

# SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN



## 1. ¿Qué es una subestación?

Las subestaciones eléctricas son las instalaciones encargadas de realizar transformaciones de la tensión, de la frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos.



## **Tipos de sub estaciones de transformación de tensión en el Perú según función:**

- Generación
- Transmisión
- Distribución





**Las subestaciones se pueden denominar de acuerdo con el tipo de función que desarrollan, en tres grupos:**

- a) Subestaciones variadores de tensión.
- b) Subestaciones de maniobra o seccionadoras de circuito.
- c) Subestaciones mixtas (mezcla de las dos anteriores).

**De acuerdo con la potencia y tensión que manejan las subestaciones, estas se pueden agrupar en:**

- Subestaciones de transmisión. Arriba de 230 kv.
- Subestaciones de subtransmisión. Entre 230 y 115kv.
- Subestaciones de distribución primaria. Entre 115 y 23 kv.
- Subestaciones de distribución secundaria. Debajo de 23 kv.



## Principales tipos de averías:

- Cortocircuito
- Sobre intensidad
- Contacto directo
- Contacto indirecto
- Perturbaciones



## Sistemas de protección:

- Relé térmico
- Corta circuitos fusible
- Interruptor magnetotérmico
- Interruptor diferencial
- Seccionadores
- Interruptor o relé electromagnético



# CAPACIDAD DE UNA SUBESTACIÓN

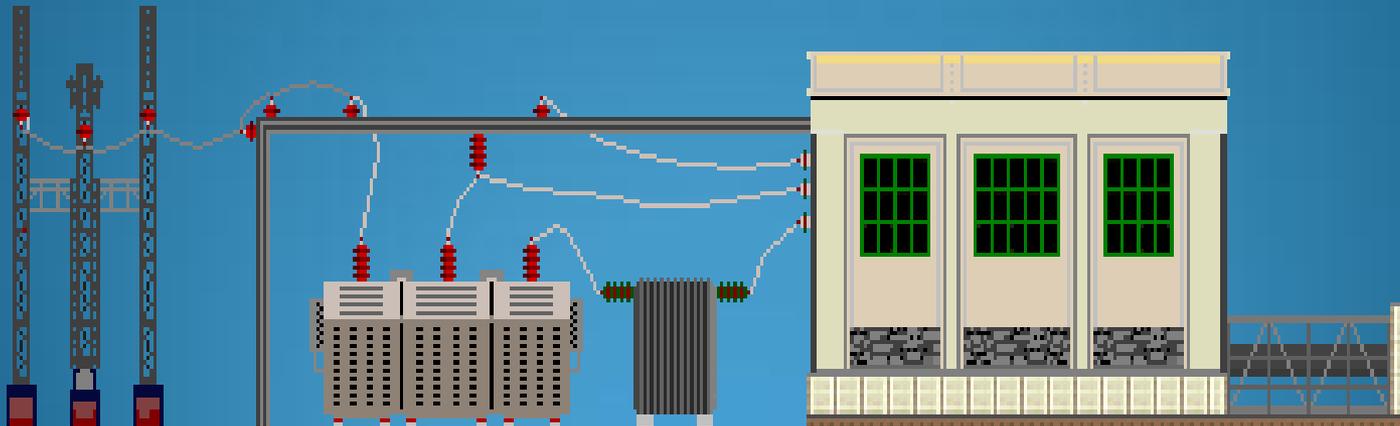
La capacidad de una subestación se fija, considerando la demanda actual de la zona en kVA, más el incremento en el crecimiento, obtenido por extrapolación, durante los siguientes 10 años, previendo el espacio necesario para las futuras ampliaciones.

# TENSIONES DE UNA SUBESTACIÓN

- Las tensiones en un sistema de potencia se normalizan, en primer término, dependiendo de las normas que se utilizan en cada país, y en segundo término, según las normas internas de las empresas propietarias de los sistemas eléctricos.

# Objetivos de una Subestación

Modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, con el fin de facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica



