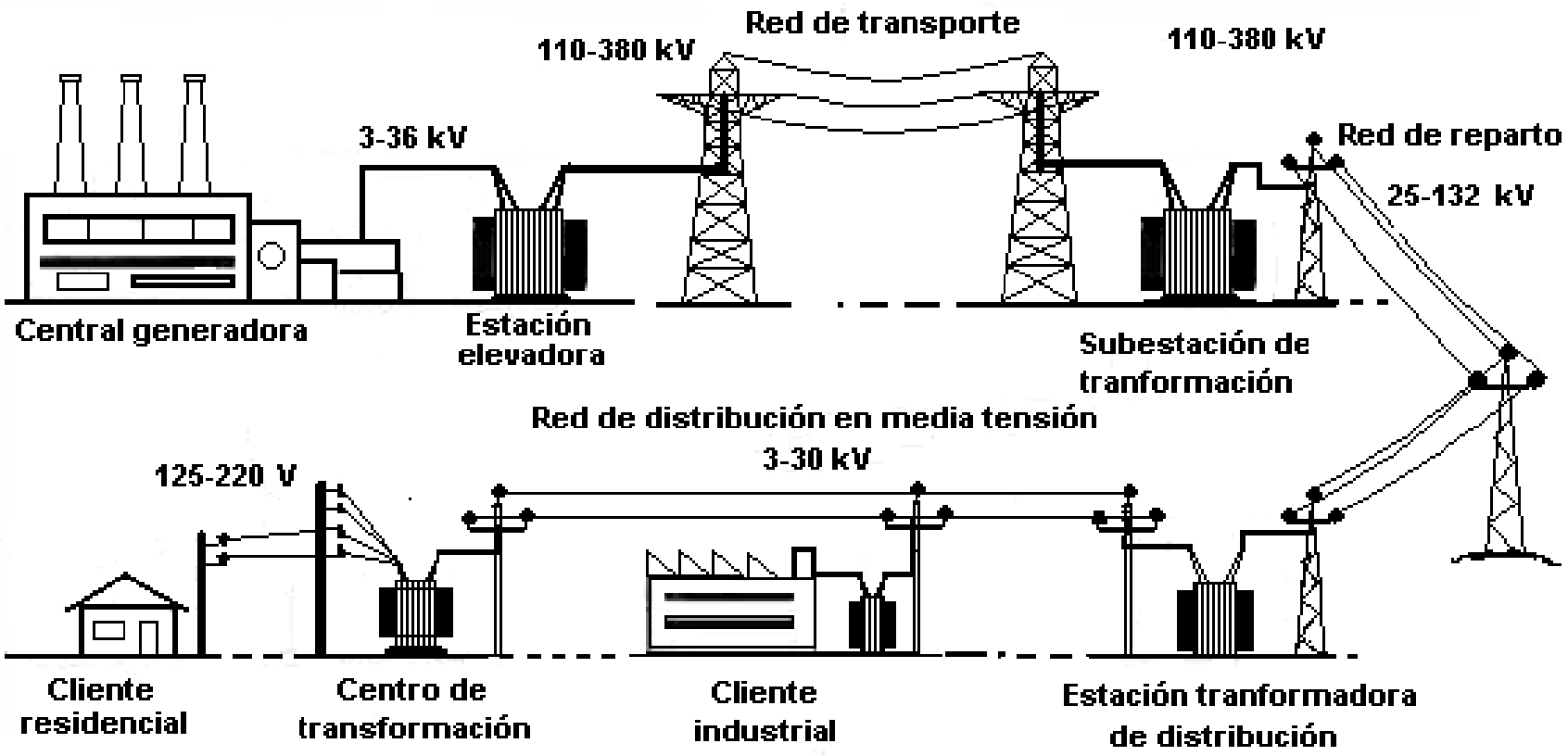
SUBESTACIONES DE POTENCIA
GENERALIDADES Y APLICACIONES

1 EL PROCESO

GENERACION - TRANSMISION CONVERSION - DISTRIBUCION

Generalidades y aplicaciones



Generalidades y aplicaciones

TIPOS DE SUBESTACIONES

GENERACION Conversión de otros tipos de energía a energía eléctrica a través de los generadores.

Se habla de las Centrales de Generación en sus diferentes tipos. Tensiones entre los 6 y los 13.8 kV

TRANSMISION Transporte de la energía a los centros de consumo minimizando las pérdidas. Por ello se realiza con relativas bajas corrientes lo cual equivale como principio de la conservación de la energía (despreciando las pérdidas) a la elevación de las tensiOnes de utilización o de transporte. Se habla entonces de las Líneas de Transmisión o de Transporte en tensiones desde los 220 kV. Se contemplan igualmente tensiones entre los 115 y 66 kV como valores para la subtransmisión regional

Generalidades y aplicaciones

TIPOS DE SUBESTACIONES

CONVERSION Devolver el proceso para iniciar una etapa de escalonamiento por pasos para bajar la tensión a los valores de utilización, bien a niveles de Subtransmisión o Distribución

Un primer escalón coloca un bloque grande de energía (Ejemplo unos 90 MVA de potencia de manera constante o sin interrupciones), a un nivel de tensión intermedio :

La Subestación de Potencia.

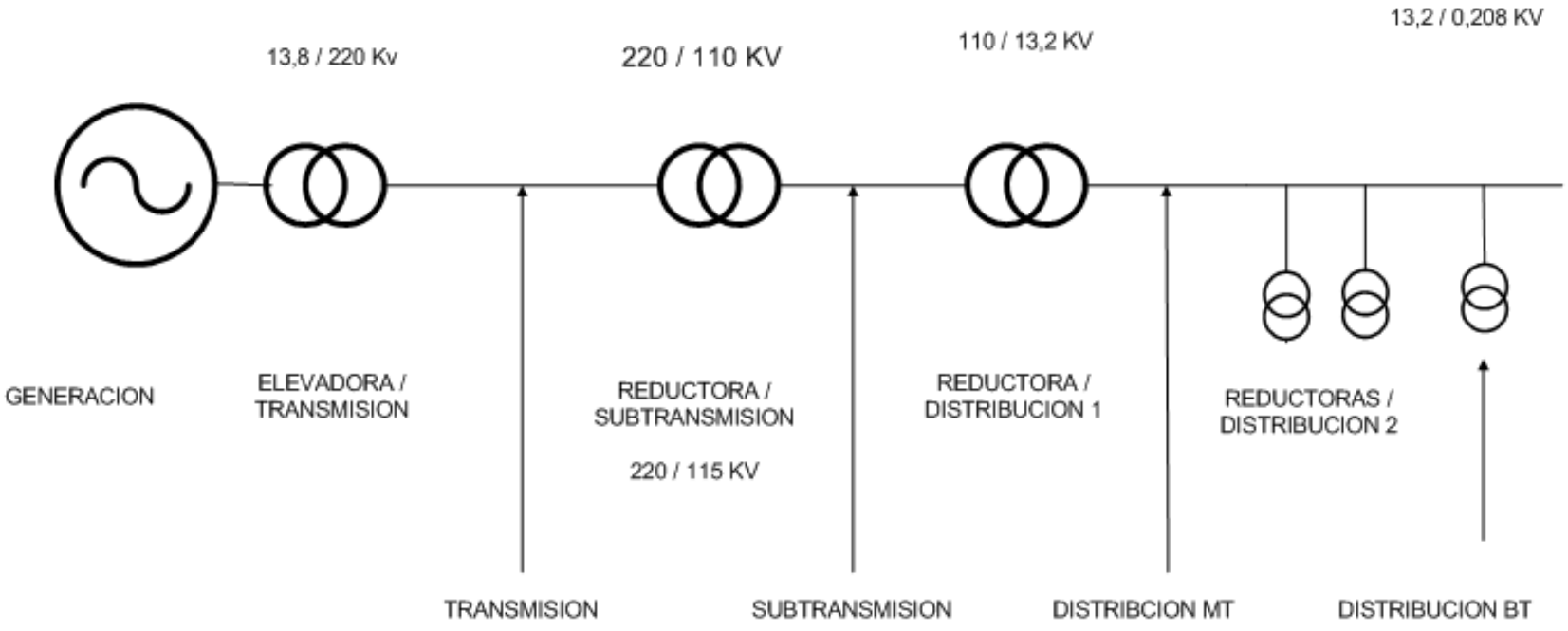
Un segundo escalón lleva los niveles de tensión de media a baja:

