

Bloque 3: Centros de transformación

(16 h, 2 semanas a 8 horas, viernes tarde y sábado mañana)

Tema 18: Aparamenta de maniobra en alta tensión

- 1.- Introducción
- 2.- Características nominales de la aparamenta de alta tensión
 - 2.1.- Servicio nominal
 - 2.2.- Características nominales
 - 2.3.- Componentes y procesos de maniobra generales
- 6.- Seccionadores
 - 6.1.- Conceptos generales
 - 6.2.- Características nominales
 - 6.3.- Clasificación
 - 6.3.1.- Seccionador de cuchillas giratorias
 - 6.3.2.- Seccionador de cuchillas deslizantes
 - 6.3.3.- Seccionador de columnas giratorias
 - 6.3.3.1.- Seccionador de columna central o de tres columnas por polo
 - 6.3.3.2.- Seccionador de dos columnas giratorias por polo
 - 6.3.4.- Seccionador de pantógrafo
 - 6.3.6.- Seccionador semipantógrafo o tipo rodilla
 - 6.4.- Mando de seccionadores
 - 6.4.1.- Mando por pértiga
 - 6.4.2.- Mando mecánico a distancia
 - 6.4.3.- Mando por servomotor
 - 6.5.- Elección de seccionadores
 - 6.6.1.- Características nominales
 - 6.6.- Prescripciones reglamentarias
- 7.- Interruptores e interruptores automáticos
 - 7.1.- Conceptos generales
 - 7.2.- Características nominales
 - 7.3.- Accionamiento de interruptores
 - 7.4.- Elección de interruptores
 - 7.4.1.- Características nominales
 - 7.5.- Prescripciones reglamentarias
- 8.- Cortacircuitos fusibles
 - 8.1.- Conceptos generales
 - 8.2.- Características nominales
 - 8.2.1.- Característica tiempo-corriente
 - 8.2.2.- Característica de corriente cortada limitada
 - 8.3.- Tipos de fusibles
 - 8.3.1.- Fusibles de expulsión
 - 8.3.2.- Fusibles de fusión cerrada
 - 8.4.- Elección de fusibles
 - 8.4.1.- Características nominales
 - 8.5.- Combinaciones de aparatos corte-fusibles
 - 8.6.- Prescripciones reglamentarias
- 9.- Relés de protección
 - 9.1.- Dispositivos de protección
 - 9.2.- Clasificación

- 9.2.1.- Por características constructivas
- 9.2.2.- Por la magnitud eléctrica que controlan o miden
- 9.2.3.- Por tiempo de funcionamiento
- 9.2.4.- Por la forma de actuación
- 9.2.5.- Por la forma de desconexión
- 9.2.6.- Por la forma de conexión
- 9.3.- Valores característicos

Tema 19: Transformadores de medida y protección

- 1.- Introducción
- 2.- Transformadores de intensidad
 - 2.1.- Características
 - 2.2.- Especificaciones para transformadores de intensidad
 - 2.3.- Elección del transformador de intensidad
- 3.- Transformadores de tensión
 - 3.1.- Características
 - 3.2.- Especificaciones para transformadores de tensión
 - 3.3.- Elección del transformador
- 4.- Prescripciones reglamentarias

Tema 20: Dimensionado de conductores y barras

- 1.- Determinación de la potencia
 - 1.1.- Determinación de la potencia de los centros de transformación
 - 1.2.- Determinación de la carga
- 2.- Tipos de cables eléctricos utilizados en centros de transformación
 - 2.1.- Conductores
 - 2.2.- Aislamientos
 - 2.3.- Protecciones
 - 2.3.1.- Las pantallas
 - 2.3.2.- Las armaduras
- 3.- Dimensionado de conductores por densidad de corriente
- 4.- Corrientes de cortocircuito a considerar en los cálculos
 - 4.1.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito por el método de las impedancias
 - 4.1.1.- Intensidades de cortocircuito según los diferentes tipos de cortocircuito
 - 4.1.2.- Determinación de las impedancias de cortocircuito
 - 4.2.- Cálculo de las I_{cc} en las redes radiales con la ayuda de las componentes simétricas
 - 4.2.1.- Cálculo según la CEI 60 909
 - 4.2.2.- Ecuaciones de las diferentes corrientes
 - 4.2.2.1.- Corriente de cortocircuito inicial I''_k
 - 4.2.2.2.- Corriente de cortocircuito cortada I_b
 - 4.2.2.3.- Corriente de cortocircuito permanente I_k
- 5.- Cálculo por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible
- 6.- Cálculo dinámico de embarrados: esfuerzos electrodinámicos provocados por los cortocircuitos sobre embarrados y soportes. Comprobación por sollicitación electrodinámica

Tema 21: Constitución de los centros de transformación

- 1.- Clasificación de los centros de transformación
 - 1.1.- Alimentación de los centros de transformación
 - 1.1.1.- Disposición radial

