

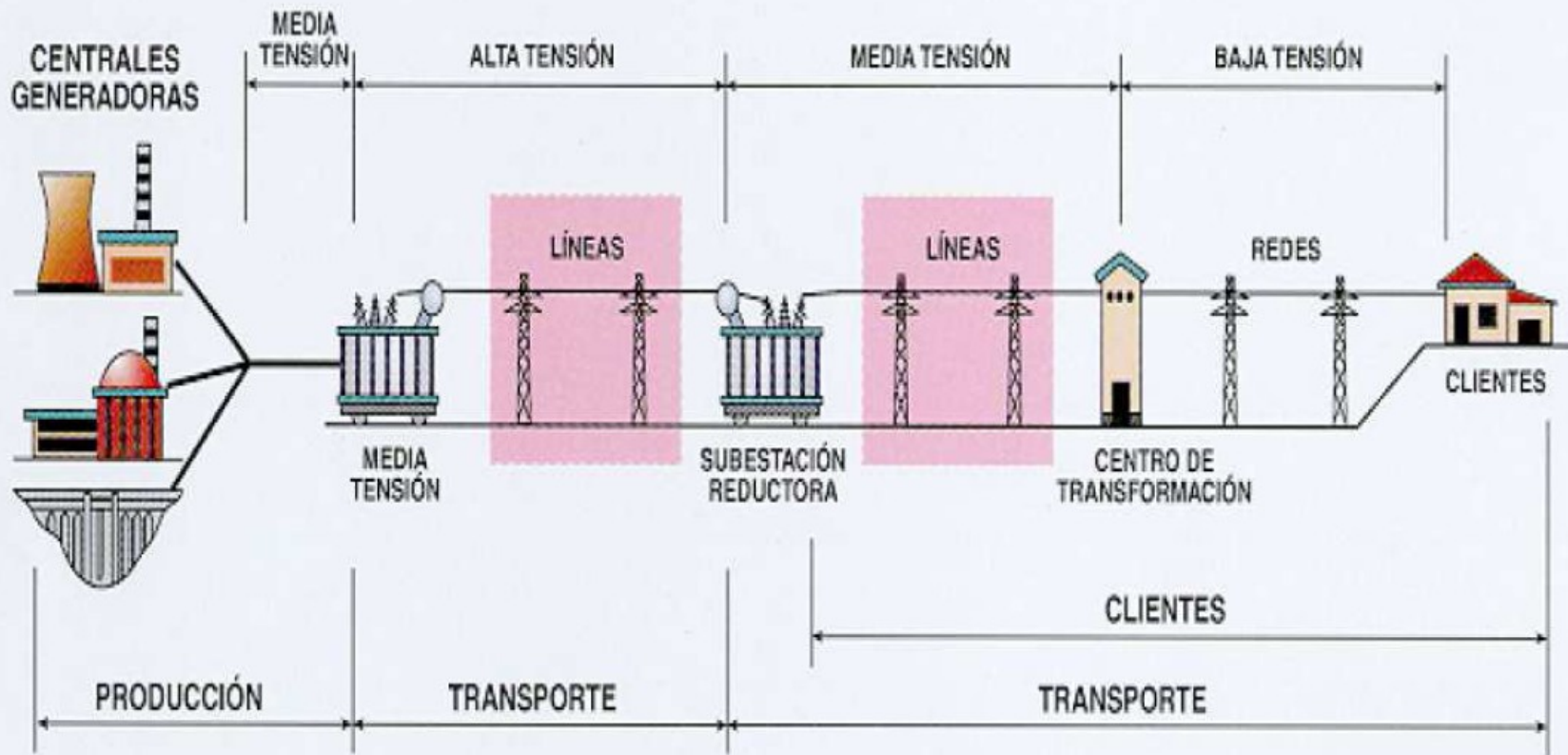
Unidad Didáctica 1

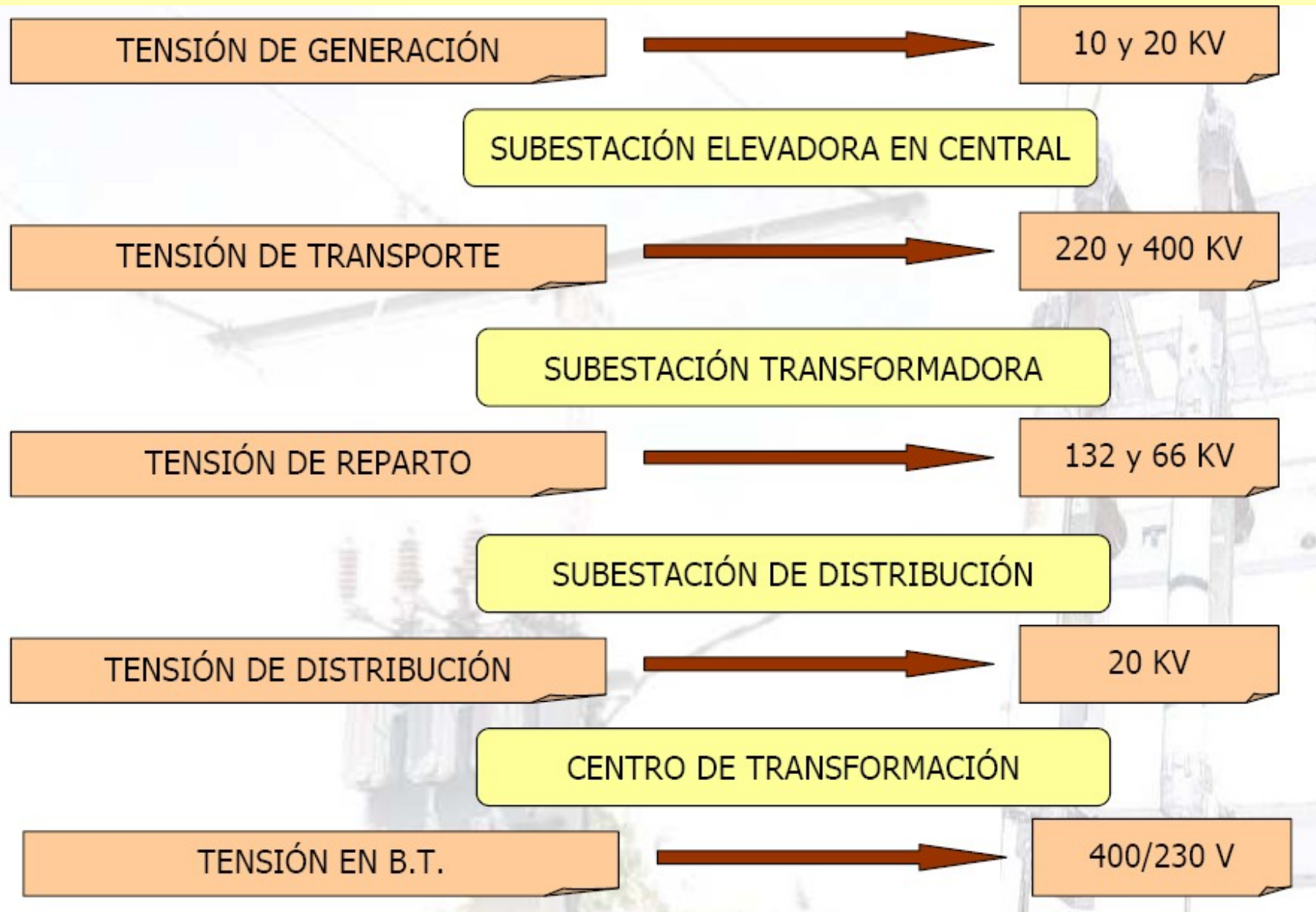
2ª Parte

Redes de Distribución Subestaciones



Inst. Elec. de Enlace y Centros de Transformación







Conjunto de equipos destinados a:

- **Redistribución de energía eléctrica.** Dirigir el flujo de energía eléctrica, en un punto de la red en el que confluyen líneas (conectan nudos lejanos de igual tensión)
- **Transformación de tensión.** En generación, transporte, reparto y distribución (conectan nudos cercanos de distinta tensión).



- **SEGURIDAD:** Separar del sistema aquellos elementos en los que se ha producido una falta eléctrica (Protecciones).
- **EXPLORACIÓN:** Configurar el sistema eléctrico dirigiendo los flujos de energía de forma óptima (minimizando pérdidas y permitiendo el mantenimiento de los equipos).
- **INTERCONEXIÓN:** Interconectar nodos de la red eléctrica de forma que se escalonen los niveles de tensión y se garantice la continuidad de suministro.



- **Interconexión**
Confluencia de varias líneas sin transformación
- **Transformación pura**
Normalmente dos líneas de entrada y una transformación a un nivel inferior de tensión
- **Interconexión con transformación** a uno o varios niveles inferiores de tensión
- **De central**
Inyección en la red de la energía generada por las centrales



- Intemperie
- Interior
- Blindadas
- Rurales



- Aparamenta y elementos de A.T.
- Transformadores de potencia
- Sistemas de protección y (Tele)control
- Equipos de Servicios Auxiliares
- Sistemas de Puesta a tierra



- Una subestación está formada por varios circuitos eléctricos (posiciones, módulos, calles,..) conectados a un sistema común de barras.
- Cada circuito está compuesto por:
 - **Interruptor** (apertura en carga/cortocircuito).
 - **Seccionadores** (selectores (barras, by-pass, transferencia) y apertura sincarga manteniendo aislamiento (mtto.)).
 - **Transformadores de intensidad y tensión** (monitorizan la intensidad/tensión del circuito para su medida y protección).
 - **Autoválvulas** (protegen los equipos frente a sobretensiones).