La Subestación de Distribución,

Estas últimas de local o de poste.

Generalidades y aplicaciones

IMPORTANCIA DE LA SUBESTACION



ETAPAS DEL SISTEMA DE POTENCIA

SUBESTACIONES DE POTENCIA

GENERALIDADES

Generalidades y aplicaciones

- DEFINICION

Sitio donde se realiza de manera controlada, confiable y segura la conversión o cambio de los niveles de tensión de valores mayores a menores y viceversa a potencias grandes, garantizando un manejo adecuado al flujo de esa potencia a través de los diferentes caminos establecidos para su transporte.

Generalidades y aplicaciones

0.1.6 TENSIONES UTILIZADAS EN TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE MEDIA TENSION

TABLA 1

TENSIONES NORMALIZADAS EN KV UN/UMAX

Alemania VDE	EEUU IEEE	Francia VDE	Inglaterra BBS	Internacional IEC	Colombia NTC
6/7.2	6/7.2		/7.2	/7.2	
10/12	13.2/15	10/12	11/12.5	/15	
20/24	22/24	15/17.5	22/24	/17.5	
	34.5/36.5	20/24	33/36	/36	
30/36	46/48.3	30/36	44/49		
	66/69		66/72.5	72.5	
110/123	115/123	90/100	110/123	/100	
	138/145	150/170	132/145	/123	
150/170	161/169		150/170	/170	
220/245	230/245	225/245	220/245	/245	
300/330	287/302		275/300	/300	
380/420	345/362		330/360	/362	
	460/483		380/420	/420	
	500/525			/525	
700/765	700/765			/765	

Generalidades y aplicaciones

- TENSIONES MAXIMAS NORMALIZADAS IEC PARA SUBESTACIONES DE ALTA TENSION

300

362

420

550

800

TIPOS DE SUBESTACIONES
TABLA 1

ELEMENTOS O EQUIPOS QUE LA CONFORMAN

- Elementos de Conversión : Los transformadores de potencia, caracterizados por la potencia que pueden manejar expresada en MVA y los niveles de tensión que soportan

- Elementos de corte o de interrupción y restablecimiento del flujo de potencia: Los interruptores de potencia

Generalidades y aplicaciones

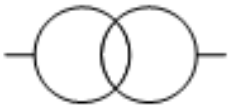
CONVENCIONES IEC MAS UTILIZADAS

GENERADOR

DESCARGADOR DE SOBRETENSION - PY

SECCIONADOR

INTERRUPTOR DE POTENCIA



TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS DEVANADOS

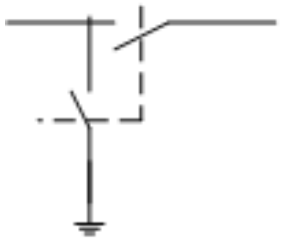
AUTOTRANSFORMADOR

Generalidades y aplicaciones

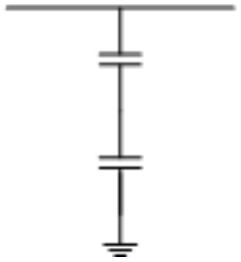
CONVENCIONES IEC MAS UTILIZADAS

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL P T INDUCTIVO

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE C T



SECCIONADOR CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA



TRANSFORMADOR DE POTENCIAL P T CAPACITIVO

Generalidades y aplicaciones

- Elementos de aislamiento para seguridad: Los seccionadores que interconectan tanto los caminos de conducción entre los demás equipos de la subestación como los de puesta a tierra . Delimitan igualmente las zonas seguras de trabajo mediante el establecimiento del corte visible.

- Elementos de conversión para la medida y la protección: Los transformadores de corriente (CT) o de potencial (PT)

Generalidades y aplicaciones

- Elementos de Control : Equipos y accesorios que producen y transmiten la orden de operación o movimiento de los elementos de equipos de potencia entregando las señales adecuadas del estado de los equipos.

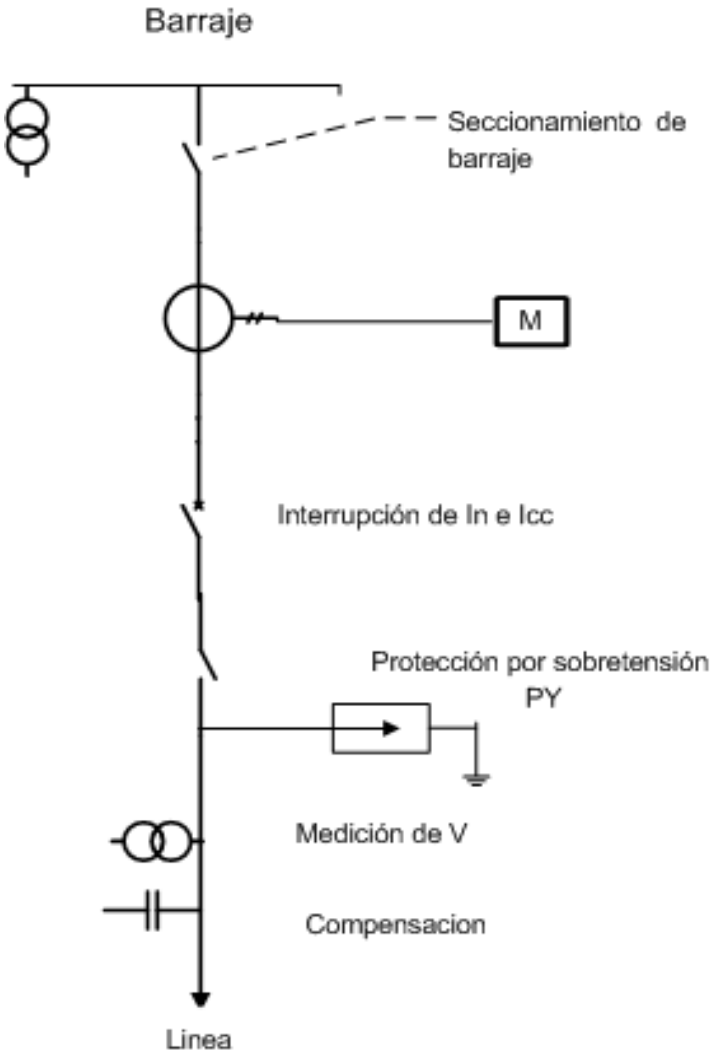
- Elementos o puntos de Unión: Barrajes o puntos nodales

Generalidades y aplicaciones

- Elementos de Servicios Auxiliares: Equipos para complementar las funciones anteriores, tales como el suministro constante de las tensiones de alimentación, las comunicaciones de señales, voz humana o datos a otros sitios, etc. Los transformadores para servicio internos, tableros de distribución de circuitos de auxiliares, baterías rectificadores o cargadores de baterías y las plantas de emergencia o grupos electrógenos.

