

CAPITULO 1:DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DE UNA SUBESTACION

1. Transformadores de potencia
 1. Conceptos básicos
 2. Aspectos constructivos
 - Núcleo de hierro
 - Arrollamientos
 - Cuba
 - Accesorios
 3. Sistema de refrigeración
 4. Regulación de tensión
 5. Protección de transformadores

3. Interruptores
4. Seccionadores
5. Transformadores de medida
6. Pararrayos
7. Celdas de Media Tensión
8. Red de tierras

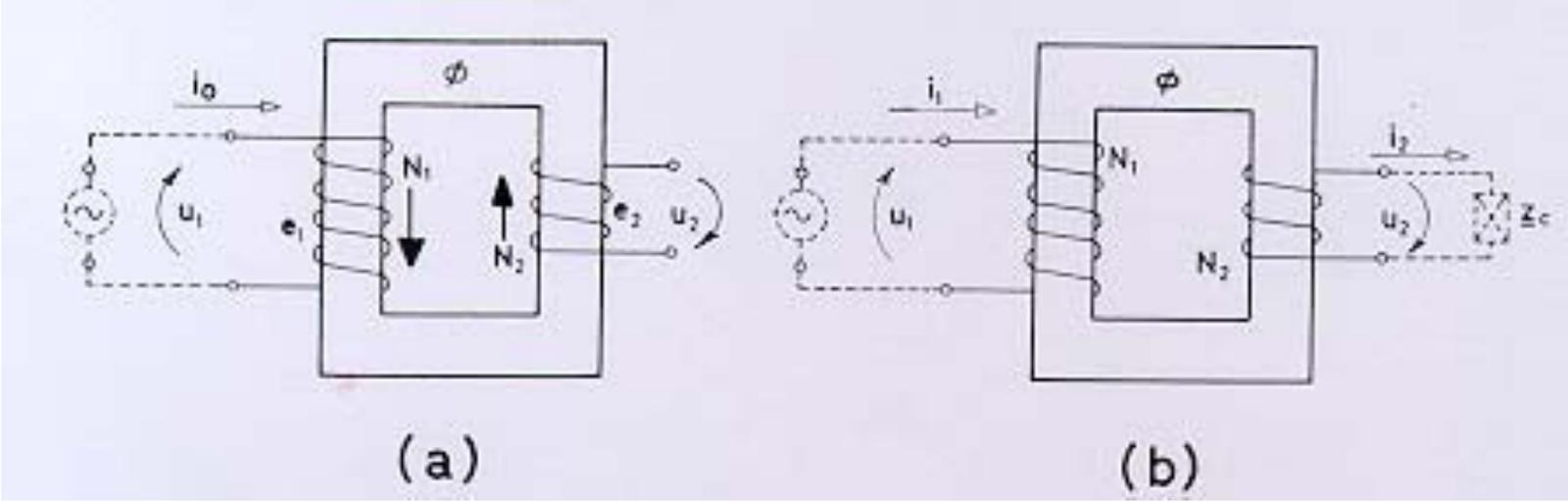


1.1 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

1. Conceptos básicos
2. Aspectos constructivos
3. Sistema de refrigeración
4. Regulación de tensión
5. Protección de transformadores



FUNDAMENTOS DE LOS TRANSFORMADORES :



Funcionamiento en vacío

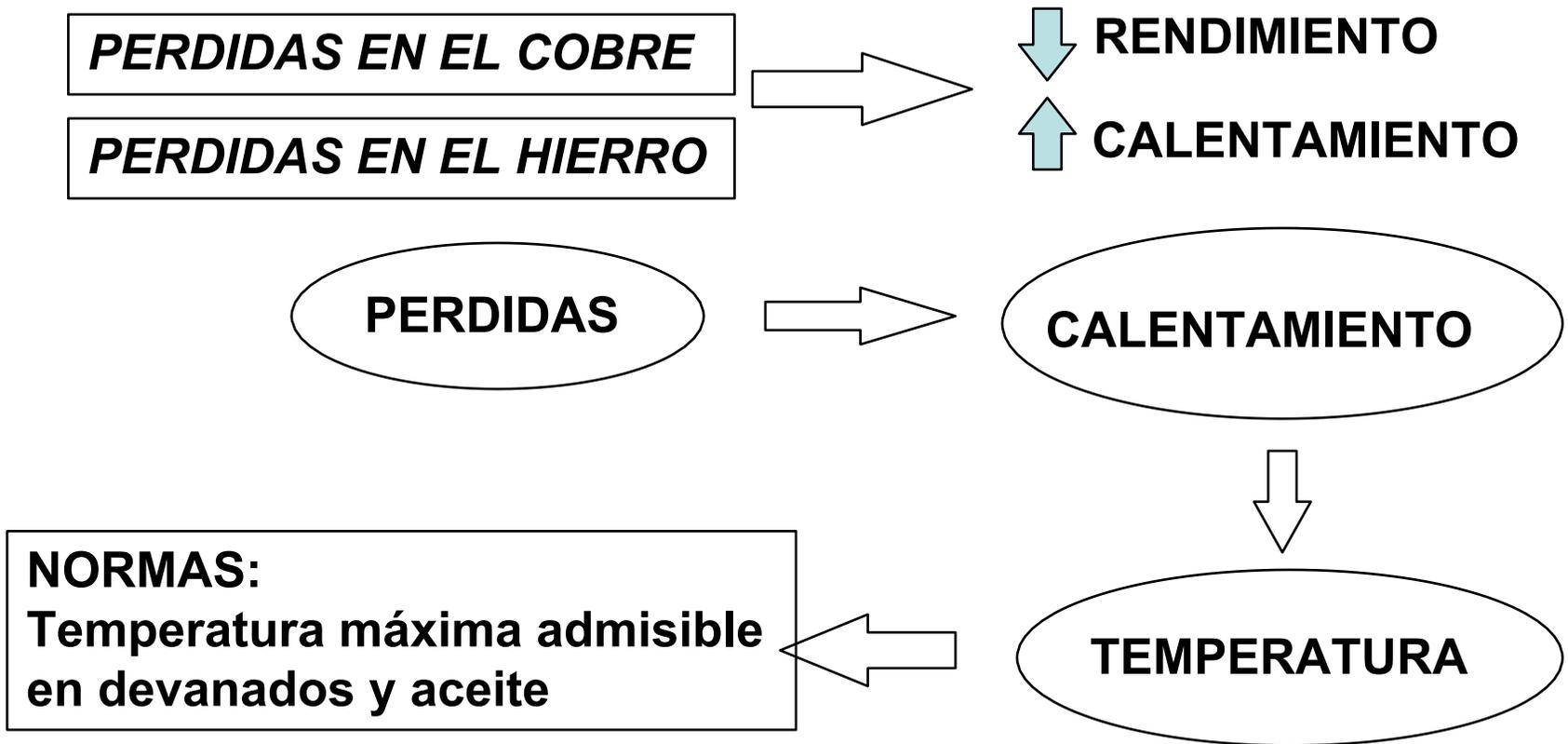
Funcionamiento en carga

Relación de transformación :

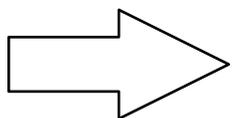
$$r_{tn} = \frac{U_{1,nominal}}{U_{2,vacio}} \approx \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$



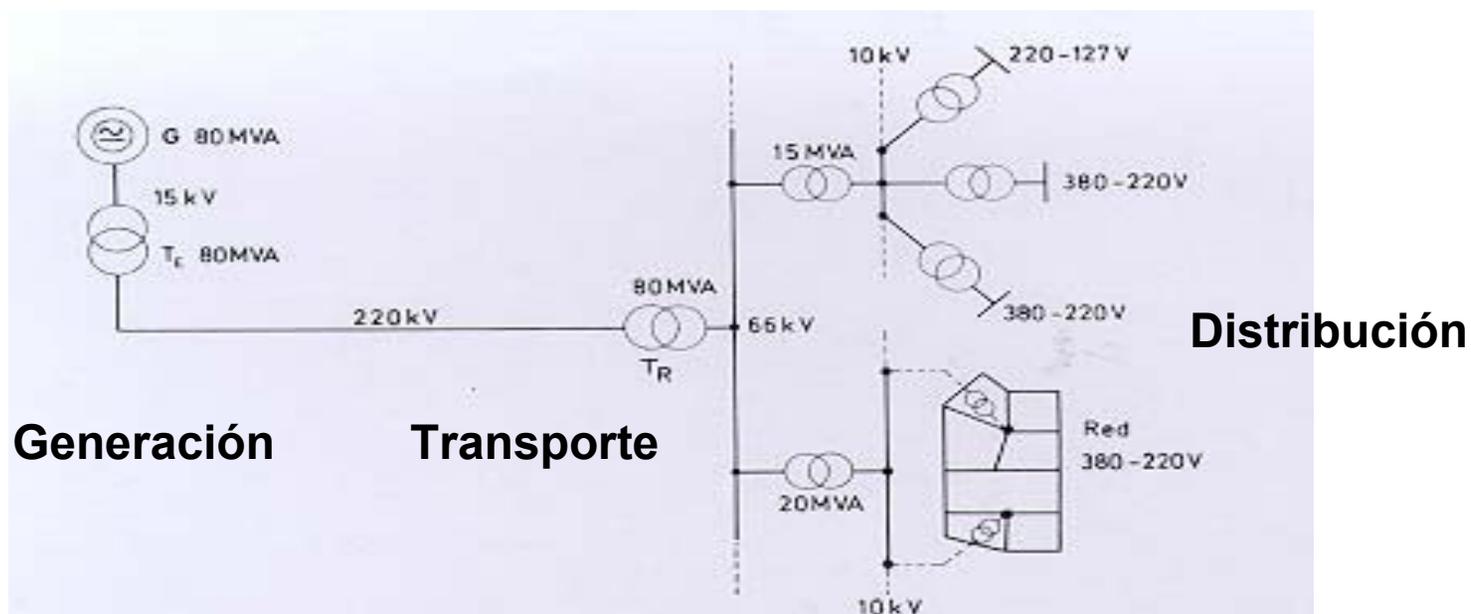
PERDIDAS Y CALENTAMIENTO:



FINALIDAD DE LOS TRANSFORMADORES:



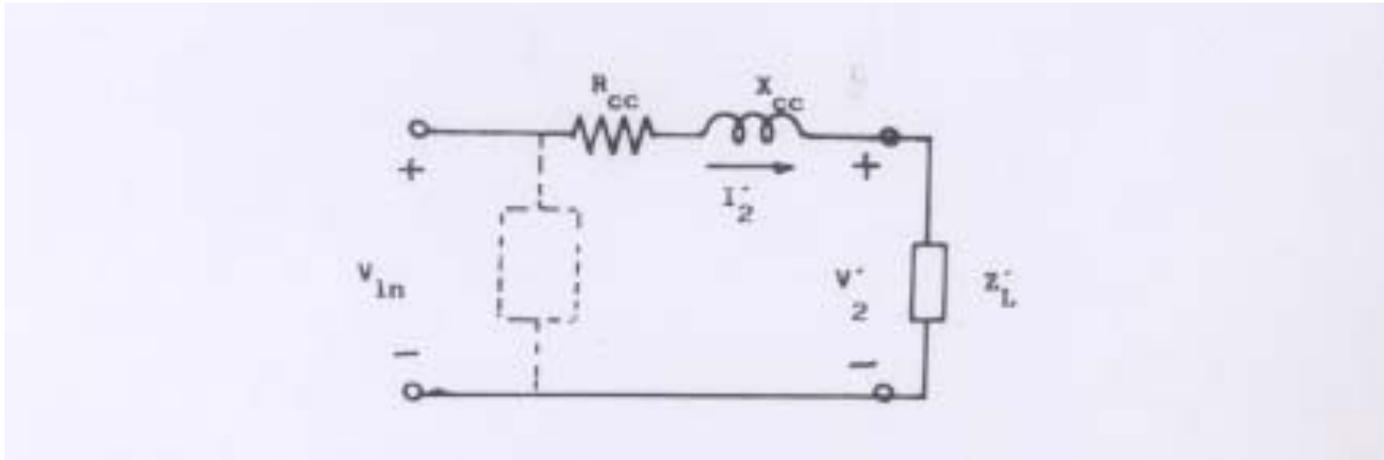
Transmisión de la energía eléctrica desde un sistema con una determinada tensión a otro con otra tensión distinta.



Impedancia de cortocircuito $Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}$

R_{cc} = Resistencia de pérdidas (en el hierro y en el cobre)

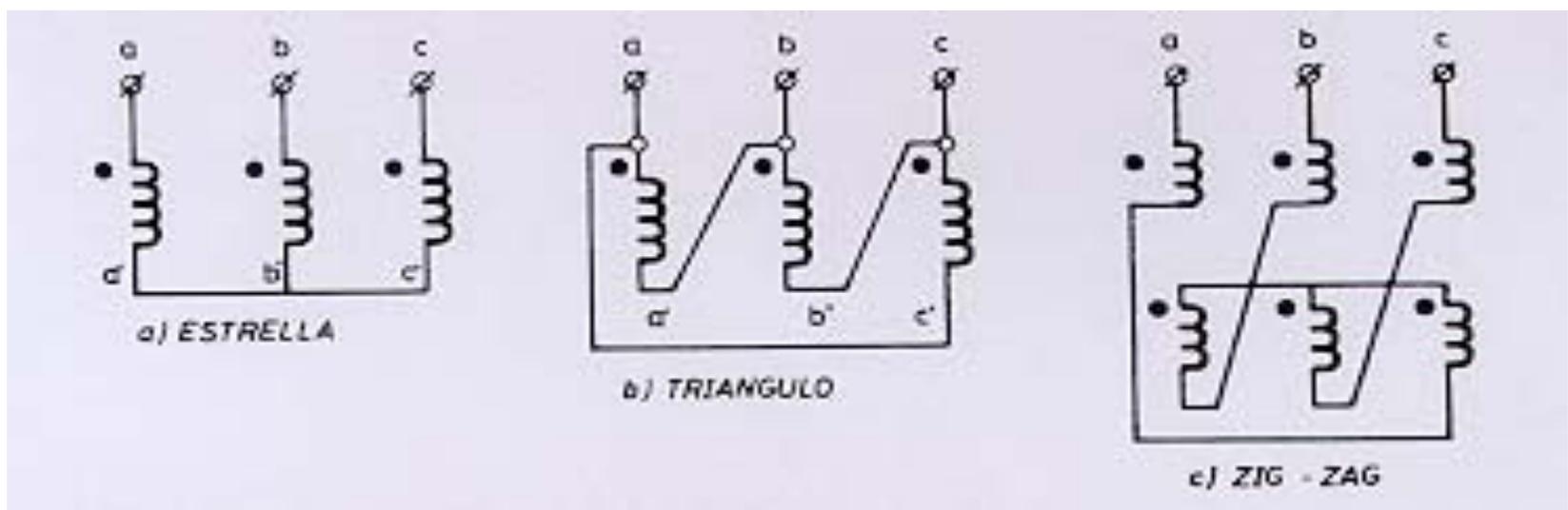
X_{cc} = Reactancia de dispersión



$$\varepsilon_{cc} = \frac{U_{cc}}{U_{1n} Z_n} 100(\%) = \frac{Z_{cc}}{Z_n} 100(\%) = Z_{cc}(\%)$$



GRUPOS DE CONEXION:



ESTRELLA	Y (lado de A.T.)	y (lado de B.T.)
TRIANGULO	D (lado de A.T.)	d (lado de B.T.)
ZIG-ZAG	Z (lado de A.T.)	z (lado de B.T.)