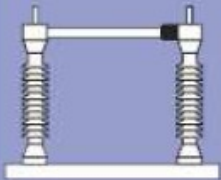


- Apertura y cierre sin carga normalmente
- No pueden interrumpir corrientes de cortocircuito
- Mecanismo de **enclavamiento** que evita operaciones incorrectas
- Tipos de seccionador
 - De cuchillas giratorias
 - De cuchillas deslizantes
 - De columnas giratorias
 - De pantógrafo

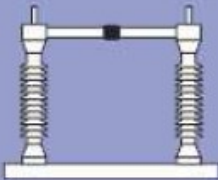
Aparamenta y elementos de AT → SECCIONADOR



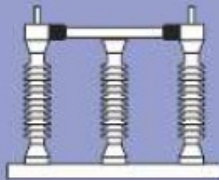
Apertura lateral
Side break



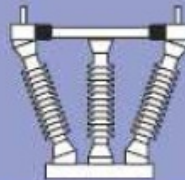
Ap. central
Centre break



Doble ap. lateral
Double break



Doble ap lateral
Double break

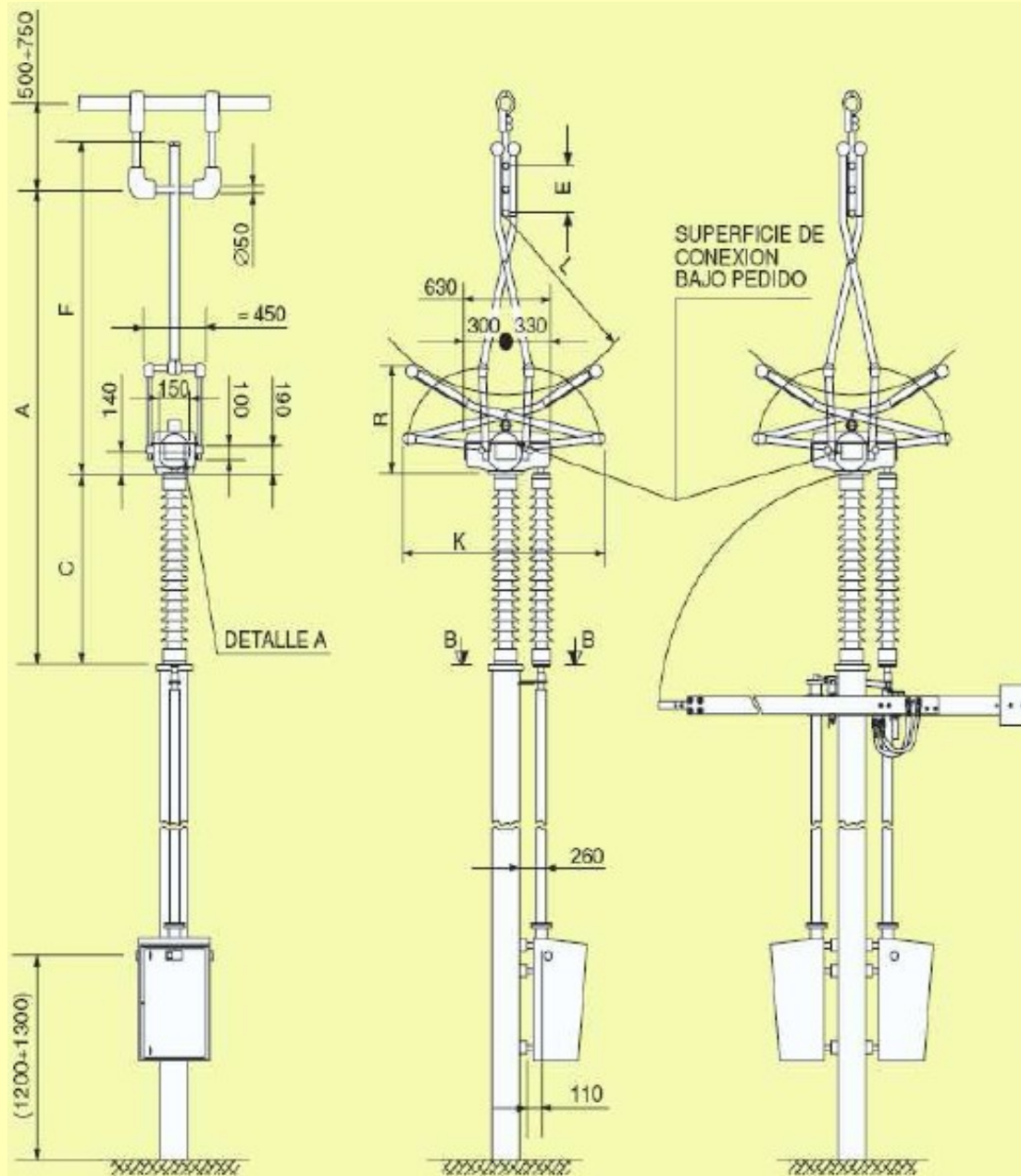


Puesta a tierra
Earthing switch



Pantógrafo
Pantograph





Seccionador
de pantógrafo



- Aparato mecánico de conexión
Es capaz de:
 - Establecer, soportar e interrumpir intensidades en condiciones normales del circuito y en condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.
 - Soportar durante un tiempo especificado, intensidades en condiciones anormales, tales como las de cortocircuito.
 - Establecer pero no interrumpir intensidades de cortocircuito



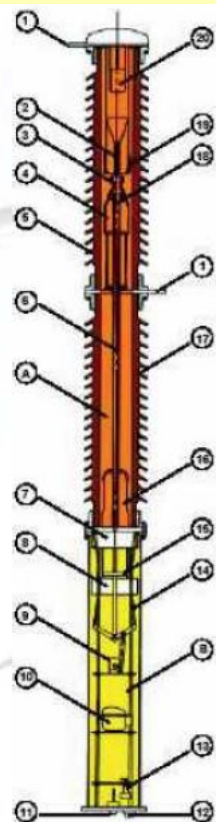
- Aparato mecánico de conexión
Es capaz de:
 - Establecer, soportar e interrumpir intensidades en condiciones normales del circuito.
 - Establecer, soportar durante un tiempo, e interrumpir corrientes tales como las de cortocircuito.



- Tipos de interruptor automático, según el medio de extinción del arco.
 - Aceite
 - Aire comprimido
 - Soplado magnético
 - Hexafluoruro de azufre (usado actualmente en media tensión y alta tensión)
 - Vacío (usado actualmente en media tensión)

