arranque puede prevenir que el motor alcance velocidad completa antes que las sobrecargas se desconecten



#### Arrancador con autotransformador

Los arrancadores con autotransformador proporcionan tensión reducida a las terminales del motor durante el arranque a través del uso de un autotransformador con derivaciones en las tres fases.

Las derivaciones en el autotransformador pueden proporcionar una tensión reducida en el arranque del 50%, 65% ó de 80% de la tensión de línea como una tensión de arranque. En estas condiciones el par y la corriente de arranque tendrán los siguientes valores

El par de arranque será 25%, 42% ó 64%, respectivamente, de los límites de la tensión de línea. Sin embargo, debido a la acción del transformador, la corriente de línea del arrancador será menor que la corriente del motor, siendo 25%, 42% ó 64% de los límites de tensión plena.

Por lo tanto, los arrancadores con autotransformador proporcionan un par de arranque con una corriente de línea mínima





### Arrancador Estrella-Delta

Los arrancadores Estrella-Delta sólo pueden ser usados en motores Estrella-Delta. Los motores Estrella-Delta tienen las seis terminales de los devanados en la caja de conexiones que permiten que los enbobinados del motor se puedan conectar ya sea en una configuración en estrella o en una delta.

Para el arranque, los bobinados del motor se conectan en estrella, lo que hace que una tensión de línea sea aplicada través de dos devanados. Esto reduce la tensión en cada enbobinado a 58% ( $1/(1.73)$ ), reduciendo asimismo la corriente y el par durante el arranque.

Después de haber arrancado, los enbobinados del motor se reconectan, esta vez en una configuración delta. Con el motor arrancado en estrella, tanto la corriente de arranque como el par de arranque están en un 33% de arranque de conexión delta.

Un arrancador Estrella-Delta no reduce verdaderamente la tensión en las terminales del motor, pero proporciona el efecto de tensión de arranque reducida y está clasificado como tal.



### Arrancador de devanado en bipartido

Los arrancadores de devanado en bipartido sólo pueden ser usados en motores de devanado en parte.

Los motores de devanado en parte tienen dos juegos idénticos de enbobinado, que deben ser operados en paralelo y los cuales pueden ser activados en secuencia para reducir la corriente y el par de arranque.

Casi todos los motores de tensión dual de 230/470 V se recomiendan para arranques de devanado en parte a 230 V. Durante el arranque, sólo se activa un bobinado, lo cual reduce la corriente de arranque a 60 - 70% (dependiendo del diseño del motor) y el par de arranque a cerca de un 50% de los límites normales con ambos bobinados activados. El segundo bobinado se activa después del arranque.

El periodo de arranque para los motores de devanado en parte es corto, por lo general sólo uno o dos segundos. Los arrancadores de devanado bipartido no reducen verdaderamente la tensión en las terminales del motor, pero proporcionan al efecto de tensión de arranque reducida y están clasificados como tal. Se proporciona arranque de transición cerrada.




**Arrancador de resistencia primaria.**

Para arranque de resistencia primaria, un resistor está conectado en serie con cada enbobinado del motor, lo que produce una caída de tensión en el resistor y reduce la tensión aplicada al motor. Ya que la corriente de arranque del motor disminuye al aumentar la velocidad, la caída de tensión en el resistor disminuye a manera que cuando el motor acelera y aumenta la tensión de la terminal del motor. El resistor es cortocircuitado después del arranque.



TABLA DE DATOS DE C.A. A CORRIENTE RESONADA  
(TENSION DE SISTEMAS DE ALIMENTACION)

HP	DEBIDA DO BI- PARTIDO	ESPIRILLA- MILT	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA	RESISTEN- CIA
1									
2						177			
3						27			
5						220			
7 1/2						220	270		
10						220	220	440	
15	220					220	220	220	220
20	440					220	220	220	220
25		220				440	440	440	220
30	220					220	220	220	220
40						440	440	440	440
50	440					220	220	220	220
60	220					440	440	440	440
75		220				220	220	220	220
100	220	440				440	440	440	440
125						220	220	220	220
150		220				440	440	440	440
200	220	440				440	440	440	440



**Designación Nema del gabinete**


**APENDICE D (Informativo)**

**GRADOS DE PROTECCION PROPORCIONADOS POR LOS ENVOLVENTES**

tipo 1  
 tipo 2  
 tipo 3  
 tipo 3R  
 tipo 3S  
 tipo 4X  
 tipo 5  
 tipo 6  
 tipo 6P  
 tipo 12  
 tipo 12K  
 tipo 13.

---

49UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Rango de la protección contra sobrecarga**

**De más de 746 W (1 CP).**

• Con dispositivo separado de sobrecarga	
- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	125%
- Motores con indicacion de elevación de temperatura no mayor que 40°C	125%
- Todos los demás motores	<b>115%</b>
• Con proteccion térmica integrada al motor	
- Motor a carga plena cuya corriente eléctrica sea menor 9 A	170%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operacion entre 9,1 A y 20 A	156%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operacion mayor que 20 A	140%

**Motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático.**

• Un dispositivo de sobrecarga separado	
- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	125%
- Motores con indicacion de elevacion de temperatura no mayor que 40°C	125%
- Todos los demás motores	<b>115%</b>

---

50UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



#### En el caso de motocompresores

Cada motocompresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:

- 1) **Un relevador de sobrecarga separado** que sea adecuado para la corriente eléctrica de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para disparar a **no más de 140%** de la corriente de carga nominal de una unidad sellada.
- 2) **Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada**, aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, con objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas en el arranque.



3) **Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso** sensible a la corriente eléctrica del motor, el cual puede también servir como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal **no mayor que 125%** de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o motocompresor debe llevar identificación de la máxima capacidad de este fusible, del circuito derivado o de la capacidad nominal del interruptor automático de tiempo inverso.

4) **Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarse con el motocompresor**, el cual protege evitando el sobrecalentamiento peligroso del equipo provocado por sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado de la unidad sellada y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no forma parte integral del dispositivo de interrupción de corriente, debe disponerse de tal manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente eléctrica hacia la unidad sellada.





La protección contra sobrecorriente para conductores y equipos tiene por objeto interrumpir el circuito cuando la corriente alcance un valor que puede producir temperaturas excesivas o peligrosas en el conductor o el aislamiento del mismo

Si bien, la capacidad o ajuste de los dispositivos que protegen a los conductores debe de estar de acuerdo con la corriente permisible de los mismos conductores, es conveniente que el equipo se proteja contra sobrecorriente tomando en consideración sus características propias, Ya que un buen diseño es aquel en el que se protege tanto al equipo como a los conductores que lo alimentan



**Rango de protección mínimo y máximo para un circuito que controla a un motor.** Debe utilizarse un dispositivo de protección, con una capacidad nominal o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

Tabla 430-152 - Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Tipo de motor	Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos*** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor derivado	300	175	800	250
Jaula de ardilla	300	175	1 100	250
Otros que no sean diseño E	300	175	800	250
Diseño E	300	175	800	250
Motores síncronos -	150	150	800	250
Motor derivado	150	150	800	250
C. e. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados véase 430-52 hasta 430-54

\* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52

\*\* Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo

\*\*\* Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor que 200% de la corriente eléctrica a plena carga



**Rango de protección mínimo y máximo para un circuito que controla a dos o mas motores y/o cargas combinadas**

**Circuitos derivados.**

No mayor que 746 W (1 CP).

Motores de más de 1 CP protegiendo al motor más pequeño.

Motores de mas de 1 CP Si es insuficiente la selección del motor de menor potencia

Varios motores y otras cargas en un circuito derivado

**Circuitos alimentadores.**

57

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**Para el caso de motocompresores**

Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tiene un valor nominal o de ajuste que **no exceda 175%** de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor.

En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero **no debe ser mayor que 225%** de la corriente eléctrica de carga nominal del motor o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

58

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Características del marco del dispositivo de protección**

**Fusibles.** Si se utilizan interruptores de seguridad considere los valores de la siguiente tabla

CLASIFICACION DE FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES DE CARTUCHO PARA BAJA TENSION		
TENSION NOMINAL (VOLTS)	CAPACIDAD NOMINAL	
	PORTAFUSIBLE (AMP)	DEL LISTON FUSIBLE (AMP)
250 Y 600	30	1
		3
		5
		10
		15
		20
	60	25
		30
		35
		40
		45
		50
	100	60
		70
		80
		90
		100
		125
	200	150
		175
		200
		225
		250
		300
400	350	
	400	
	450	
	500	
	600	
	800	

59
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Interruptores automáticos.** Para el caso de los tableros de distribución, dependiendo del tipo de tablero considérense los siguientes valores

CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS			
CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL			
RANGO	POLOS	RANGO (Amper)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA R.E.B.S. AMPERES SINSE FUSIBLES
			VOLTS C.A.
DC	1, 2	11-25	1 KA
DC	3	11-25	3 KA
AC	2, 3	10-100	3 KA
AC	1	11-100	3 KA
AC	2, 3	11-100	10 KA
AC	1	11-100	10 KA
AC	2, 3	11-100	18 KA
AC	1	11-100	18 KA

RANGO	POLOS	RANGO (Amper)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA R.E.B.S. AMPERES SINSE FUSIBLES
			VOLTS C.A.
VIE	1	11-100	18 KA

RANGO	POLOS	RANGO (Amper)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA R.E.B.S. AMPERES SINSE FUSIBLES	
			125 VOLTS C.A.	250 VOLTS C.A.
FA	3	11-100	18 KA	14 KA
KA	3	11-100	36 KA	28 KA
KA	3	11-100	36 KA	28 KA
KA	3	11-100	36 KA	28 KA
KA	3	11-100	36 KA	28 KA
KA	3	11-100	36 KA	28 KA

ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA			
RANGO	POLOS	RANGO (Amper)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA R.E.B.S. AMPERES SINSE FUSIBLES
			VOLTS C.A.
FA	3	11-100	45 KA
KA	3	11-100	90 KA
KA	3	11-100	90 KA
KA	3	11-100	90 KA
KA	3	11-100	90 KA
KA	3	11-100	90 KA

60
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO







Una vez determinados los parámetros de cálculo, es necesario representar la información eléctrica utilizando diagramas de tableros o de CCM, para esto se han desarrollado como ejemplo, los siguientes diagramas uno de tableros y otro de un CCM (Centro de control de motores) que son representativos



Diagrama de tableros

TABLERO "CC"							TIPO							ZONA								
CONPUTO	CARGA	WATTS	FASES		CALIBRE	PROTECC.	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
no.			A	B	C	CAMP.																ANG.
CC 1																						
CC 3																						
CC 5																						
CC 7																						
CC 9																						
CC 11																						
CC 13																						
CC 15																						
CC 17																						
CC 19																						
CC 21																						
CC 23																						
CC 25																						
CC 27																						
CC 29																						
CC 31																						
CC 33																						
CC 35																						
CC 37																						
CC 39																						
CC 41																						
CC 43																						



**Centros de control de motores (CCM)**

Un CCM es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que están formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores

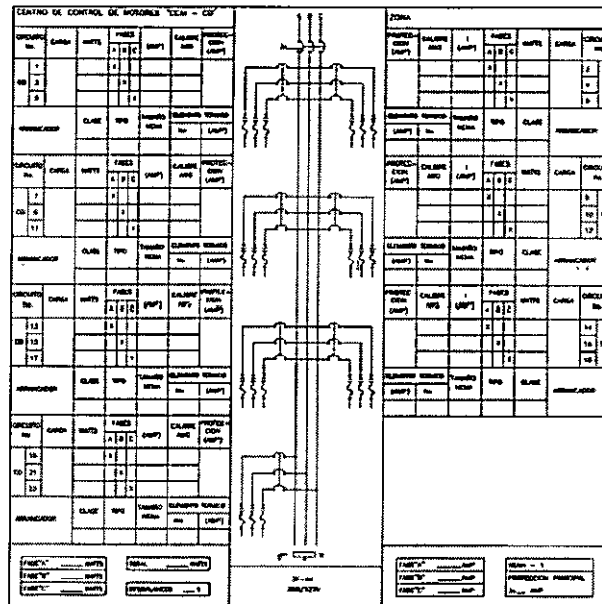
Es un sistema que agrupa y centraliza los equipos eléctricos de control y protección de motores

Esta formado básicamente de un grupo de combinaciones alojadas cada una en un compartimiento independiente y montados en una estructura de acero que le da rigidez mecánica.