1.1.1 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Conceptos básicos

Índice horario:

Desfase existente, en vacío, entre las tensiones de línea primaria y secundaria en bornes homólogos

No se indica en grados sino en múltiplos de 30°

Grupos de conexión:

Caracteriza las conexiones de los dos arrollamientos y el índice horario

Índice de desfase (horario)	SIMBOLO DE ACOPLAMIENTO O DE CONEXIONES	Esquema vectorial		Esquema de conexiones	Relación de transformación (2)
		mayor tensión	menor tensión		
0 (0°)	D d 0				$\frac{N_1}{N_2}$
	Y y 0				$\frac{N_1}{N_2}$
	D z 0				$\frac{2}{3} \frac{N_1}{N_2}$
5 (150°)	D y 5				$\frac{N_1}{\sqrt{3} N_2}$
	Y d 5				$\frac{\sqrt{3} N_1}{N_2}$
	Y z 5				$\frac{2}{\sqrt{3}} \frac{N_1}{N_2}$
6 (180°)	D d 6				$\frac{N_1}{N_2}$
	Y y 6				$\frac{N_1}{N_2}$
	D z 6				$\frac{2}{3} \frac{N_1}{N_2}$
11 (330°) (-30°)	D y 11				$\frac{N_1}{\sqrt{3} N_2}$
	Y d 11				$\frac{\sqrt{3} N_1}{N_2}$
	Y z 11				$\frac{2}{\sqrt{3}} \frac{N_1}{N_2}$



Requisitos para que dos transformadores trabajen en paralelo:

- Tensiones nominales y grupo de conexión iguales
- Impedancia de cortocircuito en % similar (reparto de carga inversamente proporcional a la impedancia de cortocircuito)
- Tomas de regulación de tensión similares

Requisitos para energizar un transformador:

Poner toma de tensión en la mayor relación, para evitar sobreexcitaciones y sobretensiones



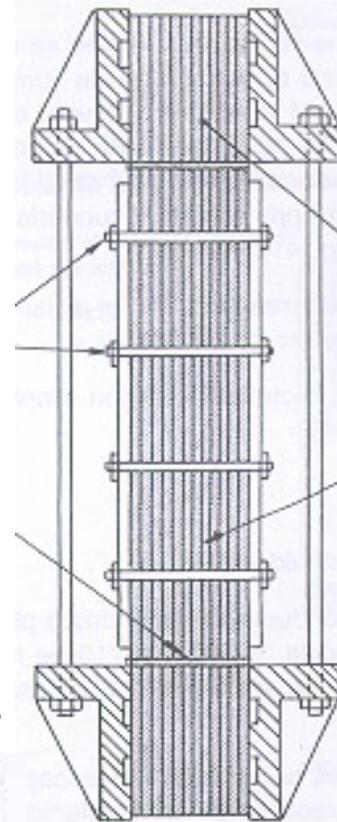
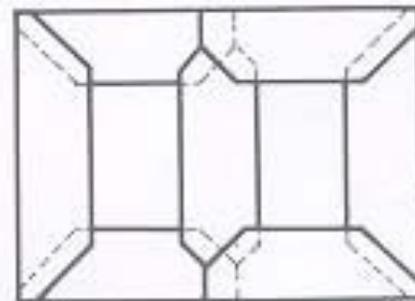
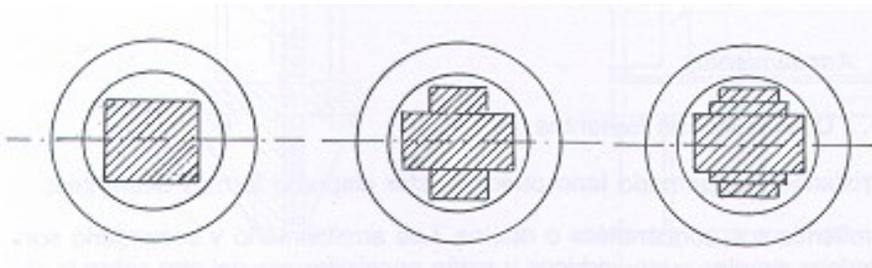
ELEMENTOS DE UN TRANSFORMADOR:

- NÚCLEO DE HIERRO
- ARROLLAMIENTOS
- CUBA
- ACCESORIOS



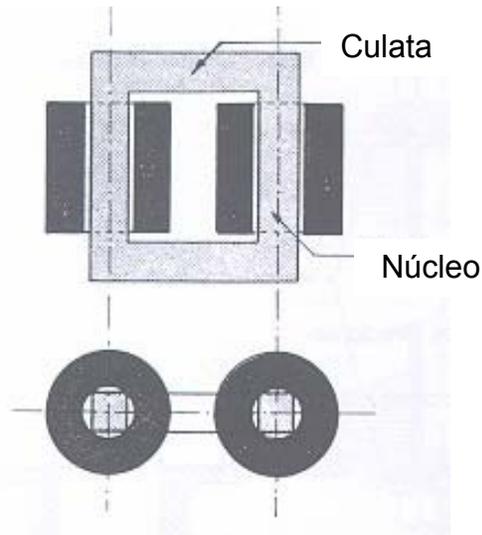
NÚCLEO DE HIERRO (circuito magnético):

- Formado por columnas y culatas
- Número de columnas según número de fases y tipo de construcción
- Chapas ferromagnéticas eléctricamente aisladas entre sí y de tipo “grano orientado” (tratamiento "CARLITE").
- Pérdidas magnéticas de la chapa= $800-1100 \text{ W/m}^3$
- Espesor de chapa= 0.35mm
- La sección tiende a la forma circular (paquetes de chapas apilados)
- Uniones de columnas y culatas a solape
- Cierres de fundición moldeada y uniones mediante tirantes y espárragos

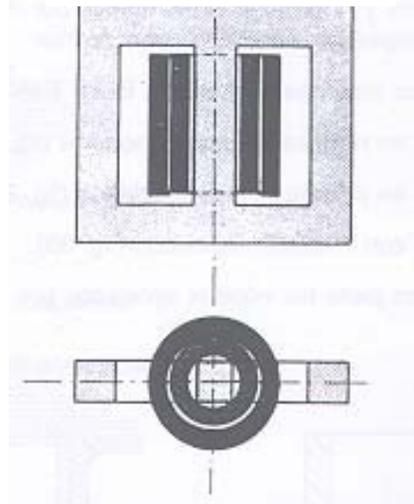


TIPOS DE NÚCLEOS MAGNETICOS

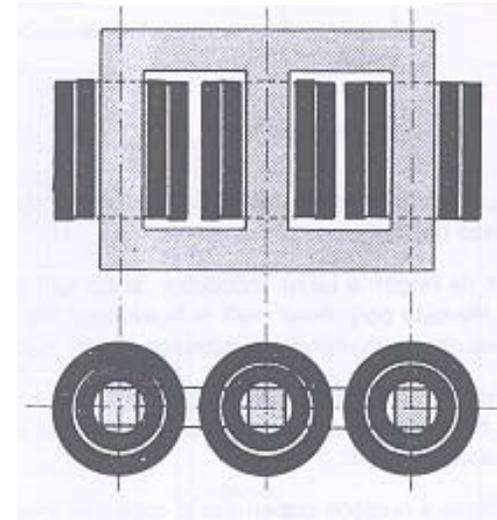
Monofásico ordinario



Monofásico acorazado

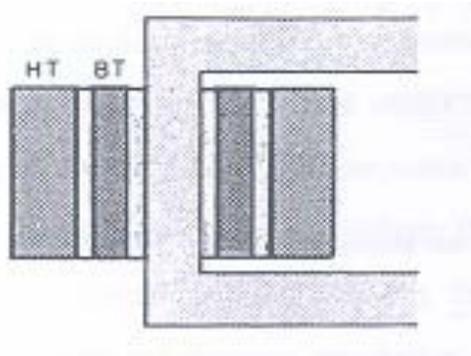


Trifásico ordinario

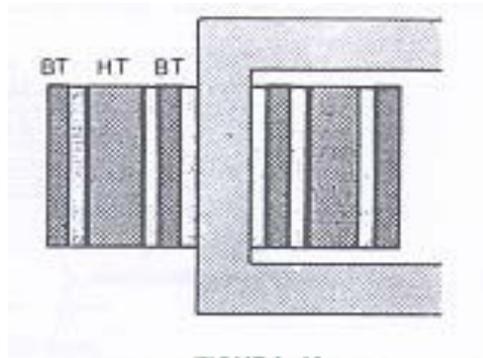


ARROLLAMIENTOS (circuitos eléctricos):

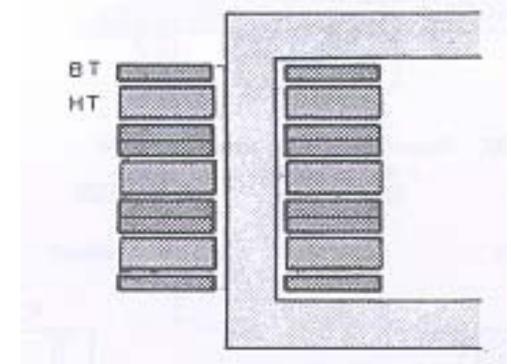
- Tipos: primario, secundario, terciario y de regulación (hasta 12 en total). Es importante conocer para un transformador en concreto la posición relativa de los devanados a la hora de analizar fallos
 - Cilíndricos y concéntricos (mejor resistencia a los cortocircuitos)
 - Separadores aislantes entre devanados
 - Canales de refrigeración gracias a cuñas entre espiras