- Confiable y segura



**ESTRUCTURA**



**SEÑALIZACIÓN**

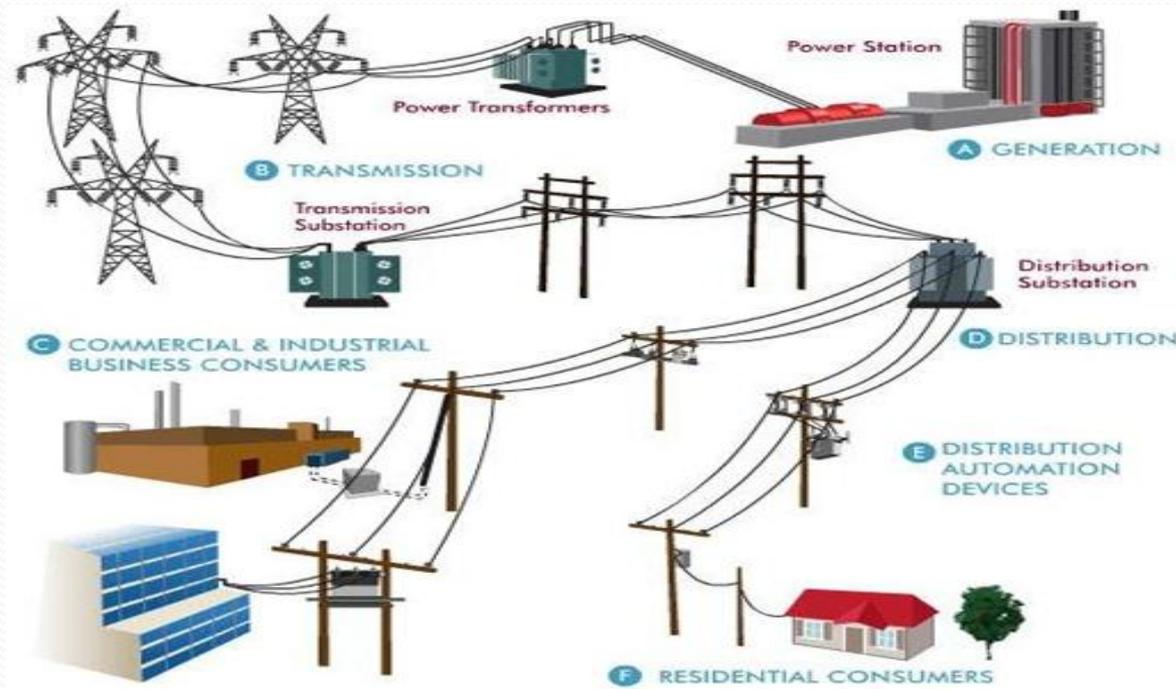


- Debe estar equipada con lo necesario para dar mantenimiento a líneas y posibles actualizaciones.



# Subestación de distribución

- Es el conjunto de instalaciones para la transformación, medición, protección y/o seccionamiento de la energía eléctrica.



# Tipos de subestaciones

Las subestaciones de distribución se pueden clasificar según su ubicación en:

- Subestación aérea.
- Subestación de piso.
- Subestación subterránea.

# Subestación aérea

- La subestación aérea o tipo poste es empleada en zonas rurales, y urbanas, para prestar el servicio a usuarios industriales o residenciales



# SUBESTACIÓN DE PISO

- Se clasifican:

## **SUBESTACIONES TIPO PATIO**

son empleadas a la intemperie en algunas industrias, habitualmente son alimentadas por redes subterráneas a 34,5 kV.



- **SUBESTACIÓN PEDESTAL (TIPO JARDÍN)**

La subestación pedestal (tipo jardín) puede ser utilizada a la intemperie o al interior de edificios, ofrecen seguridad para ser instalada en lugares en que existe paso de personas como en parques o avenidas.



# SUBESTACIONES ENCAPSULADAS

- Las subestaciones o centros de transformación encapsuladas, son aquellas en las que existe un recinto cerrado en el cual se encuentran alojadas varias celdas



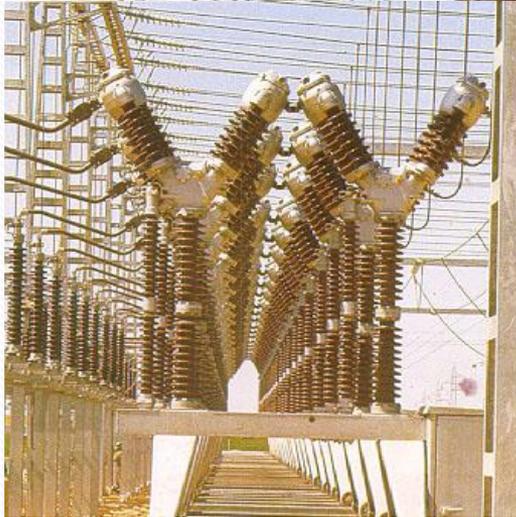
# SUBESTACIÓN SUBTERRÁNEA

- La subestación subterránea se instala bajo el nivel del piso en andenes, zonas verdes, o en un predio particular.



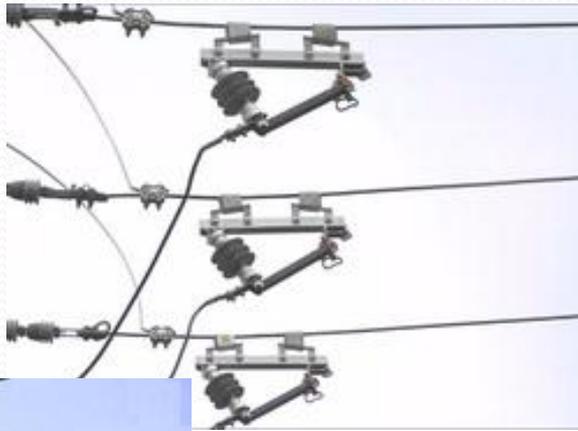
# COMPONENTES Y EQUIPOS QUE CONFORMAN UNA SUBESTACIÓN ELECTRICA

# INTERRUPTORES DE POTENCIA



- Los interruptores de potencia interrumpen y restablecen la continuidad de un circuito eléctrico. La interrupción la deben efectuar con carga o corriente de corto circuito.
- Se muestra un Interruptor de potencia en SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre), 3 polos.