Todas sus partes energizadas como buses, interruptores, arrancadores y controles, quedan totalmente encerrados presentando un frente muerto para el operador



**Diagrama de CCM**





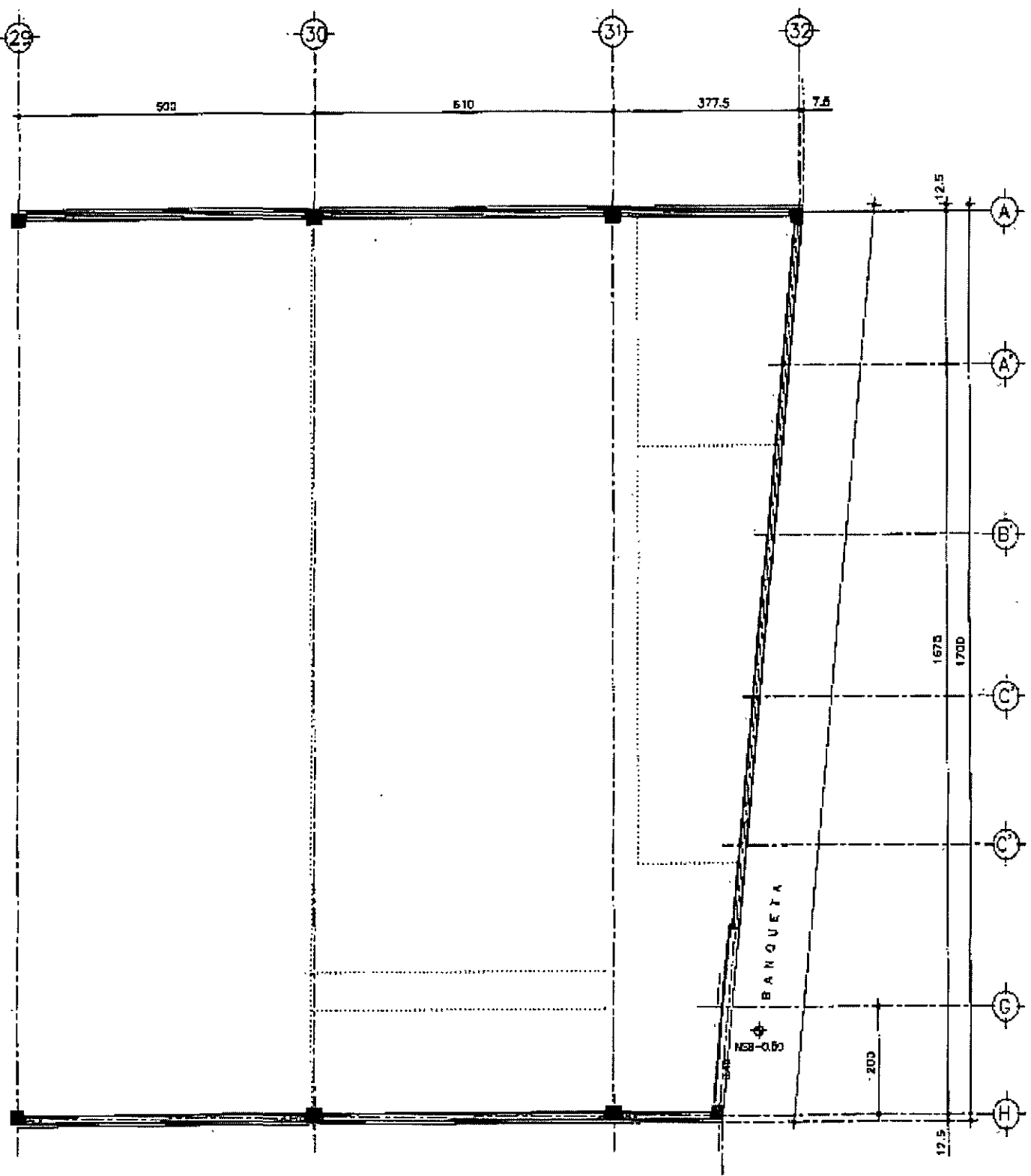


# **CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE SISTEMAS DE FUERZA**

## **EJEMPLO PROYECTO ELECTRICO**



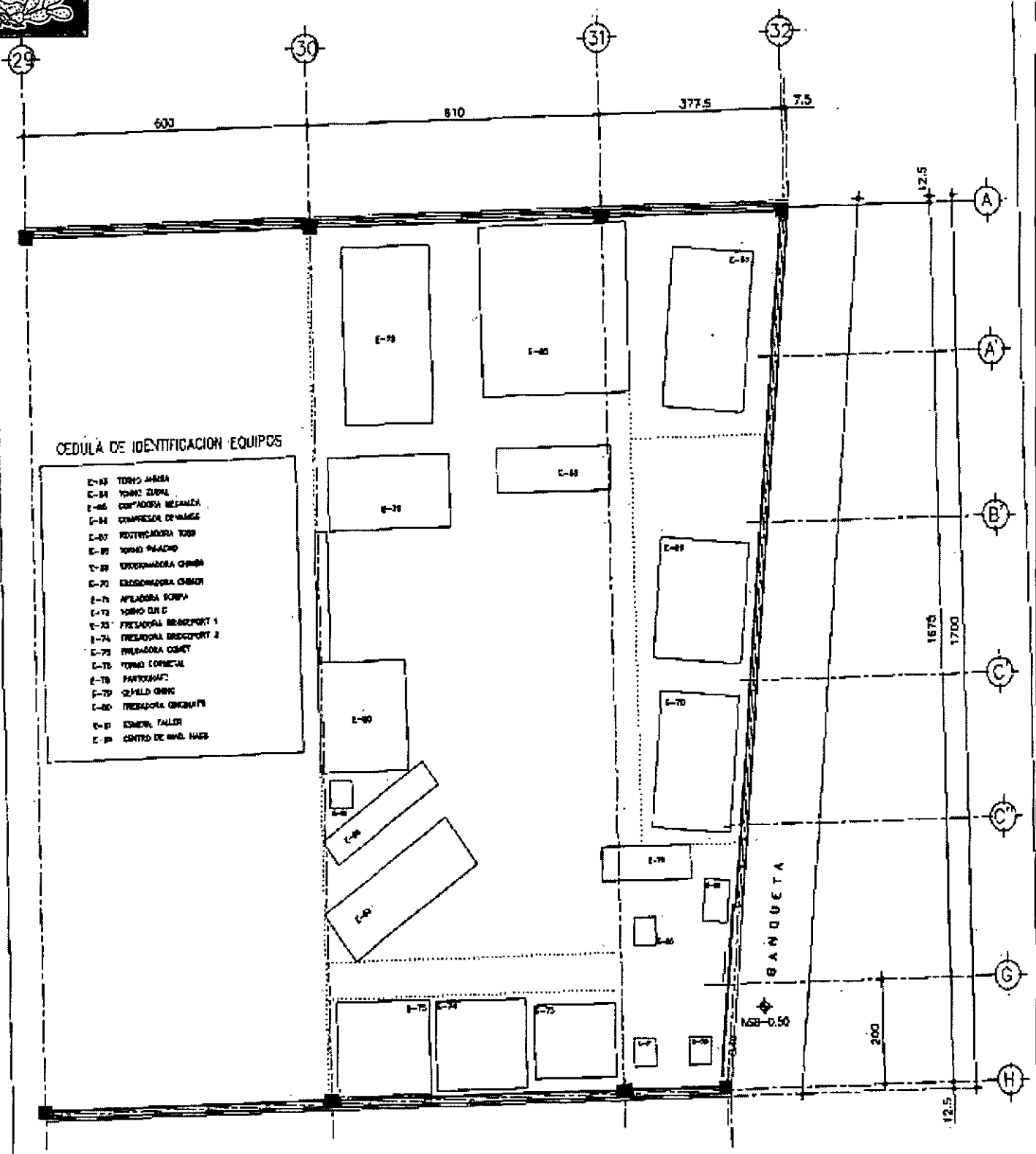
# DESARROLLO PROYECTO



PLANTA BAJA TALLER  
ESC. 1:50



DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)



CEDULA DE IDENTIFICACION EQUIPOS

E-19	TORNO MASA
E-20	TORNO ZEPAL
E-21	COMPADORA BERNARDI
E-22	COMPRESOR DE VAPOR
E-23	RENTIFICADORA TOSB
E-24	TORNO PALADRO
E-25	EXTRUSIONADORA CHINA
E-26	EXTRUSIONADORA CHINA
E-27	AFILADORA TORNO
E-28	TORNO DE C
E-29	FRESADORA BRIDGEPORT 1
E-30	FRESADORA BRIDGEPORT 2
E-31	FRESADORA COMET
E-32	TORNO ECONOMICA
E-33	PANTOGRAF
E-34	QUILLO CHINA
E-35	FRESADORA CHINA
E-36	COMIDA TALLER
E-37	CENTRO DE MND. HAZ

PLANTA BAJA TALLER  
ESC. 1:50

LAY OUT EQUIPOS

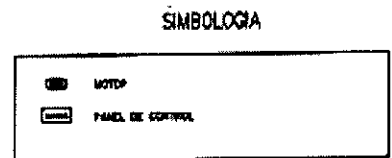
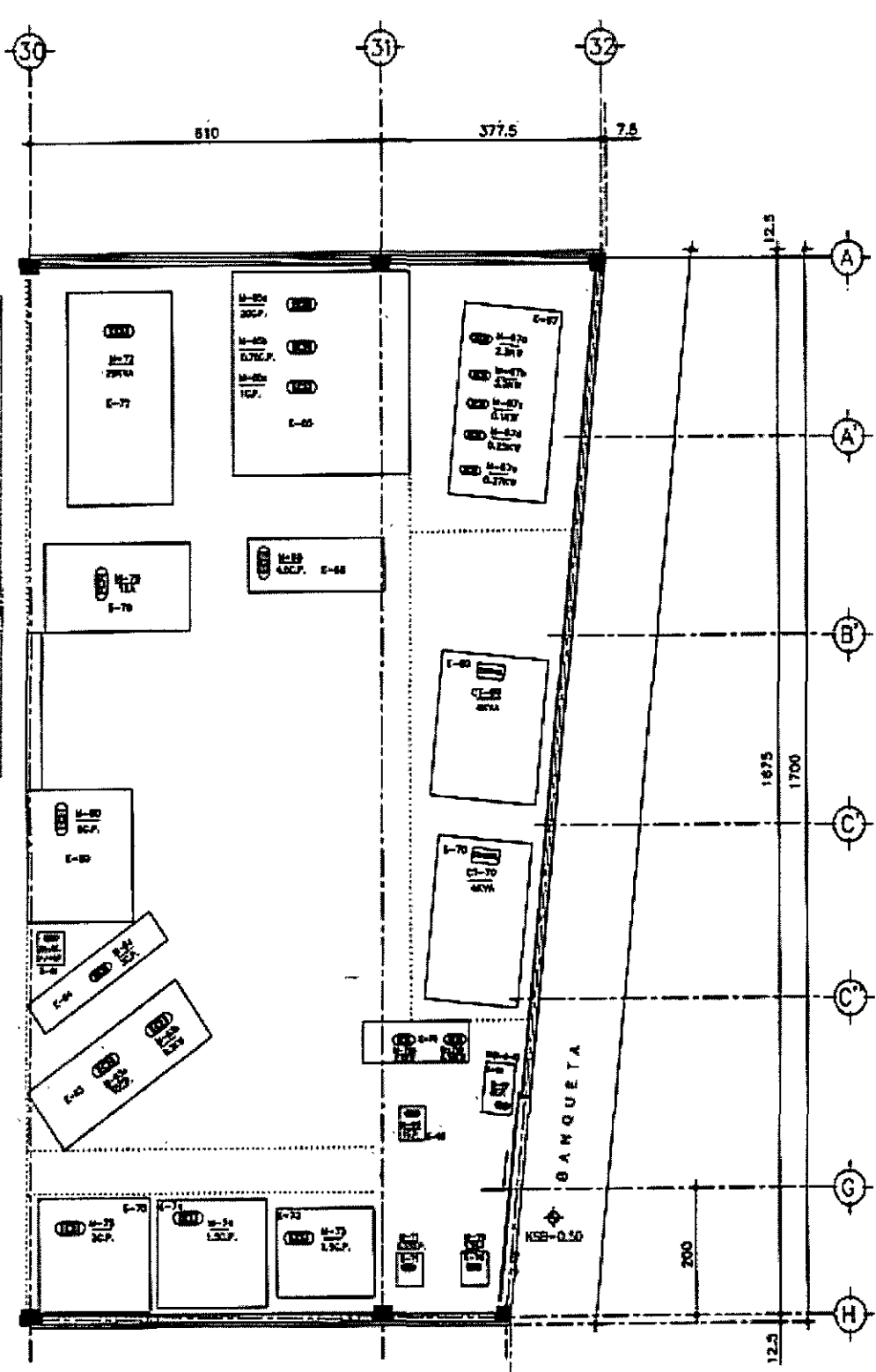
INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ







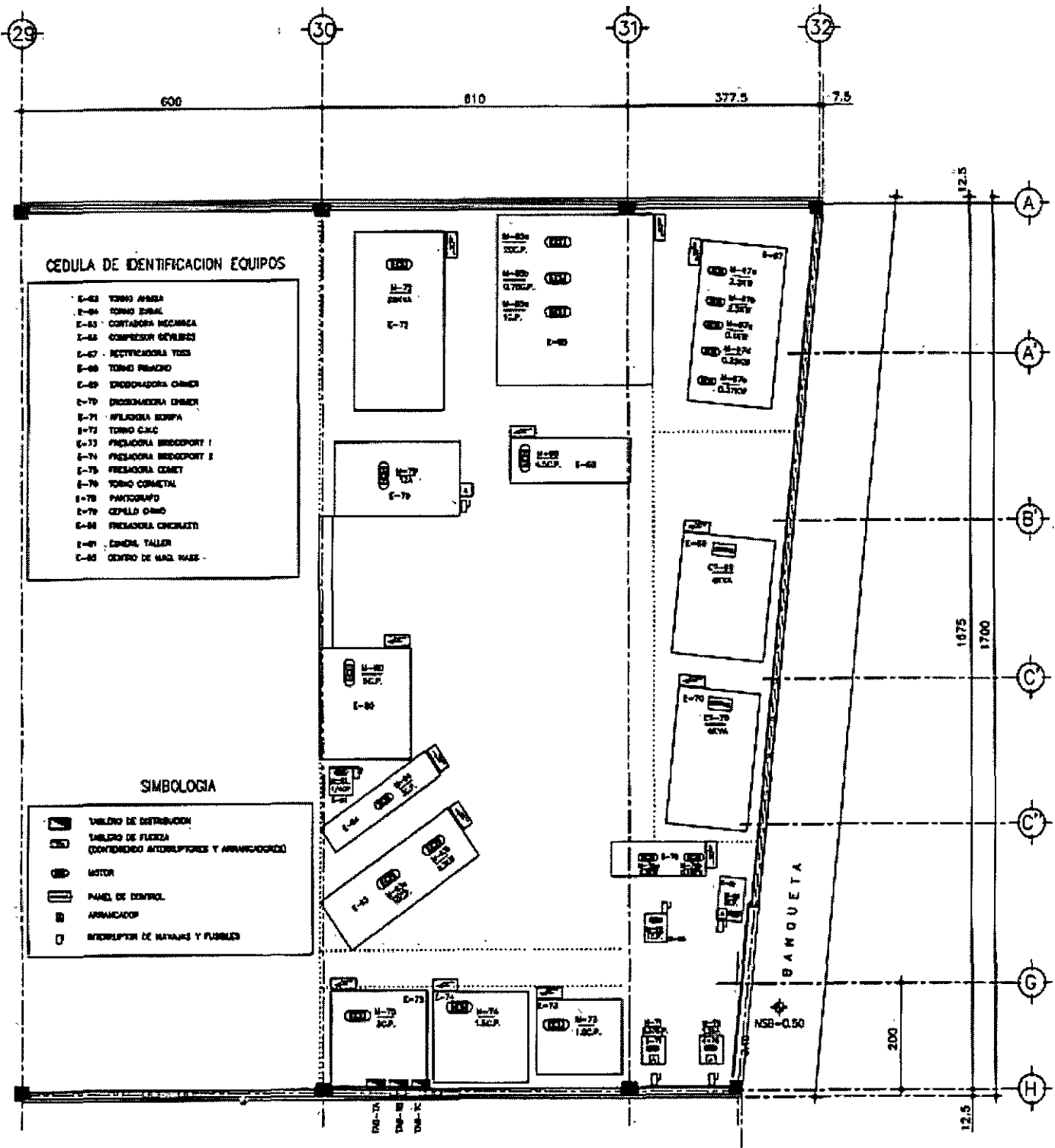
MOTOR		CONDENSADOR		TRANSFORMADOR		LAMPARAS		OTROS	
TIPO	W	TIPO	W	TIPO	W	TIPO	W	TIPO	W
1.1	1000	1.1	1000	1.1	1000	1.1	1000	1.1	1000
1.2	2000	1.2	2000	1.2	2000	1.2	2000	1.2	2000
1.3	3000	1.3	3000	1.3	3000	1.3	3000	1.3	3000
1.4	4000	1.4	4000	1.4	4000	1.4	4000	1.4	4000
1.5	5000	1.5	5000	1.5	5000	1.5	5000	1.5	5000
1.6	6000	1.6	6000	1.6	6000	1.6	6000	1.6	6000
1.7	7000	1.7	7000	1.7	7000	1.7	7000	1.7	7000
1.8	8000	1.8	8000	1.8	8000	1.8	8000	1.8	8000
1.9	9000	1.9	9000	1.9	9000	1.9	9000	1.9	9000
1.10	10000	1.10	10000	1.10	10000	1.10	10000	1.10	10000



PLANTA BAJA TALLER.  
ESC: 1:50

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS EQUIPOS

INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



**CEDULA DE IDENTIFICACION EQUIPOS**

- E-01 TORNO AVANZA
- E-02 TORNO BUNAK
- E-03 CONTADOR MECANICA
- E-04 COMPRESOR SEVIERE
- E-05 RECTIFICADORA YESS
- E-06 TORNO PALAZO
- E-09 ERRODADORA DIMER
- E-70 ERRODADORA DIMER
- E-71 AFILADORA BORPA
- E-72 TORNO CMC
- E-73 FREZADORA BRIDGEPORT I
- E-74 FREZADORA BRIDGEPORT II
- E-75 FREZADORA COMET
- E-76 TORNO COMETAL
- E-78 PANTOGRAFO
- E-79 CEPILLO OMBI
- E-80 FREZADORA CHEVREZ
- E-81 CENDEA TALLER
- E-82 CENTRO DE MQL MASS

**SIMBOLOGIA**

- TABLERO DE DISTRIBUCION
- TABLERO DE FUERZA (CONTIENE INTERRUPTORES Y ARRANCADORES)
- MOTOR
- PANEL DE CONTROL
- ARRANCADOR
- INTERRUPTOR DE MANEJO Y FUSIBLES

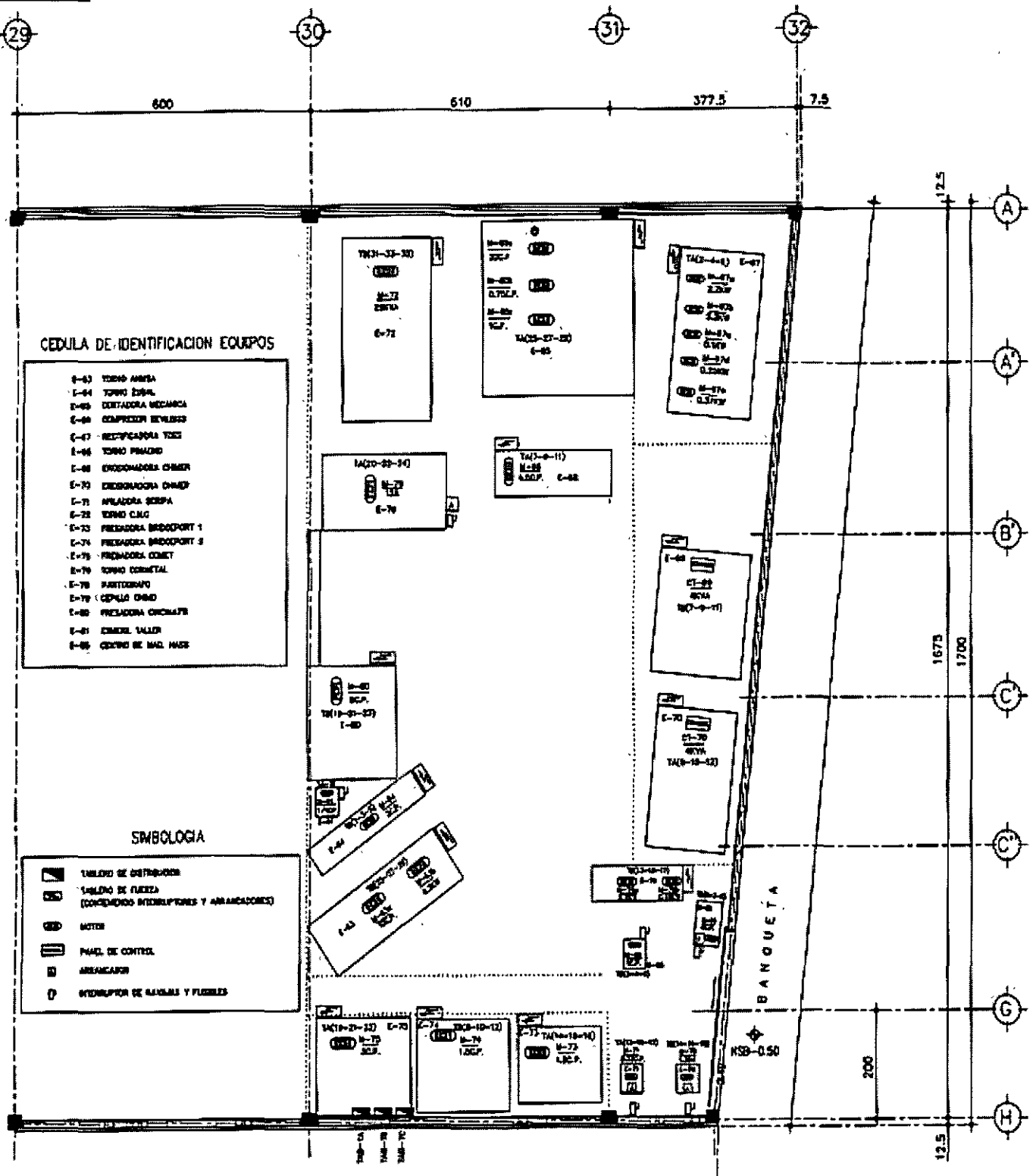
**PLANTA BAJA TALLER**  
ESC: 1:50

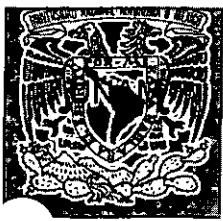
UBICACION DE CONTROLES, ARRANCADORES, MEDIOS DE DESCONEXION Y TABLEROS

INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)





CUADRO DE CARGAS TAB "TA"

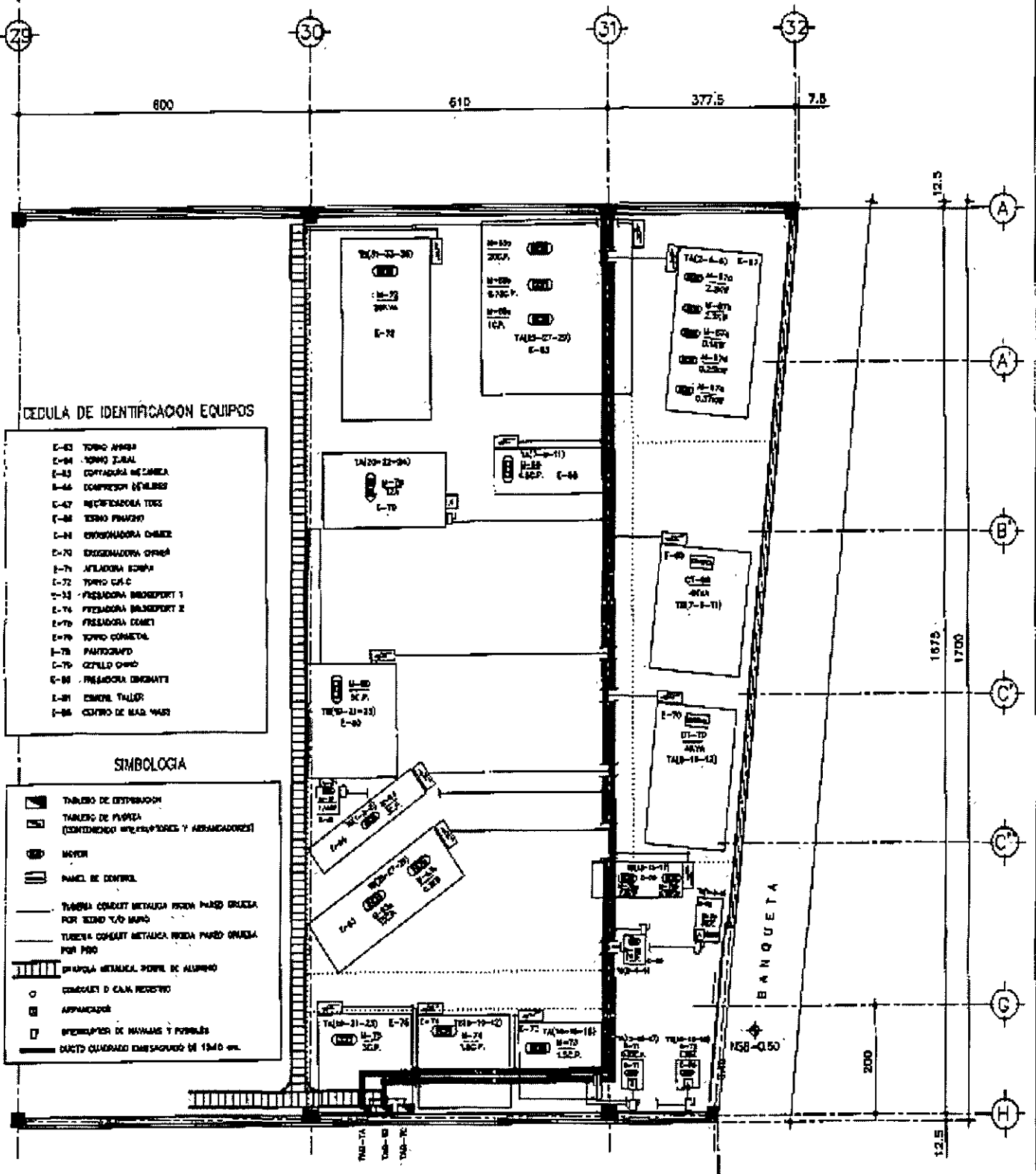
DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" (RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES) DECDFI