Concéntricos simples



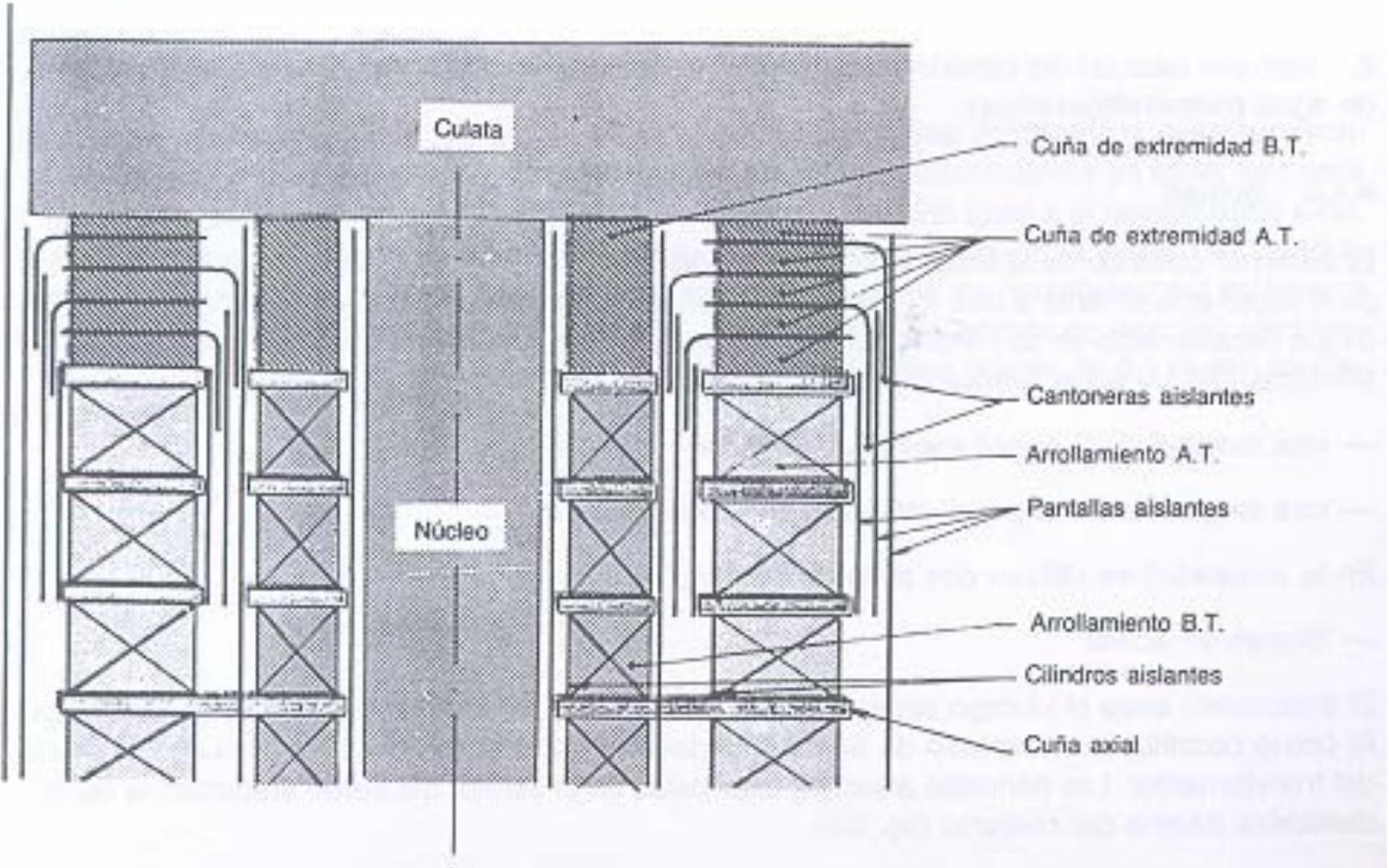
Concéntricos dobles



Alternados



1.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Aspectos constructivos



1.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Aspectos constructivos

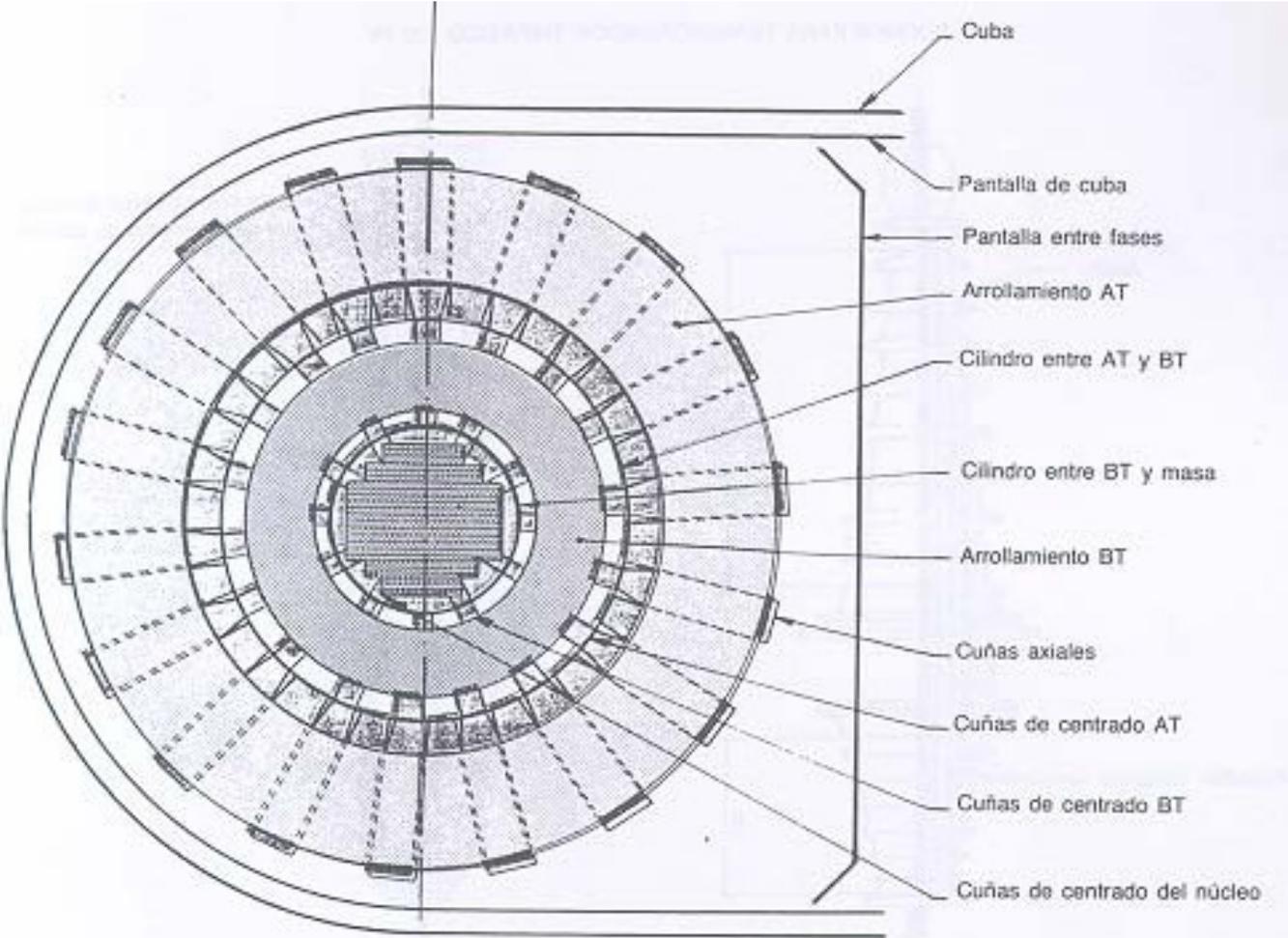


FIGURA 61. Montaje de los arrollamientos AT y BT



1.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Aspectos constructivos



MONTAJE DE NUCLEO MAGNETICO Y ARROLLAMIENTOS



CUBA

- LÁMINAS DE ACERO SOLDADAS + REFUERZOS
- ELEMENTOS DE IZAJE y ELEVACIÓN, MÉNSULAS, RUEDAS
- TAPA ATORNILLADA
- TERMINACIÓN
- LIMPIEZA CON GRANALLA DE ACERO
- 3 CAPAS DE PINTURA

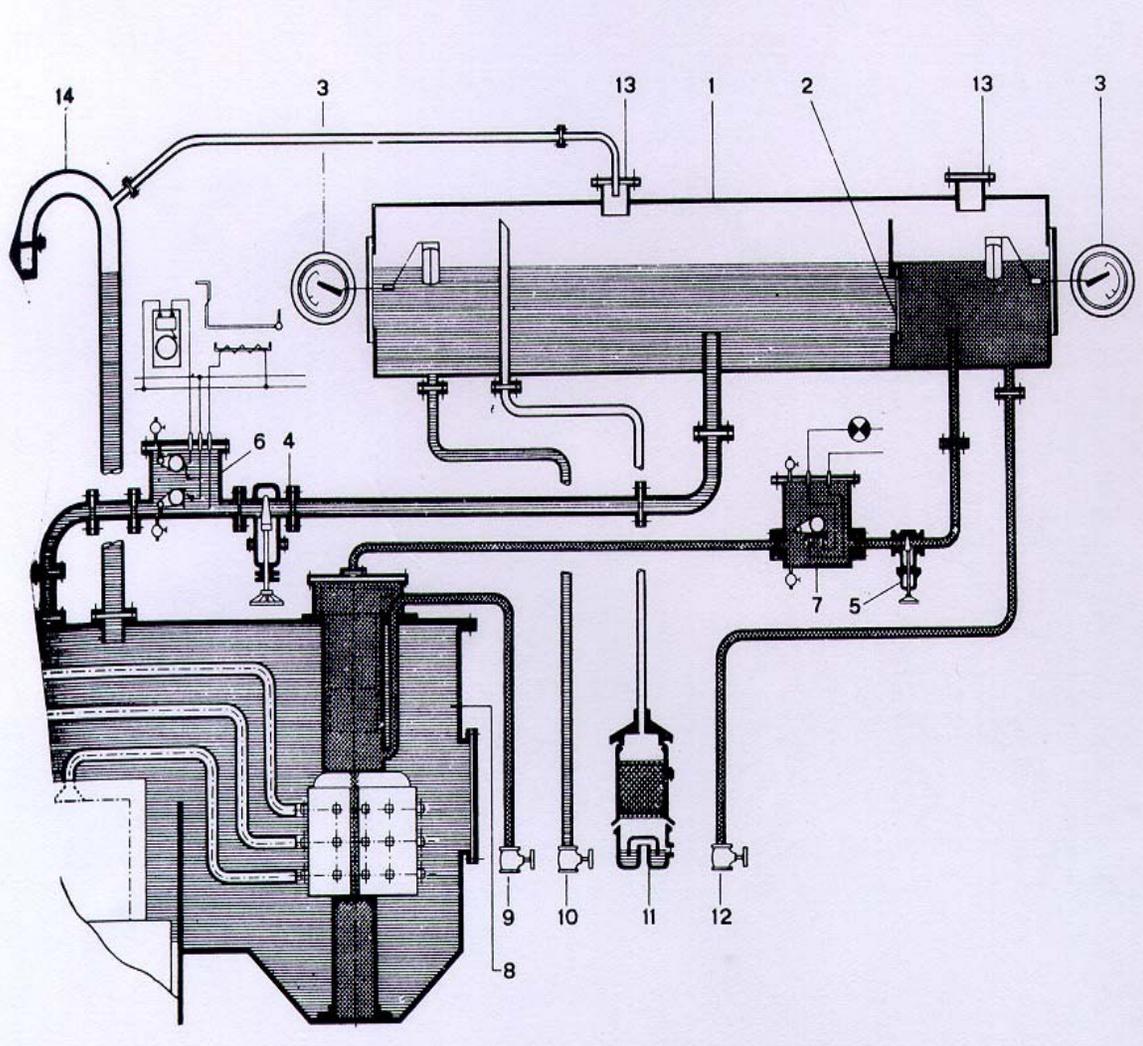


ACCESORIOS

- DEPÓSITO CONSERVADOR
- DESECADOR DE AIRE
- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE
- CHIMENEA / VÁLVULA DE EXPANSIÓN
- RELÉS BUCHHOLZ y JANSEN
- IMAGEN TÉRMICA
- TERMÓMETROS y TERMOSTATOS
- BORNAS
- VÁLVULAS de LLENADO y VACIADO, de PURGA, etc...
- ARMARIO DE CONTROL



1.1.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Aspectos constructivos



- 1.- Depósito de expansión
- 2.- Separador entre depósitos
- 3.- Indicadores de nivel de aceite
- 4 y 5.- Válvulas de apertura y cierre
- 6.- Rele Buchholtz de la cuba
- 7.- Rele Buchholtz-Jansen
- 8.- Aceite de cuba
- 9.- Válvula de toma de muestras
- 10 y 12.- Válvulas de vaciado
- 11.- Desecador
- 13.- Registro de depósitos
- 14.- Liberador de presión



DEPÓSITO CONSERVADOR:

- Permite las dilataciones y contracciones del aceite por cambio de temperatura.
- Evita la entrada de humedad del aire exterior
- Su cota debe de ser la más alta del transformador
- Internamente dividido para no mezclar aceite de cuba y regulador
- Autosoportado o soportado por la cuba



DESECADOR DE AIRE TIPO SILICAGEL

- SECA EL AIRE QUE ENTRA EN EL TRANSFORMADOR
- GRAVILLA DE GEL DE SÍLICE
(absorbe hasta un 40% de su peso en HUMEDAD)
- JUNTA LÍQUIDA para evitar contacto directo con la ATMÓSFERA



ESTADO ACTIVO

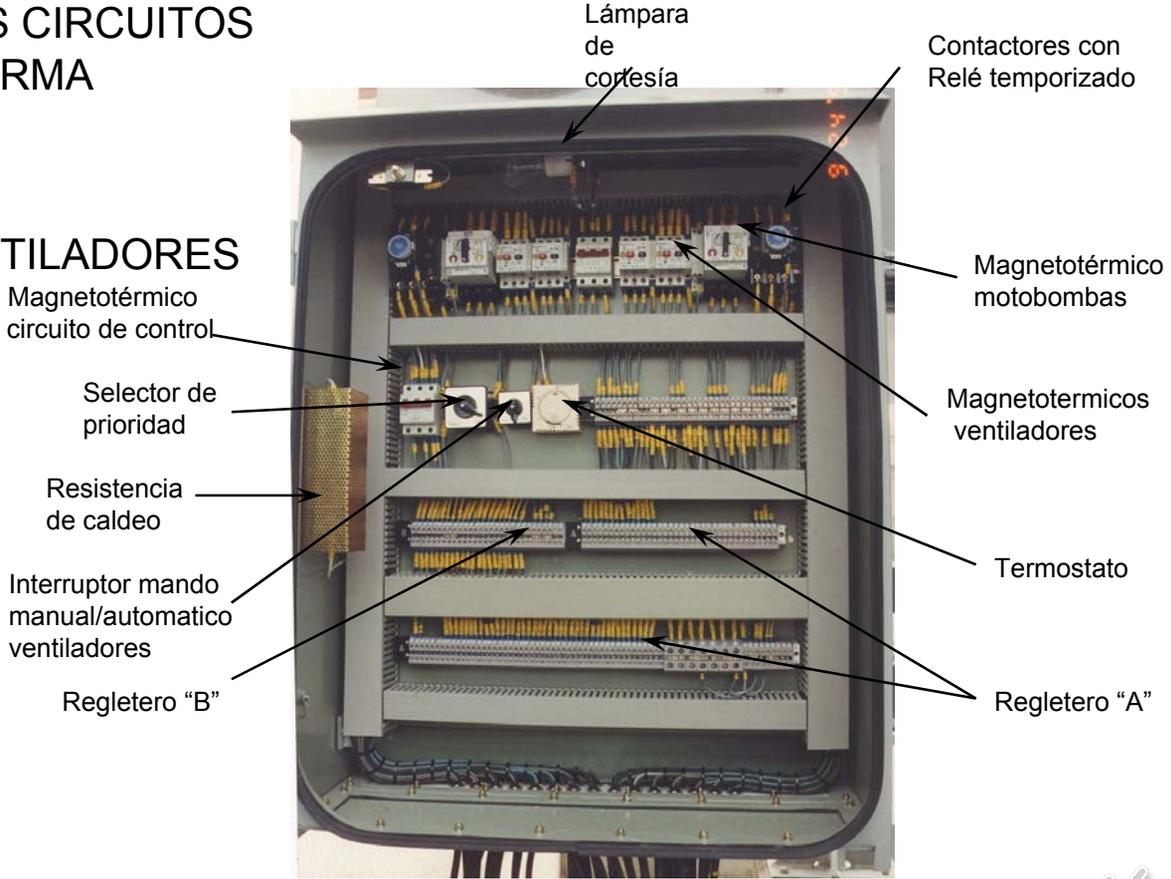


SATURADA



ARMARIO DE CONTROL

- CENTRALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS
- SEÑALIZACIONES DE ALARMA
- Y DISPARO
- ACCIONAMIENTO DE VENTILADORES
- Y MOTOBOMBAS



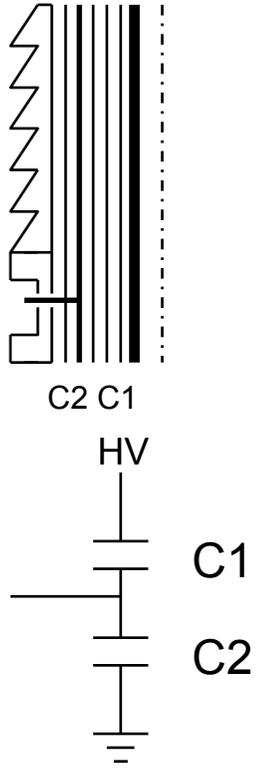
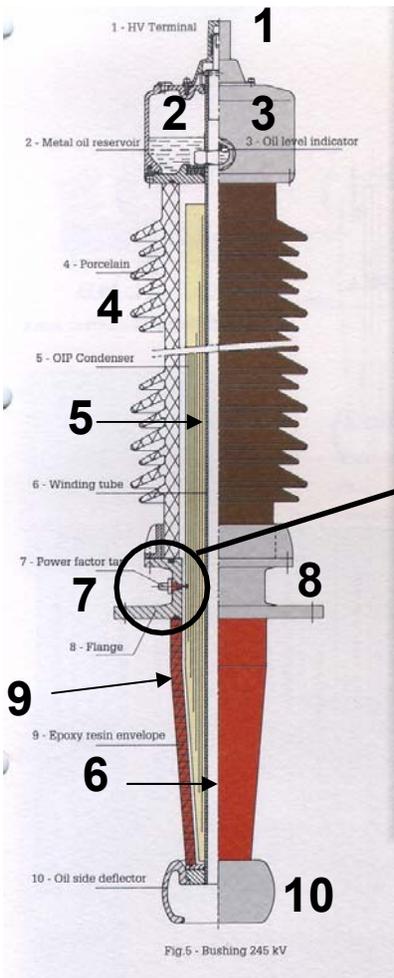
BORNES:

Permiten la conexión de los devanados internos del transformador a los conductores externos

Tipos: aceite- aceite, aceite-aire y aceite-SF6



CONSTITUCION FISICA DE LAS BORNES:



1. Terminal de alta tensión
2. Depósito de expansión de aceite
3. Indicador del nivel de aceite
4. Porcelana
5. Condensadores de papel impregnado en aceite
6. Tubo conductor
7. Toma capacitiva
8. Brida
9. Envoltura de resina
10. Deflector



SISTEMA DE REFRIGERACION

PÉRDIDAS en Fe y en Cu



CALENTAMIENTO



REDUCCIÓN vida AISLAMIENTOS

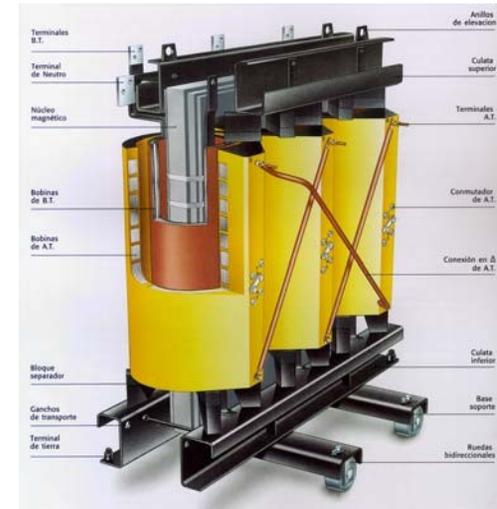


TRANSFORMADORES EN SECO

- Autorrefrigerados: circulación natural del aire
- Ventilación forzada: ventiladores externos

TRANSFORMADORES EN BAÑO DE ACEITE

- Refrigerante interno: aceite. Puede tener circulación forzada mediante motobombas
- Refrigerante externo: aire o agua
 - o Aire: puede ser por circulación natural o forzada
 - o Agua: siempre es circulación forzada (con presión de aceite mayor que de agua)