## SECCIONADORES



- La misión de estos aparatos es la de aislar tramos de circuitos de una forma visible.
- Los circuitos que debe interrumpir deben hallarse libres de corriente, o dicho de otra forma, el seccionador debe maniobrar en vacío. No obstante, debe ser capaz de soportar corrientes nominales, sobre intensidades y corrientes de cortocircuito durante un tiempo especificado.
- Así, este aparato va a asegurar que los tramos de circuito aislados se hallen libres de tensión para que se puedan tocar sin peligro por parte de los operarios.

# SECCIONADORES

**SECCIONADOR CUCHILLA  
CON FUSIBLE**



**SECCIONADOR TIPO  
PA**



## TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO

Se denominan transformadores de instrumento los que se emplean para alimentación de equipos de medición, control o protección.

Los transformadores de instrumento se dividen en dos clases:

**TRANSFORMADOR DE CORRIENTE**

**TRANSFORMADOR DE POTENCIAL**

# TRANSFORMADOR DE CORRIENTE



- Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control.

# TRANSFORMADOR DE POTENCIAL



- Su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, para que se mida con instrumentos incorporados.
- El enrollado primario de un transformador de potencial se conecta en paralelo con el circuito de potencia y en el secundario se conectan los instrumentos o aparatos de protección.

## CAPACITORES DE ACOPLAMIENTO



- Pues sencillamente una de las aplicaciones del condensador es la de acoplar un circuito con otro, es decir permitir el paso de una señal (VCA) y al mismo tiempo bloquear el voltaje de directa (VCD).

# APARTARRAYOS O ESPINTEROMETROS ( PROTECTOR DE SOBRE TENSIONES )



“SURGE ARRESTER”

- Existen sobre tensiones en la red eléctrica debido a dos fenómenos uno es por descarga atmosférica que es un rayo.
- Puede caer un rayo en una línea de transmisión generando una sobretensión muy fuerte, el apartarrayos es un elemento conectado a tierra firmemente que cuando detecta esa sobretensión, se rompe su rigidez dieléctrica y drena la corriente a tierra de dicha sobretensión porque si dicha sobretensión llega a algún equipo como un transformador, estallan.
- Otro tipo de sobretensión, que es por maniobra, cuando una carga muy fuerte es quitada del sistema se crea el "arco eléctrico" y en la red eléctrica se crea una sobretensión muy, pero muy fuerte y el apartarrayos protege de esa sobretensión a los demás equipos drenándola a tierra

# TRANSFORMADOR DE POTENCIA



- Se denomina con este nombre al aparato eléctrico cuya función es convertir la corriente alterna de alta tensión y débil intensidad en otra de baja tensión y gran intensidad, o viceversa.
- Efectuando la tarea intermediadora entre las grandes centrales de generación y los usuarios domiciliarios o industriales; que consiste en reducir los altos niveles de voltaje a magnitudes de voltaje inferiores, que permiten derivar circuitos a los usuarios en medias o bajas tensiones.

# REACTOR DE DERIVACION



- El reactor de derivación o paralelo, suministra energía inductiva al sistema para compensar la energía capacitiva de las redes, compensando en forma efectiva las variaciones de tensión, logrando aumentar la eficiencia del sistema de potencia al transmitir mayor energía activa.

# REACTOR LIMITADOR DE CORRIENTE



- Reactor limitador de corriente tiene como función principal la de limitar las corrientes de cortocircuito dentro de valores aceptables, sin permitir que se afecte la operación del sistema, protegiendo así los equipos de operación conectados a él, además en condiciones de servicio normal, minimizan el consumo de las cargas reactivas lo cual significa un ahorro considerable en los cobros excesivos que se facturan por este concepto

# AISLADORES PARA DISTRIBUCIÓN



- Se emplean como suspensión y anclaje de terminales de líneas de distribución y en subestaciones aéreas de distribución. Poseen también un excelente control de corriente de fuga.

