



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ingeniería

Colegio de Mecánica y Eléctrica

Cuestionario subestaciones

Mario Alberto Reyes García

201434043

Primavera 2019

SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

CUESTIONARIO UNIDAD 1

1) Qué es una subestación eléctrica

Una subestación es un conjunto de equipos, instalaciones y dispositivos eléctricos, cuya operación en conjunto permite la modificación de los parámetros de un sistema eléctrico. Sus funciones principales son: transformar, distribuir, controlar y medir la energía eléctrica de un sistema.

En una subestación eléctrica se puede transformar la energía eléctrica a niveles adecuados de tensión para su transmisión, distribución y consumo bajo determinados requerimientos de calidad, confiabilidad y eficiencia.

2) Cómo se clasifican las subestaciones eléctricas

A) De acuerdo al tipo de función o aplicación que desarrolla

- Subestaciones Elevadoras
Su función es elevar los niveles de tensión proporcionados por los generadores para transmitir la potencia generada a la red de los grandes centros de consumo.
- Subestaciones Receptoras de Transmisión
Se construye en la proximidad de los grandes bloques de carga y está conectada a través de líneas de transmisión.
- Subestación de Subtransmisión
Generalmente se encuentra en los grandes bloques de carga, alimentada por una subestación receptora, de donde salen los alimentadores de distribución primarios que alimentan a los transformadores de distribución y a las subestaciones del consumidor.

- Subestaciones del Consumidor
Aquellas construidas en propiedades particulares conectadas a la distribución primaria, que parten de las subestaciones de subtransmisión y alimentan los puntos finales de consumo.
- Subestaciones de Switcheo
No cuentan con transformadores de potencia, ya que no se requiere modificar el nivel de voltaje de las fuentes de alimentación y solo se hacen operaciones de conexión y desconexión (maniobra o switcheo). Conectan varios circuitos (o líneas) para orientar o distribuir el flujo de potencia a diferentes áreas del sistema.

B) De acuerdo al nivel de tensión que maneja

- Subestaciones de extra alta tensión: 765 kV o más
- Subestaciones de alta tensión: 400, 230 kV
- Subestaciones de media tensión: 115, 34.5, 69, 13.8, 23 kV
- Subestaciones de baja tensión: 220, 440, 480 kV

C) A partir de su configuración de operación

- Subestaciones eléctricas aisladas por aire (AIS: Air-Insulated Substations)
- Subestaciones eléctricas aisladas por gas (GIS: Gas-Insulated Substations); en este caso se utiliza el hexafluoruro de azufre (SF_6) como gas aislante
- Subestaciones eléctricas aisladas al vacío

3) A partir del nivel del aislamiento, mencione la clasificación de las subestaciones y explique cada una de ellas

A) Subestaciones eléctricas aisladas por gas (GIS: Gas-Insulated Substations)

Una subestación encapsulada/aisladas en gas (GIS, Gas Insulated Switchgear) está conformada por dispositivos y aparatos eléctricos inmersos en el gas dieléctrico Hexafluoruro de Azufre (SF₆), blindados en envoltentes de aleación de aluminio. La principal función de una GIS es conmutar, separar, transformar, medir, repartir y distribuir la energía eléctrica en los sistemas de potencia.

En tanto, el Hexafluoruro de Azufre (SF₆) es un gas inerte artificial que tiene excelentes propiedades aislantes, así como una alta estabilidad térmica y química. Estas características le han conferido un amplio uso como medio aislante tanto en Alta como en Media Tensión, mostrando en ambos casos un rendimiento y una fiabilidad muy elevada.

B) Subestaciones eléctricas aisladas por aire (AIS: Air-Insulated Substations)

Existen diferencias fundamentales con las AIS . La más importante a favor de las GIS es que en éstas las dimensiones son muy reducidas. El volumen ocupado por una GIS está entre el 3 al 8% del que le corresponde a una AIS de la misma tensión nominal y para las mismas funciones. Del mismo modo, el área ocupada por una GIS está entre el 3 al 12% de la que le corresponde a una AIS de la misma tensión nominal y para las mismas funciones.

4) Mencione los elementos de una subestación

Estos elementos que conforman la subestación brindan el servicio de la distribución de energía eléctrica, garantizando la calidad de ésta así como un servicio sin interrupciones.