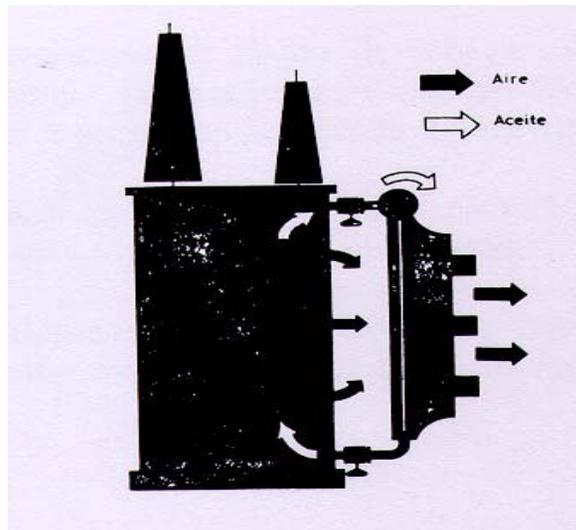
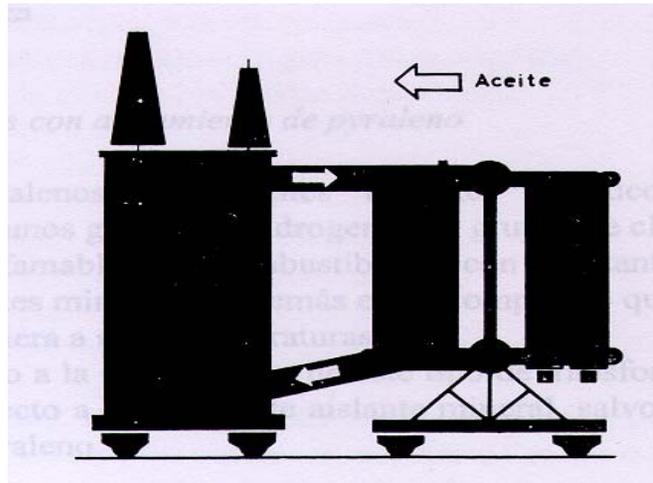
1.1.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Sistema de refrigeración

REFRIGERACIÓN EXTERIOR POR AIRE

□ Natural: el aceite circula por convección natural y, a través de los radiadores, disipa el calor

□ Forzada:

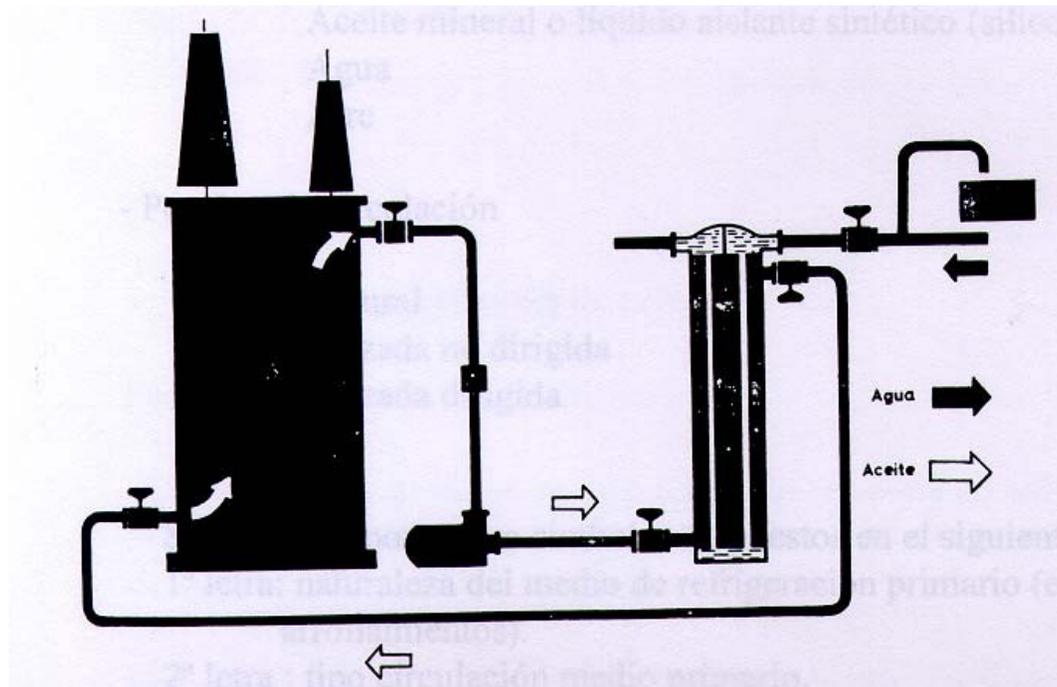
- ③ Ventiladores adosados a radiadores
- ③ Aerorrefrigerantes: intercambiador de calor aceite-aire
- ③ Motobombas para circulación forzada de aceite



REFRIGERACIÓN EXTERIOR POR AGUA

- SERPENTINES recorridos por AGUA FRÍA en la misma cuba
- BATERÍA de RADIADORES separados de la cuba:

HIDRORREFRIGERANTES



COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

AUTORREFRIGERACIÓN

- SENCILLEZ y AUSENCIA DE EQUIPOS
- HASTA 15 MVA

VENTILACIÓN FORZADA

- VENTILADORES, ARMARIO DISTRIB.
- EVALUAR CONSUMO VENTILADORES
- MENOR PESO esp / kVA
- HASTA 100 MVA

CIRCULACIÓN FORZADA DE ACEITE

- MOTOBOMBAS
- EVALUAR CONSUMO
- REF. EXTERIOR POR **AIRE** en exterior
- REF. EXTERIOR POR **AGUA** en interior



DESIGNACIONES DE LOS MÉTODOS DE REFRIGERACIÓN

NATURALEZA DEL MEDIO

•ACEITE NATURAL O LÍQUIDO AISLANTE SINTETICO	O
•LÍQUIDO AISLANTE SINTÉTICO NO INFAMABLE	L
•AGUA	W
•AIRE	A
•GAS	G

TIPO DE CIRCULACIÓN

•NATURAL	N
•FORZADA (ACEITE NO DIRIGIDO)	F
•FORZADA ACEITE DIRIGIDO	D

DESIGNACIÓN:

1ª letra **NATURALEZA MEDIO PRIMARIO**

ONAN/ONAF 70/100%

2ª letra **TIPO CIRCULACIÓN MEDIO PRIMARIO**

OFAF

3ª letra **NATURALEZA MEDIO SECUNDARIO**

AN

4ª letra **TIPO CIRCULACIÓN MEDIO SECUNDARIO**



ACEITE MINERAL AISLANTE: mezcla de hidrocarburos

ACEITE COMO AISLANTE

TENSIÓN DE RUPTURA ALTA (aceite nuevo mayor a 220 KV/cm)

TANGENTE DEL ANGULO DE PÉRDIDAS BAJA (menor a 1% a
90 °)

ACEITE COMO REFRIGERANTE

- VISCOSIDAD BAJA
- DENSIDAD BAJA
- PUNTO DE CONGELACIÓN BAJO
- PUNTO DE INFLAMACIÓN ALTO



PRINCIPALES ENEMIGOS DEL ACEITE :

- HUMEDAD
- ESTRÉS ELÉCTRICO
- TEMPERATURA
- OXIGENO
- PARTICULAS Y PRODUCTOS POLARES



La conjunción de estos factores conduce al deterioro de las propiedades aislantes del aceite básicamente mediante procesos de envejecimiento-oxidación



CALENTAMIENTOS

ARROLLAMIENTO

$$40+65=105\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ACEITE

$$40+60=100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ACEITE en la parte superior cuba:

con conservador

60°C

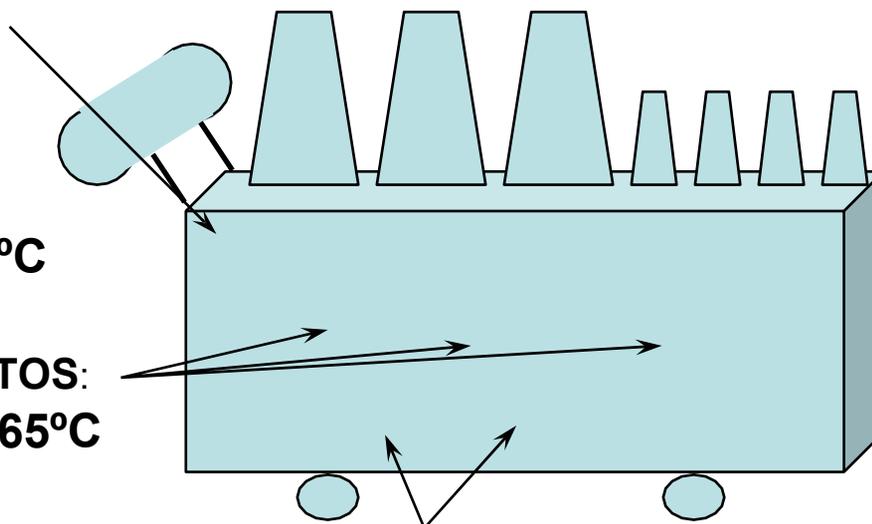
sin conservador **55°C**

ARROLLAMIENTOS:

refrig. N ó F **65°C**

refrig. D

70°C



Fluido de refrigeración:

AIRE 40°C

AGUA 25°C

CTO. MAGNÉTICO y

otros elementos:

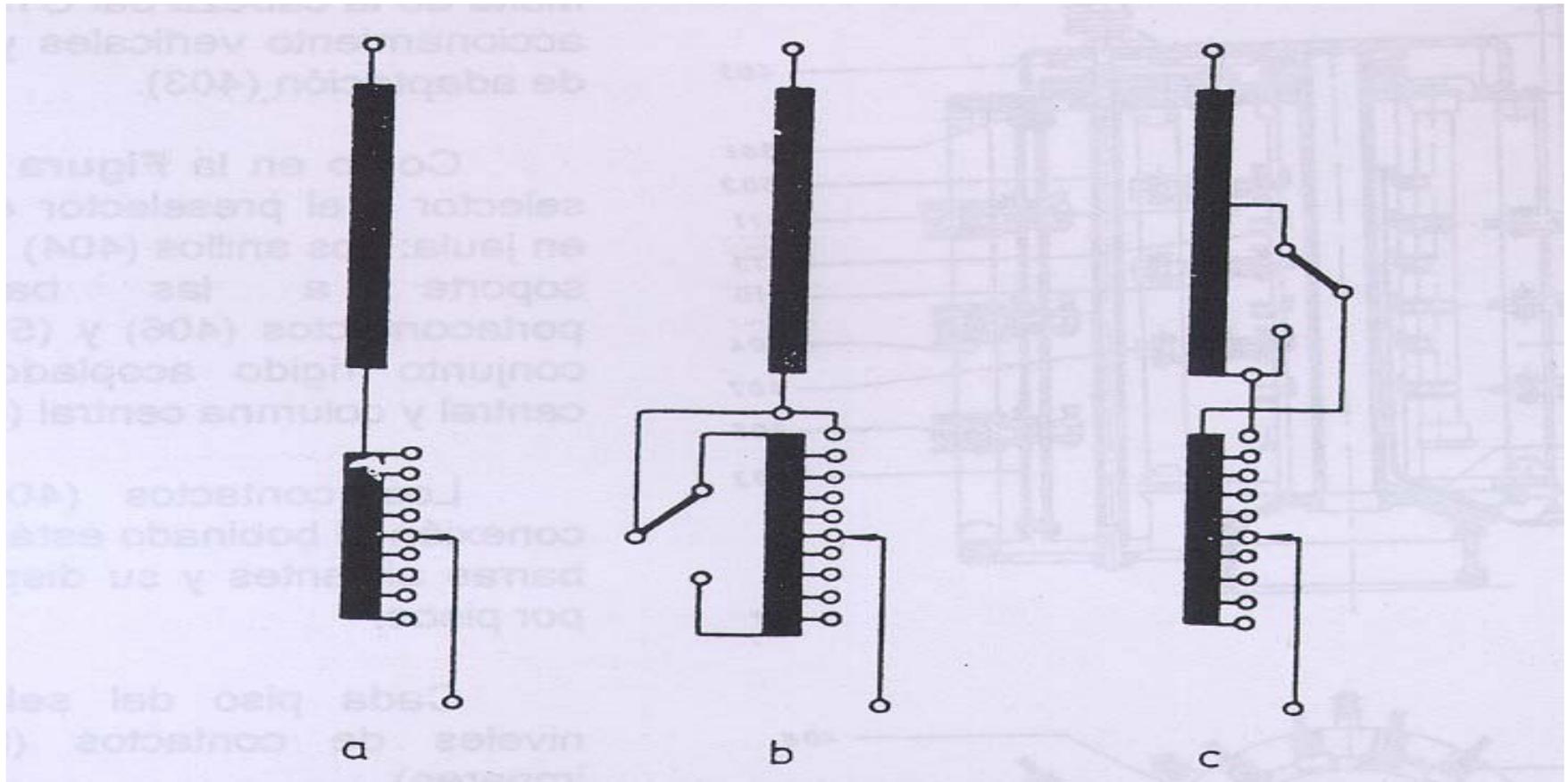
No sobrepasar calentamiento del Punto más caliente.