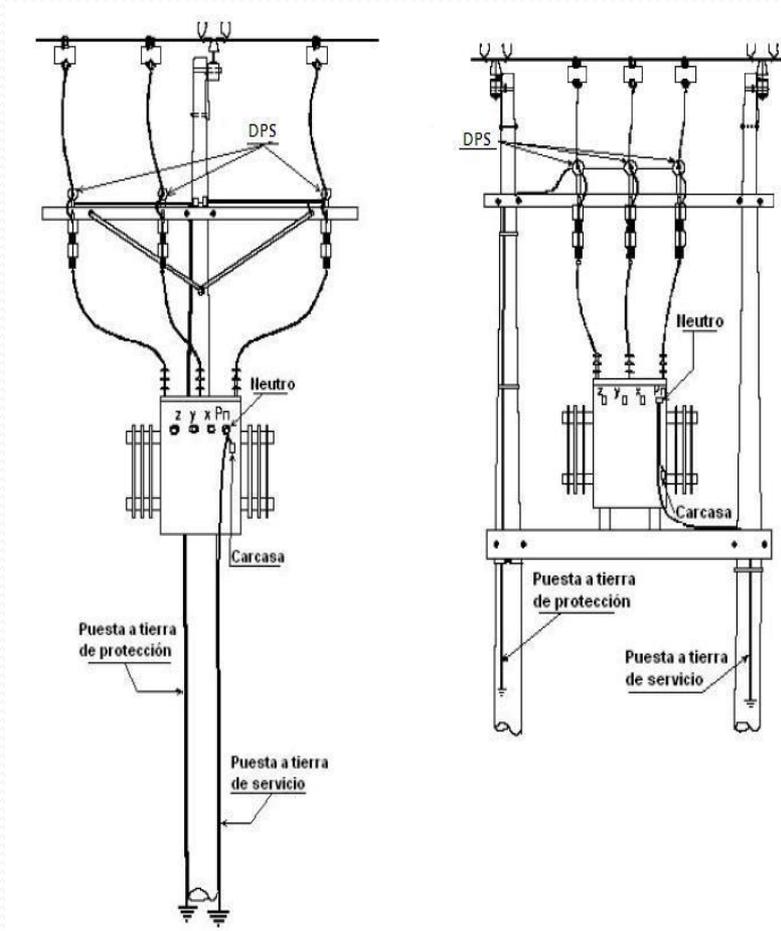


# BARRAS



- Es el área donde se recibe y distribuye la energía eléctrica ya sea de generadores o estaciones transformadoras.
- Las fuentes y las cargas se conectan a estas barras, cada una a través de un interruptor y seccionador .
- Es aquí donde se hace el mantenimiento ya sea por fallas o por cortocircuito

# SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA



- Las instalaciones eléctricas dentro de una subestación eléctrica, deben disponer de un sistema de puesta a tierra, de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad cuando se presente una falla.

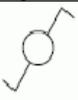
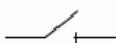
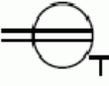
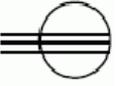
# LOCALIZACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN

- Para la localización de una subestación eléctrica depende o se deriva de un estudio de planeación, a partir del cual se localiza, con la mayor aproximación, el centro de carga de la región que se necesita alimentar.
  - El tipo de subestación más apropiado depende de factores tales como el nivel del voltaje, capacidad de carga, consideraciones ambientales, limitaciones de espacio en el terreno y necesidades de derecho de vía de la línea de transmisión.
- PASOS PARA LA LOCALIZACIÓN
  - 1- Planeación
  - 2- Ciclo de carga distribuida
  - 3- Alimentación eléctrica
  - 4- Cargas máximas
  - 5- Numero de transformadores
  - 6- Capacidad instalada en kVA
  - 7- % de crecimiento a 10 años
  - 8- Futura expansión
  - 9- Área de terreno en m<sup>2</sup>

# DIAGRAMA UNIFILAR

Se muestran las conexiones entre los dispositivos , componentes, partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos, representados mediante símbolos.

# Algunos símbolos

					
Caja de empalme	Corriente continua	Central hidráulica en servicio	Central térmica en servicio	Conductores de fase	Conductor neutro
					
Conductor de puesta a tierra	Conmutador unipolar	Contacto de corte	Contacto con disparo automático	Contacto sin disparo automático	Contacto operado manualmente
					
Descargador de sobretensiones	Detector automático de incendio	Dispositivo de protección contra sobretensiones -	DPS tipo varistor	Doble aislamiento	Empalme
					
Equipotencialidad	Extintor para equipo eléctrico	Fusible	Generador	Interruptor, símbolo general	Interruptor automático en aire
					
Interruptor bipolar	Interruptor con luz piloto	Interruptor unipolar con tiempo de cierre limitado	Interruptor diferencial	Interruptor unipolar de dos vías	Interruptor seccionador para AT
					
Interruptor termomagnético	Lámpara	Masa	Parada de emergencia	Seccionador	Subestación
					
Tablero general	Tablero de distribución	Tierra	Tierra de protección	Tierra aislada	Tomacorriente, símbolo general
					
Tomacorriente en el piso	Tomacorriente monofásico	Tomacorriente trifásico	Transformador símbolo general	Transformador de aislamiento	Transformador de seguridad