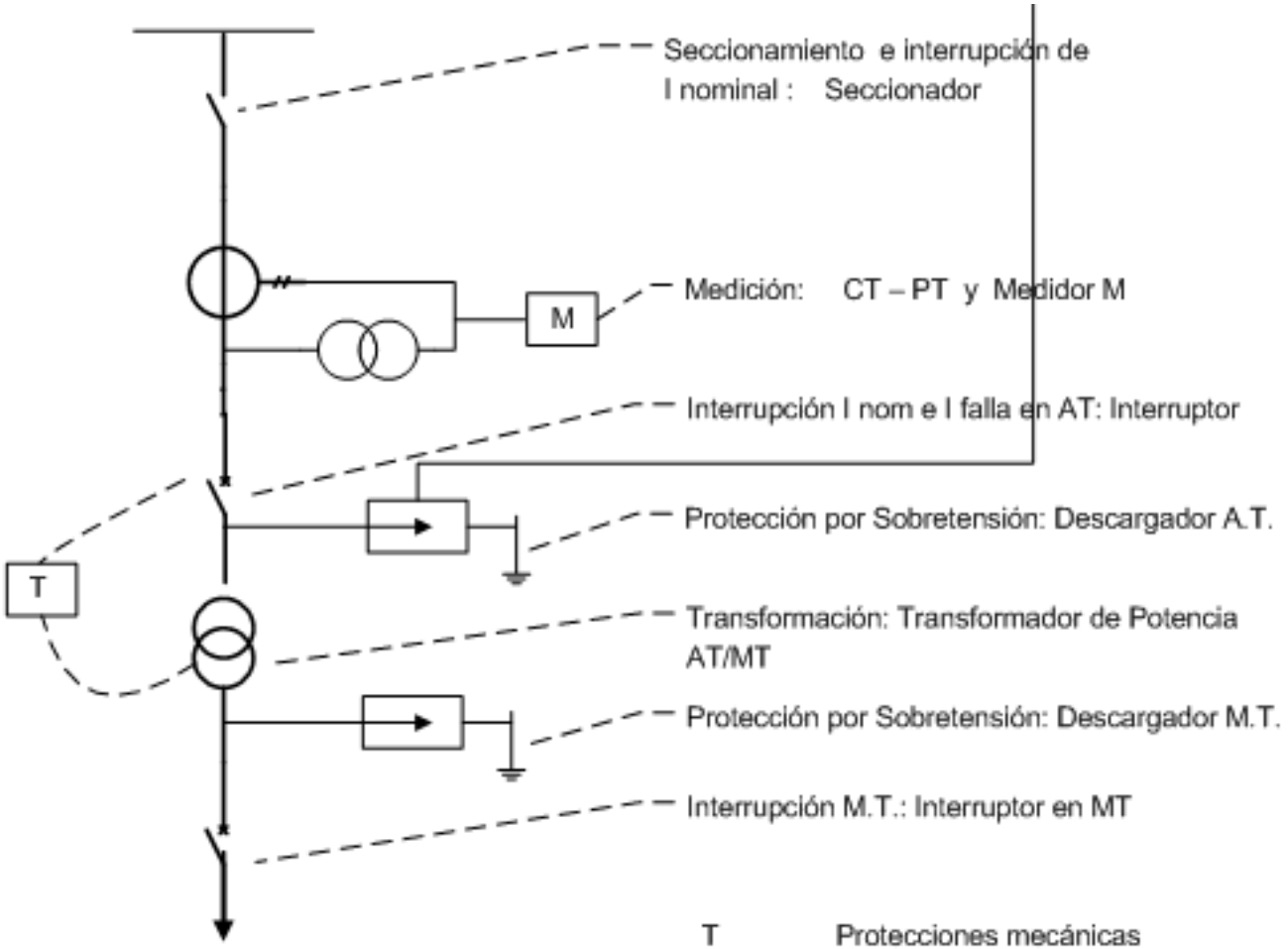
Generalidades y aplicaciones

ESQUEMA UNIFILAR SIMPLE MODULO DE SALIDA DE LINEA

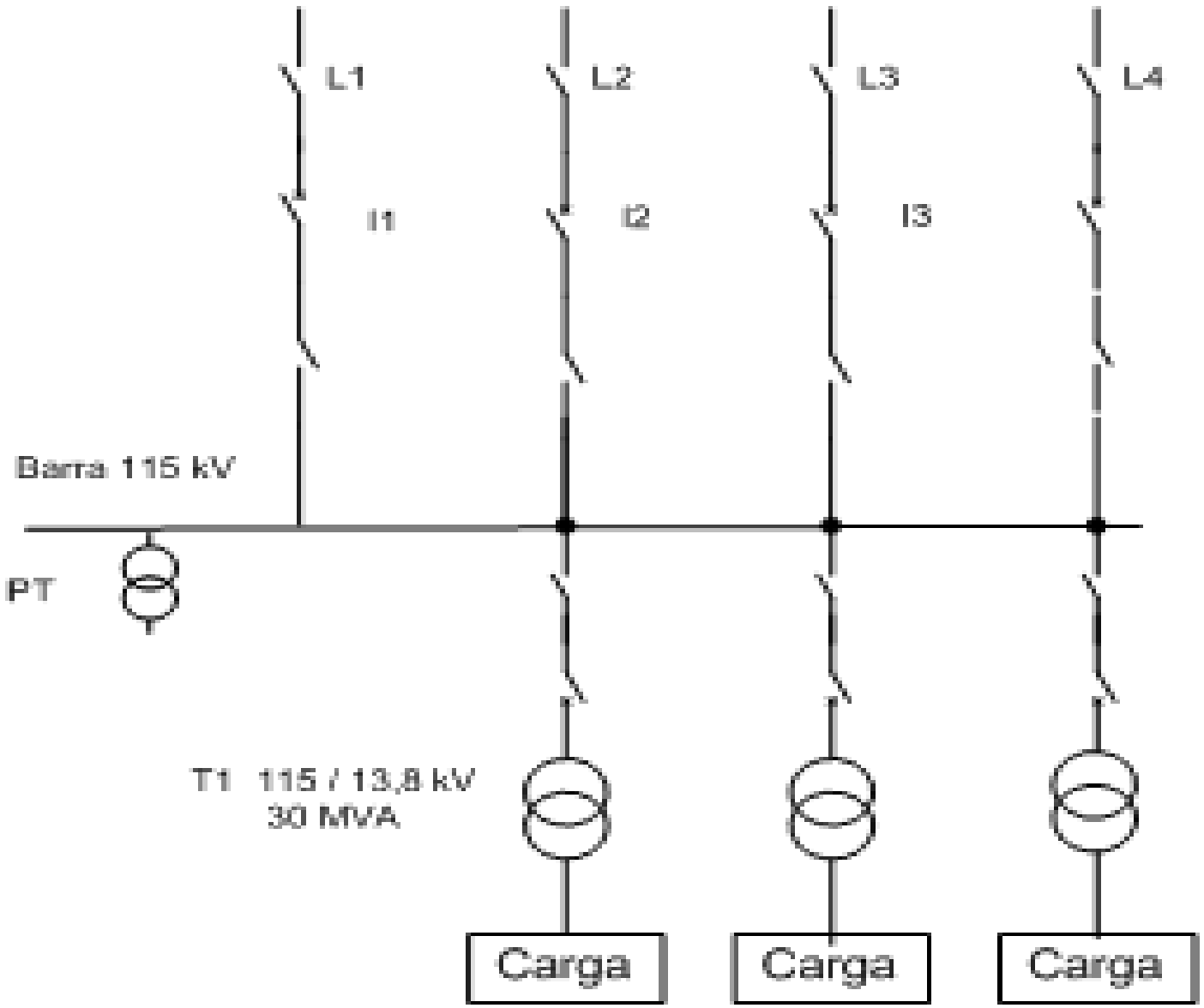


Generalidades y aplicaciones

ESQUEMA UNIFILAR SIMPLE MODULO DE TRANSFORMACION

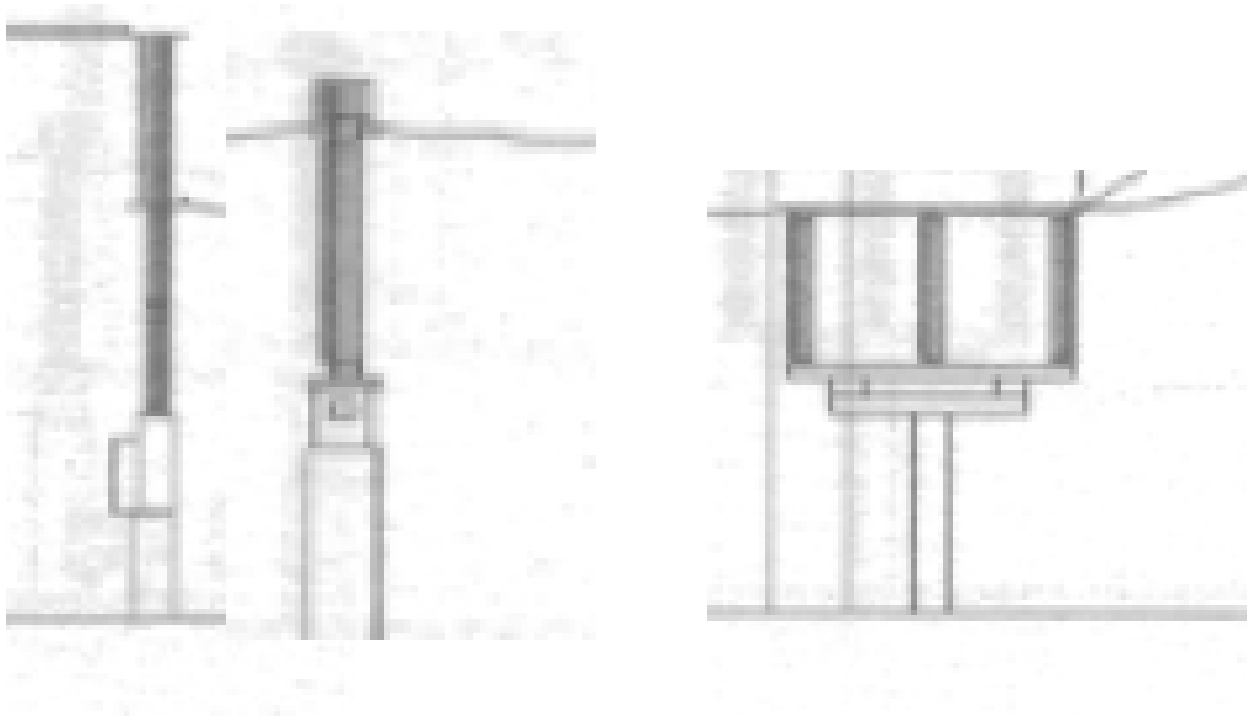