TABLA	CIRCUITO	ESPECIALES	NOMBRE	MOTIVOS	REQUISITOS			MATERIALES	TIEMPO (HORAS)	FAJES	VALOR
					REQUISITO 1	REQUISITO 2	REQUISITO 3				
TA	TA1-1-10	1-10	COMPRESOR DIFUSOR	M-10					120	3	3600.00
	TA2-1-10	1-10	RELOCACION DE TABLEROS	M-10			1.2		120	3	3600.00
				M-10			1.3		120	3	3600.00
				M-10			1.4		120	3	3600.00
				M-10			1.5		120	3	3600.00
				M-10			1.6		120	3	3600.00
	TA3-1-10	1-10	TORNO PRINCIPAL	M-10					120	3	3600.00
	TA4-1-10	1-10	EROSIONADORA CARBON						120	3	3600.00
	TA5-1-10	1-10	APILADORA DE PAPER	M-10					120	3	3600.00
	TA6-1-10	1-10	PRENSADORA DE PAPER	M-10					120	3	3600.00
TA7-1-10	1-10	PRENSADORA DE PAPER	M-10					120	3	3600.00	
TA8-1-10	1-10	COMBUSTOR	M-10					120	3	3600.00	
TA9-1-10	1-10	SEÑALIZADOR	M-10					120	3	3600.00	
TA10-1-10	1-10	CENTRO DE MANTENIMIENTO	M-10					120	3	3600.00	
TA11-1-10	1-10	CARGA INSTALADA						120	3	3600.00	

CUADRO DE CARGAS TAB "TB"

TABLA	CIRCUITO	ESPECIALES	NOMBRE	MOTIVOS	REQUISITOS			MATERIALES	TIEMPO (HORAS)	FAJES	VALOR
					REQUISITO 1	REQUISITO 2	REQUISITO 3				
TB	TB1-1-10	1-10	TORNO BARRA	M-10					120	3	3600.00
				M-10			0.2		120	3	3600.00
	TB2-1-10	1-10	TORNO DUBIA	M-10					120	3	3600.00
	TB3-1-10	1-10	CONSTRUCCION MECANICA	M-10					120	3	3600.00
	TB4-1-10	1-10	EROSIONADORA CARBON						120	3	3600.00
	TB5-1-10	1-10	TORNO C/C	M-10					120	3	3600.00
	TB6-1-10	1-10	PRENSADORA DE PAPER	M-10					120	3	3600.00
	TB7-1-10	1-10	TORNO COMERCIAL	M-10			0.2		120	3	3600.00
				M-10			0.16		120	3	3600.00
	TB8-1-10	1-10	SEÑALIZADOR	M-10					120	3	3600.00
TB9-1-10	1-10	PRENSADORA DE PAPER	M-10					120	3	3600.00	
TB10-1-10	1-10	CARGA INSTALADA						120	3	3600.00	

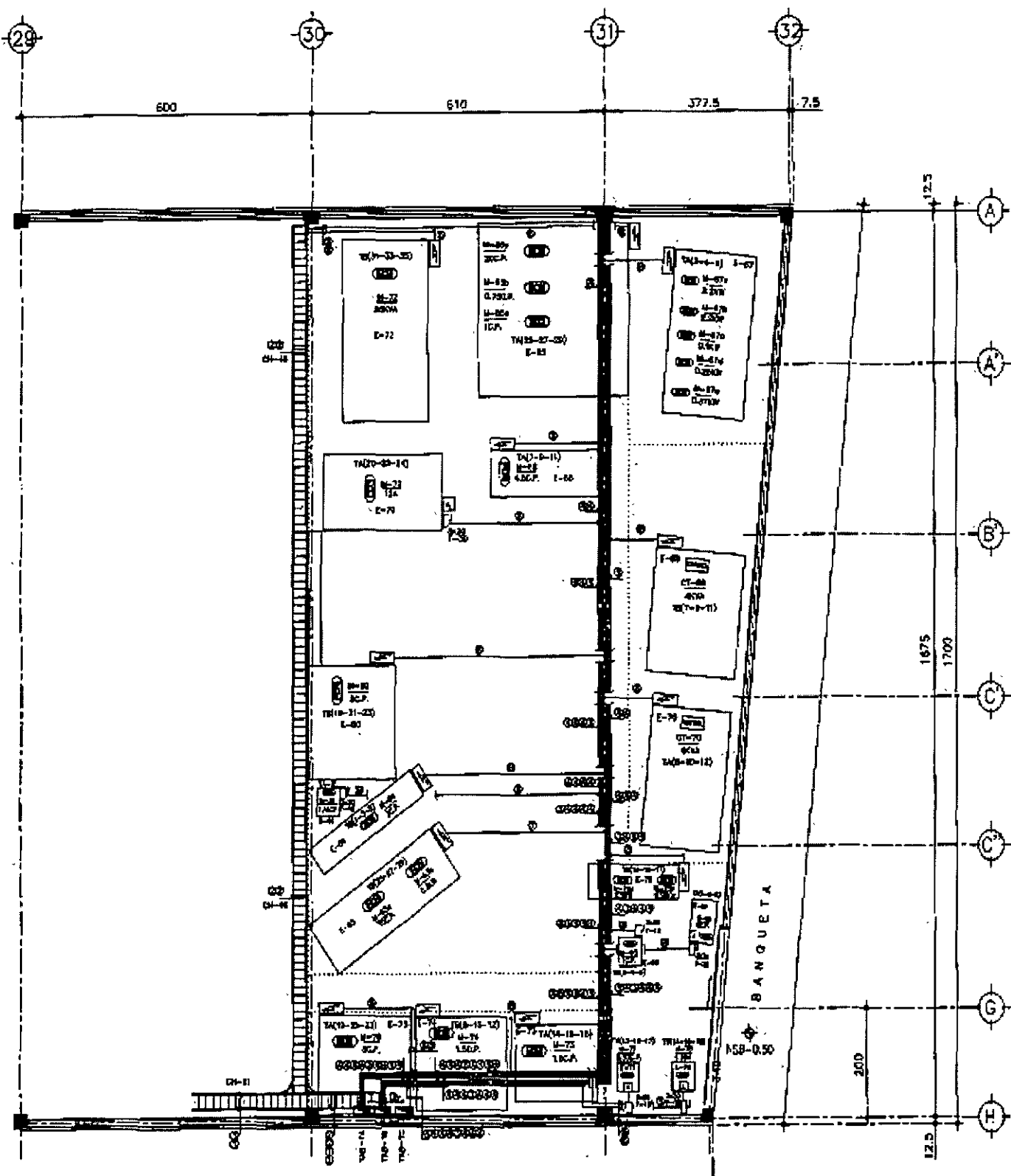
INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



PLANTA BAJA TALLER  
ESC 1:50

TRAYECTORIAS Y CANALIZACIONES

INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



PLANTA BAJA TALLER  
ESC. 1:50

CABLEADOS Y CAPACIDADES PROTECCIONES

INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



CEDULA DE IDENTIFICACION EQUIPOS

E-43	TORNO JARBA
E-44	TORNO ZIBAL
E-45	COMPRESOR MECANICA
E-46	COMPRESOR DE VIDEOS
E-47	RECIPIENTERA TIGER
E-48	TORNO FINADO
E-49	EXTRUSORA CHINCHI
E-70	EXTRUSORA CHINCHI
E-71	AFILADORA SUSPA
E-72	TORNO S.M.E.
E-73	FRESADORA BRIDGPORT 1
E-74	FRESADORA BRIDGPORT 2
E-75	FRESADORA COMET
E-76	TORNO CORRETA
E-77	RANTROBAND
E-78	DEPILDO GINO
E-80	FRESADORA CHINCHI
E-81	DEMAN TALLER
E-82	CEFRIO DE PASE PASO

SINBOLOGIA

	DIRECCION DE ROTACION
	TRANSFER DE FUERZA (CONTADORO INTERRUPTORES Y ARRANCADORES)
	MOTOR
	PANEL DE CONTROL
	TUBERIA CONDUIT METALICA PORDA PARED GRUESA POR TUBO 7/8 PULO
	TUBERIA CONDUIT METALICA FINO PARED GRUESA POR PULO
	CHAROLA METALICA PUNTO DE ALAMBRE
	CABLET O CABA RECIPTO
	AIRCONDICION
	DESCRIPCION DE MANILAS Y PUNTO
	DUCTO CUADRADO EMERSONADO DE 10-15 cm.

CEDULA DE CABLEADOS

CHAROLA	DUCTO	TUBO CONDUIT
① 44/10/10/10	① 44/10/10	① 1-1/2(44/10/10)
② 24/10/10	② 44/10/10	② 1-1/2(44/10/10)
	③ 44/10/10	③ 1-1/2(44/10/10)
	④ 24/10/10	④ 1-1/2(44/10/10)

NOTAS

- LA TUBERIA NO EMPESADA ES DE 21 PUL DE DIAMETRO
- EL CONDUCTOR DE FUERZA A TUBERIA SOA FIBRADO Y SU ARRANCAMIENTO SOA COLOP MORO  
O SEA MARCADO CON UNO COLOP MORO
- SE INSTALARA UN CONDENSATOR DESEUDO CALIBRE 1/2 DESPUO EN TODA LA TRAYECTORIA DE LA CHAROLA
- EL ACCIONO DE LOS CABLES EN LA CHAROLA SON EN FORMACION SIEMO
- EL DUCTO CUADRADO EN TODA SU TRAYECTORIA NO CONTENE MAS DE 30 CONDUCTORES DE FASE
- LA SUMA DEL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS CONDUCTORES CONTENIDOS EN CUALQUIER LUGAR DEL DUCTO NO SUPERA EL 30% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL DUCTO
- LA TUBERIA REGULARA VERIBLE SOA CONDUIT METALICA PORDA PARED GRUESA

CABLEADOS Y CAPACIDADES PROTECCIONES





**DIAGRAMAS DE TABLEROS,  
CUADROS DE CARGA Y  
DIAGRAMA UNIFILAR**



TABLERO DE FUERZA																			
TABLERO "TA" TIPO NF-424L22							ZONA TALLER												
CIRCUITO No.	CARGA	WATTS	FASES			I (AMP)	CALIBRE AWG	PROTECCION (AMP)	PROTECCION (AMP)	CALIBRE AWG	I (AMP)	FASES			WATTS	CARGA	CIRCUITO No.		
			A	B	C							A	B	C					
TA	1	E-66 3x30 F-30 4485W	1496	X		15.90	10	3x30	3x30	10	19.42	X		1706.67	E-67	2			
	3		1496		X	15.90	10					X			1706.67	5120W	4		
	5		1496			X	15.90					10			X	1706.67		6	
TA	7	E-68 3x30 N-68 4074W	1358	X		14.56	10	3x30	3x20	10	10.51	X		1200	E-70	8			
	9		1358		X	14.56	10					X			1200	3600W	10		
	11		1358			X	14.56					10			X	1200	3600W	12	
TA	13	E-71 3x30 F-15 354W	118	X		1.48	10	3x15	3x15	10	5.40	X		472	E-73	14			
	15		118		X	1.48	10					X			472	1416W	16		
	17		118			X	1.48					10			X	472		18	
TA	19	E-75 3x20 N-75 2724W	908	X		10.00	10	3x20	3x30	10	12.00	X		1080.67	E-79	20			
	21		908		X	10.00	10					X			1080.67	3242W	22		
	23		908			X	10.00					10			X	1080.67		24	
TA	25	E-85 18642W	6214	X		62.70	2	3x125											
	27		6214		X	62.70	2												
	29		6214			X	62.70		2										
TA	31	E-81 293W	293	X		5.30	10	1x15	3x50	4	39.82	X		3627.25	TAB-TC	32			
LIBRE				X											X				34
LIBRE					X											X			
LIBRE				X									X			LIBRE			
LIBRE					X								X			LIBRE			
LIBRE					X									X		LIBRE			

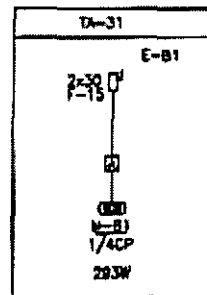
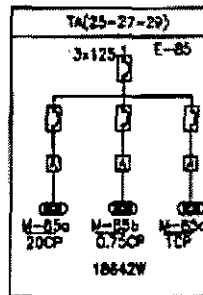
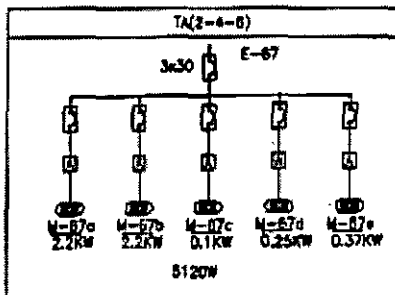
FASE "A"	18673.50 W
FASE "B"	18323.08 W
FASE "C"	18301.83 W

TOTAL	55298.5 W
DESBALANCED	1.99 %

3F-4W  
220/127V

FASE "A"	197.09 AMP
FASE "B"	191.70 AMP
FASE "C"	189.30 AMP

NEMA - 1
PROTECCION PRINCIPAL
ZAPATAS 250 AMP





CUADRO DE CARGAS TAB "TA"