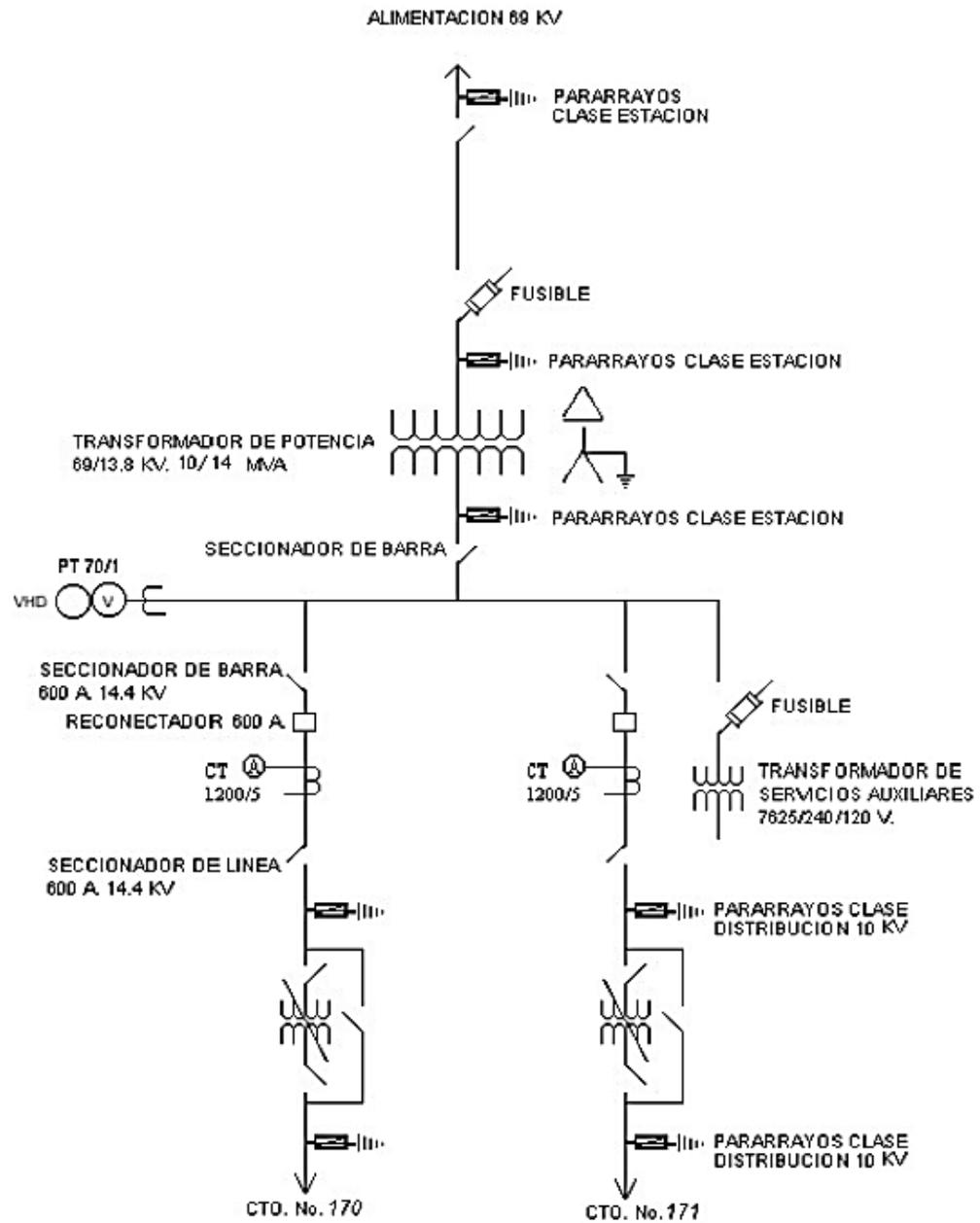
Para definir el diseño de la subestación se debe considerar el arreglo de barras.

- Tensión del sistema.
- Posición de la subestación en la red.
- Flexibilidad y confiabilidad de operación.

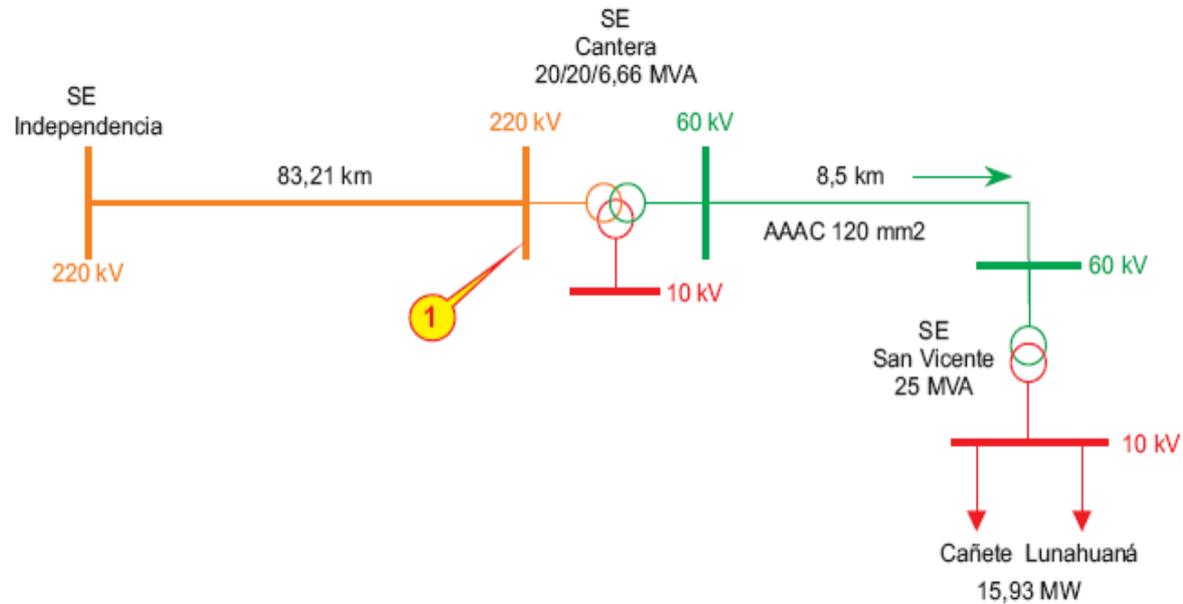


El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema.

La cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza.