- **Devanado de regulación:** devanado adicional que dispone de tomas intermedias para modificar la relación de transformación variando el número de espiras
- **Regulador de tensión:** dispositivo que permite realizar la conmutación manual o automática de una toma a otra. Puede ser regulador en vacío (cambia de toma con el transformador fuera de servicio) o regulador en carga
- **El devanado de regulación puede estar en el lado de alta o de baja y, físicamente es el más externo, por facilidades constructivas**



TIPOS DE REGULADOR



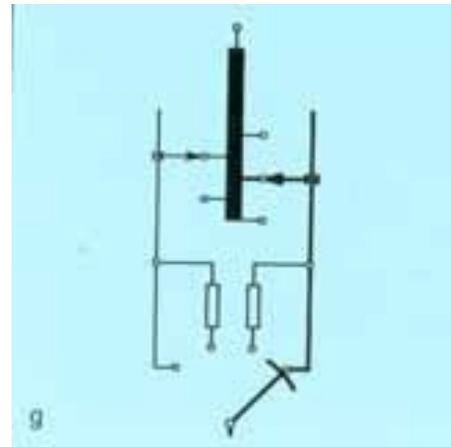
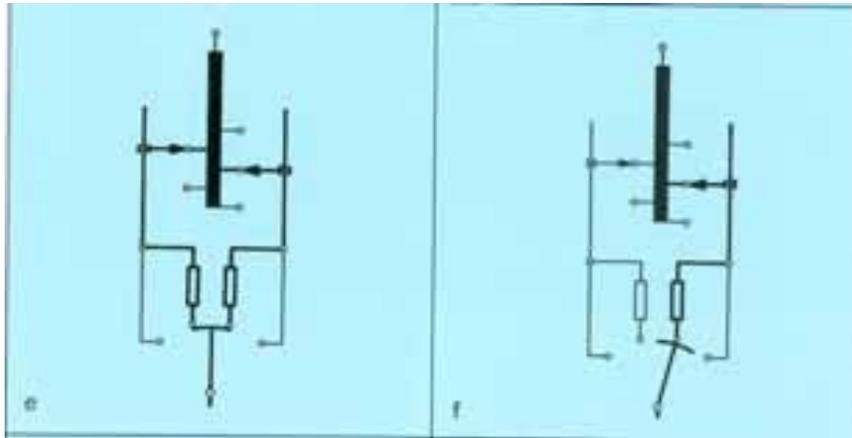
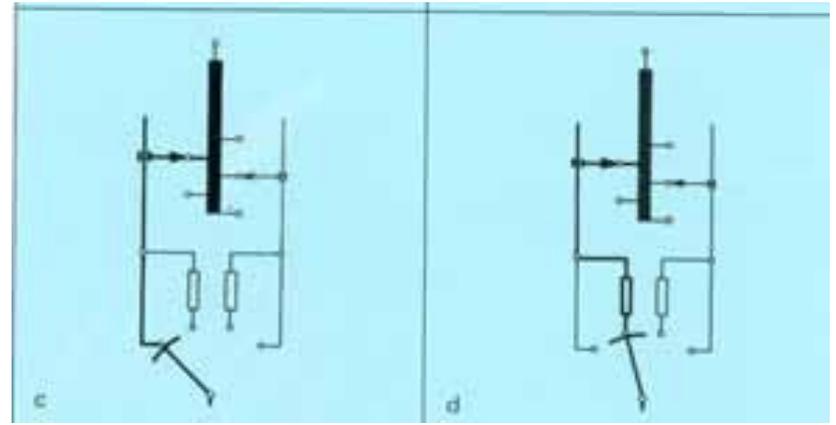
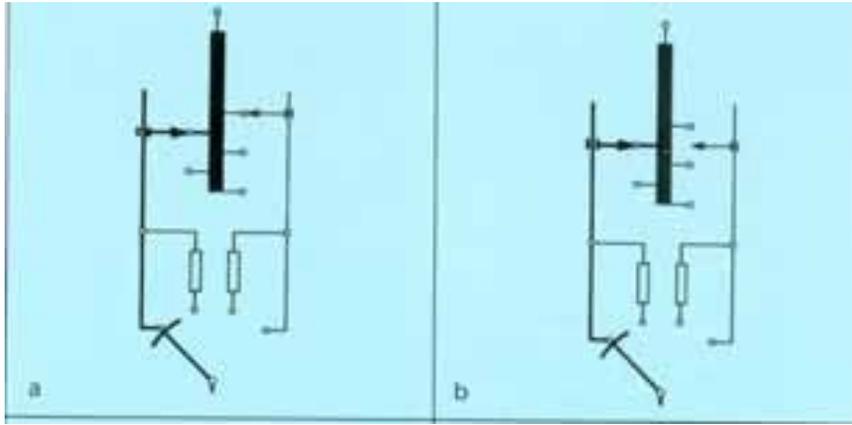
sin inversor

con inversor

de gran escalón

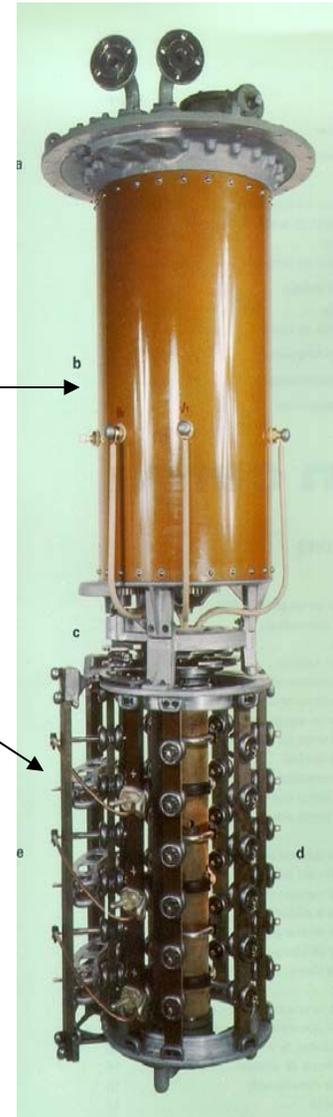


1.1.4 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Regulador de tensión



ELEMENTOS DE UN CAMBIADOR DE TOMAS EN CARGA:

- CONMUTADOR O RUPTOR
- SELECTOR DE TOMAS
- DEPOSITO DE ACEITE DEL CONMUTADOR
- CABEZA DEL REGULADOR
- ARMARIO DE ACCIONAMIENTO O MANDO
- TRANSMISION



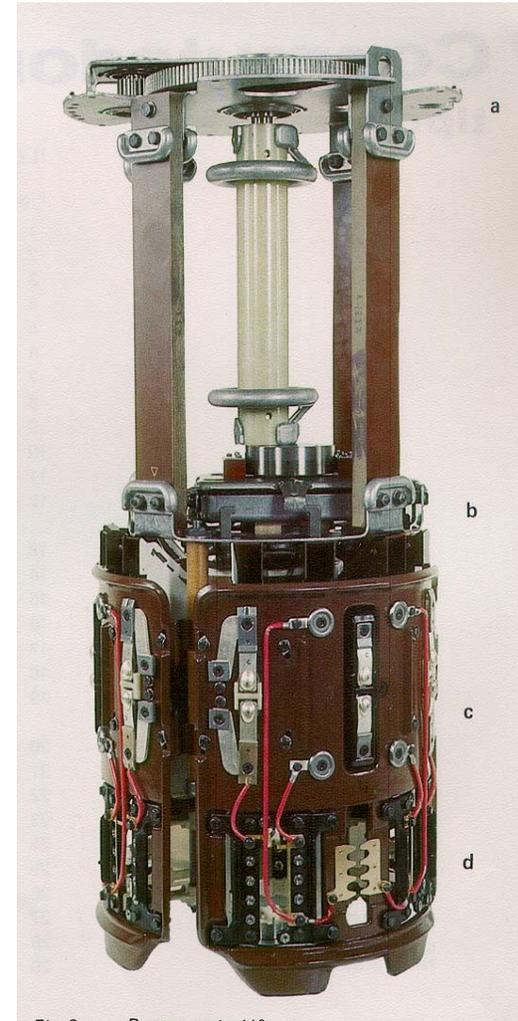
CONMUTADOR:

Realiza la conmutación (paso de una toma a otra) sin interrupción de servicio



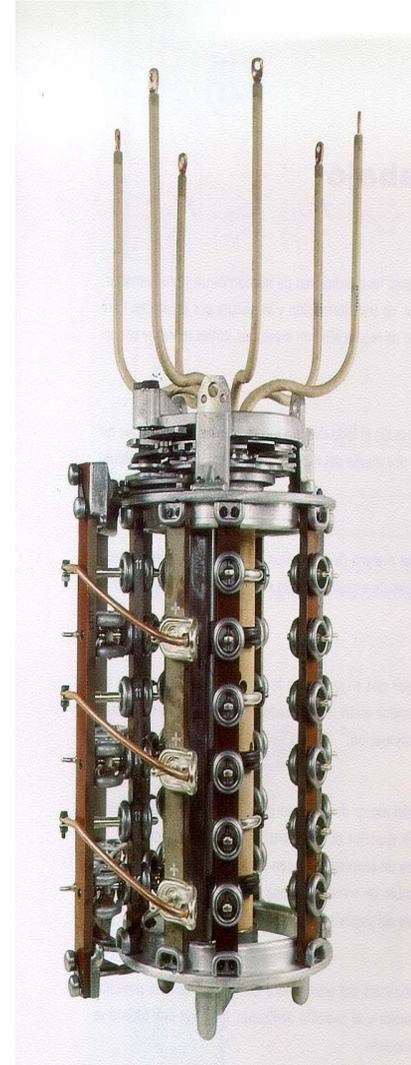
ESPIRAS CORTOCIRCUITADAS

- Conmutación breve
- Resistencias transitorias
- Aceite independiente



SELECTOR:

- Conduce la corriente de la toma en servicio
- Selecciona la próxima toma

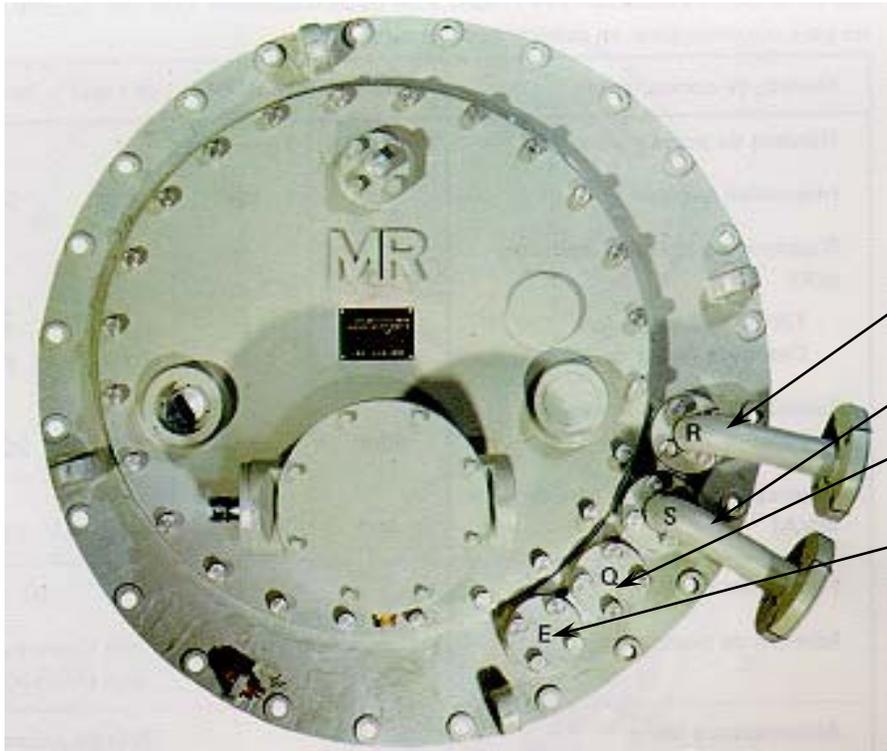


1.1.4 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Regulador de tensión



CABEZA DEL REGULADOR:

Contiene el mecanismo de acumulación de energía y el accionamiento del selector



Depósito (BJ)

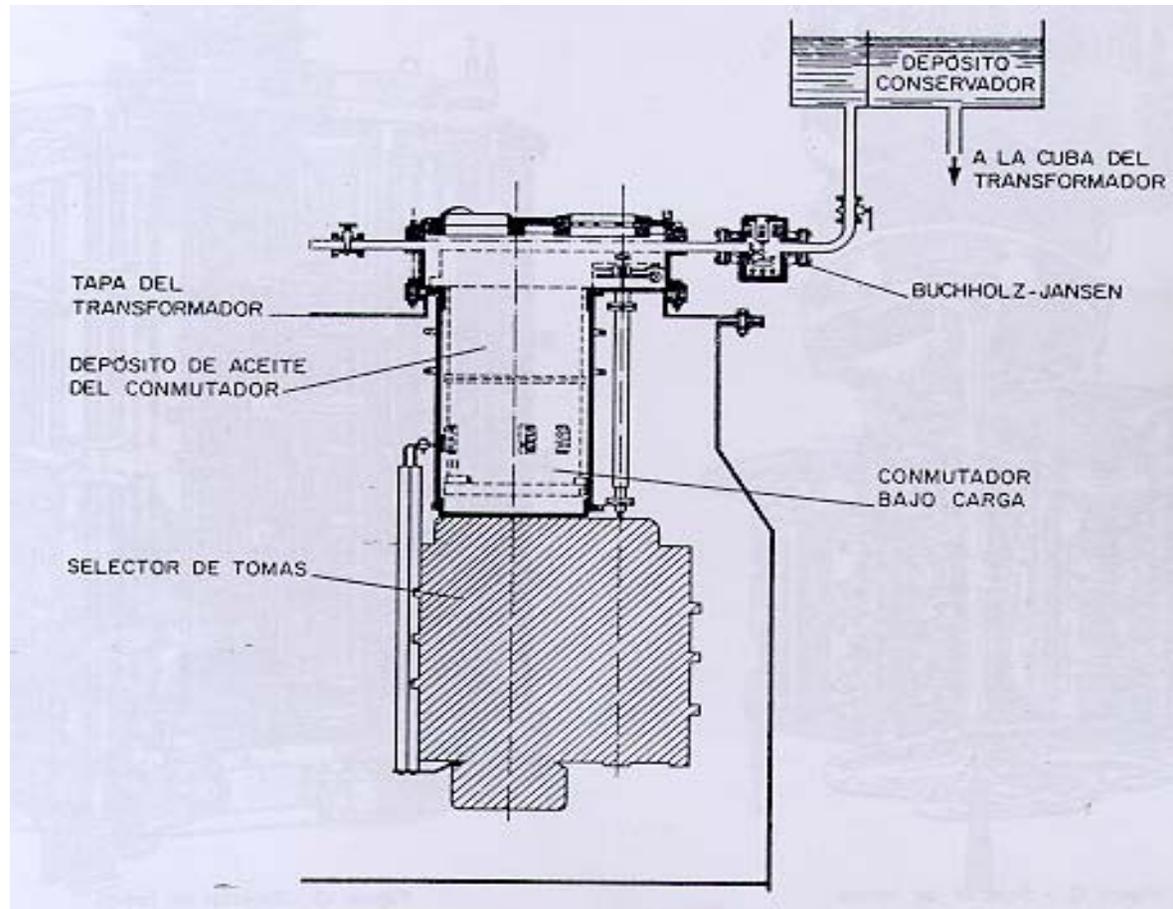
Fondo (vaciado)

Retorno aceite
(filtrado)

Comunicación cuba



DEPOSITO DE ACEITE DEL CONMUTADOR:



TIPOS DE PROTECCIONES DE UN TRANSFORMADOR:

PROPIAS

TERMÓMETRO	26-1
TERMOSTATO	26-2
IMAGEN TÉRMICA	49
INDICADOR NIVEL DE ACEITE	63N
LIBERADOR DE PRESIÓN	63L
RELÉ BUCHHOLZ	63B
RELÉ BUCHHOLZ-JANSEN	63-BJ