Esquema unifilar simple con 7 módulos Barra sencilla



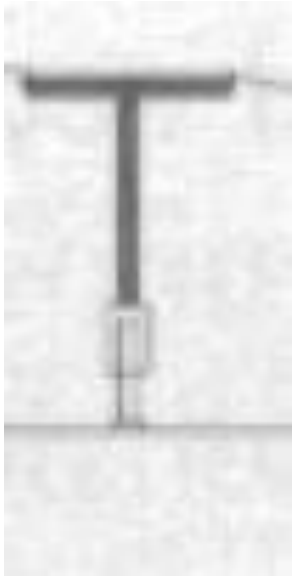
Generalidades y aplicaciones

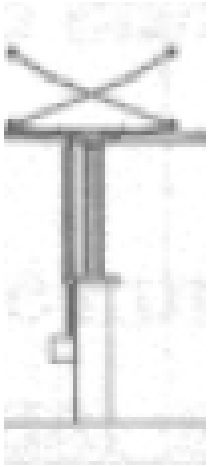
siluetas de equipos S/E convencional (Aire)

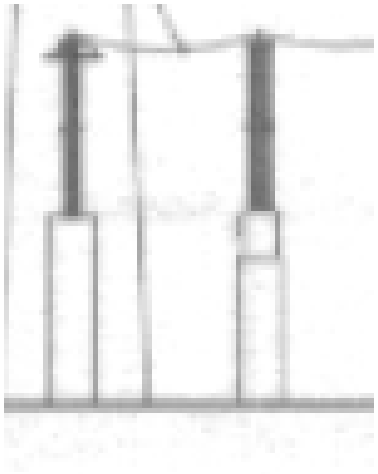


Generalidades y aplicaciones

siluetas de equipos S/E convencional (Aire)