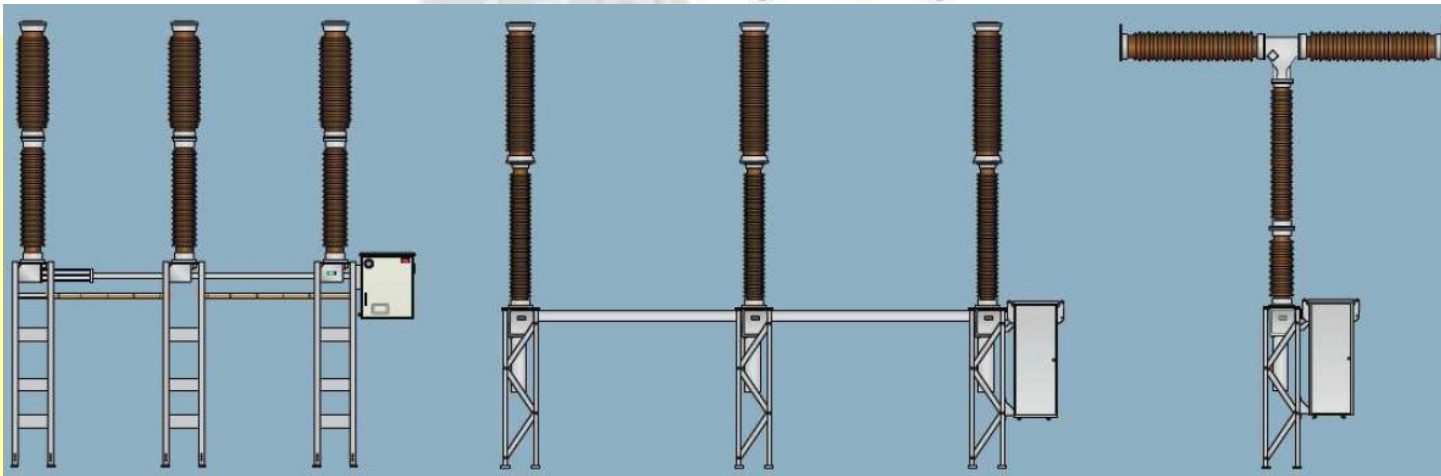


Aparamenta y elementos de AT → INTERRUPTOR AUTOMÁTICO



Leyenda

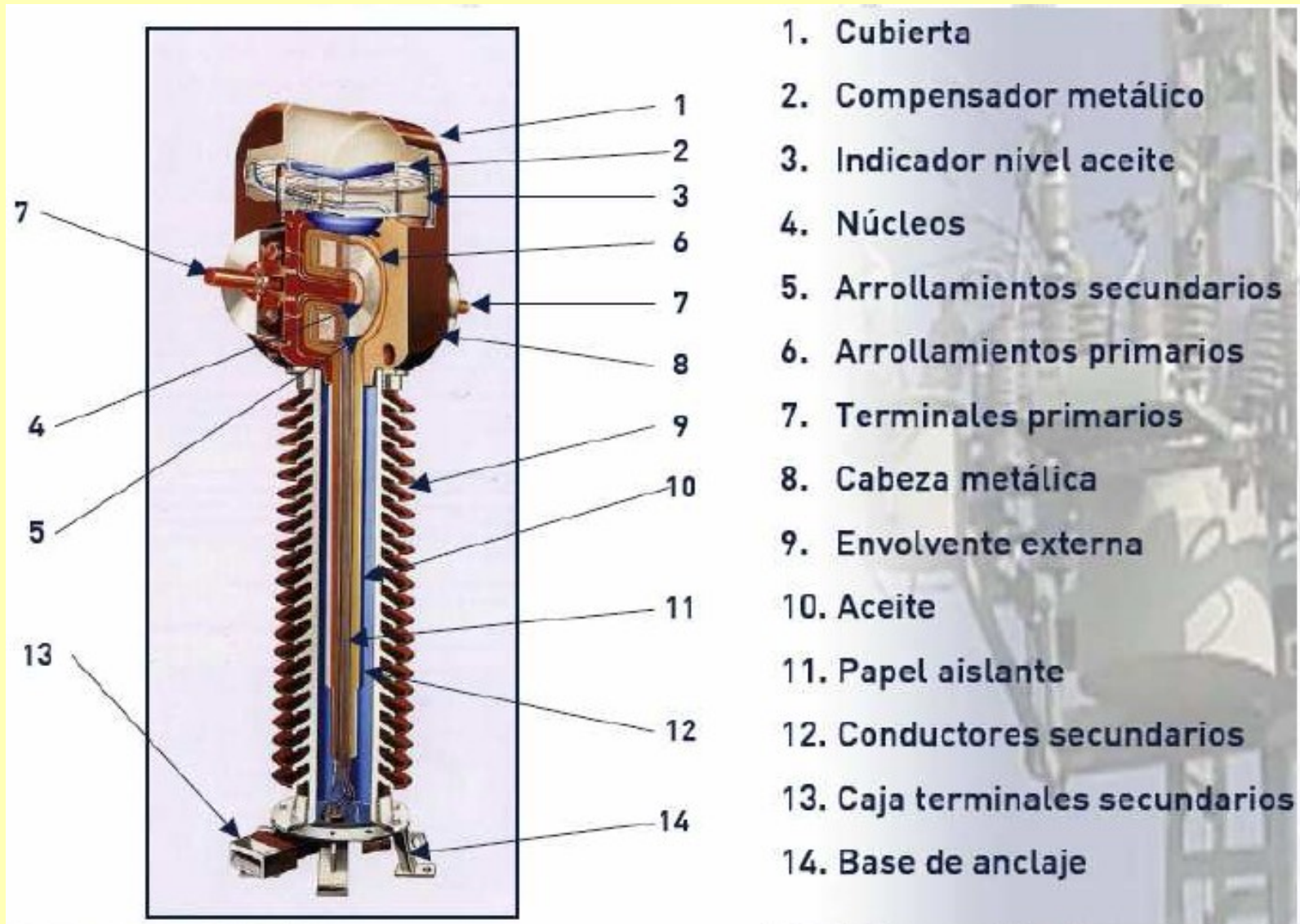
- A Volumen de alta presión
 - B Volumen de expansión a baja presión
- 1 Placa terminal de alta tensión
 - 2 Contacto fijo de arco
 - 3 Tobera
 - 4 Contacto móvil principal
 - 5 Aislador superior de porcelana
 - 6 Asta aislante
 - 7 Grupo válvula de apertura
 - 8 Grupo válvula de cierre
 - 9 Contactos auxiliares
 - 10 Compresor
 - 11 Válvula de llenado con gas SF6
 - 12 Conector de circuitos auxiliares
 - 13 Manodensostato de gas SF6
 - 14 Dispositivo biestable de resorte platina
 - 15 Pistón a doble efecto
 - 16 Filtro
 - 17 Aislador inferior de porcelana
 - 18 Contacto móvil de arco
 - 19 Contacto fijo principal
 - 20 Filtro molecular

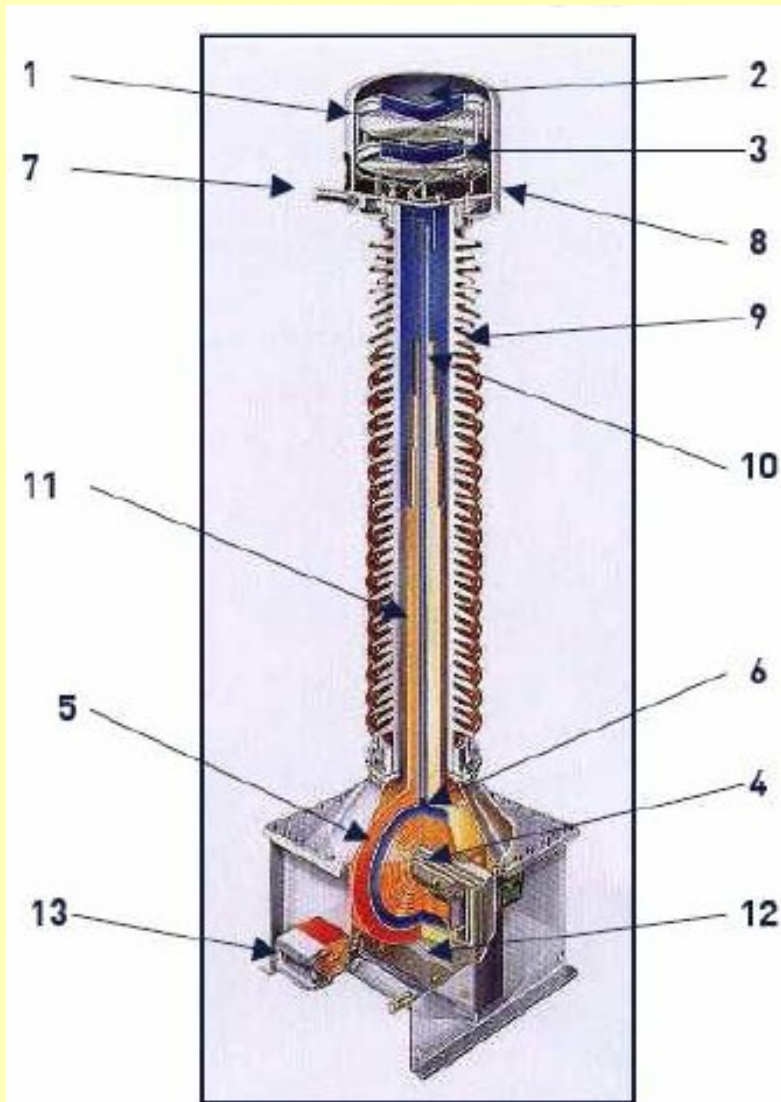






- Reducen las magnitudes de V e I para medición y para señales de entrada a los relés de protección
- Transformador **de tensión**
- Transformador **de corriente**





1. Cubierta
2. Cámara expansión aceite
3. Compensador metálico
4. Núcleos
5. Arrollamientos secundarios
6. Arrollamientos primarios
7. Terminal primario
8. Cabeza metálica
9. Envolvente externa
10. Aceite
11. Papel aislante
12. Conductores secundarios
13. Caja terminales secundarios



- Limita sobretensiones transitorias debidas a:
 - Descargas atmosféricas
 - Maniobras

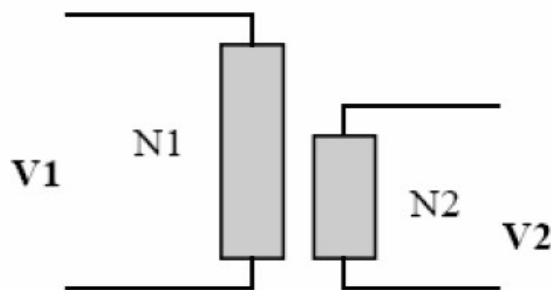




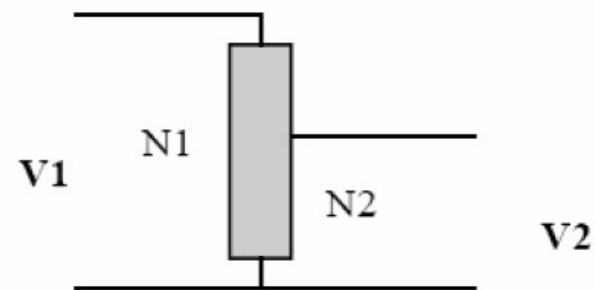
- Son aquellas máquinas donde se realiza el proceso de transformación de tensión.
- Los transformadores podrán ser trifásicos, o monofásicos; en este caso los tres constituirán un banco de transformadores.
- La posición de transformador estará formada por:
 - Un transformador o autotransformador de potencia.
 - Los aparatos de corte que forman el módulo o módulos del transformador (transformadores de medida, autoválvulas, etc)



- Transformación de tensión a distintos niveles:
 - Núcleo trifásico
 - Banco de transformadores monofásicos (transporte más fácil, mayor fiabilidad)
 - Autotransformador (más económico, más pequeño, relación de transformación próxima a 1 - 220/132 kV)



Transformador de devanados separados



Autotransformador

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

En la foto, politransformador de múltiples tensiones de 450 MVA en servicio, con la conexión 400/230 kV.



A.G.C. - 2008

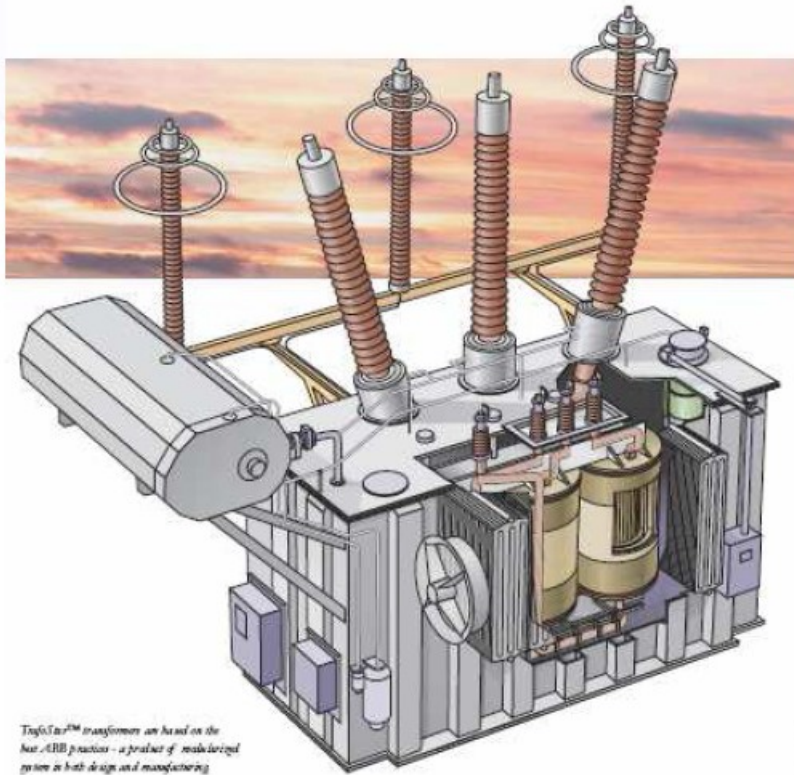
TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Banco de autotransformadores monofásicos de 200 MVA, con una unidad de reserva.