EXTERNAS

DIFERENCIAL	87
SOBREINTENSIDAD	50-51



TERMÓMETRO 26-1

- MIDE TEMPERATURA DEL ACEITE
- 3 AGUJAS: NEGRA, AZUL y ROJA
- SEÑAL DE ALARMA
- SOBRECARGAS PERMANENTES

ESFERA INDICADORA

CAJA DE REGLETERO

TUBO CAPILAR

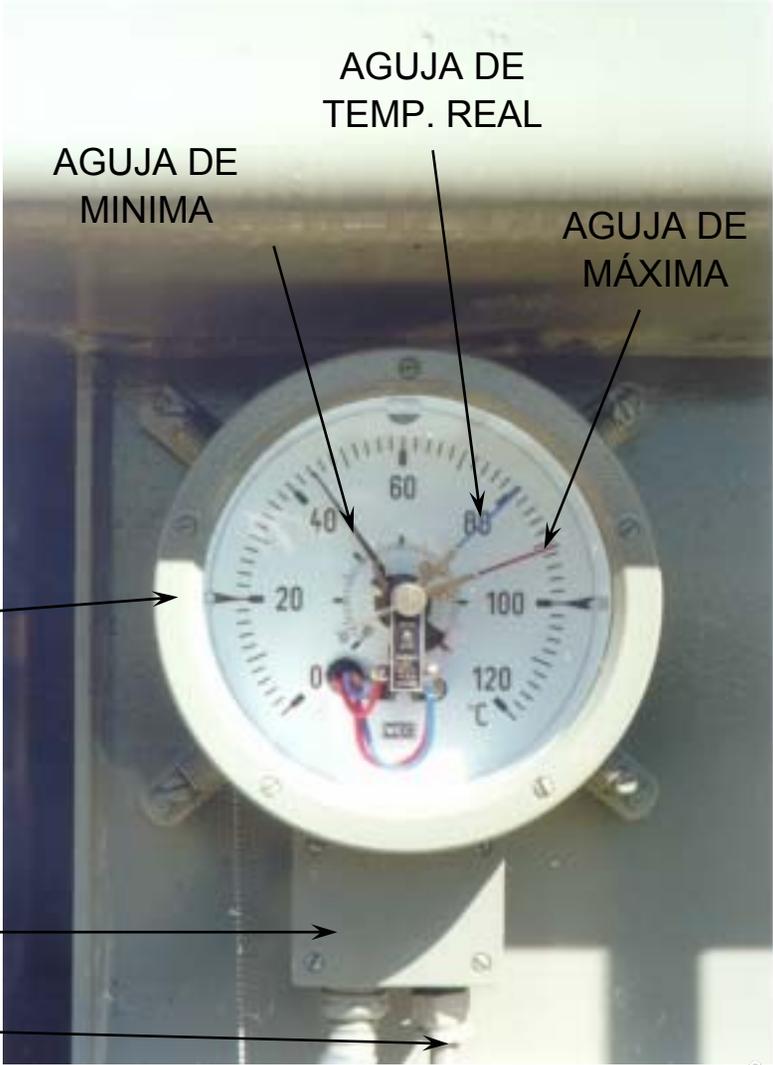
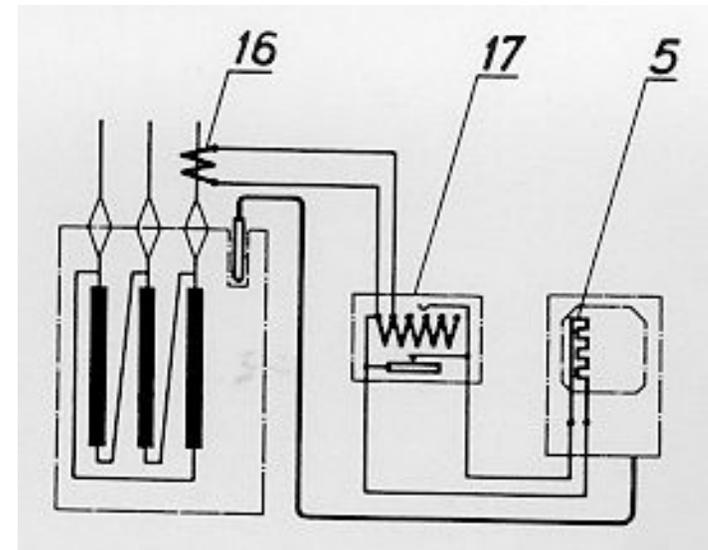
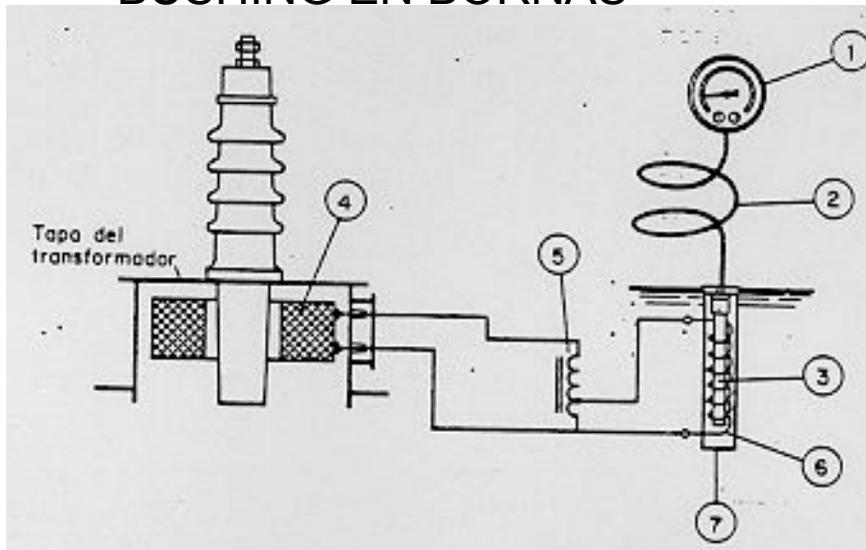


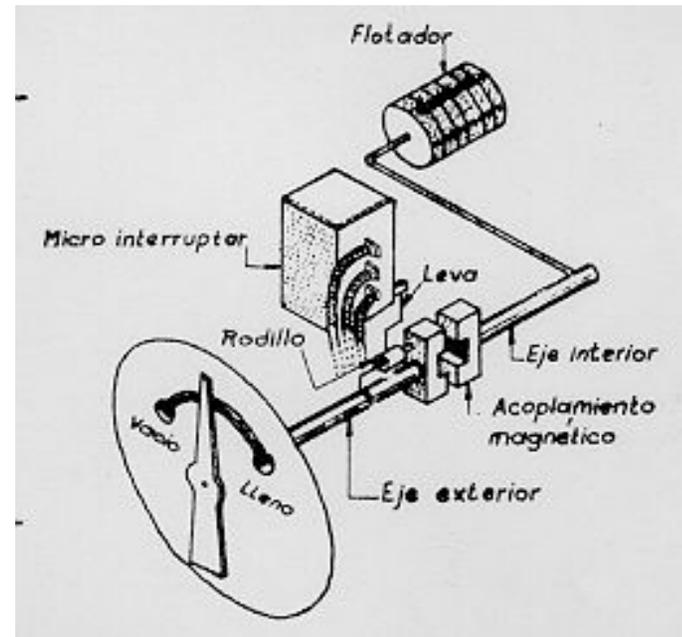
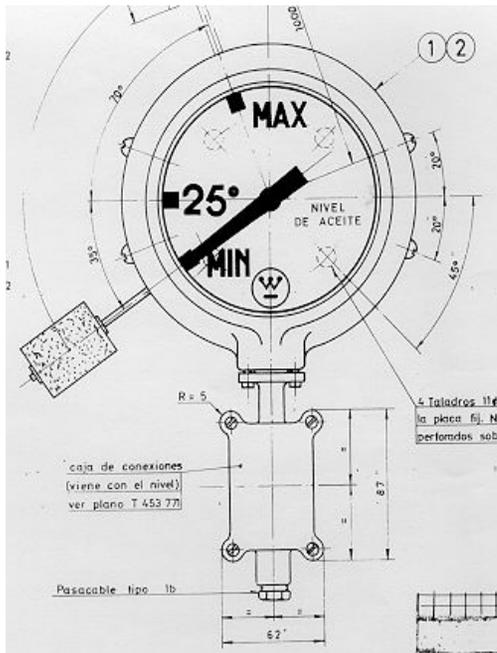
IMAGEN TÉRMICA 49

- TEMPERATURA DEL ACEITE + INTENSIDAD DEVANADOS
- ACCIONAMIENTO VENTILADORES / MOTOBOMBAS
- SEÑAL DE **ALARMA** y **DISPARO** (SOBRECARGAS PERMANENTES)
- BUSHING EN BORNAS



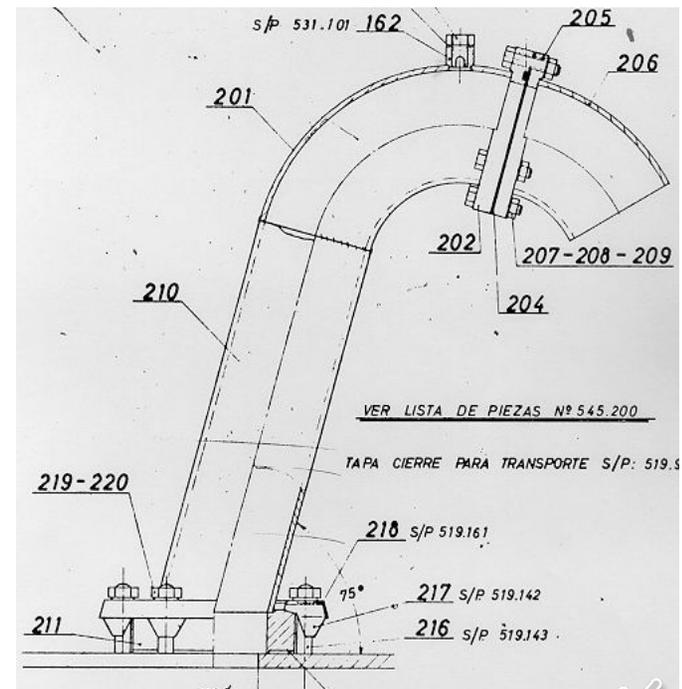
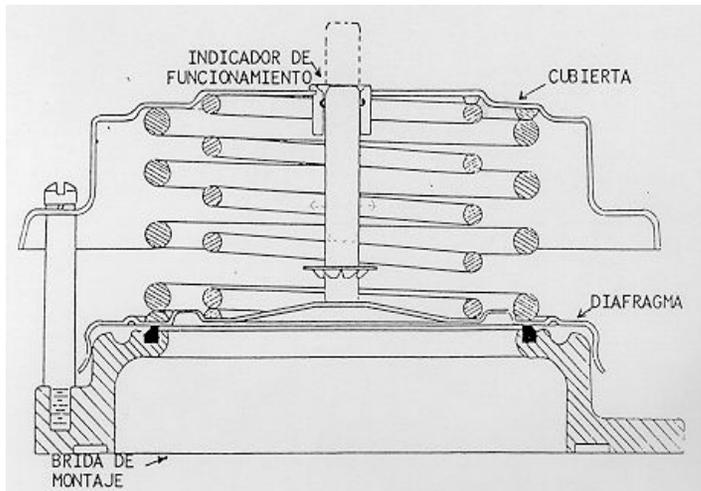
INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE 63-N 63-NJ

- NIVEL DE ACEITE EN CUBA y CONMUTADOR
- TUBO DE CRISTAL / NIVEL MAGNÉTICO
- SEÑAL DE **ALARMA** PARA BAJO NIVEL DE ACEITE



LIBERADOR DE PRESIÓN 63-L

- CHIMENEA / VÁLVULA LIBERADORA DE PRESIÓN
- ELIMINA SOBREPRESIONES (EVAPORACIÓN+CALENTAMIENTO DEL ACEITE POR CORTOCIRCUITOS o DERIVACIONES)
- SEÑAL DE ALARMA

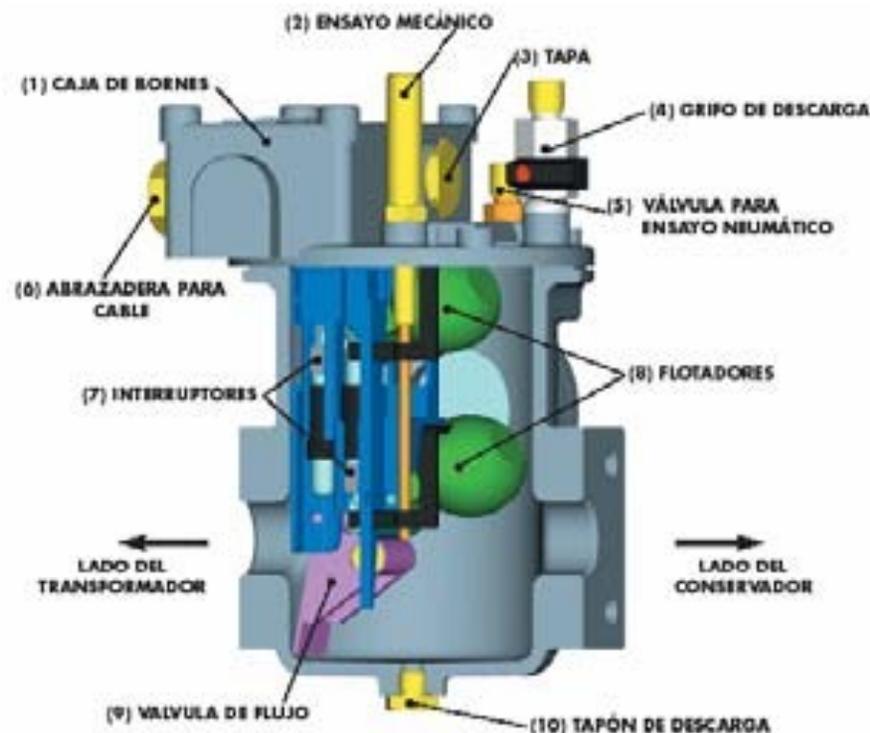


RELÉ BUCHHOLZ 63-B

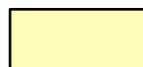
- DETECTA DESPRENDIMIENTOS GASES
- CALENTAMIENTOS LOCALES
- SEÑAL DE ALARMA y DISPARO
- RECUPERACIÓN DE GASES
- ANTISÍSMICOS

TIPOS DE FALTAS:

- ROTURA CONEXIÓN
 - DEFECTOS AISLAMIENTO
 - CORTOCIRCUITOS / SOBRECARGAS
- BRUSCAS
- DESCARGAS PARCIALES EN ACEITE
 - MAL ESTADO JUNTAS NÚCLEO-CULATAS
- o UNIÓN CHAPAS MAGNÉTICAS