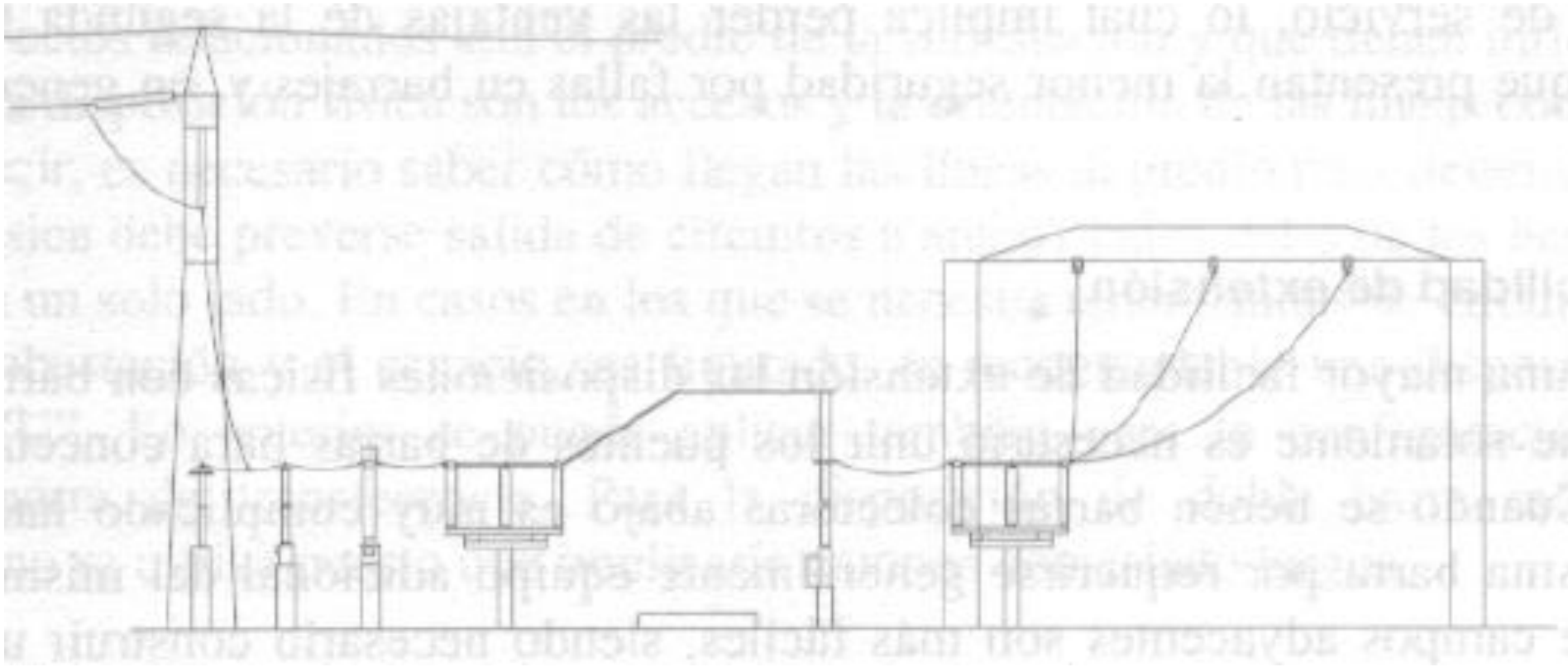






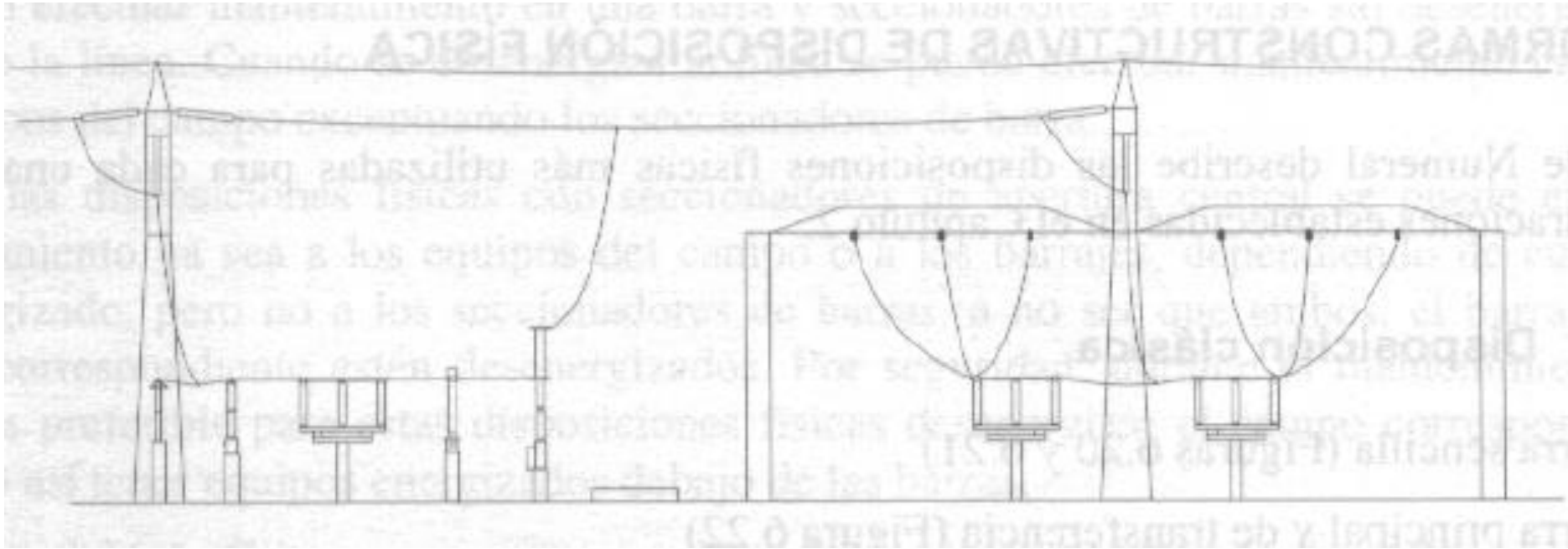
Generalidades y aplicaciones

Siluetas de barras S/E convencional (Aire) barra sencilla



Generalidades y aplicaciones

Siluetas de barras S/E convencional (Aire) barra doble



Generalidades y aplicaciones

Generalidades y aplicaciones

TIPOS O CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES POR SU FUNCION

ELEVADORA Cambio de los niveles de Tensión desde Generación a Transporte

REDUCTORA Cambio de los niveles de Tensión desde Transporte al primer nivel de Distribución

DE MANIOBRA Manejar los flujos de potencia hasta los centros de consumo dentro de un
sistema interconectado (altas y extra altas tensiones)

CONVERSION TRANSMISION / SUBTRANSMISION Alimentación a un subsistema a niveles
de tensiones altas, con relaciones de transformación no superiores de 2 a 1

MIXTAS Cualquier combinación de las anteriores.

Generalidades y aplicaciones

TIPOS O CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES POR SU TAMAÑO

- DE POTENCIA :
  - DE GRAN POTENCIA Arriba de 100 MVA, tensiones superiores a 220 kV
  - DE MEDIANA POTENCIA Entre 30 y 60 MVA, tensiones entre 66 y 115 kV
  - DE PEQUEÑA POTENCIA Entre 2 y < 30 MVA , tensiones entre 6,6 y 66 kV

- DE DISTRIBUCION
  - DE LOCAL entre 0,5 y 2 MVA
  - De poste debajo de 0,5 MVA

Generalidades y aplicaciones

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES POR EL TIPO DE AISLAMIENTO

CONVENCIONALES: Aislamiento entre las partes a diferente tensión por la distancia a través del aire. Dependen entonces de la altura sobre el nivel del mar, las características geográficas y ambientales: Temperatura, Viento, Polución, sismisidad, etc.

CAPSULADAS: Aislamiento entre las partes a través de otro elemento, como el aire a presión, el gas SF6, en ambientes que no permiten el contacto con el aire. Por lo tanto son independientes de las condiciones ambientales.

Generalidades y aplicaciones: Subestación Convencional

Generalidades y aplicaciones : Módulo de Subestación en SF6

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES POR SU CONFIGURACION

Desde el punto de vista de la continuidad del servicio se caracterizan por la Seguridad, Confiabilidad y Flexibilidad, las cuales dependen a su vez de la importancia de la subestación dentro del sistema, y de la carga alimentada. Definimos a continuación estos conceptos

Seguridad: SUBESTACION SEGURA Propiedad de la instalación de mantener el servicio sin interrupciones aún durante fallas de sus elementos principales (barraje, interruptor). Define la máxima continuidad.