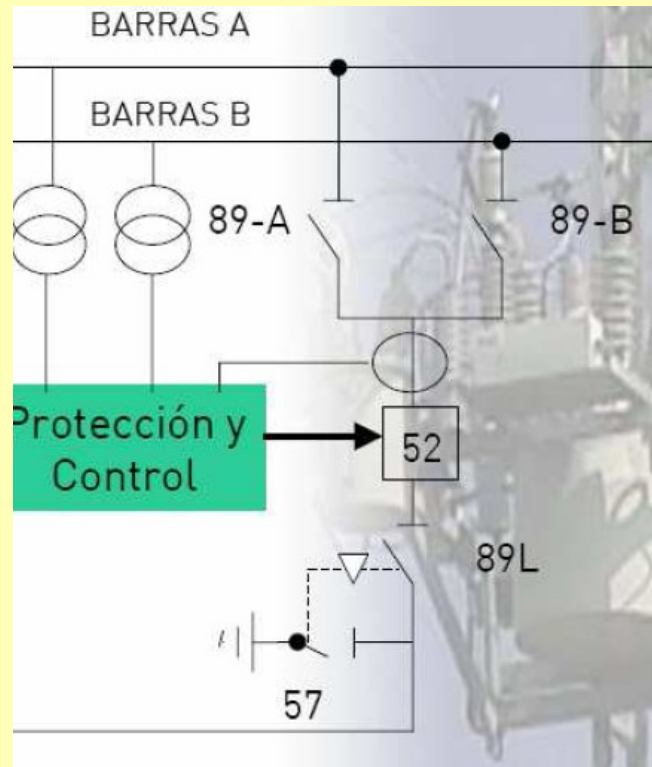
A.G.C. - 2008

TRANSFORMADORES DE POTENCIA



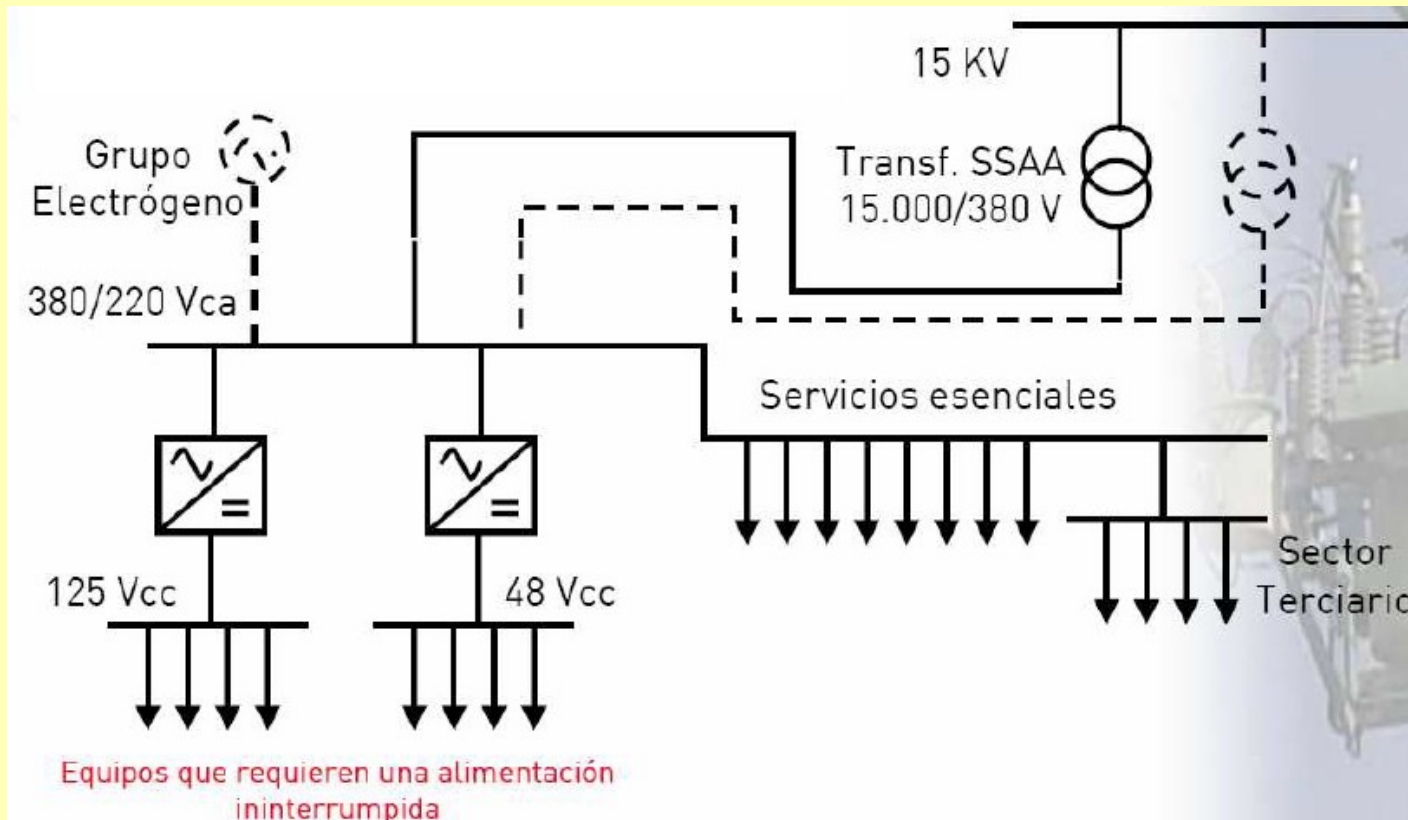


- El correcto funcionamiento y seguridad de las instalaciones requiere diseñar circuitos y equipos (alimentados en baja tensión) que permitan realizar funciones de medida, protección, control, enclavamiento,...
- La mayoría de los aparatos de corte empleados en parques intemperie disponen de mando eléctrico y su accionamiento o control se realiza de forma local y/o a distancia, indistintamente.



EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES

- Para el correcto funcionamiento de la subestación se requiere la existencia de fuentes de alimentación de corriente alterna y corriente continua que alimenten en baja tensión a:
 - Relés de protección.
 - Circuitos de control (disparo/cierre/enclavamientos/...).
 - Motores de accionamiento de interruptores y seccionadores.
 - Calefacción/Refrigeración de los equipos y armarios.
 - Sector terciario (alumbrado, fuerza, ...).





- **Fuentes de alimentación en corriente alterna**

En algunas subestaciones existen grupos electrógenos como fuente de alimentación de emergencia en corriente alterna para la alimentación circuitos de servicios auxiliares indispensables, en caso de fallo del suministro normal del cuadro de servicios auxiliares.



- **Fuentes de alimentación en corriente continua**

Equipos que proporcionan una alimentación a tensión de c.c. estabilizada a aquellos servicios que requieren un suministro de calidad y que no permiten verse afectados por un corte de la alimentación de c.a.



- En los sistemas eléctricos se pueden producir:
 - **Fallo** de los elementos **aislantes** de las instalaciones.
 - **Cortocircuitos a tierra** en el sistema eléctrico.
 - Descargas atmosféricas (**rayos**).
- La red de tierras **debe drenar al terreno las corrientes producidas en estos eventos** y limitar el campo eléctrico producido en la superficie del terreno. Características básicas:
 - Asegura la **seguridad de las personas**, conectando (a una tierra común) todos los elementos metálicos de la instalación que puedan adquirir un potencial elevado ante un fallo de aislamiento.
 - **Limita** a valores aceptables las **tensiones de paso y contacto** que tendrían lugar en el caso más desfavorable de falta eléctrica.
 - **Limita**, mediante un diseño adecuado, las **diferencias de potencial internas** y apantallar, cuando sea necesario, los cables auxiliares contra interferencias inductivas.



- En los esquemas eléctricos los conductores se representan mediante trazos y los aparatos por símbolos.

La configuración eléctrica de una subestación se expresa mediante su esquema unifilar, en el cual se disponen los elementos eléctricos constitutivos de cada uno de sus circuitos.

- Se entiende por **posición o módulo** al conjunto de aparatos de corte de una misma tensión que intervienen en las maniobras de un circuito de Alta Tensión. Básicamente está formado por un interruptor y dos o más seccionadores.
- **Posición de Línea:** Instalación dentro del recinto de la estación que comprende : la llegada de la línea, los aparatos de corte (seccionadores e interruptores) y elementos auxiliares como bobinas de bloqueo, transformadores de medida y protección.



- Una subestación está formada por varios circuitos eléctricos (posiciones, módulos, calles,..) conectados a un sistema común de barras.
- Cada circuito está compuesto por:
 - **Interruptor** (apertura en carga/cortocircuito).
 - **Seccionadores** (selectores (barras, by-pass, transferencia) y apertura sin carga manteniendo aislamiento (mtto.)).
 - **Transformadores de intensidad y tensión** (monitorizan la intensidad/tensión del circuito para su medida y protección).
 - **Autoválvulas** (protegen los equipos frente a sobretensiones).



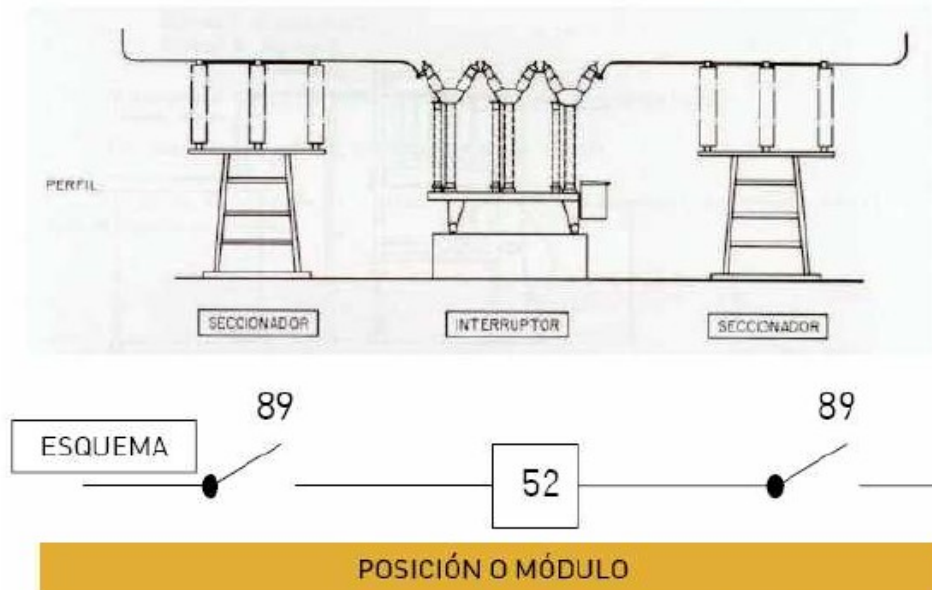
- Denominación de las líneas:
 - La línea y los aparatos de corte, llevan generalmente el nombre de la instalación que está situada al otro extremo y que puede ser una central generadora, otra estación transformadora, un cliente, etc.
 - Deberá nombrarse así mismo añadiendo el nivel de tensión; ejemplo: línea Pedralba de 132 kV.
 - Otra denominación de las líneas se hace numerando los diferentes circuitos de la estación; ejemplo: línea 5 o circuito 5.
- El nombre se coloca en el cuadro de control y en el bastidor de los aparatos de corte