COLOR GAS



ORIGEN

PAPEL o CARTÓN

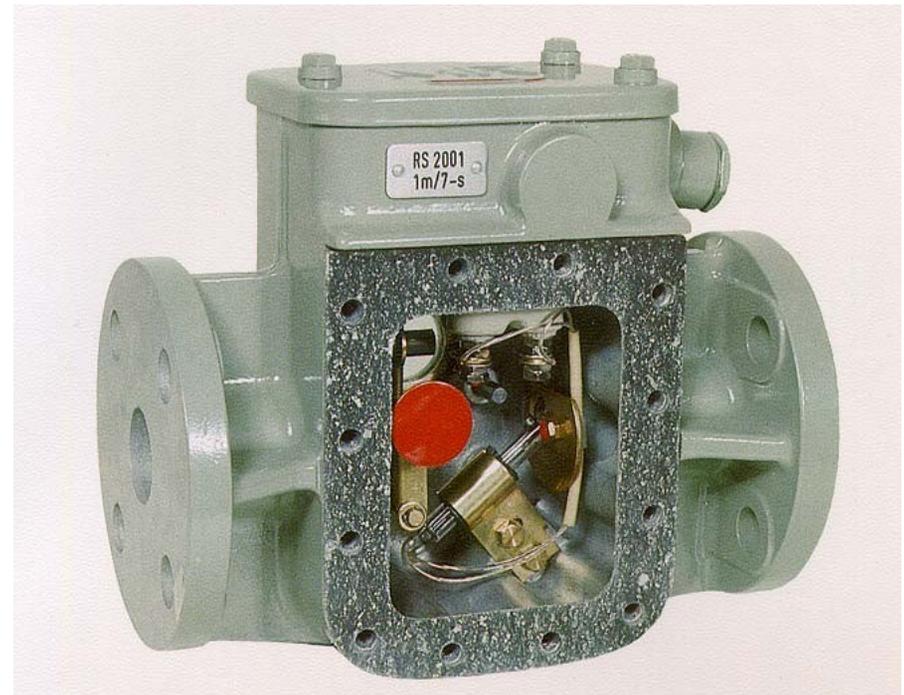
MADERA

ACEITE



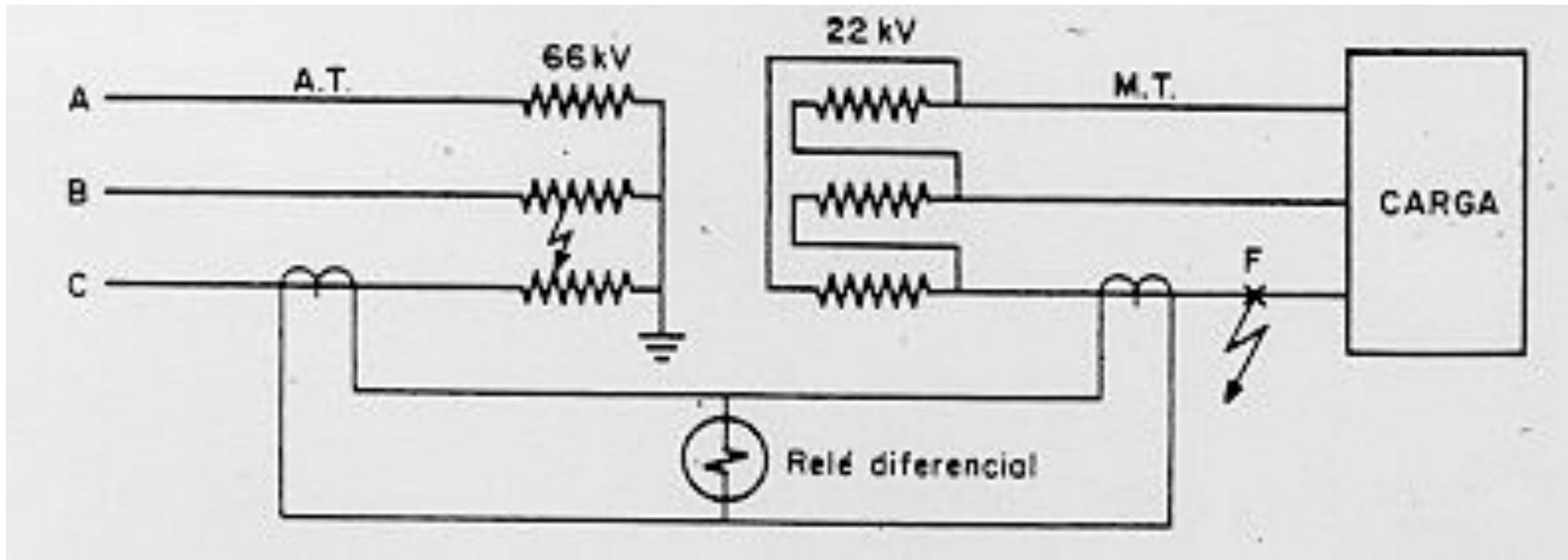
RELÉ BUCHHOLZ-JANSEN 63-BJ

- PARA EL REGULADOR TIPO JANSEN
- DETECTA CIRCULACIÓN DEL ACEITE POR SOBREPRESIONES
- SEÑAL DE **DISPARO**
- DISPOSITIVO DE COMPUERTA



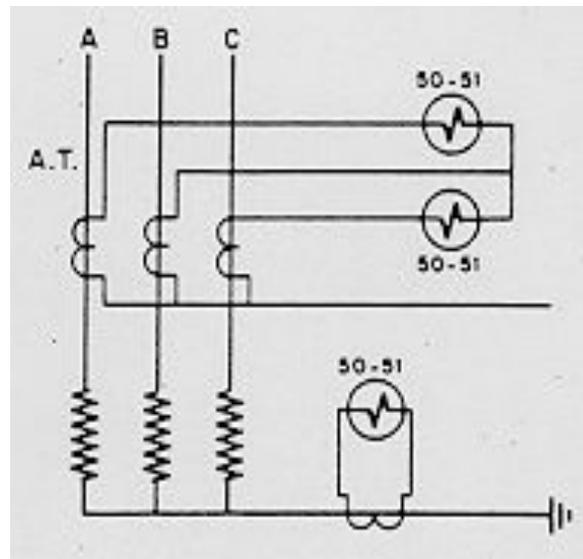
PROTECCIÓN DIFERENCIAL 87

- DETECTA CORTOCIRCUITOS Y DERIVACIONES A MASA
- PPO. FUNCIONAMIENTO: VECTOR DIFERENCIA DE INTENSIDADES
- SEÑAL DE **DISPARO**
- TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD



PROTECCIÓN SOBREINTENSIDAD 50-51

- DETECTA SOBREINTENSIDADES
- PROTECCIÓN DE "RESERVA" o SEGUNDA PROTECCIÓN
- SEÑAL DE ALARMA
- TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
- **50** Instantáneo **51** Retardado (caract. tiempo constante o inversa)



1.2 INTERRUPTORES

MISION: Apertura y cierre de intensidades de carga y de cortocircuito

TIPOS DE INTERRUPTOR SEGÚN EL MEDIO DE EXTINCIÓN DEL ARCO

- Aire
- Gran volumen de aceite (GVA)
- Pequeño volumen de aceite (PVA)
- Hexafluoruro de azufre (SF6)
- Vacío

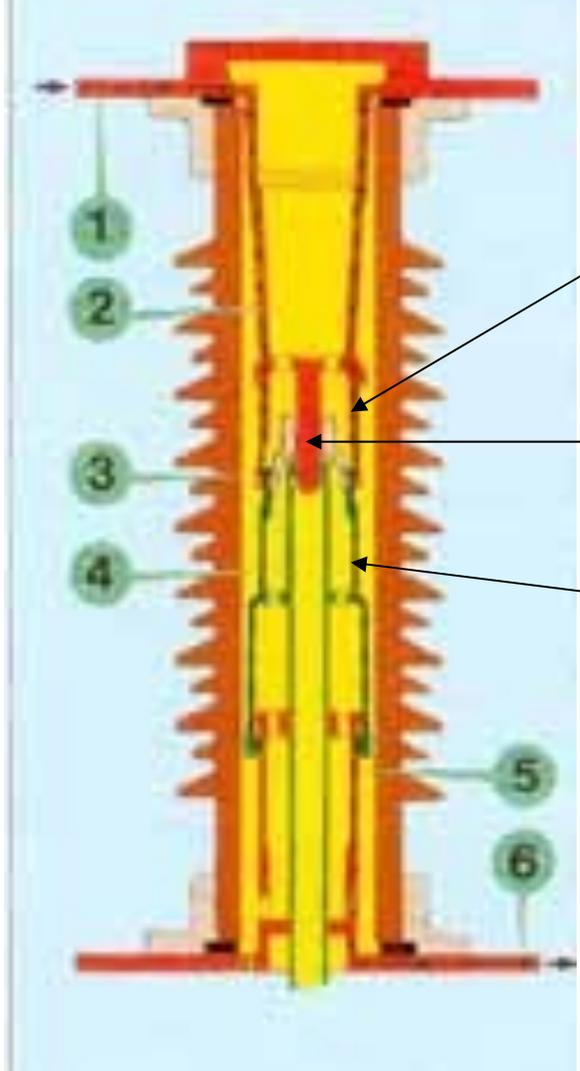
TIPOS DE MANDO EN INTERRUPTOR

- Resorte o muelles
- Neumático o de aire comprimido
- Hidráulico

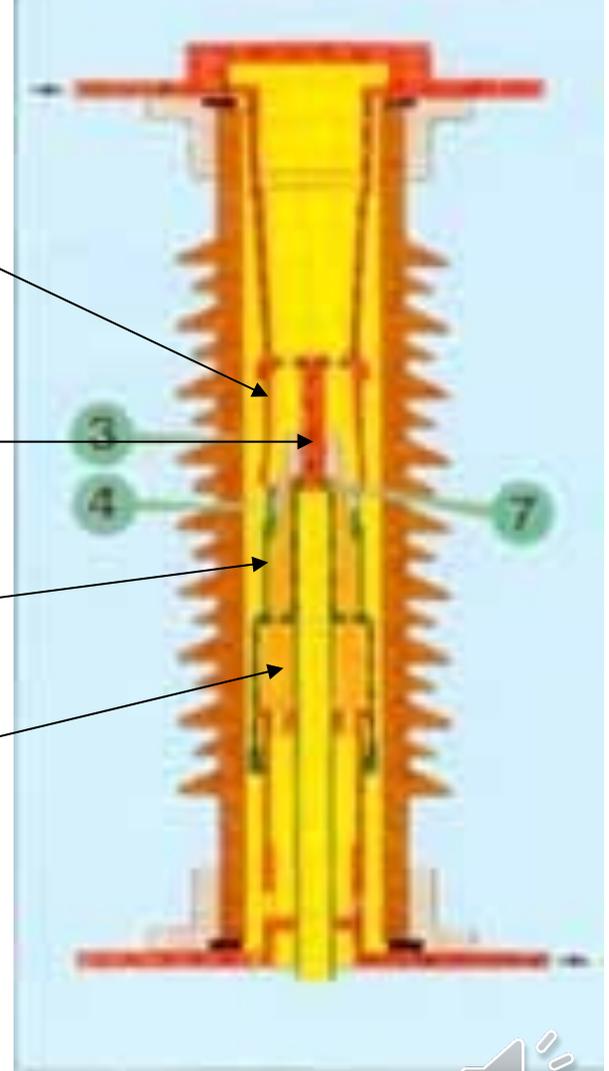


1.2 INTERRUPTORES. Proceso de extinción de arco durante la apertura

Fase 1: Interruptor cerrado



Fase 2: Inicio del arco



Contactos fijos principales

Contactos de arco

Contactos móviles

Gas presurizado

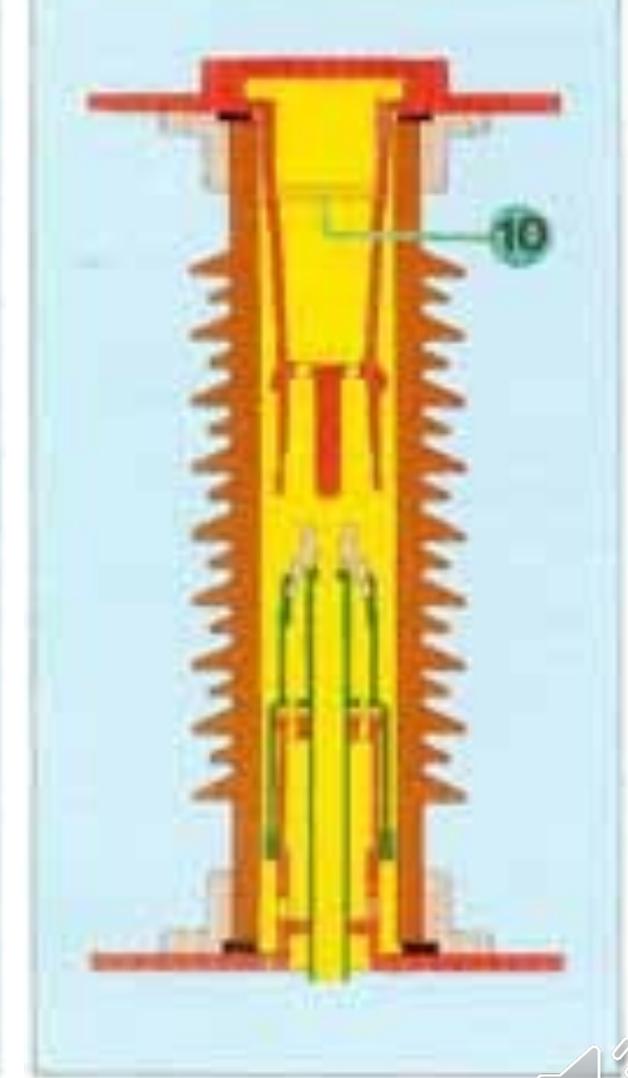
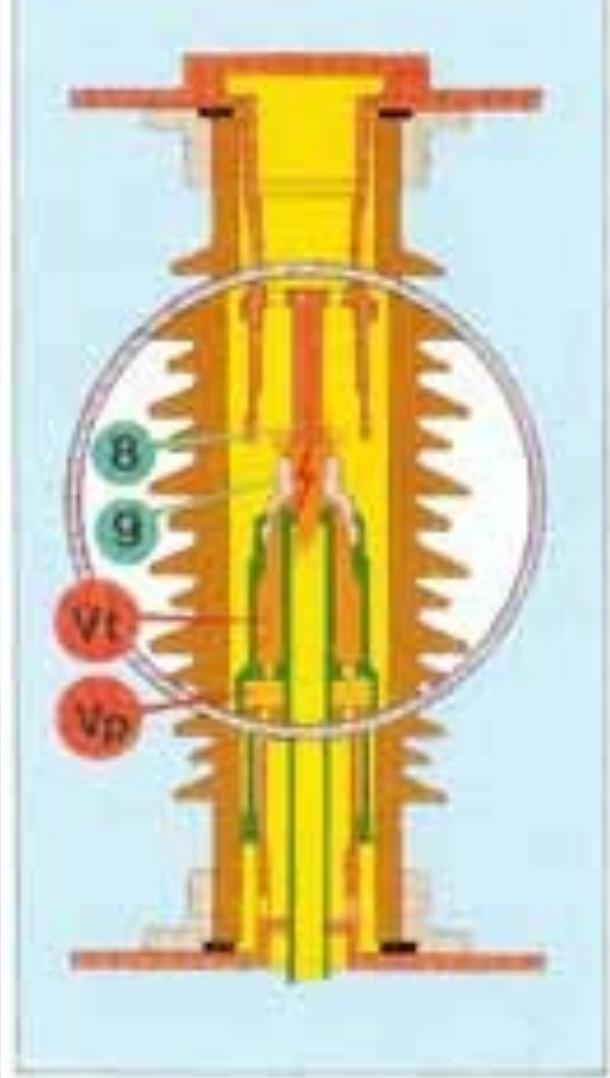
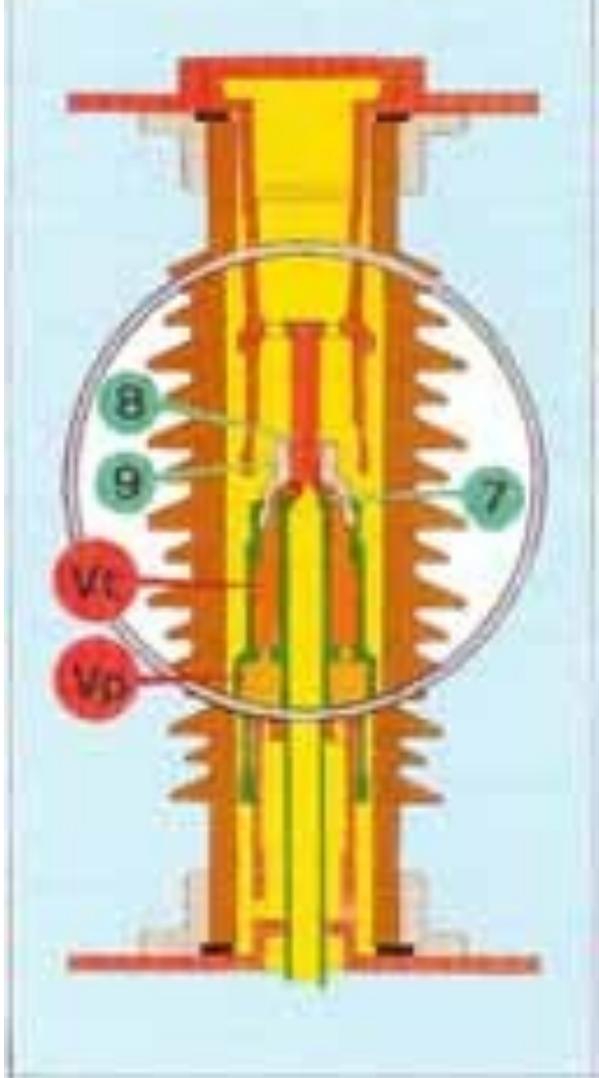


1.2 INTERRUPTORES. Proceso de extinción de arco durante la apertura

Fase 3: Arco establecido

Fase 4: Autosoplado

Fase 5: Posición abierto



1.2 INTERRUPTORES. Proceso de extinción de arco durante la apertura



Campana presurizadora
Contactos fijos principales



Contactos de arco



CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL INTERRUPTOR

- Tensión nominal de servicio (kV)
- Tensión de impulso tipo rayo (kV)
- Tensión de maniobra (kV)
- Intensidad nominal de servicio
- Poder de corte (kA)
- Duración nominal del cortocircuito (s)
- Poder de cierre (kA)
- Tipo de extinción
- Tipo de mando
- Presión y masa del gas (bar y kg)
- Ciclo de maniobras: O – 0,3s – CO – 1m – CO
- Clase de temperatura
- Numero de maniobras e intensidades extinguidas para sustitución de elementos



1.2 INTERRUPTORES. Medios de extinción

Aire

Basado en la desionización natural de los gases por la acción enfriadora. Sistema obsoleto.