Factores que la determina: Duplicación de interruptores o configuraciones especiales.

Generalidades y aplicaciones

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES POR SU CONFIGURACION

Confiabilidad : SUBESTACION CONFIABLE Función probabilística que define la expectativa de proporcionar el servicio durante un período de tiempo, bajo condiciones N-1, N-2, etc... (N: No. de elemento que determinan la conducción de energía dentro del sistema). En esta condición y si ocurre un fallo en un elemento, se restablece el servicio en poco tiempo a través de una maniobra o un reemplazo de la función por otro equipo.

Factores que la determinan: Duplicación de barrajes, disposiciones de reemplazo de equipos indisponibles.

Flexibilidad: SUBESTACION FLEXIBLE Facilidad de cambiar la configuración existente para mantener la continuidad del servicio ante mantenimientos, daños, ampliaciones o para facilitar los fines operativos de las mismas tales como el manejo de los flujos de la potencia del sistema, etc.

Generalidades y aplicaciones

- SELECCIÓN DE LAS TENSIONES DE UTILIZACION

Las tensiones a utilizar en los primarios y secundarios de las subestaciones se definen prácticamente en el PLANEAMIENTO ELECTRICO de las empresas, y se definen por:

1-La ubicación de la subestación dentro del sistema.

2-El tipo de cargas a atender (Características especiales)

3-La función específica de la subestación: Interconexión (Maniobra), Atención a una necesidad de suplir cargas en una región (Distribución)

4-El tamaño de la subestación: La carga a alimentar y las proyecciones de aumento. Corresponden estas definiciones a las dependencias de Planeamiento Eléctrico de las empresas.

Generalidades y aplicaciones

- DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA INSTALACION

Para las Subestaciones del tipo de Conversión o Distribución, el tamaño se define por la capacidad de los transformadores. Estos a su vez se dimensionan según la carga a alimentar la cual se define a su vez por los módulos mínimos o capacidades por circuito de distribución y por las expectativas de crecimiento de las cargas. Normalmente las empresas de energía definen los tamaños máximos de la carga a alimentar por módulo o circuito.

Estas determinan igualmente el tamaño del transformador económico para normalizar de esta manera los tamaños en MVA de los transformadores típicos a utilizar dentro de su sistema.

El número de transformadores lo determina a su vez el número de alimentadores por nivel de tensión y la aplicación del concepto de la POTENCIA FIRME de la instalación.

Generalidades y aplicaciones

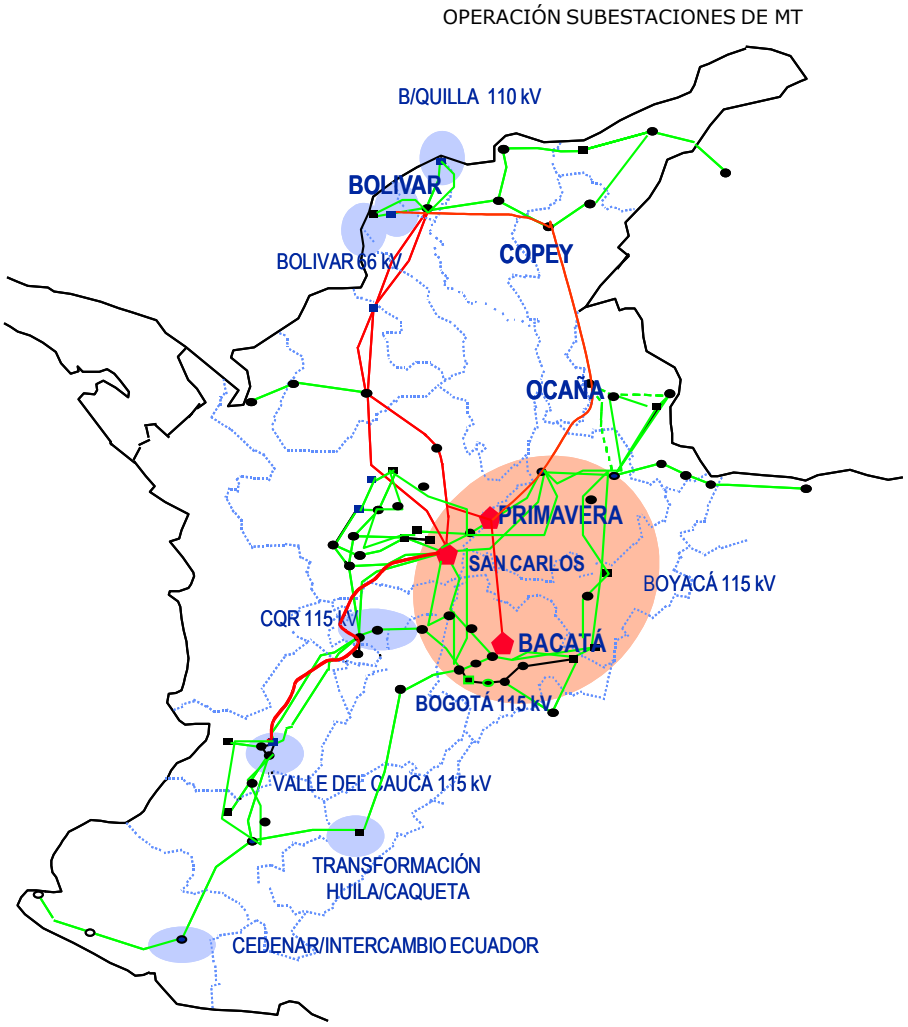
- MARCO REGULATORIO

Adicionalmente a las disposiciones constructivas y a las características que deben cumplir todos los equipos componentes de la subestación de acuerdo a las normas internacionales, se cuenta con otras disposiciones que regulan los procedimientos generales tanto para la construcción como para el mantenimiento de las mismas.