TABLERO	DESCRIPCION						CAPACIDAD				TENSION (VOLTS)	FASES	WATTS	
	CIRCUITO NO.	EQUIPO NO.	NOMBRE	MOTOR NO.	RESISTENCIA No.	CONTROL No.	C.P.	KW	KVA	AMPERES				
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVILBISS	M-66			5				220	3	4488.00	
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a								220	3	2200.00
				M-67b				2.2				220	3	2200.00
				M-67c				0.1				220	3	100.00
				M-67d				0.25				220	3	250.00
				M-67e				0.37				220	3	370.00
				.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	220
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68			4.5				220	3	4074.00	
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER			CT-70			4		220	3	3600.00	
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71			0.33				220	3	354.00	
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73			1.5				220	3	1416.00	
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75			3				220	3	2724.00	
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79						12	220	3	3242.00	
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81			0.25				127	1	293.00	
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ. HASS	M-85a			20					220	3	18953.00
				M-85b			0.75					220	3	738.00
M-85c						1					220	3	951.00	
.				.	.	.	.	.	.	.	.	220	3	18642.00
TA(32-34-36)	TAB-TC										220	3	11345.50	
CARGA INSTALADA											220	3	55298.50	

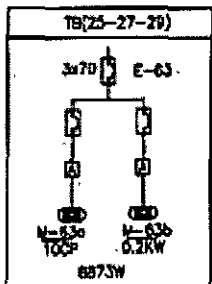
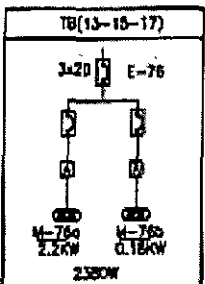
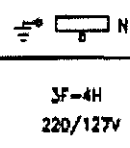


DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI (RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)

TABLERO DE FUERZA																																				
TABLERO "TB" TIPO NF-424L22							ZONA TALLER																													
CIRCUITO No.	CARGA	WATTS	FASES			I (AMP)	CALBRE AWG	PROTECCION (AMP)	A	B	C	PROTECCION (AMP)	CALBRE AWG	I (AMP)	FASES			WATTS	CARGA	CIRCUITO No.																
			A	B	C										A	B	C																			
TB 1, 3, 5	E-54 3x20	908	X			10.00	10	3x20				3x15	10	3.80	X			317	E-55 3x30	2																
	M-54 2724W	908		X		10.00	10						10	3.80		X			317	F-55	4	TB														
		908			X	10.00	10						10	3.80			X		317	M-55 851W	6															
TB 7, 9, 11	E-69 3x20	1200	X			10.51	10	3x20				3x15	10	5.40	X			472	E-74 3x15	8																
	M-69 4800W	1200		X		10.51	10						10	5.40	X				472	F-74	10	TB														
		1200			X	10.51	10						10	5.40		X			472	M-74 1416W	12															
TB 13, 15, 17	E-76 2380W	783.33	X			9.01	10	3x20				3x15	10	1.26	X			100.67	E-78 3x30	14																
		783.33		X		9.01	10						10	1.26	X				100.67	F-78	16	TB														
		783.33			X	9.01	10						10	1.26		X			100.67	M-78 302W	18															
TB 19, 21, 23	E-80 3x30	1496	X			15.90	10	3x30													LIBRE															
	M-80 4458W	1496		X		15.90	10																		X										LIBRE	
		1496			X	15.90	10																			X										LIBRE
TB 25, 27, 29	E-63 8873W	3081	X			33.00	6	3x70																												
		2891		X		29.00	6																			X										
		2891			X	29.00	6																				X									
TB 31, 33, 35	E-72 3x125	7800	X			68.31	2	3x125																												
	M-72 23400W	7800		X		68.31	2																			X										
		7800			X	68.31	2																				X									
LIBRE				X											X							LIBRE														
LIBRE					X											X							LIBRE													
LIBRE						X											X						LIBRE													

FASE "A"	15178 W	TOTAL	48134 W
FASE "B"	15978 W	DESBALANCED	1.24 %
FASE "C"	15978 W		

FASE "A"	157.19 AMP	NEMA - 1
FASE "B"	153.19 AMP	PROTECCION PRINCIPAL
FASE "C"	153.19 AMP	ZAPATAS 250 AMP





CUADRO DE CARGAS TAB "TB"

TABLERO	DESCRIPCIÓN						CAPACIDAD				TENSION (VOLTS)	FASES	WATTS	
	CIRCUITO No.	EQUIPO No.	NOMBRE	MOTOR No.	RESISTENCIA No.	CONTROL No.	C.P.	KW	KVA	AMPERES				
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a			10				220	3	8873.00	
				M-63b			0.2				127	1	200.00	
												220	3	8873.00
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64			3				220	3	2724.00	
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65			1				220	3	951.00	
	TB(7-8-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69			4		220	3	3600.00	
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C.N.C	M-72					26		220	3	23400.00	
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74			1.6				220	3	1416.00	
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a				2.2				220	3	2200.00
				M-76b			0.16				220	3	180.00	
												220	3	2380.00
	TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78						1.26	220	3	302.00	
	TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80			5				220	3	4488.00	
	<b>CARGA INSTALADA</b>											220	3	48134.00



TABLERO DE ALUMBRADO, CONTACTOS Y FUERZA															
TABLERO "TC" TIPO NF-304L12							ZONA ACABADO								
CIRCUITO No.	CARGA	WATTS	FASES			I (AMP)	CALIBRE AWG	PROTECCION (AMP)	A	B	C	CIRCUITO No.			
			A	B	C								PROTECCION (AMP)	CALIBRE AWG	I (AMP)
TC	1	E-102 3x30 F-30	908	X		10.00	10	3x30				E-103 3x30 F-30 N-100 3x30 2724W	2		
	3		908		X	10.00	10			X			908	4	
	5		908			X	10.00		10				X	908	B
TC	7	E-104	1485	X		15.00	10	2x20					LIBRE		
	9	2.97KW	1485		X	15.00	10			X				LIBRE	
TC	11		972			X	6.50	10	1x20			X	648	12	TC
TC	13		370	X			3.24	12	1x15			X			LIBRE
TC	15		156.25		X		1.58	12	2x15			X	156.25	16	TC
	17		156.25			X	1.58	12				X	156.25	18	
TC	19		156.25	X			1.58	12	2x15			X			LIBRE
	21		156.25		X		1.58	12				X			LIBRE
LIBRE						X					X				LIBRE
LIBRE				X							X				LIBRE
LIBRE					X						X				LIBRE
LIBRE						X					X				LIBRE

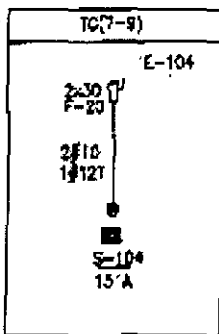
FASE "A"	3627.25 W
FASE "B"	3788.75 W
FASE "C"	3748.50 W

TOTAL	11345.5 W
DESBALANCED	2.06 %

FASE "A"	39.82 AMP
FASE "B"	39.73 AMP
FASE "C"	37.33 AMP

NEMA - 1
PROTECCION PRINCIPAL
ZAPATAS 125 AMP

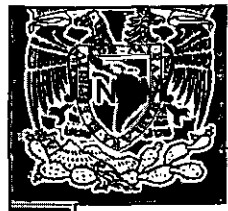
3F-4H  
220/127V





CUADRO DE CARGAS TAB "TC"

TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION			CAPACIDAD		MOTOR	SOLDADORA	ALUMBRADO		CONTACTOS	WATTS
							3 C.P.	15 AMP	2x74 W	250 W	360 VA	
							EQUIPO No.	NOMBRE	MOTOR No.	C.P.	KW	
TAB-TC	TC(1-3-5)	E-102	EXTRACTOR	M-102	3		1					2724
	TC(2-4-6)	E-103	EXTRACTOR	M-103	3		1					2724
	TC(7-9)	E-104	SOLDADORA			2.97		1				2970
	TC-11										3	972
	TC-12										2	648
	TC-13								2			370
	TC(15-17)									1		312.5
	TC(16-18)									1		312.5
	TC(19-21)									1		312.5
CARGA INSTALADA							2	1	2	3	5	11345.5



TABLERO PRINCIPAL

TABLERO PAL							AUTOSOPORTADO							ZONA EDIFICIO DE OFICINAS Y DE SERVICIOS						
CIRCUITO No.	CARGA	WATS	FASES			I (AMP)	CALIBRE AWG	PROTECCION (AMP)	A	B	C	A	B	C	WATS	CARGA	CIRCUITO No.			
			A	B	C													A	B	C
1	TAB-A	6262.63	X			645.96	2/250KCM							84522.33	TAB-B	2				
3	300941.8	30487.23	X			641.94	2/250KCM	3x600						84770.33		4				
5	W	60227.63			X	642.93	2/250KCM	60 KA					X	84708.33	104150W	6				
7	TAB-C	30788.08	X			550.20	2/250KCM							48040.08	TAB-50	8				
9		60186.08	X			554.24	2/250KCM	3x600					X	48121.14		10				
11	78707W	84788.88			X	530.20	2/250KCM	60 KA					X	48040.08	W	12				
13	TAB-4C	22317	X			216.20	250KCM							21200	TAB-OC	14				
15		22317	X			216.20	250KCM	3x250					X	21200		16				
17	63401W	17787			X	184.70	250KCM	60 KA					X	21200	63800W	18				
19	TAB-4C	12217	X			130.20	250KCM													
21		12217	X			130.20	250KCM	3x250					X							
23	30831W	12217			X	130.20	250KCM	60 KA					X			LIBRE				
25	TAB-TA	18673.98	X			187.08	4/0							18178	TAB-TB	26				
27		18323.08	X			181.70	4/0	3x200					X	18878		28				
29	30296.58	18301.63			X	188.30	4/0	60 KA					X	18878	48134W	30				
31		12000	X			106.10	2							10378	TAB-MD	32				
33	R-67	12000	X			106.10	2	3x125					X	10378		34				
35	38000W	12000			X	106.10	2	60 KA					X	10378	31120W	36				
37	TAB-A	6230	X			72.00	2							6946.33	TAB-AA	38				
39		6215	X			71.67	2	3x100					X	6736.33		40				
41	24773.5W	6328.5			X	72.67	2	60 KA					X	6763.33	204735W	42				
43	TAB-B	1505.75	X			16.85	2							6761.17	TAB-AB	44				
45		1428.50	X			15.27	2	3x100					X	6766.67		46				
47	8601W	6026.75			X	60.28	2	60 KA					X	6732.17	20228W	48				
49	TAB-CR	2288	X			19.84	6							3385	TAB-C	50				
51		2288	X			19.84	6	3x50					X	3218		52				
53	7128W	2582			X	22.68	6	60 KA					X	3312	68138W	54				
55	TAB-CY	1331.25	X			16.15	6							1290	TAB-D	56				
57		1284.80	X			11.24	6	3x50					X	1300		58				
59	3572W	1200.25			X	11.24	6	60 KA					X	1332.5	3032.5W	60				
LIBRE			X										X			LIBRE				
LIBRE			X										X			LIBRE				
LIBRE			X										X			LIBRE				
LIBRE			X										X			LIBRE				

FASE A 366575.19 W  
FASE B 360067.38 W  
FASE C 368442.44 W

TOTAL 1195114.82 W  
DESDIBALNCEO 0.12 %

3F-4W  
220/127V

FASE A 3751.80 AMP  
FASE B 3736.35 AMP  
FASE C 3781.46 AMP

NEMA-1  
SERVICIOS PRINCIPALES  
DE COBRE 2000 AMP





DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDP  
 (RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)