Aceite

Se descompone durante el arco por altas temperaturas y los gases producidos extinguen el arco por sus condiciones de presión y de circulación

SF6

Mayor rigidez dieléctrica que el aceite. Se recompone después del arco
La extinción es mediante autosoplado

Vacio

La corriente se corta al primer paso por cero por aumentar rápidamente la rigidez dieléctrica. El arco formado es por la descomposición en vapores metálicos de los contactos del interruptor



1.2 INTERRUPTORES. Sistema de extinción en vacío

Ventajas

- Tiempo de aperturas muy bajos
- Son menos pesados y más baratos
- Poco mantenimiento y más larga vida útil

Inconvenientes

- Dificultad para mantener la condición de vacío
- Generan sobretensiones elevadas durante las aperturas
- Tienen capacidad de interrupción limitada por lo que se utilizan mayoritariamente en media tensión



1.2 INTERRUPTORES

INTERRUPTORES DE ALTA TENSION DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE



1.2 INTERRUPTORES

INTERRUPTORES DE MEDIA TENSION DE PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE



Montaje en carro seccionable



Montaje en carro fijo



Montaje mural



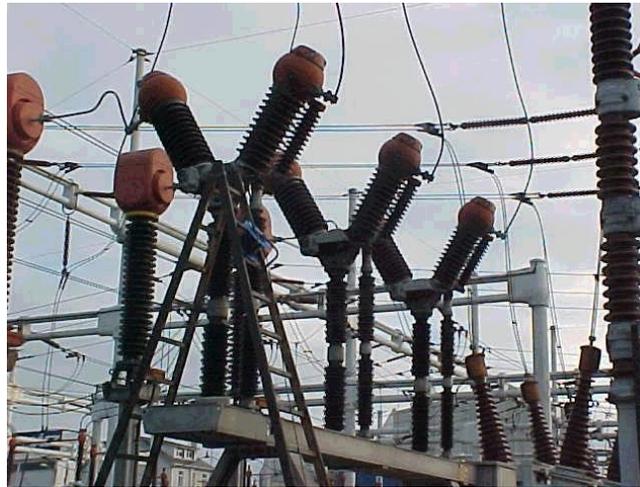
Montaje exterior



INTERRUPTORES DE ALTA TENSION DE PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE



De una sola cámara de corte



Dos cámaras de corte



Cuatro cámaras de corte

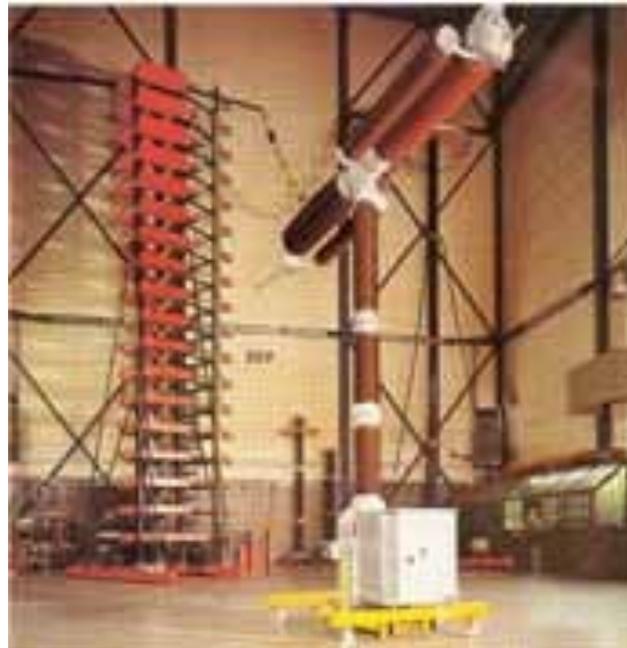


1.2 INTERRUPTORES

INTERRUPTORES DE ALTA TENSION DE SF6



72,5 kV. Montaje exterior. TI's incorporados



400 kV. Exterior. Dos camaras de corte con resistencias de preinserción

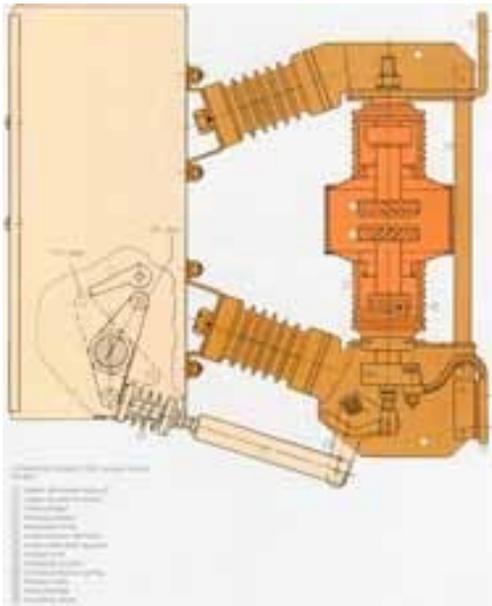


72,5 kV. Interior



1.2 INTERRUPTORES

INTERRUPTORES DE MEDIA TENSION DE VACIO



Montaje mural



Montaje en carro fijo o seccionable



Montaje en celda blindada



Definición:

Aparato mecánico de maniobra sin carga, que por razones de seguridad, **asegura, en posición de abierto, una distancia de aislamiento** y que se emplea para aislar un elemento de una red eléctrica o una parte de la misma del resto de la red, con el fin de ponerlos fuera de servicio, o para llevar a cabo trabajos de mantenimiento.

Un seccionador debe poder soportar de forma indefinida las corrientes que se presentan en condiciones normales y las que se presentan en condiciones excepcionales, como las de cortocircuito.

Valores característicos:

Tensión nominal (kV)

Intensidad nominal (A)

Tensiones de ensayo (kV)

Intensidad de corta duración (kA,s)



CLASIFICACIÓN DE SECCIONADORES:

- **Según el tipo de apertura:**

- Rotativos de dos columnas
Apertura lateral o central
- Rotativos de tres columnas
Doble apertura lateral o lateral en V
- Basculantes
- Pantógrafos

- **Según la función:**

- De contactos principales
- De puesta a tierra

- **Según el número de fases:**

- Monofásico
- Trifásico

- **Según el tipo de mando:**

- Neumático
- Eléctrico
- Manual

- **Según el tipo de aislamiento:**

- Al aire
- En SF6



1.3 SECCIONADORES. Tipos constructivos

		APERTURA LATERAL SIDE BREAK	AP. CENTRAL CENTRE BREAK	DOBLE AP. LATERAL DOUBLE BREAK	DOBLE AP. LATERAL DOUBLE BREAK	PUESTA A TIERRA EARTHING SWITCH	PANTOGRAFO PANTOGRAPH
kV	A						
≤ 36	≤ 2000	✓	✓	✓		✓	
52	≤ 2000	✓	✓	✓		✓	
72.5	≤ 3150	✓	✓	✓		✓	✓
100	≤ 3150	✓	✓	✓		✓	✓
123	≤ 3150	✓	✓	✓		✓	✓
145	≤ 3150		✓	✓	✓	✓	✓
170	≤ 3150		✓	✓	✓	✓	✓
245	≤ 4000		✓	✓	✓	✓	✓
420	≤ 4000			✓		✓	✓

Intensidades térmicas y de cresta hasta 63 kA y 125 kA respectivamente
 Short time and peak withstand currents up to 63 kA and 125 kA respectively



1.5 PARARRAYOS

Protegen a los equipos aguas abajo limitando las sobretensiones de origen atmosférico y de maniobra a unos valores máximos.



PARAMETROS PRINCIPALES PARARRAYOS:

- **Tensión nominal**

- Tensión más elevada admisible que permanentemente pueda estar aplicada entre sus bornas. Hasta esta tensión, el pararrayos está en condiciones de extinguir con seguridad la corriente subsiguiente. Para pararrayos conectados entre fase y tierra tendremos :

$U_n \geq U_m \cdot 1/\sqrt{3} \cdot \alpha$ donde:

U_n = tensión nominal

U_m = tensión máxima de servicio fase-fase

α = factor de defecto a tierra (1,4 para redes puestas rígidamente a tierra; 1,73 para redes aisladas o con puesta a tierra con impedancias

- **Corriente nominal de descarga**

- Es la corriente de choque de forma de onda 8/20 μ s que pueden soportar. Normalmente es de 10kA.



1.5 PARARRAYOS

- **Nivel de protección: máxima sobretensión que deja pasar el pararrayos y que, por tanto, deben ser capaz de soportar el resto del aparellaje eléctrico**
 - Es el valor más alto de los tres valores siguientes:
 - Tensión residual con la corriente nominal de descarga
 - Tensión de cebado al 100% con onda 1,2/50 μ s.
 - Tensión de cebado en el frente dividida por 1,15.

$$- SP_{\leq} = BIL / K_s$$

SP: Nivel de protección del pararrayos

BIL: Tensión soportada al choque por los aparatos a proteger

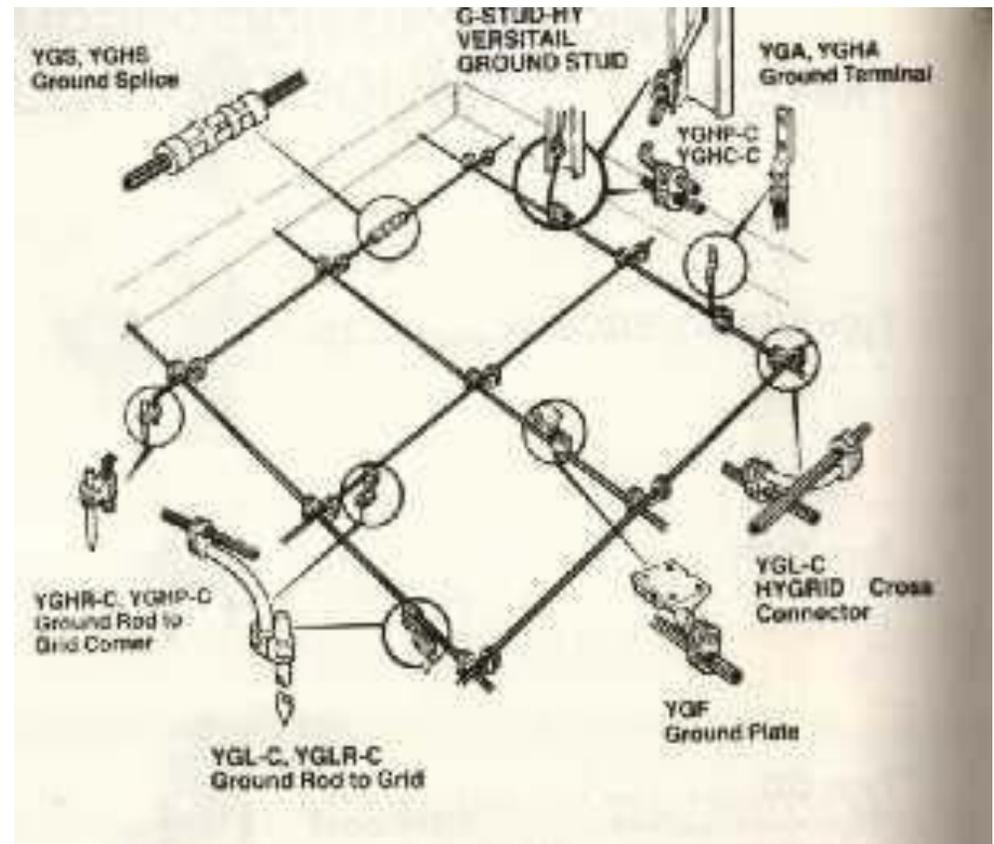
Ks : Factor de seguridad ($\geq 1,4$ para tensiones < 52 kV; $\geq 1,2$ para

tensiones ≥ 52 kV



1.9 RED DE TIERRAS

- La red de tierras de una subestación está formada por una malla extensa construida con cable de cobre desnudo y picas de puesta a tierra.
- El número de picas y extensión de la malla irá en función del cálculo de la red de tierras en el proyecto en función de la tensión de paso y tensión de contacto para la instalación, de la geometría de la misma y de la resistividad del terreno.



Objetivo de la red de tierras:

- Garantizar la seguridad de las personas poniendo a tierra todas las masas de la instalación.
- Poner a tierra los neutros de los transformadores que así se decida en función de la explotación de la red.
- Descargar a través de los pararrayos las sobretensiones producidas.



1.9 RED DE TIERRAS

Es necesario mantener el valor de la resistencia óhmica de la red de tierra por debajo de los valores prefijados en el cálculo del sistema de protección.

Este valor se puede ver afectado por:

- Destrucción corrosiva de los electrodos.
- Aumento de la resistividad del terreno.
- Uniones de las líneas de tierra en mal estado.
- Rotura de parte de la red de tierras.



1. Tipos de mantenimiento
2. Mantenimiento preventivo
3. Mantenimiento predictivo
4. Mantenimiento correctivo
5. Mantenimiento reglamentario



2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Mantenimiento no programado necesario para la reparación de una avería que ha dejado al equipo en condiciones inadmisibles de explotación.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento programado consistente en la realización de unas actividades fijas y preestablecidas (gama de mantenimiento) y que se realiza con una periodicidad fija, independientemente del estado del equipo.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Mantenimiento programado consistente en la realización de ensayos, con una periodicidad variable en función de los resultados de los ensayos anteriores.

MANTENIMIENTO REGLAMENTARIO

Mantenimiento necesario para cumplir requisitos reglamentarios. Debe formar parte del mantenimiento preventivo para evitar No Conformidades en las Inspecciones reglamentarias que motiven un mantenimiento correctivo



2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