Entre los elementos más importantes tenemos: Transformadores (de potencia y de corriente), interruptores de potencia, herrajes, apartarrayos, aisladores de

suspensión, reactores, malla/red de tierras, contador de descargas atmosféricas, cuchillas seccionadoras, pozos y registros de visita, trincheras para cableado de comunicación, control y alimentación de equipos.

5) Explique a detalle los elementos de la subestación

- Transformadores (de potencia y de corriente): Es una unidad eléctrica que por inducción electromagnética transfiere energía eléctrica a la misma frecuencia, usualmente aumentando o disminuyendo los valores de tensión y corriente eléctrica.
- Interruptores de potencia: Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y/o restablecer la continuidad en un circuito eléctrico.
- Herrajes: Son elementos metálicos que proporcionan sujeción y protección mecánica, reparación, separación y amortiguamiento de vibraciones de los conductores o líneas de transmisión.
- Apartarrayos: El apartarrayos se conecta entre línea y tierra, consiste básicamente de elementos resistores en serie con gaps o explosores.
- Aisladores de suspensión: Es un elemento de protección que permite que el cable que conduce la electricidad pase por las torres o postes de soporte, sin tocarlos.
- Reactores: Su función es absorber los reactivos generados por el transformador regulando el voltaje, además de compensar los reactivos de tipo capacitivos generados por las líneas de transmisión.
- Malla/Red de tierra: Es un arreglo de puestas a tierra en conjunto que protege a la subestación de sobretensiones ya sean de origen interno o externo. Un sistema de tierras efectivo incrementa la confiabilidad de la operación de un sistema eléctrico reduciendo las interrupciones de servicio causadas por transitorios, tales como las descargas atmosféricas.
- Contador de descargas atmosféricas: Es un dispositivo electrónico diseñado para detectar los impactos de los rayos en las instalaciones de

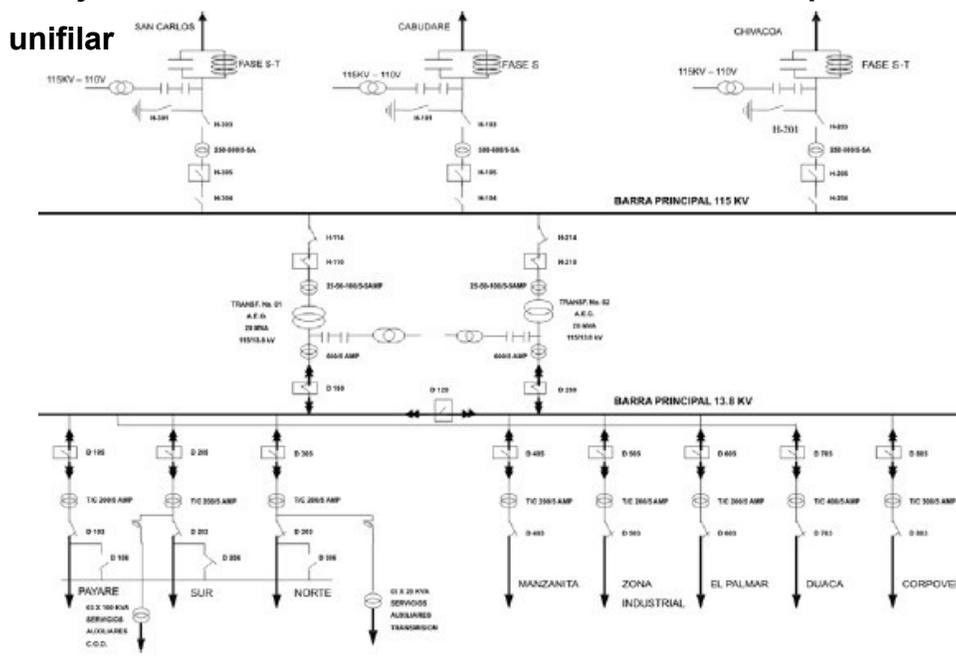
protección atmosférica y permitir el control y la verificación inmediatos de las mismas.