RESUMEN DE CARGA

CARGA TOTAL EN WATTS	115014.82
FACTOR DE DEMANDA	0.53
WATTS DE DEMANDA	61433.1
KVA DE DEMANDA	68.3

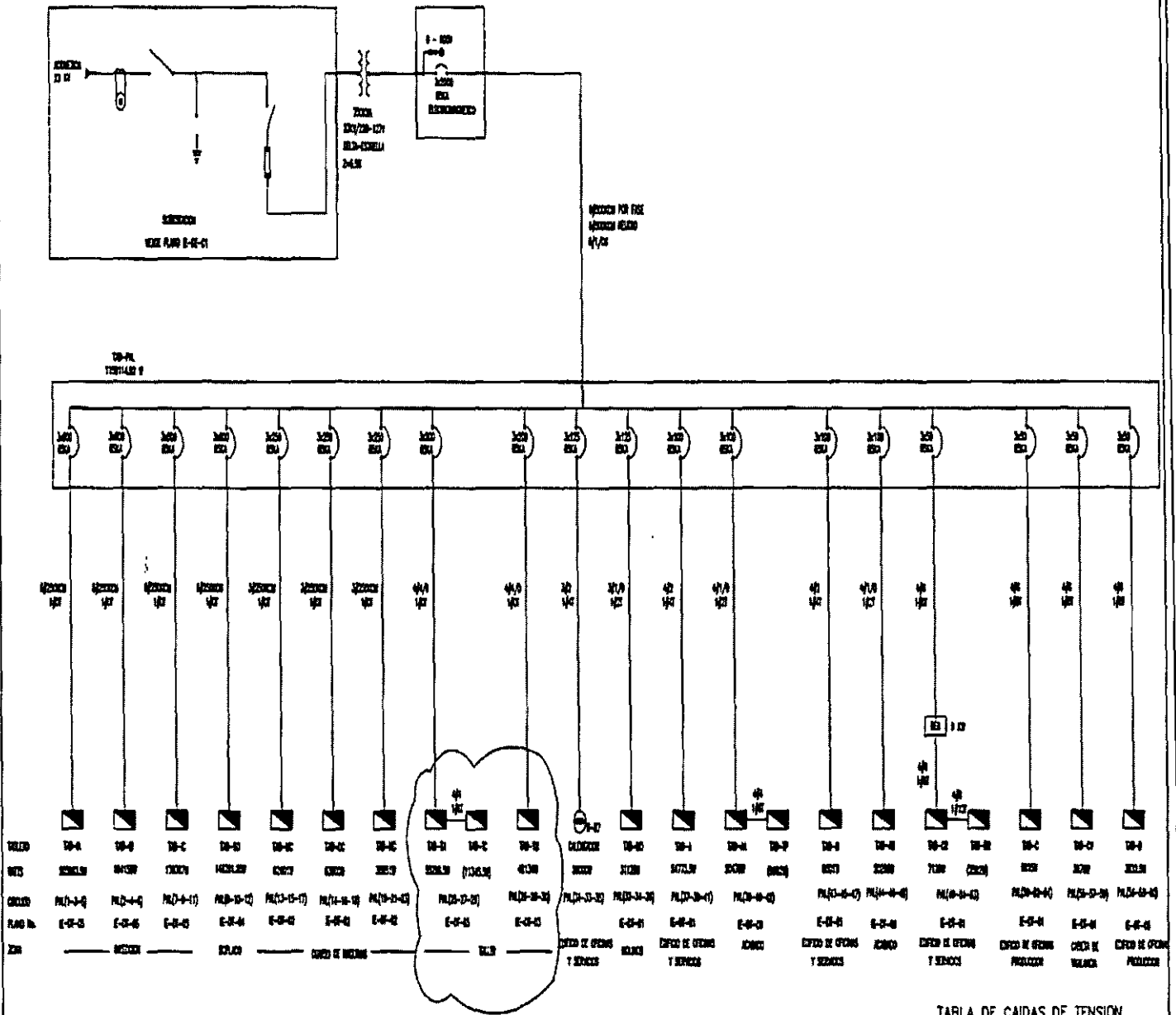


DIAGRAMA UNIFILAR COMPACTO

NOTA 1: ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS DIAGRAMAS DE TABLEROS DE LOS PLANOS IE-DT-01 al IE-DT-06

NOTA 2: TODOS LOS EQUIPOS Y MATERIALES INSTALADOS TIENEN REGISTRO ANCE

TABLA DE CAIDAS DE TENSION

TRAYecto	IMPEDANCIA (OHMS)	CORRIENTE (A)	CAIDA DE TENSION (V)
10-PL	0.27	0.20	1.38
10-16	0.47	0.20	0.95
10-18	0.47	0.20	0.97
10-19	0.26	0.20	1.53
10-20	0.26	0.20	0.87
10-21	0.26	0.20	1.54
10-22	0.47	0.26	1.34
10-23	0.26	0.20	2.34
10-24	0.26	0.20	2.28
10-25	0.26	0.20	2.57
10-26	0.26	0.20	1.59
10-27	0.26	0.20	2.28
10-28	0.26	0.20	1.61
10-29	0.26	0.20	1.63
10-30	0.26	0.20	1.61
10-31	0.26	0.20	1.61
10-32	0.26	0.20	1.61
10-33	0.26	0.20	1.61
10-34	0.26	0.20	1.61
10-35	0.26	0.20	1.61
10-36	0.26	0.20	1.61
10-37	0.26	0.20	1.61
10-38	0.26	0.20	1.61
10-39	0.26	0.20	1.61
10-40	0.26	0.20	1.61

INSTRUCTORES: ING. EUGENIO ALMANZA, ING. SAMUEL FERNÁNDEZ



# CONTROL DE PARAMETROS



# TABLERO "A"



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

GENERALIDADES																					
DESCRIPCION							DATOS DE PLACA						PARAMETROS DE CALCULO		BALANCEO DEL SISTEMA						
															WATTS			AMPERES			
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	CP	KW	KVA	AMPERES	TENSION (VOLTS)	FASES	WATTS	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	A	B	C	A	B	C	
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVILBISS	M-66			5				220	3	4488,00	15,90	1496,00	1496,00	1496,00	15,90	15,90	15,90	
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a				2,2				220	3	2200,00	8,26	733,33	733,33	733,33	8,26	8,26	8,26
				M-67b				2,2				220	3	2200,00	8,26	733,33	733,33	733,33	8,26	8,26	8,26
				M-67c				0,1				220	3	100,00	0,41	33,33	33,33	33,33	0,41	0,41	0,41
				M-67d				0,25				220	3	250,00	1,04	83,33	83,33	83,33	1,04	1,04	1,04
				M-67e				0,37				220	3	370,00	1,45	123,33	123,33	123,33	1,45	1,45	1,45
								-						5120,00	19,42	1706,67	1706,67	1706,67	19,42	19,42	19,42
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68			4,5					220	3	4074,00	14,56	1358,00	1358,00	1358,00	14,56	14,56	14,56
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER			CT-70			4			220	3	3600,00	10,51	1200,00	1200,00	1200,00	10,51	10,51	10,51
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71			0,33					220	3	354,00	1,48	118,00	118,00	118,00	1,48	1,48	1,48
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73			1,5					220	3	1416,00	5,40	472,00	472,00	472,00	5,40	5,40	5,40
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75			3					220	3	2724,00	10,00	908,00	908,00	908,00	10,00	10,00	10,00
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79						12		220	3	3242,00	12,00	1080,67	1080,67	1080,67	12,00	12,00	12,00
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81			0,25					127	1	293,00	5,30	293,00			5,30		
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ HASS	M-85a			20					220	3	16953,00	56,00	5651,00	5651,00	5651,00	56,00	56,00	56,00
M-85b						0,75					220	3	738,00	2,90	246,00	246,00	246,00	2,90	2,90	2,90	
M-85c						1					220	3	951,00	3,80	317,00	317,00	317,00	3,80	3,80	3,80	
												220	3	18642,00	62,70	6214,00	6214,00	6214,00	62,70	62,70	62,70
TA(32-34-36)					TAB-C					220	3	11345,50		3827,25	3769,75	3748,50	39,82	39,73	37,33		
ALIMENTADOR											220	3	55298,50		18673,58	18323,08	18301,83	197,09	191,70	189,30	



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS																			
DESCRIPCION							TIPO DE CIRCUITO			CIRCUITO QUE ALIMENTA A			1.25 %   MOTOR	1.25 %   MOTOR MAYOR * S   RESISTANES	FACTOR DE DEMANDA (F.D.)	I X F D (AMP)			
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No.	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	ALIMENTADOR	SUBALIMENTADOR	DERIVADO	UN SOLO MOTOR	DOS O MAS MOTORES	CARGAS COMBINADAS							
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVLBISS	M-66					X	X			19.88		1	19.88			
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a						X	X			10.33					
				M-67b						X	X			10.33					
				M-67c								X	X			0.51			
				M-67d								X	X			1.30			
				M-67e								X	X			1.81			
				-					X			X		21.49	1	21.49			
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68						X	X			16.2	1	16.2			
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHIMER				CT-70			X	X			13.14	1	13.14			
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71						X	X			1.85	1	1.85			
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73						X	X			6.75	1	6.75			
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75						X	X			12.50	1	12.50			
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79						X	X			15.00	1	15.00			
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81						X	X			6.63	1	6.63			
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ HASS	M-85a						X	X			70.00					
M-85b									X	X			3.63						
M-85c										X	X			4.75					
-										X		X		76.7	1	76.70			
TA(32-34-36)					TAB-C														
ALIMENTADOR							X					X	197.09	0.8	157.67				



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

DETERMINACION DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES															
DESCRIPCION							CONDUCTOR TIPO THW-LS, 75°C (PARA CARGAS MENORES A 100 AMP CONSIDERESE 60°C)			DISTANCIA PROMEDIO (KM)	CAIDA DE TENSION (%)	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			
							CALIBRE AWG ó MCM	I PERMISIBLE (AMP)					IMPEDANCIA W/KM		
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No.	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No.	OTRAS CARGAS		TUBERIA	AL AIRE			CALIBRE AWG ó MCM			
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVILBISS	M-66			10	30		3,609	0,01	0,56	10		
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a											
				M-67b											
				M-67c											
				M-67d											
				M-67e											
				-	-			10	30		3,609	0,024	1,46	10	
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-88			10	30		3,609	0,019	0,98	10		
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER			CT-70		10	30		3,609	0,015	0,56	10	
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71				10	30		3,609	0,007	0,04	10	
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73				10	30		3,609	0,006	0,11	10	
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75				10	30		3,609	0,005	0,18	10	
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79				10	30		3,609	0,02	0,85	10	
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81				10	30		3,609	0,017	0,64	10	
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ HASS	M-85a											
M-85b															
M-85c															
-				-				2	95	140		0,656	0,025	0,99	4
TA(32-34-36)					TAB-C										
ALIMENTADOR							4/0	230	360	0,262	0,078	2,54	1/0		



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

FACTORES DE CORRECCION DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR																			
DESCRIPCION							TIPO DE CANALIZACION EMPLEADO			No DE CAPAS DE CONDUCTORES EN CHAROLA	No DE CONDUCTORES EN TUBERIA O DUCTO	FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO (F A)							
							CHAROLA	TUBERIA	DUCTO			CHAROLA			TUBERIA O DUCTO				
TABLETO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS						FACTOR DE AGRUPAMIENTO (F A)	FACTOR DE TEMPERATURA (F T)	CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR IC x F A x F T	FACTOR DE AGRUPAMIENTO (F A)	FACTOR DE TEMPERATURA (F T)	CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR IC x F A x F T		
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVLBISS	M-66				X	X		26				1	1	30		
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a															
				M-67b															
				M-67c															
				M-67d															
				M-67e															
								X	X		26				1	1	30		
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68				X	X		26				1	1	30		
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER			CT-70		X	X		26				1	1	30		
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71				X	X		26				1	1	30		
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73				X	X		26				1	1	30		
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75				X	X		26				1	1	30		
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79				X	X		26				1	1	30		
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81				X	X		26				1	1	30		
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ HASS	M-85a															
M-85b																			
M-85c																			
-									X	X	1		1	1	140				
TA(32-34-38)					TAB-C														
ALIMENTADOR							X			2		0.65	234.00	292.6					



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA															
DESCRIPCIÓN							ARRANCADOR						PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA		
							TAMAÑO NEMA	A TENSION COMPLETA	A TENSION REDUCIDA	INTEGRADO AL EQUIPO	NO INTEGRADO A EL EQUIPO	TIPO	GABINETE NEMA	115 %   NOMINAL	125 %   NOMINAL
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No.	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS									
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVILBISS	M-66			1	X			X	MAGNETICO NO REVERSIBLE	1	18,29	19,88
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a			0	X		X				9,50	10,33
				M-67b			0	X		X				9,50	10,33
				M-67c			0	X		X				0,47	0,51
				M-67d			0	X		X				1,20	1,30
				M-67e			0	X		X				1,67	1,81
														1	
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68			1	X			X	MAGNETICO NO REVERSIBLE	1	16,74	18,20
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER							X			1	12,09	13,14
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71				0	X		X	MAGNETICO NO REVERSIBLE	1	1,70	1,85
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73				0	X		X		1	6,21	6,75
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75				0	X		X		1	11,50	12,50
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79				1	X		X	MAGNETICO NO REVERSIBLE	1	13,80	15,00
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81				0	X		X	MAGNETICO NO REVERSIBLE	1	6,10	6,63
	TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAG HASS	M-85a				3		X	X				64,40
M-85b							0	X		X				3,34	3,63
M-85c							0	X		X				4,37	4,75
													1		
TA(32-34-36)					TAB-C										
ALIMENTADOR															





**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE																	
DESCRIPCIÓN							UN SOLO MOTOR		DOS O MÁS MOTORES O CARGAS COMBINADAS		PROTECCIÓN		MARCO			GABINETE NEMA	
							Minima	Máxima	Minima	Máxima							
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No.	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	125 % I NOMINAL MOTOR (AMP)	300 % I NOMINAL MOTOR (AMP)	125 % I NOMINAL MOTOR + S I <sub>s</sub> RESTANTES (AMP)	300 % I NOMINAL MOTOR + S I <sub>s</sub> RESTANTES (AMP)	SELECCIONADA (AMP)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA (KA)	POLOS	AMPERES	VOLTS		
TA	TA(1-3-5)	E-66	COMPRESOR DEVILBISS	M-66			19,88	47,70			30	10KA	3	100	220		
	TA(2-4-6)	E-67	RECTIFICADORA TOSS	M-67a													
				M-67b													
				M-67c													
				M-67d													
				M-67e													
									21,49	35,94	30	10KA	3	100	220		
	TA(7-9-11)	E-68	TORNO PINACHO	M-68			18,20	43,68			30	10KA	3	100	220		
	TA(8-10-12)	E-70	EROSIONADORA CHMER			CT-70	13,14	31,53			20	10KA	3	100	220		
	TA(13-15-17)	E-71	AFILADORA SCRIPA	M-71			1,85	4,44			15	10KA	3	100	220		
	TA(14-16-18)	E-73	FRESADORA BRIDGEPORT 1	M-73			6,75	16,20			15	10KA	3	100	220		
	TA(19-21-23)	E-75	FRESADORA COMET	M-75			12,50	30,00			20	10KA	3	100	220		
	TA(20-22-24)	E-79	CEPILLO CHINO	M-79			15,00	36,00			30	10KA	3	100	220		
	TA-31	E-81	ESMERIL TALLER	M-81			6,63	15,90			15	10KA	1	50	220		
TA(25-27-29)	E-85	CENTRO DE MAQ. HASS	M-85a														
			M-85b														
			M-85c														
								76,70	174,70	125	25KA	3	225	220			
TA(32-34-36)					TAB-C					50	10KA	3	100	220			
ALIMENTADOR											200	65KA	3	225	220	1	