# Cañete y Lunahuaná



**Sistema de Distribución Eléctrica:**

**Empresa de Distribución Eléctrica: Edecañete**

Cañete  
Lunahuaná

Sector Típico :

2

4

Área de Demanda:

7

7

Fecha: 12/2009

Pág. 1/1

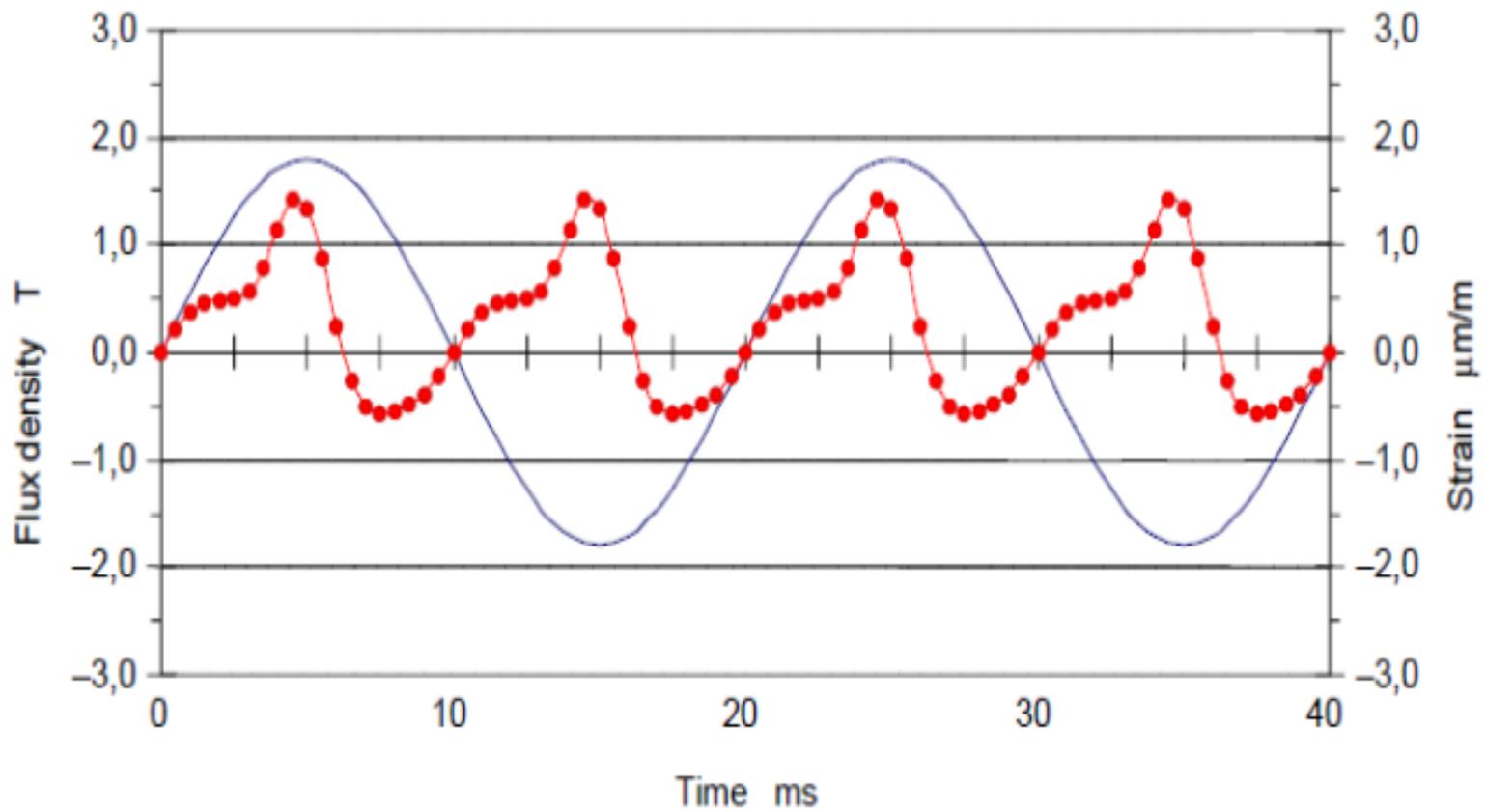
# **RUIDO EN EL TRANSFORMADOR**

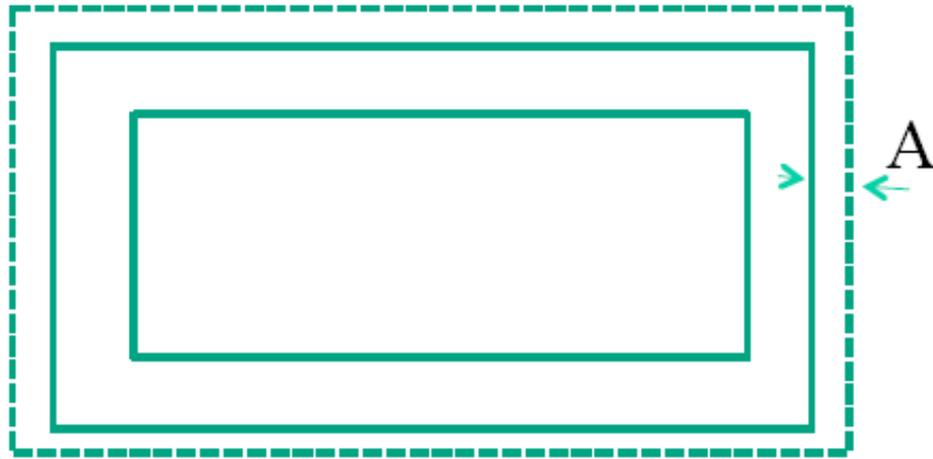
- **Ruido del núcleo (o ruido sin carga)**
- **Ruido de carga**
- **Ruido producido por el funcionamiento de equipos auxiliares.**