- Cuchillas seccionadoras: Son elementos que se utilizan ya sea en el lado de alta, media o baja tensión, se deben fijar las características eléctricas, mecánicas y dimensionales que deben cumplir, para uso intemperie, así como establecer los ensayos y controles de calidad que deben satisfacer.
- Trincheras para cableado de comunicación, control y alimentación de equipos: Son elementos que se utilizan ya sea en el lado de alta, media o baja tensión. Se deben fijar las características eléctricas, mecánicas y dimensionales que deben cumplir, para uso intemperie, así como establecer los ensayos y controles de calidad que deben satisfacer.

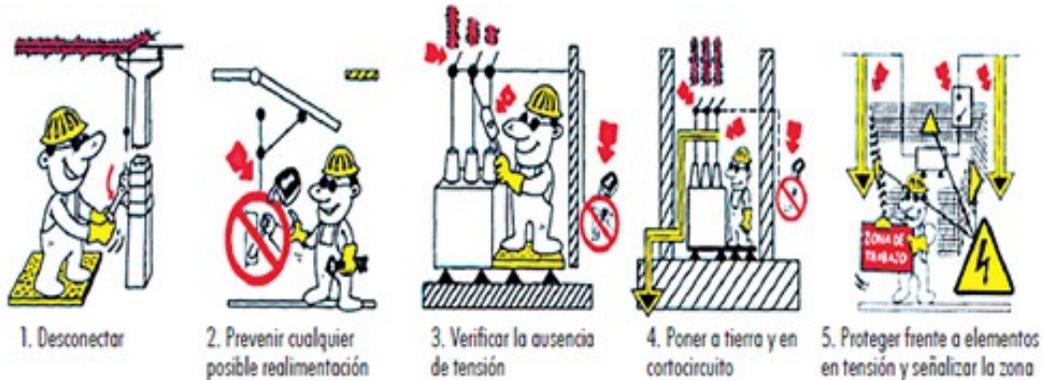
6) Qué es un diagrama unifilar

El diagrama unifilar eléctrico es una representación gráfica de todos los elementos que integran a una instalación eléctrica en general o un sistema eléctrico de potencia, tomando en cuenta las conexiones que hay entre estos, de la forma más sencilla ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, es poco usual mostrar más de una fase cuando se dibuja un diagrama del circuito. El propósito de estos diagramas es proveer de manera concisa información específica acerca del sistema eléctrico.

7) Dibuje los elementos básicos de una subestación para un diagrama unifilar



8) Mencione las precauciones para realizar maniobras a equipos en alta tensión (AT)



9) Qué función tiene un reactor de límite conectado al neutro de un Transformador de Potencia (TP)

El reactor se opondrá a cambios rápidos en la corriente y/o frecuencias. Este dispositivo sirve también para atenuar picos de corrientes. Un reactor en corriente alterna, produce una corriente en retraso, o un factor de potencia atrasado, además compensa los reactivos de tipo capacitivos generados por las líneas de de transmisión.

10) Qué es y cómo opera un apartarrayo

Son elementos empleados en subestaciones eléctricas para proteger equipos e instalaciones contra sobretensiones. Su función principal es limitar sobretensiones por descargas atmosféricas o por fallas en el sistema eléctrico.

La ubicación de los apartarrayos debe ser lo más cercana posible a los equipos a proteger, con la finalidad de brindar la mayor seguridad posible. Su instalación se realiza con una conexión de fase a tierra, debiendo comportarse como un aislador en condiciones normales de operación y comportándose como una impedancia muy pequeña en caso de una sobretensión.

Se fabrican diferentes tipos de apartarayos, basados en el principio general de operación; por ejemplo: los más empleados son los apartarrayos tipo autovalvulares y los apartarrayos de resistencia variable (óxido metálico).

11) Qué es Transformador de Corriente (T.C.)

Es una clase de “dispositivo convertidor” el cual está diseñado para producir una corriente distinta en el devanado secundario, la cual es proporcional a la corriente que se está midiendo en su devanado primario.

Los transformadores de corriente reducen corrientes de altos voltajes a corrientes de valor muy bajo y proporcionar una forma conveniente de monitorear de manera segura el flujo de corriente eléctrica en una línea de transmisión de CA utilizando un amperímetro común. El principio de operación de un transformador de corriente no es diferente del de un transformador normal.