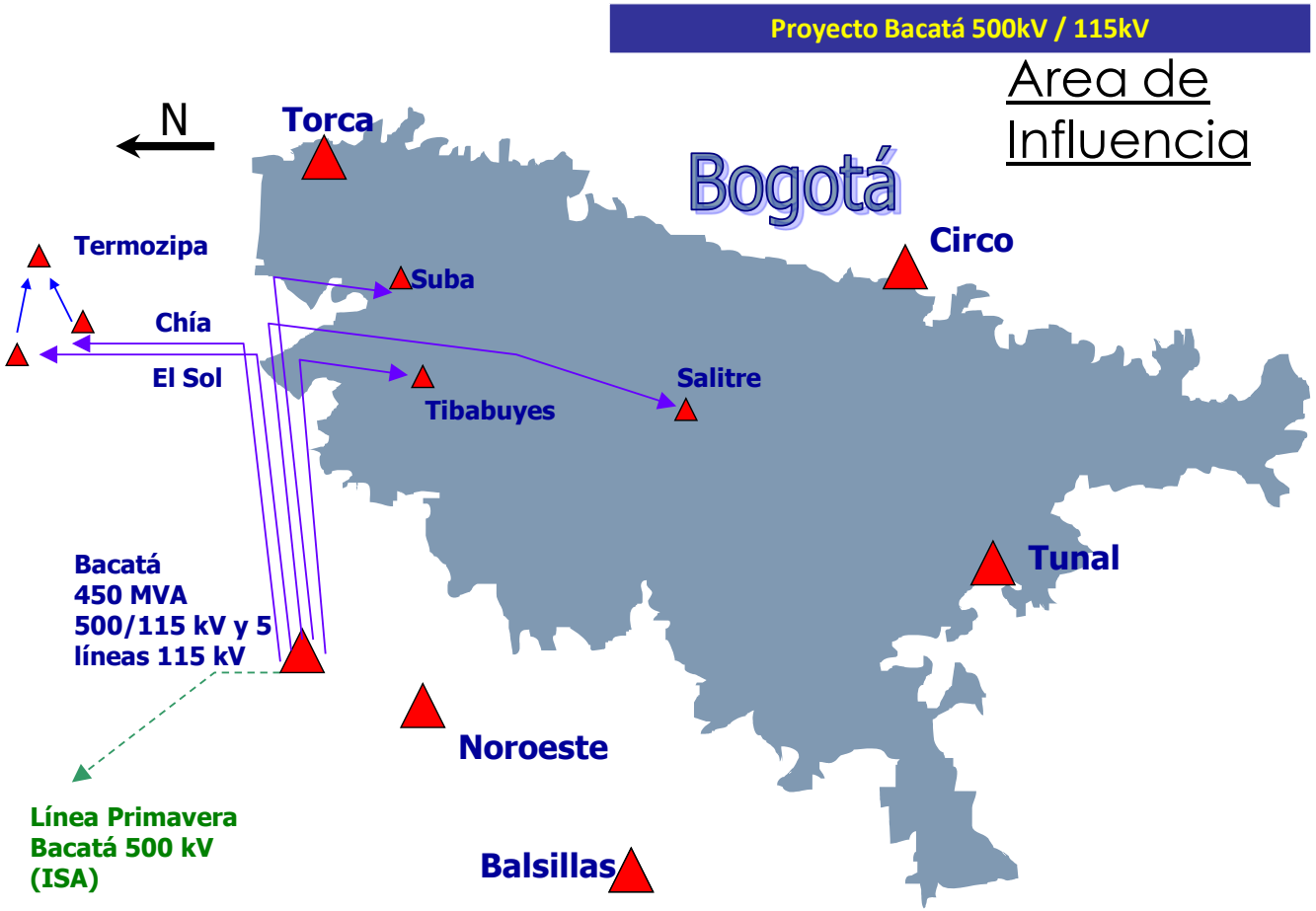
Igualmente se cuenta con los requisitos de ley tendientes a mantener el equilibrio ambiental o a minimizar el impacto de una nueva instalación u otra existente.

Estos requisitos se contemplan en la Ley de Servicios Públicos, Res 142 de 1994, Ley Eléctrica (Res. 143 de 1994), en el Código de Redes Res. 070 de 1998, esta ultima en lo concerniente al tópico de las Subestaciones, Construcción y Mantenimiento y en las resoluciones de Control del Medio Ambiente.

Aplicaciones : el STN 500 y 230 kV



Aplicaciones : Una parte de Bogotá 500 y 115 kV



Generalidades y aplicaciones

Ejercicios Tipo 1

- Ejercicios tipo 1 Respecto a los esquemas de conexión de barras indicados en los dibujos 1 a 5 de la pagina siguiente,

1 Discutir en cada caso las diferencias en las características de :
Maniobrabilidad entre 1 y 4
Flexibilidad entre 2 y 5
Mantenibilidad entre el 1 y 2, 1 y 5 y entre 2 y 5
Confiabilidad entre 1 y 5
Seguridad entre 1 y 3

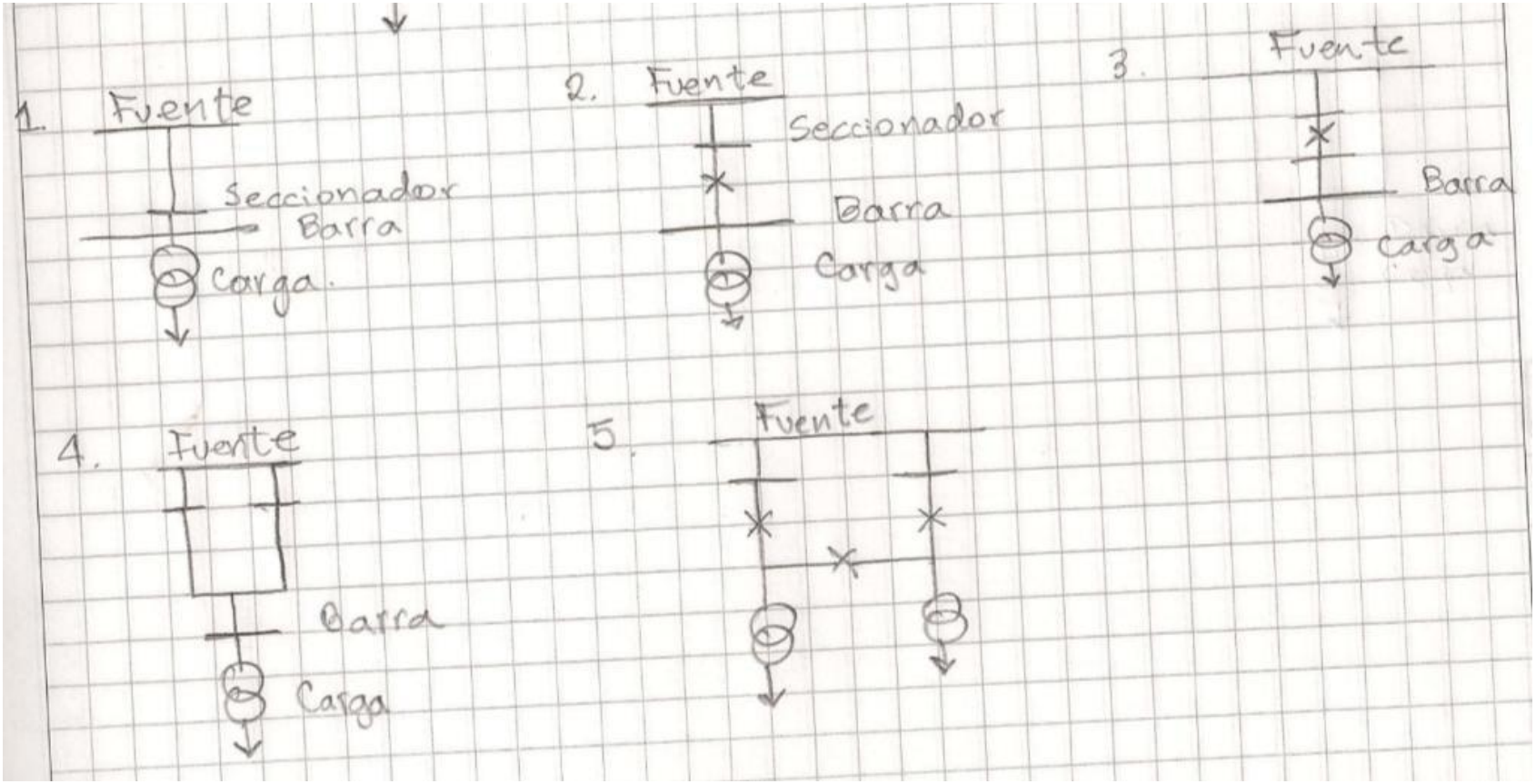
2 Respecto a las conexiones indicadas en los mismos dibujos 1 a 5 y los 6 a 10 establecer separadamente :
Ventajas de 6 con relación a 3 y a 4
Ventajas de 7 con relación a 1 y 2
Ventajas de 8 con relación a 5
Ventajas de 9 con relación a 4
Ventajas de 10 con relación a 5 y a 9