# Magnetostricción

n

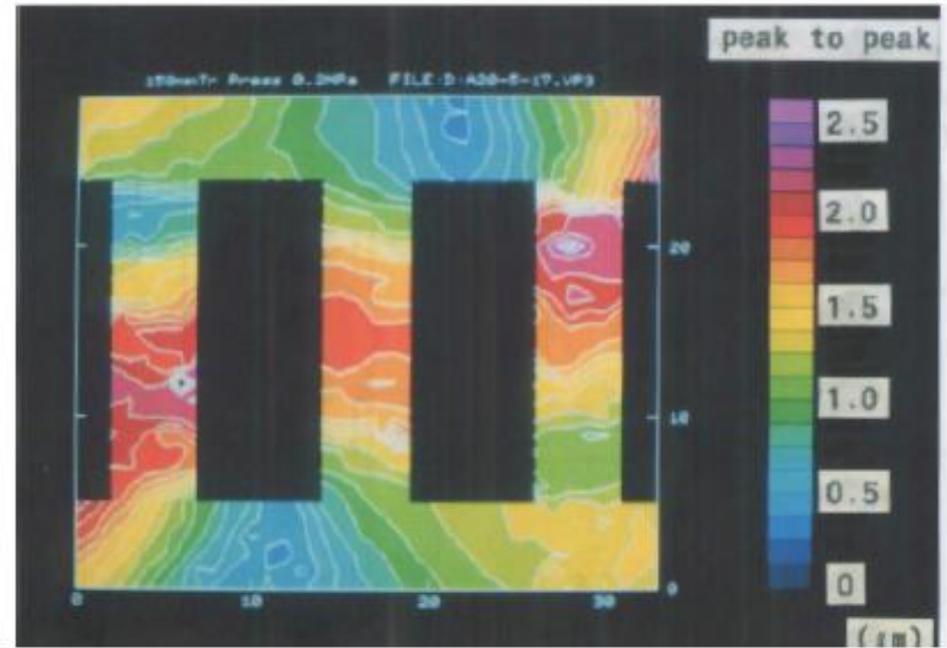
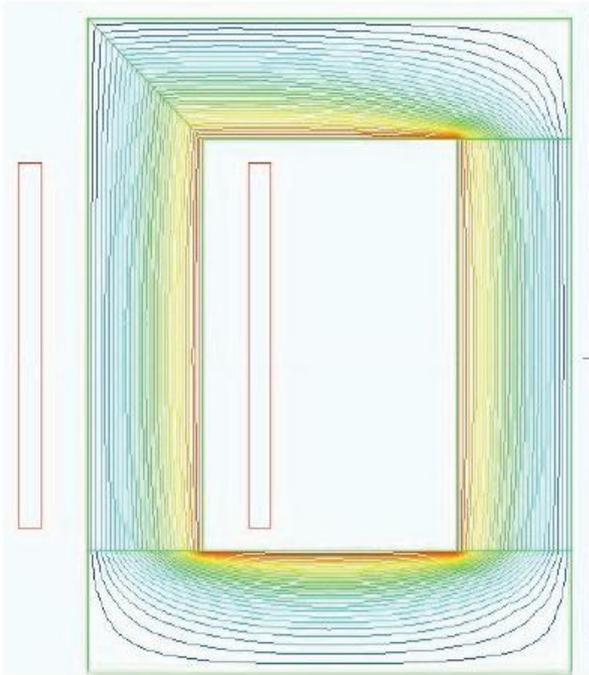
Se denomina a la propiedad de los materiales ferromagnéticos que hace que estos cambien de longitud al encontrarse en presencia de un campo magnético.





Si se conocen las características de magnetostricción del acero para diferentes frecuencias entonces es posible calcular las diferentes amplitudes ( $A$ ) y evaluar la intensidad de las ondas de presión generadas alrededor del núcleo.