12) Qué es un Transformador de Potencia (T.P.)

Un transformador convierte eficazmente la energía eléctrica de un nivel de voltaje a otro distinto, los transformadores aumentan el valor de la tensión para la transmisión de electricidad a largas distancias, y también reduce a niveles bajos el voltaje destinado al consumo (clientes). El transformador de distribución se utiliza normalmente como la transición final al cliente, y a menudo proporciona una puesta a tierra local de referencia.

13) Qué función tiene el sistema de tierras en una subestación

Es un arreglo de puestas a tierra en conjunto que protege a la subestación de sobretensiones ya sean de origen interno o externo. Un sistema de tierras efectivo incrementa la confiabilidad de la operación de un sistema eléctrico reduciendo las interrupciones de servicio causadas por transitorios, tales como las descargas atmosféricas.

14) Qué función tiene el hilo de guarda

También conocido como conductor de protección; el hilo de guarda se conecta en la punta más alta de la torre de soporte y se conecta entre torres (cada soporte a su vez está conectado a tierra).

Tiene diversas funciones: reducir la tensión inducida en la línea aérea por descargas atmosféricas, proteger los conductores de fase absorbiendo las descargas atmosféricas. En algunas instalaciones, en el interior del hilo de guarda se instala un conductor de fibra óptica para el transporte de señales de telecomunicaciones entre subestaciones.

15) Cómo funciona un interruptor de potencia

El interruptor de potencia es un dispositivo electromecánico cuya función principal es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla, también deben ser capaces de efectuar recierres (cuando sea una función requerida por el sistema).

Para cualquier interruptor de potencia, sin tomar en cuenta su aplicación particular, debe efectuar dos operaciones fundamentales:

- Cerrado, debe ser capaz de interrumpir la corriente a que fue diseñado, rápidamente y en cualquier instante, sin producir sobre voltajes peligrosos.
- Abierto, debe ser capaz de cerrar rápidamente y en cualquier instante, bajo corrientes de falla, sin soldarse los contactos por las altas temperaturas.

16) Cómo se clasifica un interruptor de potencia

Tanque vivo y Tanque muerto

17) Qué es una trampa de onda

También es llamada bobina de onda portadora o bobina de bloqueo, tiene la función de impedir que las señales de alta frecuencia sean conducidas a

direcciones indeseables, ignorando el nivel de transmisión de energía en la frecuencia industrial.

La trampa de onda esta acoplada en serie con las líneas de transmisión de alta tensión, y deben ser dimensionadas para soportar las corrientes (nominales y de cortocircuito) y frecuencias (nominales) de la líneas de transmisión.

18) Qué es un bus de amarre

19)Cuál es el equipo más caro de toda la subestación; explique TP

EL transformador debido al cable que se utiliza para su embobinado

20) Qué pruebas se deben realizar antes de energizar

21) Qué es una protección eléctrica en un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP)

Los Sistemas de Protección se utilizan en los sistemas eléctricos de potencia para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada. Los sistemas de protección deben aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red, limitar el daño al equipo fallado, minimizar la posibilidad de un incendio, minimizar el peligro para las personas, minimizar el riesgo de daños de equipos eléctricos adyacentes.

22) Qué función tiene un banco de baterías

El sistema de banco baterías se utiliza para energizar los siguientes equipos :

- 1.-Protecciones
- 2.-Lámparas piloto
- 3.-Cuadro de Alammras

- 4.-Registrador de eventos
- 5.-Circuito de transferencia de potenciales
- 6.-Sistemas contra incendio
- 7.-Equipo de onda portadora (OPLAT)
- 8.-equipos de micro onda
- 9.-Control de Disparo de los interruptores de alta tensión y baja tensión
- 10.-Control de Apertura de los interruptores de alta tensión y baja tensión
- 11.-Control de los seccionadores
- 12.-Sistemas de iluminación de emergencia
- 13.-Sistemas ininterrumpido de energía (UPS)

Estos bancos de baterías deben estar alimentados por su cargador - rectificador que convierte la corriente alterna en corriente directa para la carga de los mismos.

Las baterías, que se utilizan en las subestaciones son del tipo de electrolito pueden ser ácidas o alcalinas.