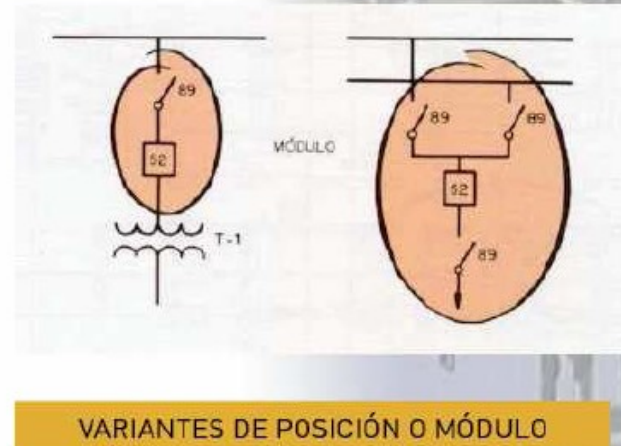
Esquemas eléctricos unifilares

CONCEPTO DE POSICIÓN O MÓDULO:

Es el conjunto de aparatos de corte de una misma tensión que intervienen en las maniobras de un circuito de Alta Tensión. Básicamente está formado por un interruptor y dos o más seccionadores.



Habrà de diferentes tipos, en función del tipo de barras, etc.

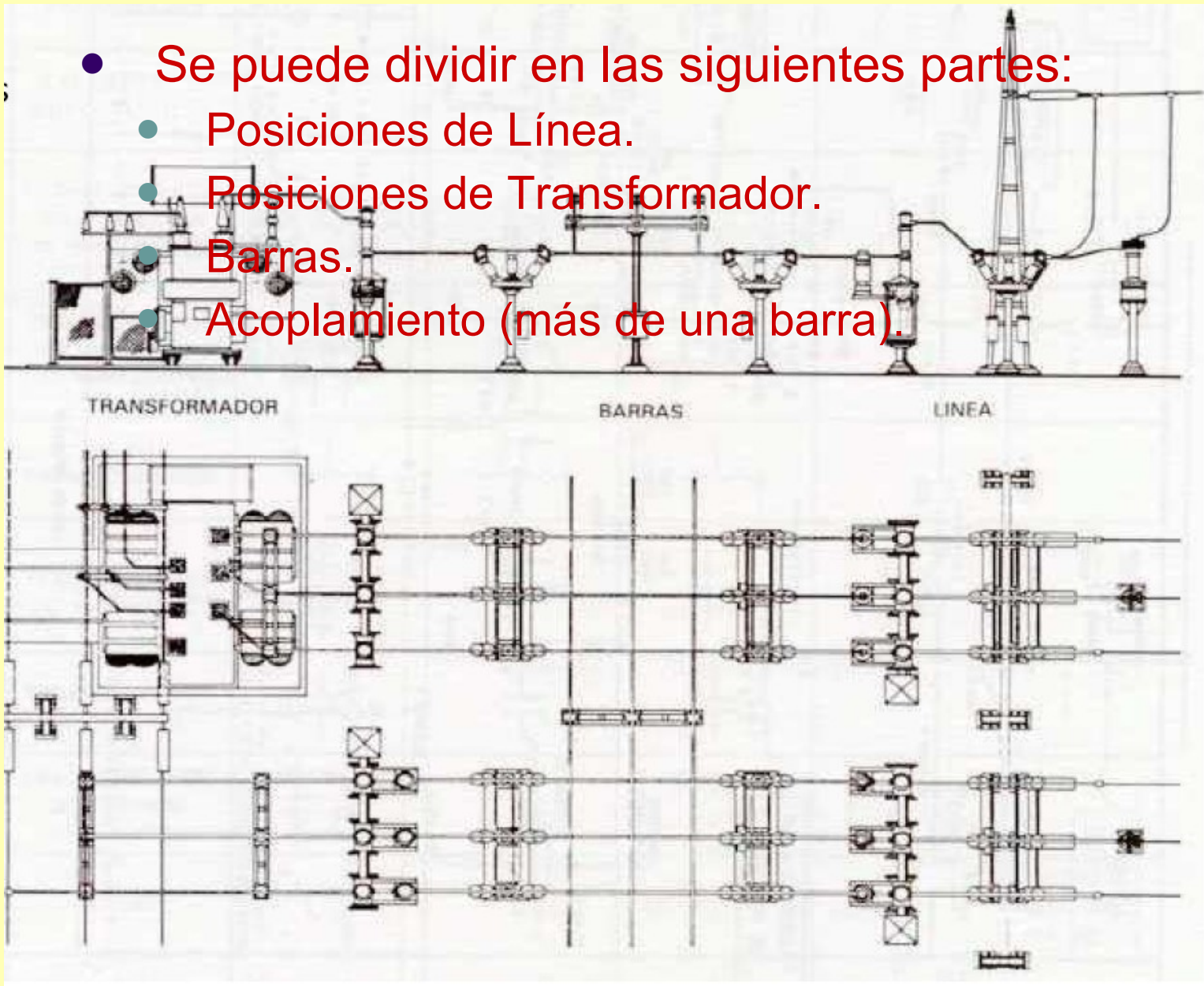


Esquemas eléctricos unifilares



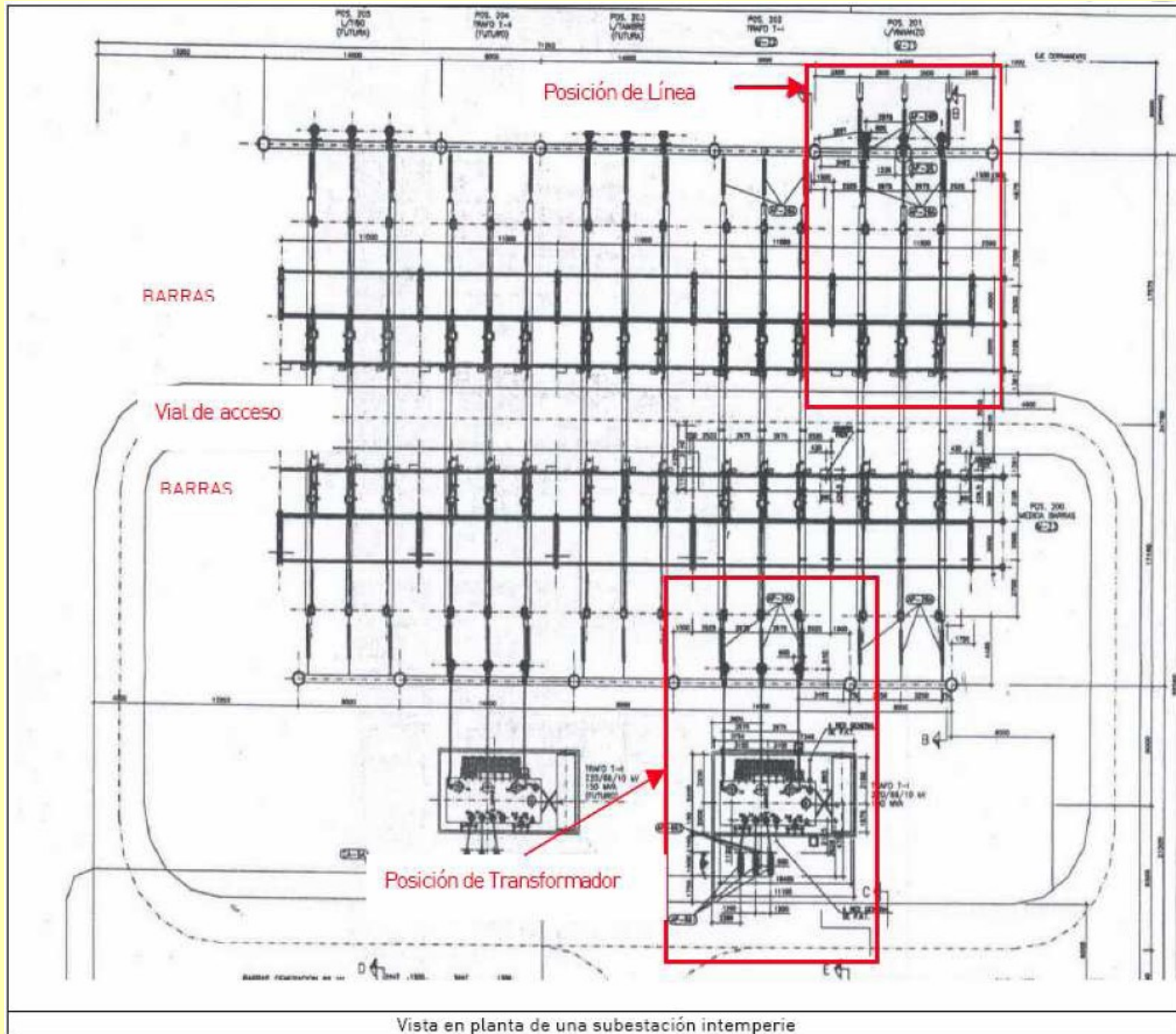
- Se puede dividir en las siguientes partes:

- Posiciones de Línea.
- Posiciones de Transformador.
- Barras.
- Acoplamiento (más de una barra).