## Efecto de la distribución de flujo en el núcleo



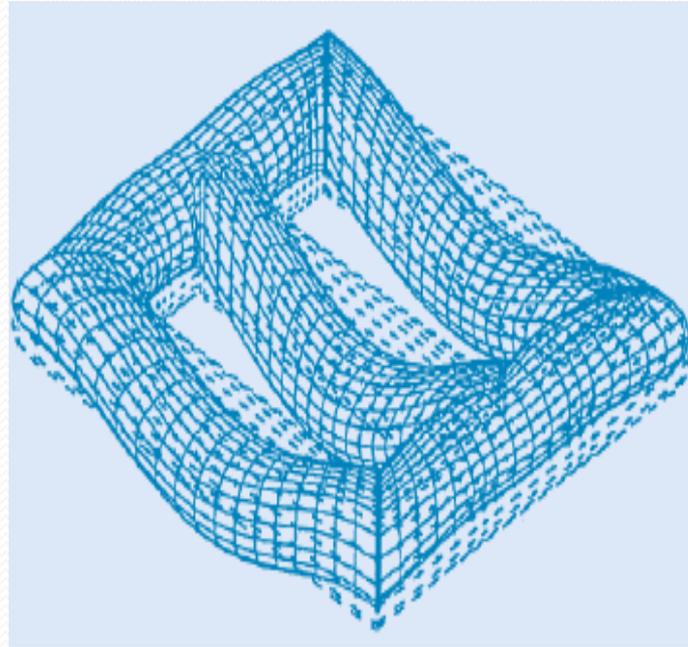
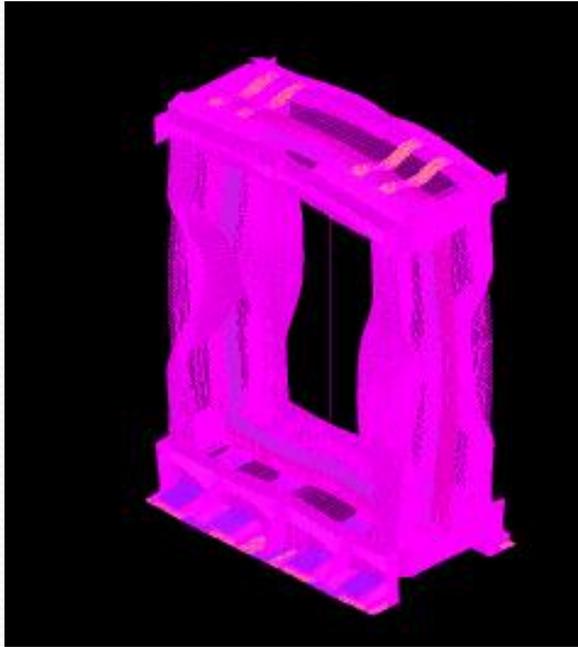
Mapeo de desplazamientos

# Resonancia Del Núcleo

Evitar frecuencia natural fundamental del núcleo entre:

90 – 150 Hz

200 – 280 Hz



## Presión de ensamble núcleo-bobinas.

Tiene impacto en la frecuencia de resonancia del núcleo



Tipo columnas



Tipo Acorazado

## **Ruido en operación**

- Sistema de anclaje (transmisión de ruido a elementos externos)
- Efectos de reflexión en mamparas.
- Ubicación relativa de componentes en la subestación.



# **MONTAJE DE UNA SUBESTACION (SUBESTACION AEREA BIPOSTE)**

# PREPARACIÓN

- Inspeccionar previamente la zona trabajo.
- Preparar la totalidad de los materiales y equipos a utilizar.
- Verificar que el personal cuente con todos los implementos de seguridad necesarios.
- Seleccionar una grúa adecuada al tamaño y peso de los elementos a transportar.



# REVISIÓN DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD Y HERRAMIENTAS

- Colocar las señales de aviso y protección en la zona de trabajo
- Dentro de la zona señalizada deben colocarse todas las herramientas, equipos e implementos de seguridad.
- Verificar el buen estado del EPP.
- No iniciar las tareas sin antes delimitar y proteger completamente la zona de trabajo.



# CHARLA

- El supervisor encargado deberá reunir a todo el personal y explicar los riesgos potenciales de la tarea y el entorno, las medidas de control y el procedimiento de trabajo.
- La charla debe reforzarse utilizando el plano o croquis, esquema unifilar, orden de trabajo y disposiciones de trabajo.



## COORDINACIÓN Y VERIFICACIÓN

- Retirar de la zona de trabajo a las personas ajenas, y de ser necesario, detener o desviar el tránsito vehicular y/o peatonal.



# EJECUCIÓN

- Excavar los hoyos para la cimentación de los postes.
- De acuerdo a la zona, preparar el poste con un elemento anticorrosivo (alquitrán, pintura anticorrosiva, etc.), pintando el poste hasta 2.5 m. Por encima de la base.
- Antes de izar los postes, instalar las medias plataformas de la Sub estación aérea biposte (SAB).
- Pasar el cable para el pozo de tierra por el ducto del poste.
- Izar los postes mediante la grúa.
- Fijar la base de los postes.



- Subir la palomilla y crucetas con la grúa, contando con el apoyo de un trabajador en cada poste, debidamente estrobado, para la fijación de estos elementos.
- Proceder con el equipamiento de la SAB.
- Durante la elevación del poste el supervisor guiará al operador de grúa.
- El material de excavación se deberá acumular en forma ordenada, dejando pases libres para los transeúntes.



## RETIRO

- Recoger los equipos y herramientas empleadas en el trabajo.
- Retirar las señalizaciones que ya no sean necesarias en la zona de trabajo.
- Asegurar el cerrado de los dispositivos de seguridad contra accesos (candados, puertas, etc.) donde corresponda.
- Ordenar la zona de trabajo, dejándola libre de restos de materiales y/o elementos extraños.