# TABLERO "B"



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

GENERALIDADES																						
DESCRIPCION							DATOS DE PLACA						PARAMETROS DE CALCULO		BALANCEO DEL SISTEMA							
															WATTS			AMPERES				
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	CP	KW	KVA	AMPERES	TENSION (VOLTS)	FASES	WATTS	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	A	B	C	A	B	C		
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a			10				220	3	8673,00	29,00	2891,00	2891,00	2891,00	29,00	29,00	29,00		
				M-63b				0,2				127	1	200,00	4,00	200,00				4,00		
				-	-	-	-	-	-	220	3	8873,00	33,00	3091,00		2891,00	2891,00	33,00	29,00	29,00		
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64			3				220	3	2724,00	10,00	908,00	908,00	908,00	10,00	10,00	10,00		
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65			1				220	3	951,00	3,80	317,00	317,00	317,00	3,80	3,80	3,80		
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69			4		220	3	3600,00	10,51	1200,00	1200,00	1200,00	10,51	10,51	10,51		
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C.N.C	M-72					26		220	3	23400,00	68,31	7800,00	7800,00	7800,00	68,31	68,31	68,31		
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74			1,5				220	3	1416,00	5,40	472,00	472,00	472,00	5,40	5,40	5,40		
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a				2,2			220	3	2200,00	8,26	733,33	733,33	733,33	8,26	8,26	8,26		
				M-76b				0,18				220	3	180,00	0,75	60,00	60,00	60,00	0,75	0,75	0,75	
				-	-	-	-	-	-	220	3	2380,00	9,01	793,33	793,33	793,33	9,01	9,01	9,01			
	TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78					1,26		220	3	302,00	1,26	100,67	100,67	100,67	1,26	1,26	1,26		
	TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80			5				220	3	4488,00	15,90	1496,00	1496,00	1496,00	15,90	15,90	15,90		
ALIMENTADOR											220	3	48134,00	157,19	16178,00	15978,00	15978,00	157,19	153,19	153,19		



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS																
DESCRIPCION							TIPO DE CIRCUITO			CIRCUITO QUE ALIMENTA A			1.25 %   MOTOR	1.25 %   MOTOR MAYOR + SI RESTANTES	FACTOR DE DEMANDA (F D)	I X F D (AMP)
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No.	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	ALIMENTADOR	SUBALIMENTADOR	DERIVADO	UN SOLO MOTOR	DOS O MAS MOTORES	CARGAS COMBINADAS				
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a					X	X			36.25			
				M-63b					X	X			5			
				-			X			X			40.25	1	40.25	
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64					X	X			12.5		1	12.5
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65					X	X			4.75		1	4.75
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69			X	X			13.14		1	13.14
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C N C	M-72					X	X			85.39		1	85.39
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74					X	X			6.75		1	6.75
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a					X	X			10.33			
				M-76b					X	X			0.94			
								X			X			11.08	1	11.08
	TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78					X	X			1.58		1	1.58
	TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80					X	X			19.88		1	19.88
ALIMENTADOR							X				X		157.19	0,8	125,75	



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

DETERMINACION DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES														
DESCRIPCION							CONDUCTOR TIPO THW-LS, 75°C (PARA CARGAS MENORES A 100 AMP CONSIDERESE 60°C)			DISTANCIA PROMEDIO (KM)	CAIDA DE TENSION (%)	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA		
							CALIBRE AWG ó MCM	I PERMISIBLE (AMP)					IMPEDANCIA WKM	
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS		TUBERIA	AL AIRE			CALIBRE AWG ó MCM		
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a										
				M-63b										
				-	-		6	55		3,609	0,014	1,60	8	
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64				10	30		3,609	0,015	0,53	10
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65				10	30		3,609	0,009	0,12	10
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69		10	30		3,609	0,018	0,67	10
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C N C	M-72				2	95		0,656	0,021	0,93	4
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74				10	30		3,609	0,004	0,08	10
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a										
				M-76b										
		-	-					10	30		3,609	0,012	0,38	10
	TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78				10	30		3,609	0,008	0,04	10
TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80				10	30		3,609	0,018	1,02	10	
ALIMENTADOR							40	230	360	0,262	0,078	2,02	1/0	



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

FACTORES DE CORRECCION DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR																
DESCRIPCION							TIPO DE CANALIZACION EMPLEADO			No. DE CAPAS DE CONDUCTORES EN CHAROLA	No. DE CONDUCTORES EN TUBERIA O DUCTO	FACTORES DE CORRECCION				
							CHAROLA	TUBERIA	DUCTO			CHAROLA			TUBERIA O DUCTO	
TABLERO	CIRCUITO No.	EMPO No.	NOMBRE	MOTOR No.	RESISTENCIA No.	OTRAS CARGAS				FACTOR DE AGRUPIAMIENTO (F.A.)	FACTOR DE TEMPERATURA (F.T.)	CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR x F.A x F.T	FACTOR DE AGRUPIAMIENTO (F.A.)	FACTOR DE TEMPERATURA (F.T.)	CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR x F.A x F.T	
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a												
				M-63b												
				-			X	X			21				1	1
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64												30
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65												30
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69										30
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C N C	M-72						1		1	95			
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74												30
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a												
				M-76b												
-						X	X			21				1	1	30
TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78												30	
TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80												30	
ALIMENTADOR							X			2		0,65	234,00	292,5		



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA															
DESCRIPCIÓN							ARRANCADOR								
							TAMARO NEMA	A TENSION COMPLETA	A TENSION REDUCIDA	INTEGRADO AL EQUIPO	NO INTEGRADO A EL EQUIPO	TIPO	GABINETE NEMA	PROTECCION CONTRA SOBRECARGA	
TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS								115 % NOMINAL	125 % NOMINAL
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a			2	X		X			33,35	36,25	
				M-63b			0			X	X			4,6	5
				-									1		
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64			0		X	X		1	11,5	12,5	
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65			0		X		X	1	4,37	4,75	
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69	1		X	X		1	12,09	13,14	
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C N C	M-72			3	X		X		1	78,56	85,39	
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74			0		X	X		1	6,21	6,75	
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a			0		X	X				9,50	10,33
				M-76b			0		X	X				0,86	0,94
TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78			0		X		X	1	1,45	1,58		
TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80			2		X	X		1	18,29	19,66		
ALIMENTADOR															



**DIPLOMADO EN "DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS" DECDFI  
(RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y ESPECIALES)**

**CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE**

TABLERO	CIRCUITO No	EQUIPO No	NOMBRE	MOTOR No	RESISTENCIA No	OTRAS CARGAS	UN SOLO MOTOR		DOS O MAS MOTORES O CARGAS COMBINADAS		PROTECCION		MARCO			GABINETE NEMA		
							Minima	Maxima	Minima	Maxima	SELECCIONADA (AMP)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA (KA)	POLOS	AMPERE S	VOLTS			
							125 % I NOMINAL MOTOR (AMP)	300 % I NOMINAL MOTOR (AMP)	125 % I NOMINAL MOTOR + S Is RESTANTES (AMP)	300 % I NOMINAL MOTOR + S Is RESTANTES (AMP)								
TB	TB(25-27-29)	E-63	TORNO AHMSA	M-63a														
				M-63b														
				-	-					40,25	91,00	70	10KA	3	100	220		
	TB(1-3-5)	E-64	TORNO ZUBAL	M-64			12,50	30,00			20	10KA	3	100	220			
	TB(2-4-6)	E-65	CORTADORA MECANICA	M-65			4,75	11,40			15	10KA	3	100	220			
	TB(7-9-11)	E-69	EROSIONADORA CHMER			CT-69	13,14	31,53			20	10KA	3	100	220			
	TB(31-33-35)	E-72	TORNO C N C	M-72			85,39	204,94			125	25K	3	225	220			
	TB(8-10-12)	E-74	FRESADORA BRIDGEPORT 2	M-74			6,75	16,20			15	10KA	3	100	220			
	TB(13-15-17)	E-76	TORNO CORMETAL	M-76a														
				M-76b														
				-	-					11,08	25,53	20	10KA	3	100	220		
	TB(14-16-18)	E-78	PANTOGRAFO	M-78			1,58	3,78			15	10KA	3	100	220			
TB(19-21-23)	E-80	FRESADORA CINCINATTI	M-80			19,88	47,70			30	10KA	3	100	220				
			ALIMENTADOR							200	65KA	3	225	220		1		





# COMPRESORES

1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



# INDICE

- Principios de operación
- Clasificación
- Tipo de operación
- Características
- Aplicación

2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

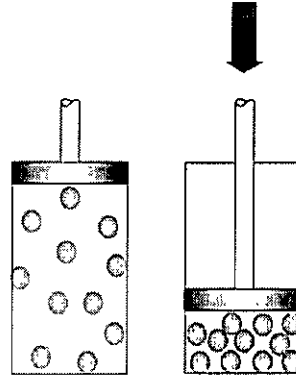


### Principios de operación

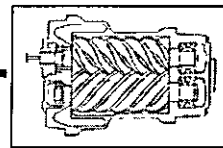
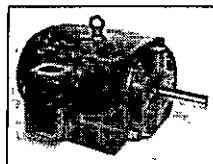
*Presión*

El volumen total de las moléculas de un gas es muy pequeño con relación al volumen que ocupa, al disminuir el volumen habrá mas moléculas por unidad de volumen.