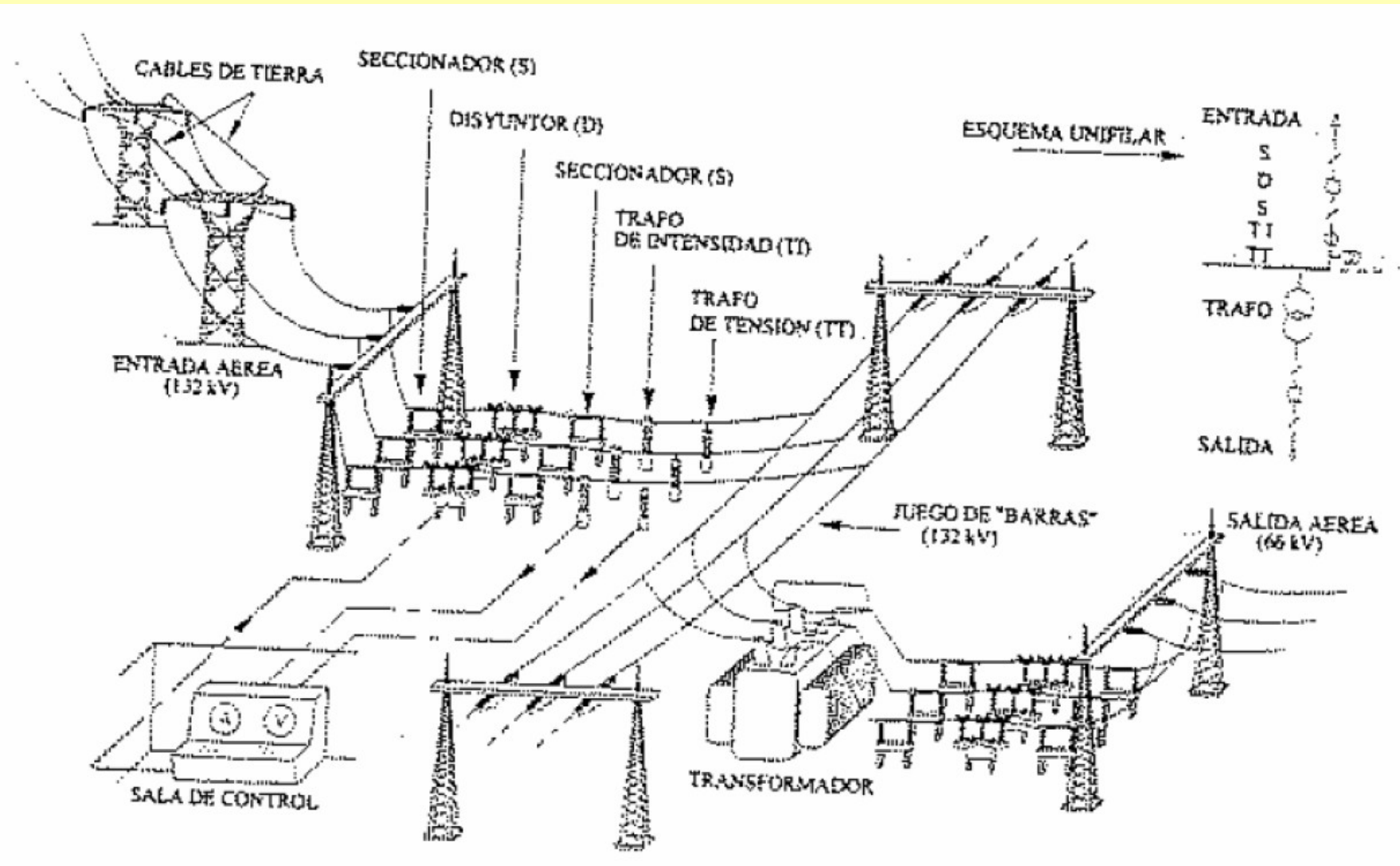


Esquemas eléctricos unifilares





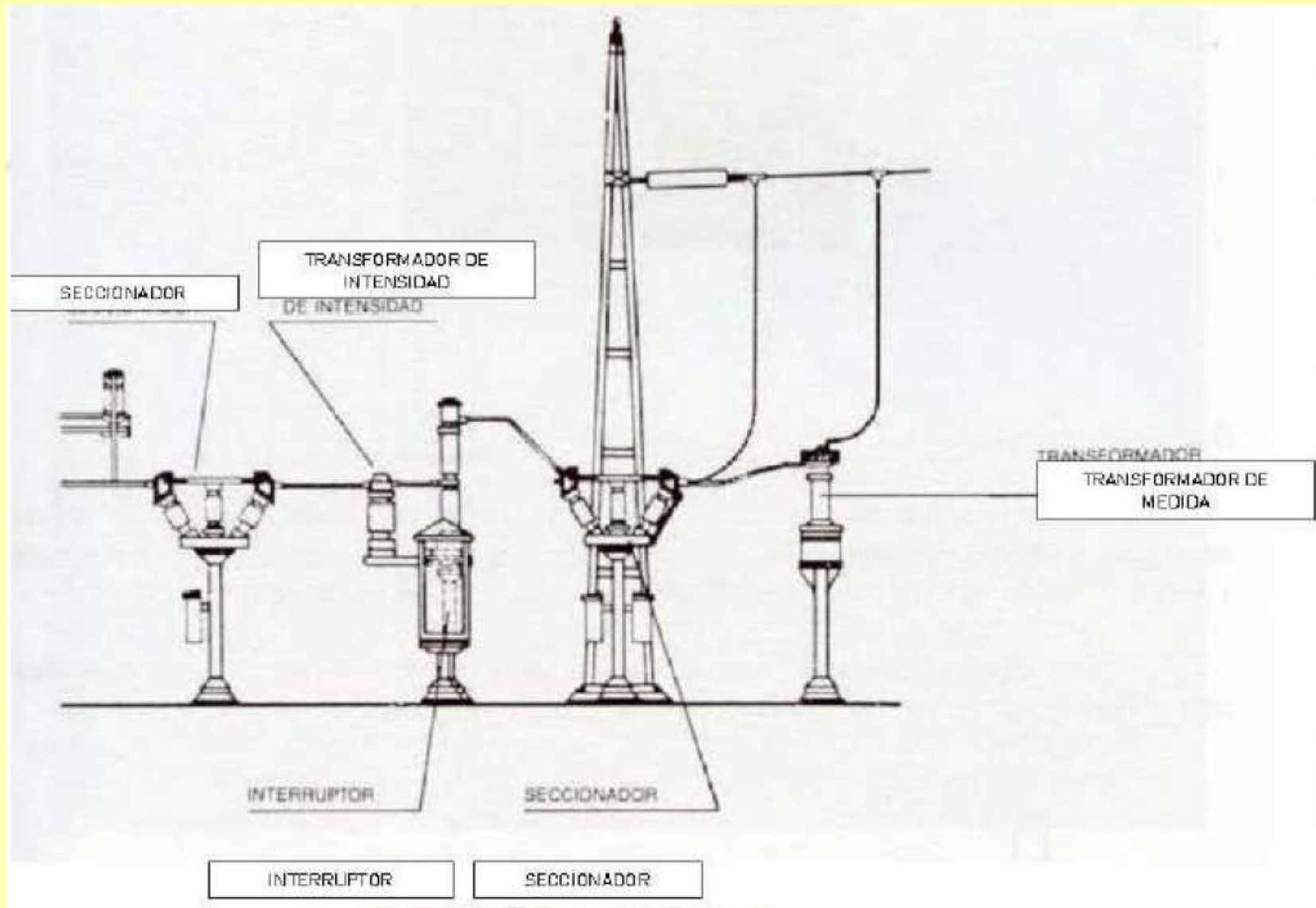
Esquemas eléctricos unifilares





Esquemas eléctricos unifilares

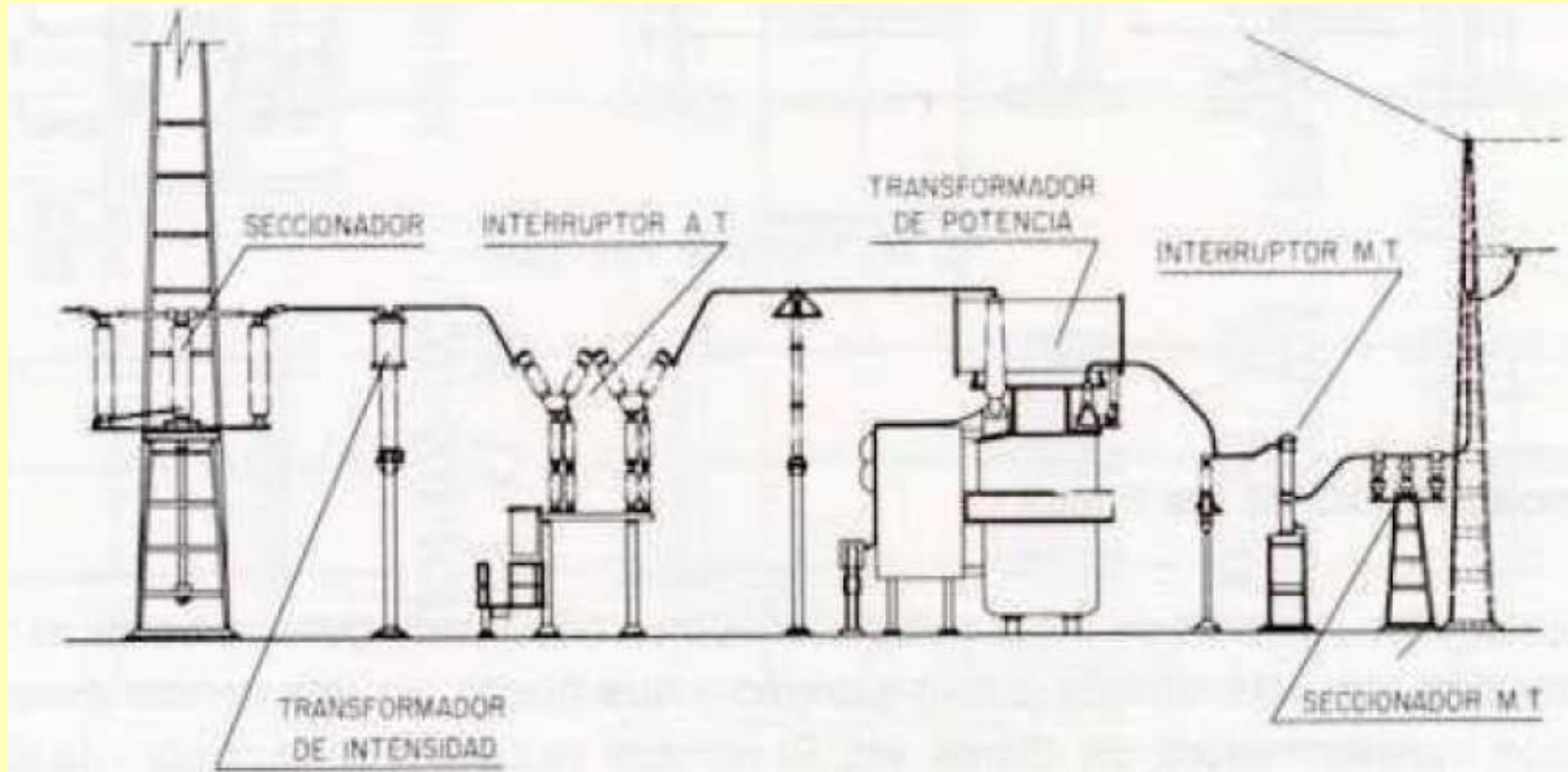
POSICIÓN DE LÍNEA





Esquemas eléctricos unifilares

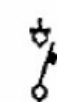
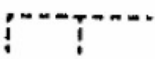
POSICIÓN DE TRANSFORMADOR