3 Según lo anterior, como se justifican las instalaciones indicadas en los dibujos 1 a 5 ?

4 Utilidad de la instalación 11

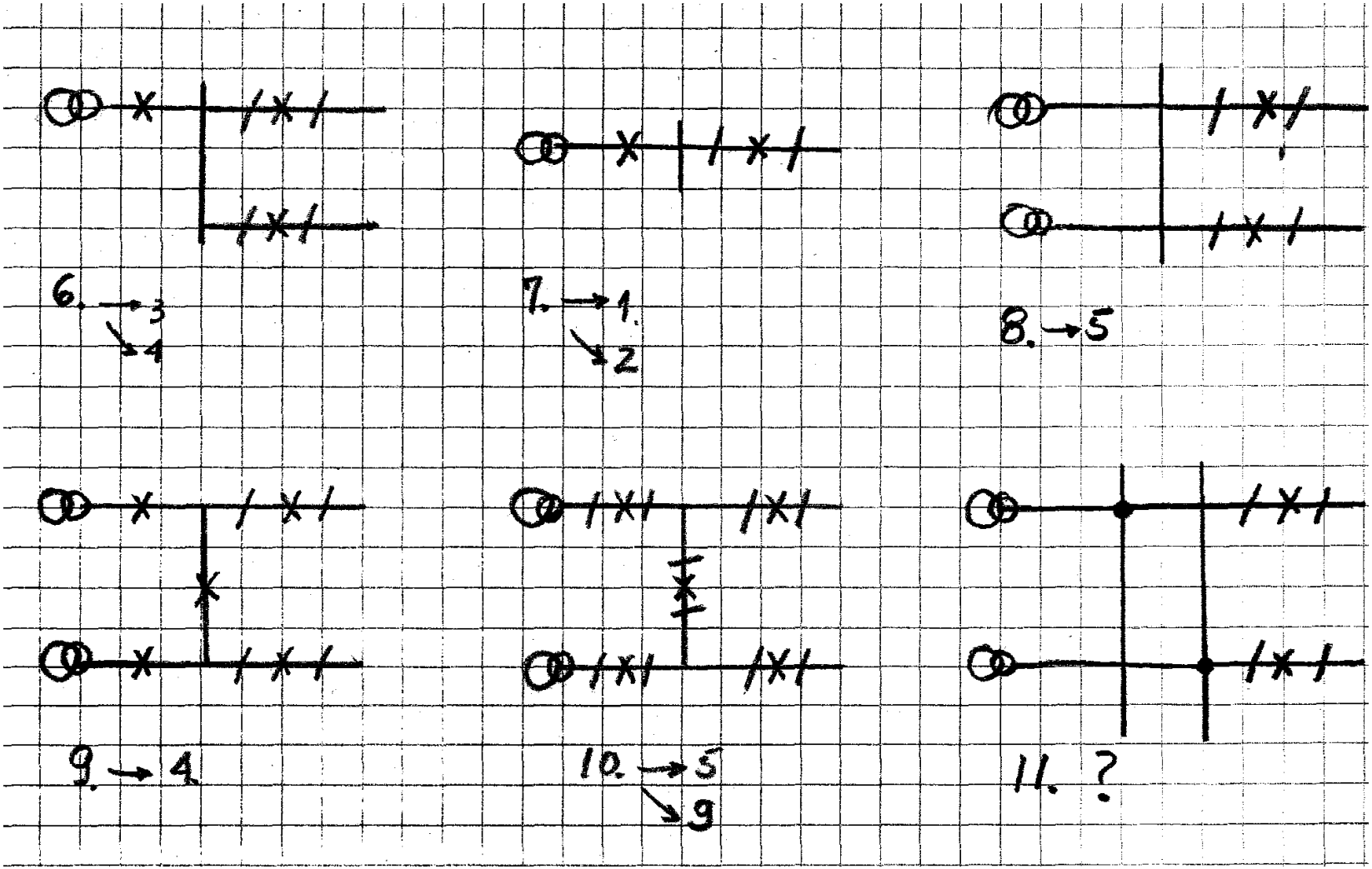
Generalidades y aplicaciones

Ejercicios Tipo 1



Generalidades y aplicaciones

Ejercicios Tipo 1



Generalidades y aplicaciones

- EJERCICIOS TIPO 2

Algunos referidos a los esquemas de la carpeta 22 de fotocopiadora del edificio 453

1 Dibujar según las convenciones de la clase el esquema unifilar de una subestación de potencia 110/13,2 kV en barra sencilla con dos módulo de línea y uno de transformación, con los equipos de potencia necesarios y los calibres de conductores . Cada línea debe manejar una potencia de 100 MVA. El transformador será de 50 MVA

2 Esquema 2 (ó Unifilar del STN enviado) subestaciones de una parte del Sistema interconectado Nacional STN a 220 kV. Los cuadrados indican interruptores. Identifique y explique al menos dos conexiones entre interruptores con las cuales se permite que las subestaciones Cerromatos- Chinú – Sabanalarga 500 kV permanezcan conectadas

3 Esquema 2. (o Unifilar del STN enviado) Cual es la posición abierto (open) o cerrado (close) de los interruptores de la subestación Chinú 500 kV para permitir mantenimiento en la barra 2 y al mismo tiempo la conexión a las subestaciones de 500 kV vecinas.

4 Esquema 3, (ó Unifilar del STN enviado) Referidos a la lámina 3. Indique cuales interruptores de las subestaciones Sabanalarga y Ternera 220 kV deben permanecer cerrados para permitir la conexión de las subestaciones Nueva Barranquilla 220 kV y Termocartagena 220 Kv.

Generalidades y aplicaciones

- EJERCICIOS

5 Esquema 4 Unifilar Subestación Darío Valencia 115 kV .

Barra principal con Transferencia

- Identificar y explicar las bondades de esta configuración con relación a una de barra sencilla.
- Maniobra para reemplazar el interruptor de la linea Colegio por el módulo de transferencia sin afecta el servicio de la linea.

6 Esquema 5 Unifilar Subestación Noroeste 220 kV.

Barra principal seccionada y barra de reserva con Paso directo ó By-pass

5.1 Explicar las ventajas de esta configuración con relación a las del esquema 4

5.2 Explicar maniobra de paso directo para retirar del servicio el interruptor de la línea Purnio 2 y entregarlo a mantenimiento sin afectar el servicio de esta salida.

7 Esquema 6 Unifilar 220 y 115 kV Subestación Circo

- Explicar las desventajas de esta configuración en cualquiera de sus dos niveles de tensión en relación a la presentada en el esquema 5.
- Explicar la maniobra de cambio de barras en subestación 230 kV sin afectar servicio
- Idem anterior pero en subestación 115 kV