$$P = F/A$$



### Principios de operación (cont.)

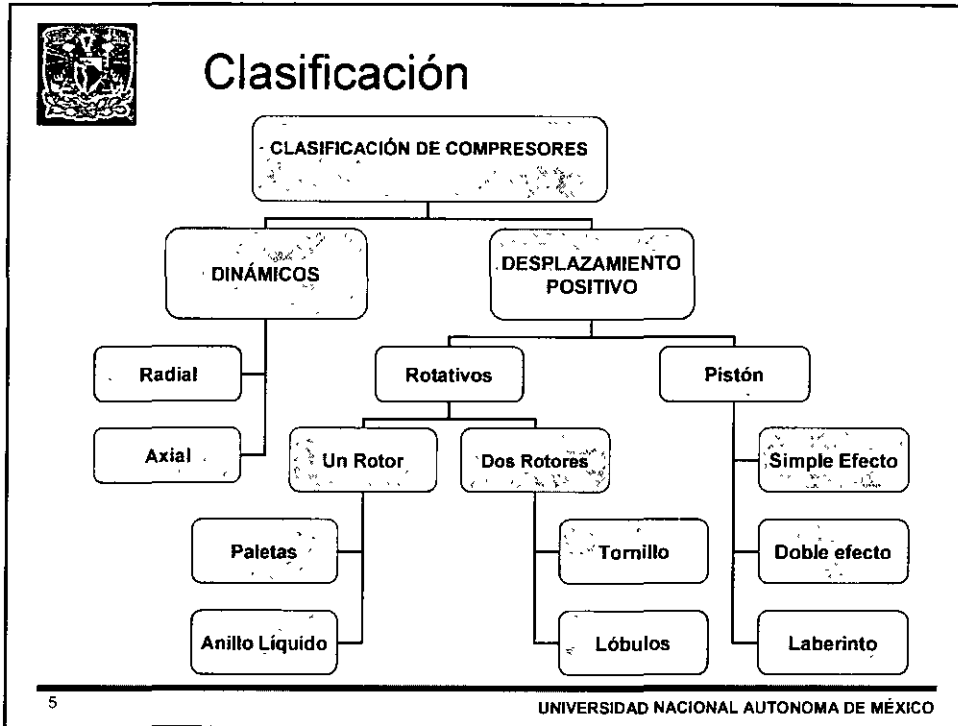


**Aire atmosférico**



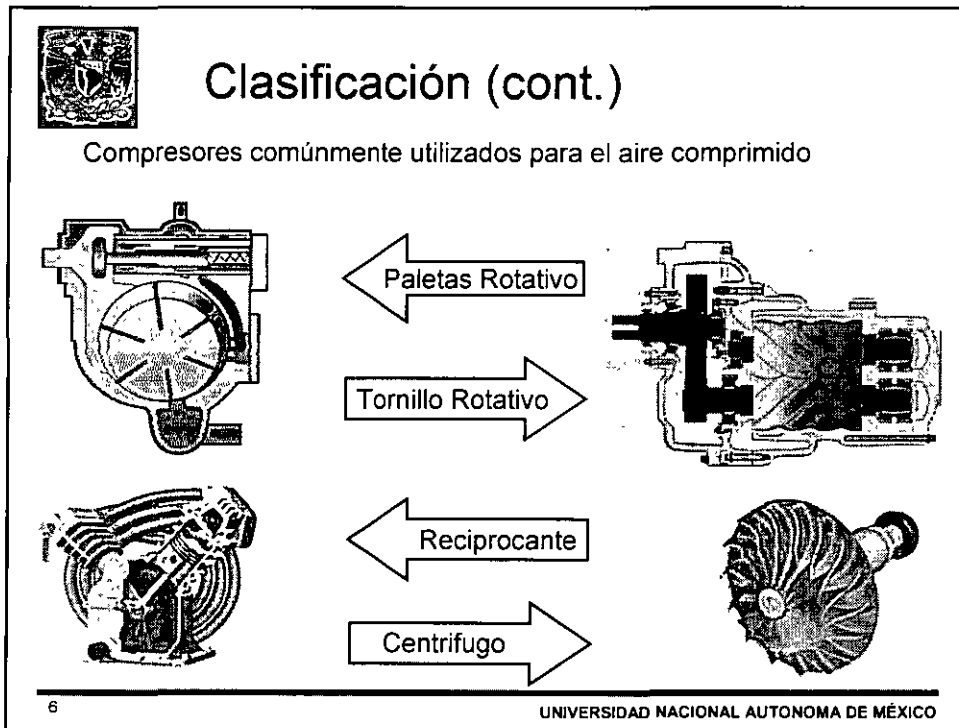
**Trabajo x tiempo**

**Aire comprimido**



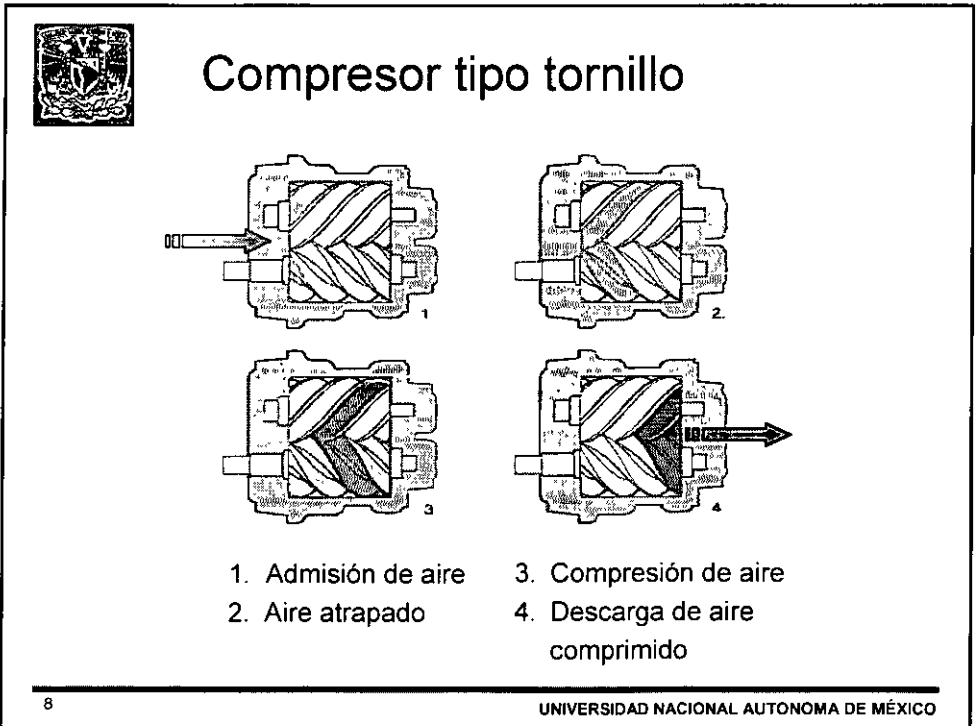
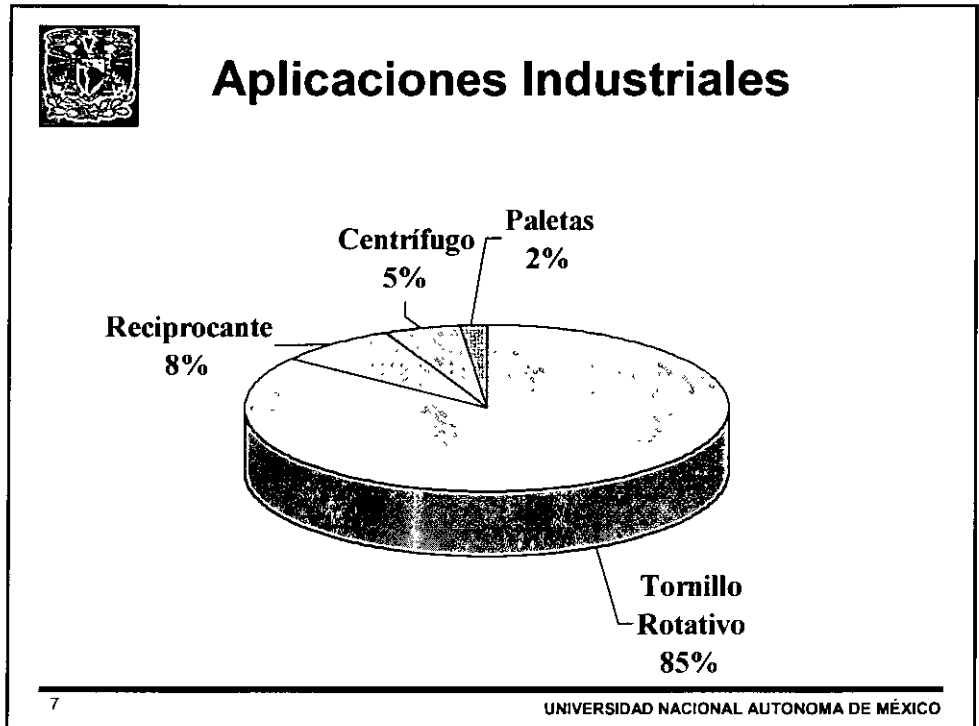
5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



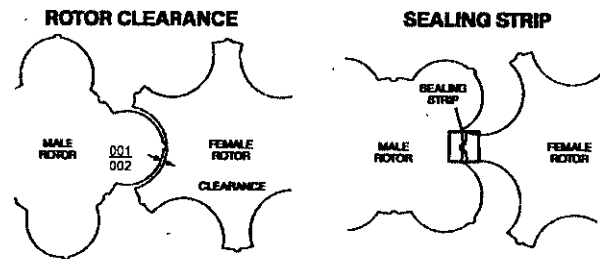
6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO





## Compresor tipo tornillo (cont.)



El rotor macho es impulsado por el rotor hembra. Una tolerancia de 1 a 2 milésimas se mantiene entre los rotores, esta tolerancia la llena el fluido inyectado y por esto no se genera ningún tipo de contacto Metal-Metal.

Son tres las funciones del fluido en un compresor lubricado. Este, Enfría, Sella y Lubrica.

Un sello adicional se genera mediante una vena en los rotores macho y hembra, el cual restringe a cualquier aire de tratar de retornar por entre las cavidades de los mismos.

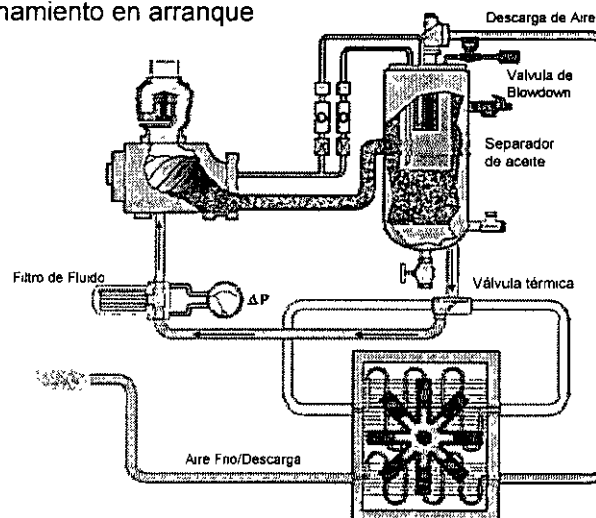
9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



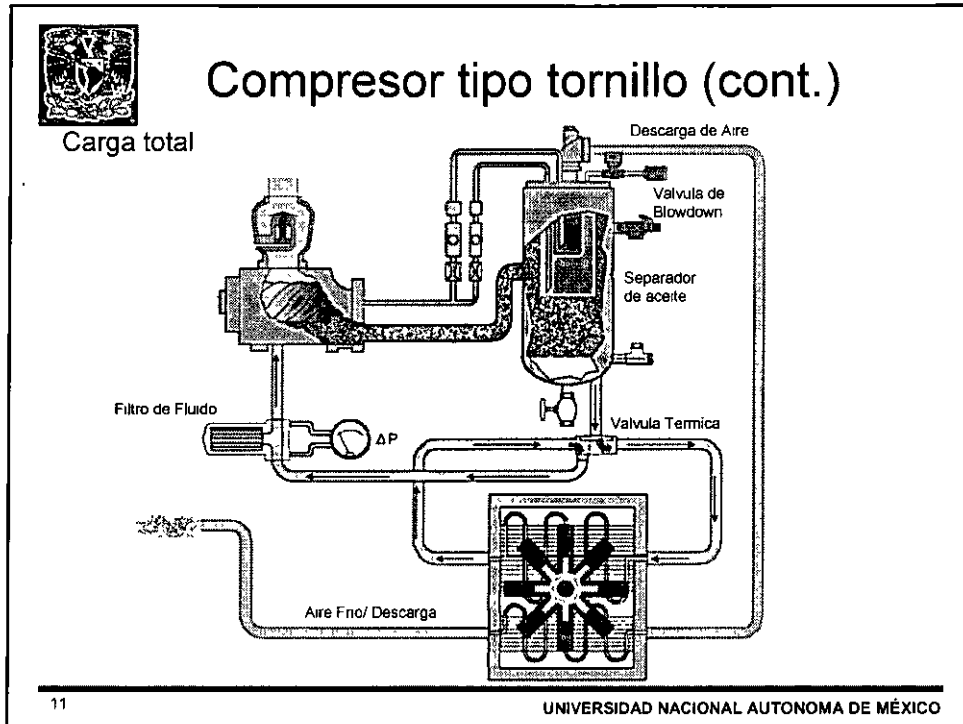
## Compresor tipo tornillo (cont.)

Funcionamiento en arranque



10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



**Características**

Compresores dinámicos	Ventajas
Centrifugo	Manejan el flujo del aire continuo y variable, según la presión requerida, son libres de mantenimiento y permite un funcionamiento continuo durante largos periodos.
Flujo axial	Maneja las mismas características que el centrifugo pero sus necesidades de lubricación son mínimas
<b>Compresores de desplazamiento positivo</b>	
Reciprocante	Son de bajo costo de mantenimiento, aunque debe ser frecuente, utilizan repuestos económicos.
Tornillo, Paletas y Lóbulos	Operan a altas revoluciones (2000 a 3600 RPM) y son capaces de proporcionar diferentes grados de presión (0 a 200 PSI), manejan altos volúmenes de aire (hasta 20000 CFM) y es el más usado en el mercado industrial.

12 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



## Aplicación

Compresores dinámicos	Aplicación
Centrífugo	Se emplean en los procesos químicos e industriales
Flujo axial	Se utilizan para herramientas neumáticas, instalaciones frigoríficas de amoníaco, abastecimiento de gas a distancia
Compresores de desplazamiento positivo	
Reciprocante	Se emplean en procesos industriales
Tomillo, Paletas y Lóbulos	Se utilizan como sopladores de baja presión, pistolas de pinturas ecológicas, para altas presiones son utilizados en la industria



## Aplicación (cont.)

Para la selección de un compresor se deben considerar los siguientes aspectos

- Cantidad de Aire
- Presión a usar
- Calidad de aire
- Porcentajes de carga por unidad de tiempo



### Aplicación (cont.)

**COMPRESSOR DATA SHEET**  
Rotary Screw Compressor

**MODEL DATA FOR COMPRESSED AIR**

1 Manufacturer (Registered Name)			
Model Number: KP100			
9	<input checked="" type="checkbox"/> Oil-sealed	<input type="checkbox"/> Water-sealed	Oil Charge: 0
	<input checked="" type="checkbox"/> Oil-free	<input type="checkbox"/> Oil-free	
0	Rated Capacity at Full Load Operating Pressure*	4.00	dm <sup>3</sup> /min
0	Full Load Operating Pressure*	1.00	bar(g)
0	Maximum Full Load Operating Pressure*	1.05	bar(g)
0	Drive Motor Nameplate Rating	1.00	hp
0	Drive Motor Nameplate Efficiency	0.75	(percent)
0	Full Motor Nameplate Rating (if applicable)	0	hp
0	Full Motor Nameplate Efficiency (if applicable)	0.75	(percent)
0	Total Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure*	1.15	kW
0	Specific Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure*	1.85	kW/100 dm <sup>3</sup> /min

**NOTES**

1. All ratings at the discharge (output) point of the compressor package in accordance with the CAGI/ISO 10380/173 The Code (ASME C 24 ISO 1317) \*AISI 316 is used unless foot note is not available.
2. The operating points in which the Compressor (Item 1) and the Motor (Item 2) were operated for the test are indicated by the asterisk (\*) in the table.
3. Maximum capacity is available at full flow, usually at initial pressure setting for which the test record of the machine are made in which normally initial setting may require additional power.
4. Total package input power at other than specified operating points will vary with stated efficiency.

This form was developed by the Compressed Air Institute (CAGI) for the ISO 1317/173 The Code (ASME C 24 ISO 1317) and is not intended to be used for other than the specified data.