Esquemas eléctricos unifilares

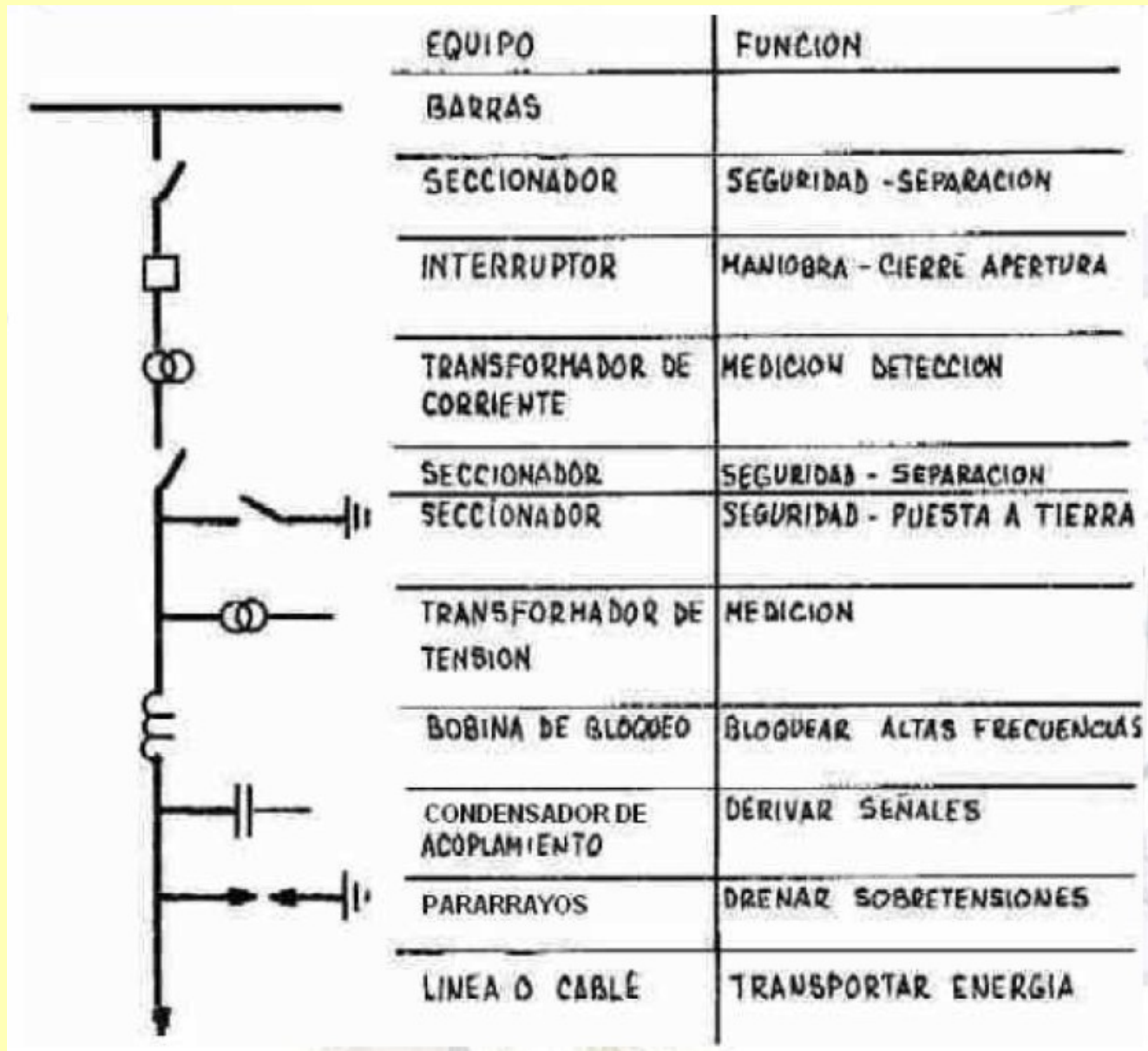
SIMBOLOGÍA

							
CT001	CT002	CT003	CT004			CT007	CT008
							
CT009	CT010	CT011	CT012	CT005	CT006	CT013	CT014
							
CT015	CT016	CT017	CT018	CT021	CT022		
CT001 - FUSIBLE CT002 - SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA CT003 - SECCIONADOR CT004 - INTERRUPTOR (RUPTOR) CT005 - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON FUSIBLE CT006 - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON RELÉS DIRECTOS Y FUSIBLES (RUPTOFUSIBLE) CT007 - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CT008 - BOTELLA TERMINAL CT009 - INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (protección general corte en SF6, p.v.a., vacío, etc.) CT010 - EXPLOSOR CT011 - AUTOVÁLVULA CT012 - ENCLAVAMIENTO MECÁNICO CT013 - PUESTA DE MASA A TIERRA CT014 - DEFECTO DE AISLAMIENTO CT015 - TENSIÓN PELIGROSA CT016 - LOCALIZACIÓN DE UNA FALTA A TIERRA CT017 - PANTALLA AISLANTE CT018 - MANDO MOTORIZADO CT021 - SECCIONADOR ROTATIVO CT022 - INTERRUPTOR ROTATIVO							



Esquemas eléctricos unifilares

SIMBOLOGÍA





Subestación: **CLASIFICACIÓN**

APARAMENTA	APLICACIÓN	NIVEL DE TENSIÓN	INSTALACIÓN
Convencional	Subestaciones rurales	≥ 400 kV	Intemperie
Modular	Subestaciones rurales	220-132-66-45 kV	Intemperie
Blindada	Subestaciones rurales	220-132-66-45 kV	Intemperie
		20-15 kV	Interior
	Subestaciones urbanas	220 a 15 kV	Interior

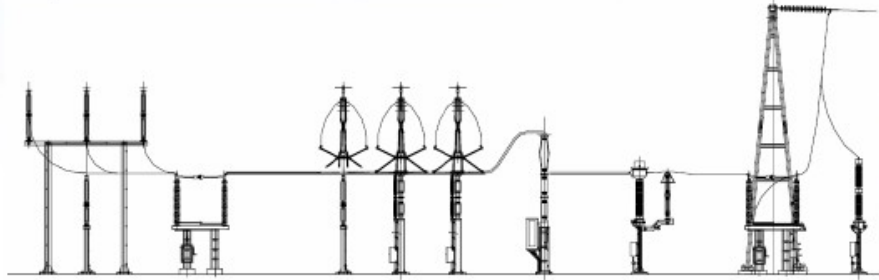


- Subestación **de exterior**
 - Soportan condiciones atmosféricas adversas, aunque no todo está en el exterior. Edificio de mando y control: cuadro de mando y protecciones
 - costes de los equipos más reducidos y facilidad de reparación
 - grandes superficies para su implantación.
 - problemas de integración medioambiental/social en entornos rurales y urbanos.
- Subestaciones **rurales**
 - Instalaciones pequeñas (300 m² vs. 110 m²)
 - Más simples
 - Menor calidad de servicio
 - No permiten demasiadas maniobras
 - Suelen ser de tensión de reparto/distribución (66/20 kV)

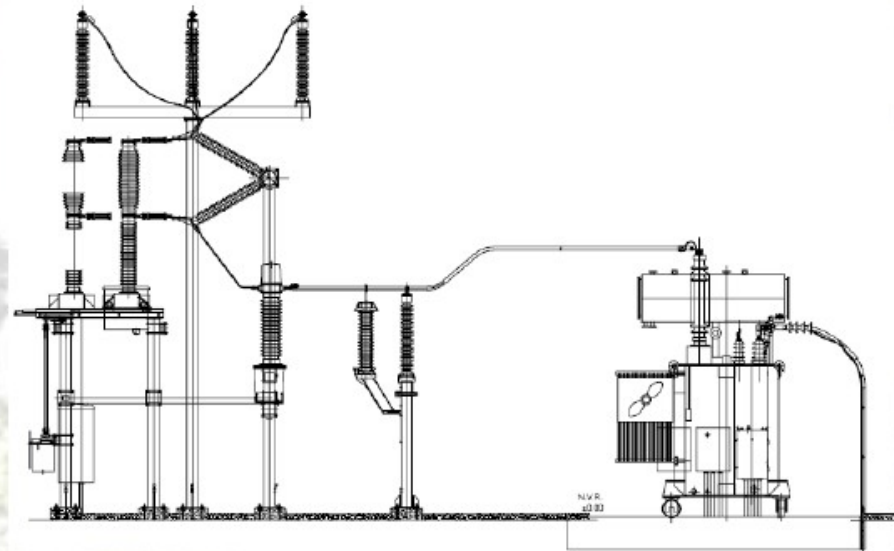
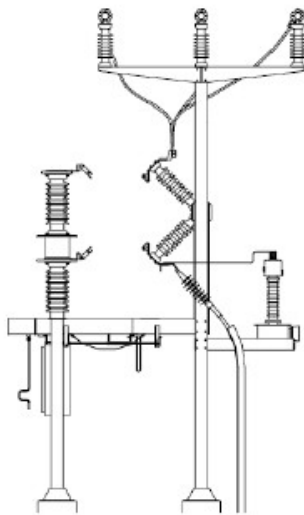
Subestación: **CLASIFICACIÓN**