23) Qué función tiene un sensor de hidrógeno en los bancos de baterías

Detectar el hidrogeno en el cuarto donde se ubiquen para mantener estadares de seguridad

24) Si se tuviera un TP con la siguiente nomenclatura: 18/24/30, cuál sería su potencia nominal y de qué dependería

De su temperatura

Puede ser por aire, aire y aceite y aire forzado y aceite

25) Cómo funciona un autotransformador

El autotransformador puede ser elevador o reductor de tensión. El autotransformador tiene tres conexiones, una de las cuales es común para el devanado primario y el devanado secundario. La corriente del primario y del secundario circulará por el tramo de devanado primario si el autotransformador es elevador y por el secundario si es reductor.

La relación entre las espiras del devanado primario y secundario nos dará la proporción de la tensión del secundario respecto del primario. En el supuesto que las espiras del secundario sean el doble que las del primario la tensión de salida del transformador o tensión del secundario será el doble de la tensión del primario. El calculo de la tensión es el mismo para el transformador y el autotransformador, aunque el autotransformador tenemos espiras comunes para el primario y el secundario.

Las características técnicas de los transformadores a tener en cuenta para seleccionarlo son:

Potencia nominal: La potencia que se obtiene en el secundario de forma continua sin que se provoquen sobrecalentamientos

Perdidas de potencia: Son las perdidas creadas por el efecto Joule tanto en el primario como en el secundario por los arrollamientos.

Rendimiento: Es la relación entre la potencia que cede el transformador y la potencia que absorbe de alimentación.

Tensión primaria y secundaria: Deben coincidir con la tensión que tenemos para aplicar en el primario y la que deseamos obtener en el secundario.

26) Qué significan las siglas LAPEM

El Laboratorio de Pruebas Equipos y Materiales (LAPEM) es una organización de la Comisión Federal de Electricidad.

27) Qué función tienen los aisladores de suspensión; mencione un ejemplo

Se emplean en entornos sometidos a tensiones elevadas, ya que su forma alargada es capaz de resistir elevados esfuerzos de flexión y compresión, los cuales se originan por demandas de tensión elevadas.

Los aisladores de barra pueden fabricarse en porcelana y mixtos.

28) Qué es un tablero mímico

Se llama así a un diagrama unifilar de las conexiones y aparatos principales de un sistema presentado simbólicamente sobre el frente de un tablero, los interruptores pueden quedar representados por sus controlados manuales.

29) Mencione los tipos de cuchillas

Las cuchillas desconectoras son elementos electromecánicos. Se usan para dar aislamiento físico a una parte de la subestación o equipos que requieran ser desenergizados para su mantenimiento.

Las cuchillas constituyen, junto con los interruptores, los principales equipos de maniobra en una subestación.

La cuchilla desconectora es un equipo que debe ser utilizado sin carga, es decir, no debe existir un flujo de corriente durante de su apertura.

Existen diferentes tipos de cuchillas desconectoras. Sus principales diferencias dependen de la forma en que realizan la operación de apertura y cierre de sus contactos. Los tipos de cuchillas desconectoras utilizados con mayor frecuencia son:

<p>Doble Apertura Lateral</p> 	<p>La cuchilla Doble Apertura Lateral, también conocida como DAL, tiene como principal característica su operación por medio de un brazo giratorio, el cual, realiza la apertura o cierre con los contactos ubicados en las columnas fijas exteriores.</p> <p>Este tipo de cuchillas tiene aplicación en subestaciones donde la apertura vertical del brazo no es posible, su montaje se realiza de manera horizontal.</p>
<p>Pantógrafo</p> 	<p>La cuchilla Pantógrafo está formada por una columna de aisladores que soporta la parte móvil, también conocida como <i>tijera</i>.</p> <p>Este tipo de cuchillas se utilizan para conexión de las barras de una subestación, por esta razón su apertura y cierre se realiza de forma vertical. Su conexión se realiza cerrando el circuito elevándose la <i>tijera</i> y haciendo contacto por medio de una parte fija llamada trapecio, la cual se encuentra arriba de la cuchilla. La ventaja que brinda este tipo de cuchilla es el ahorro de espacio, en comparación de las cuchillas de apertura horizontal.</p>
<p>Apertura Vertical</p> 	<p>La cuchilla de Apertura Vertical se conforma por un par de columnas aisladores soporte, en donde una columna fija mantiene soportado el <i>brazo</i> móvil para abrir o cerrar el circuito, mientras la otra columna es el contacto.</p> <p>Este tipo de cuchillas son empleadas generalmente en sistemas de 115 kV o menores, y su montaje puede ser horizontal o vertical, dependiendo del diseño de la subestación.</p>
<p>Apertura Horizontal Central</p> 	<p>La cuchilla de Apertura Horizontal Central está formada por un par de contactos móviles y un par de columnas tipo aislador soporte, giratorias, las cuales al girar de manera horizontal en direcciones opuestas, forman un brazo único, cerrando el circuito.</p> <p>Este tipo de cuchillas pueden ser utilizadas en cualquier nivel de tensión y su montaje puede ser tanto vertical, como horizontal.</p>