Aparata convencional



Aparata modular





Aparamenta modular



Módulo compacto 145 kV. Pos trafo



Detalle armario protecciones
mando y telecontrol posición



Módulo compacto 72 kV. Pos línea

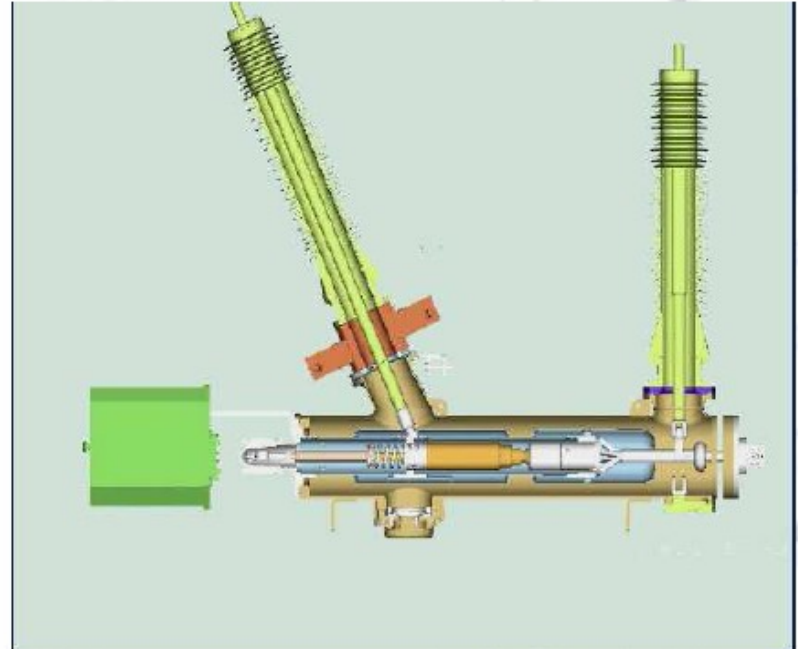


Detalle armario protecciones
mando y telecontrol posición





Aparamenta Blindada de intemperie





- Subestación **de interior**

Mayor parte de la instalación dentro de edificio

- Transformadores a la intemperie
- Uso poco extendido (poco espacio, tensiones bajas, interior de industrias o comercios)

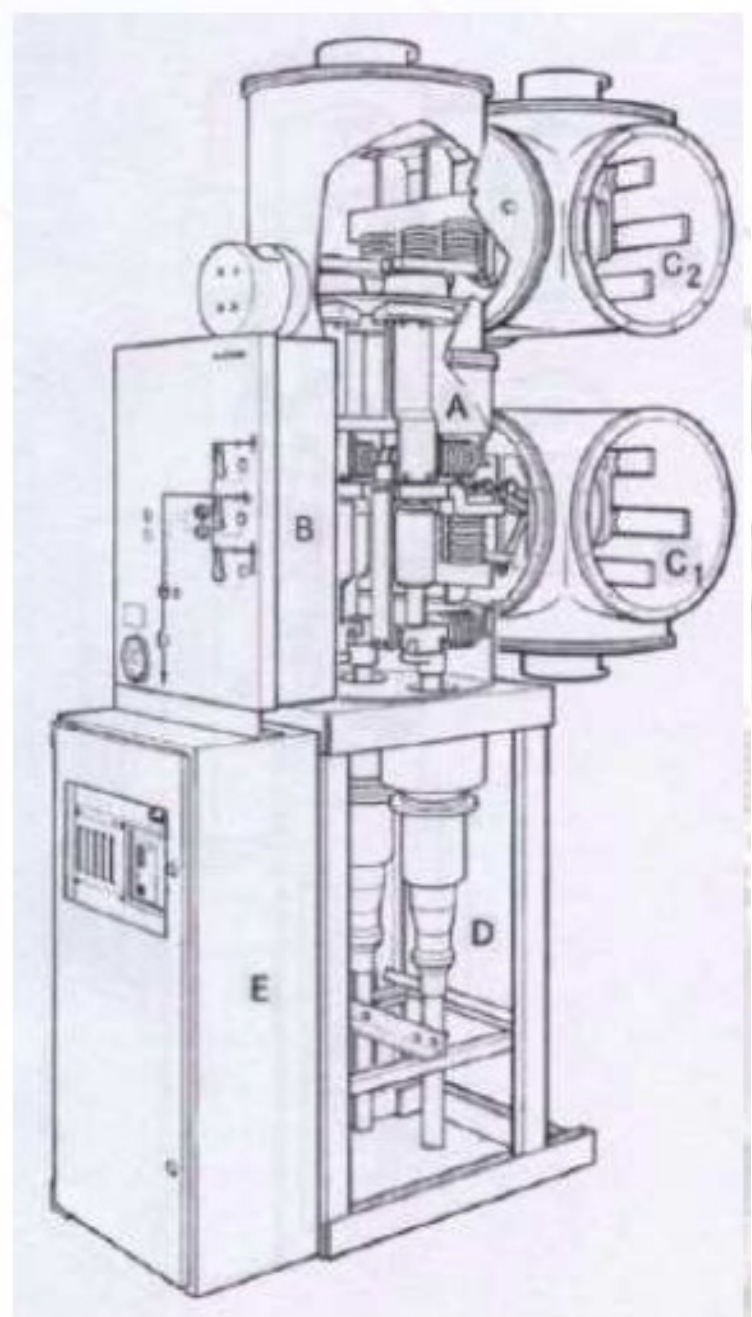
- **Ventajas:** mayor **protección** (contaminación, humedad, ambiente salino) y **distancias menores**.

- **Inconvenientes:** **más caras** (compromiso con el precio del suelo en zona urbana), Problemas con **incendios** (saltan las protecciones por ionización del aire)

Subestaciones: **CLASIFICACIÓN**



Cel
de c
a tie
ento
s
nsión
y pu
to, c
mec



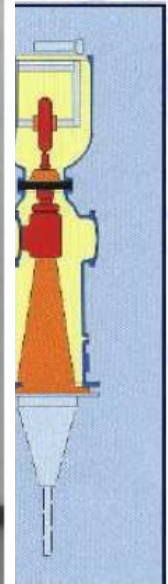
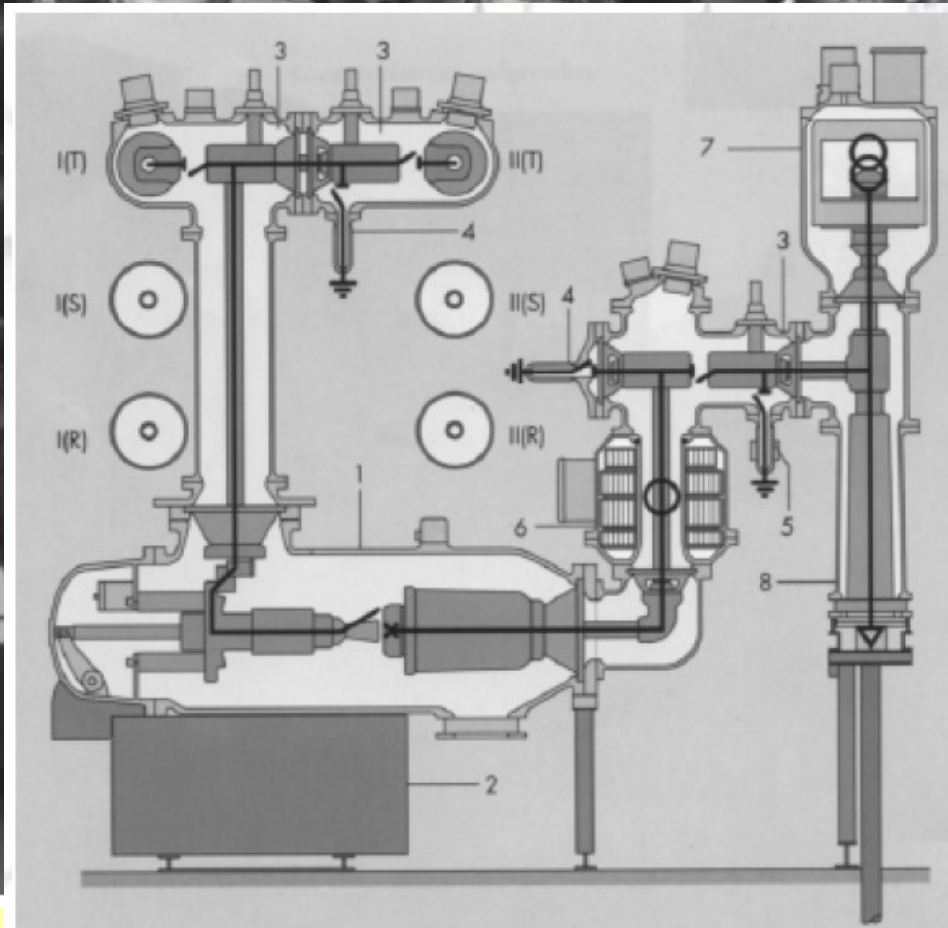


- Subestaciones **blindadas**
 - Nuevo dieléctrico: Hexafluoruro de azufre (SF6) (Gas de alta capacidad dieléctrica, muy estable, no inflamable)
 - Permite distancias mucho menores. Uso en poblaciones o áreas de alta contaminación
 - Limitación de tamaño. Transformadores (proporcional a potencia)
 - Mantenimiento reducido (menos problemas que con el aceite de los transformadores)

Subestaciones: **CLASIFICACIÓN**



- 8 Corte típico de un campo (celda) de un GIS de doble juego de barras, disposición monopolar y salida con cable subterráneo. (1) módulo de interruptor, (2) mando de resortes, (3) módulo de seccionador, (4) módulo de seccionador de puesta a tierra, (5) módulo de transformador de corriente, (6) módulo de transformador de tensión, (7) módulo de conexión a cable subterráneo, (8) módulo de conexión a cable subterráneo.





¡¡ Despertad !!