<p>Apertura Horizontal en "V"</p> 	<p>La cuchilla desconectadora de apertura horizontal central en "V", también conocida como cuchilla en "V", se conforma de un par de columnas aislador soporte y un par de contactos giratorios, formando una "V".</p> <p>Este tipo de cuchillas pueden ser utilizadas de manera vertical u horizontal, y normalmente son utilizadas en niveles de tensión menores a 170 kV.</p>
<p>Semipantógrafo</p> 	<p>La cuchilla tipo semipantógrafo opera de manera similar a la cuchilla tipo pantógrafo, pero su diferencia radica en el contacto móvil, pues ésta se constituye por un solo <i>brazo</i> articulado.</p> <p>Este tipo de cuchillas se utilizan para conexión entre barras y líneas que se encuentran a diferentes alturas, por esta razón su apertura y cierre se realiza de forma vertical.</p>
<p>Rodilla</p> 	<p>La cuchilla tipo rodilla se conforma por un par de aisladores soporte paralelos entre sí y un brazo articulado, el cual se encuentra montado sobre uno de estos soportes.</p> <p>Estas cuchillas se emplean en sistemas con niveles de tensión iguales o mayores a 245 kV, y su montaje se realiza de manera horizontal.</p>

Las cuchillas desconectoras se pueden clasificar por el mecanismo que utilizan para las maniobras de apertura y cierre.

30) Qué es un arco eléctrico y cómo se produce

Arco eléctrico. En electricidad se denomina arco eléctrico o también "arco voltaico" a la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial y colocados en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida, normalmente a baja presión, o al aire libre.

El arco eléctrico se produce frecuentemente frente a falla o mala maniobra en los equipos eléctricos, al entrar en contacto conductores vivos entre sí o con la tierra, lo que provoca un flashover de corriente eléctrica que se propaga a través del aire.

31) Explique el sistema OPLAT

En el presente trabajo se describen los requerimientos necesarios para poder implementar un sistema de comunicación entre protecciones basado en el principio

de onda portadora (OPLAT), entre los enlaces existentes en las subestaciones, tomando en cuenta la criticidad de estas dentro del S.N.I. (Sistema Nacional Interconectado) para el caso de Costa Rica. Se establecerán tres temas fundamentales.

El primero es referente al medio de transmisión, donde se van a establecer como principal las líneas de Alta Tensión; adicionalmente se hará mención teórica de

todos los posibles términos que participen en la implementación del presente proyecto y aquella información que sea considerada de importancia para el lector.

El segundo tema es referente a los equipos terminales y demás accesorios requeridos en la implementación del sistema OPLAT. Se caracteriza cada uno de los componentes del sistema y se brindan todos los datos técnicos requeridos para su

implementación. Es importante esclarecer que el principio del OPLAT es la onda portadora y lo que busca es la comunicación entre protecciones.

Finalmente dentro del área administrativa se busca la creación de los protocolos de montaje que requieren ejecutarse a la hora de la implementación de los Equipos de Potencia dentro de las Subestaciones. Estos manuales tienen como

objetivo guiar a los funcionarios que laboran en las subestaciones acerca de cómo se deben conectar e instalar estos dispositivos de Potencia.

- 32) **Describe la estructura que sale de la subestación a la red de distribución, adjunte un despiece del mismo**