- 1.1.2.- Disposición en bucle abierto o en anillo
- 1.1.3.- Disposición con doble alimentación
- 1.2.- Centro de transformación de red pública y abonado
- 2.- Componentes básicos de un centro de transformación
 - 2.1.- Equipo de media tensión
 - 2.1.1.- Características comunes
 - 2.1.1.1.- Tensión asignada
 - 2.1.1.2.- Nivel de aislamiento
 - 2.1.1.3.- Frecuencia
 - 2.1.1.4.- Intensidad de servicio
 - 2.1.1.5.- Intensidad admisible de corta duración
 - 2.1.1.6.- Valor de cresta de la intensidad admisible
 - 2.1.1.7.- Duración del cortocircuito
 - 2.1.1.8.- Tensión de alimentación de los dispositivos de cierre y apertura y de los circuitos auxiliares
 - 2.1.1.9.- Presión de alimentación de gas comprimido para la maniobra
 - 2.1.2.- Condiciones de elección
 - 2.1.3.- Comportamiento frente al cortocircuito
 - 2.1.4.- Esquema eléctrico de la parte de media tensión
 - 2.1.4.1.- Centro de transformación de red pública
 - 2.1.4.2.- Centro de transformación de abonado
 - 2.1.5.- Centros prefabricados
 - 2.2.- Equipo de baja tensión
 - 2.2.1.- Centro de transformación de red pública
 - 2.2.2.- Centro de transformación de abonado
- 3.- Disposición interior de los centros de transformación

Tema 22: Instalaciones complementarias del centro de transformación

- 1.- Ventilación de los centros de transformación
 - 1.1.- Calentamiento
 - 1.2.- Objeto de la ventilación
 - 1.2.1.- La renovación del aire
 - 1.2.2.- Características del aire
 - 1.3.- Aberturas de ventilación
 - 1.4.- Observaciones complementarias
- 2.- Alumbrado y señalización
 - 2.1.- Alumbrado
 - 2.2.- Señalización y material de seguridad
- 3.- Protección contra incendios
 - 3.1.- Sistema pasivo de los centros de transformación
 - 3.2.- Sistema activo de los centros de transformación

Bloque 4: Instalaciones de puesta a tierra

Tema 23: Conceptos y definiciones de los sistemas de puesta a tierra

- 1.- Introducción
 - 1.1.- Que es y para que sirve una instalación de puesta a tierra
 - 1.2.- Objetivos y funciones de una instalación de puesta a tierra

- 2.- Resistividad del terreno
 - 2.1.- Naturaleza de los electrodos
 - 2.2.- Dependencia de las características del terreno
 - 2.3.- Factores que influyen en la resistividad del terreno
 - 2.3.1.- Composición del terreno
 - 2.3.2.- Sales solubles y su concentración
 - 2.3.3.- Estado higrométrico del terreno
 - 2.3.4.- Temperatura
 - 2.3.5.- Granulometría
 - 2.3.6.- Compacidad
 - 2.3.7.- Estratigrafía
 - 2.3.8.- Gradientes de potencial elevado
 - 2.3.9.- Calentamiento del suelo por circulación de corrientes elevadas
 - 2.4.- Medida de la resistividad
 - 2.5.- Procesamiento de las medidas
 - 2.6.- Suelo homogéneo o uniforme
 - 2.7.- Suelos no homogéneos
 - 2.8.- Métodos sistematizados
 - 2.9.- Comparación de los modelos uniforme y de las dos capas
- 3.- Selección del conductor y las uniones
 - 3.1.- Consideraciones generales
 - 3.2.- Tamaño de los conductores
 - 3.3.- Selección de las uniones
 - 3.4.- Otras consideraciones
- 4.- Intensidades de defecto a tierra
 - 4.1.- Definiciones
 - 4.2.- Tipo y localización de la falta
 - 4.3.- Otros factores a tener en cuenta
 - 4.3.1.- Efecto de la resistencia de tierra de la instalación
 - 4.3.2.- Efecto de la resistencia de defecto
 - 4.3.3.- Efectos de los cables de tierra aéreos
 - 4.4.- Intensidades de defecto
 - 4.4.1.- Con neutro aislado
 - 4.4.2.- Con neutro a tierra mediante impedancia
 - 4.5.- Valor máximo de la resistencia de puesta a tierra
 - 4.6.- Tiempo de eliminación de la falta
 - 4.7.- Factor de división de corrientes
 - 4.8.- Efecto de asimetría
- 5.- Paso de la corriente por el terreno
 - 5.1.- Reparto de potenciales en una red de tierra con retorno de corriente en el infinito
 - 5.2.- Reparto de potenciales en una red de tierra con retorno de corriente por otra
 - 5.3.- Deformación de las superficies equipotenciales en un terreno heterogéneo
- 6.- Resistencia a tierra del electrodo

Tema 24: Métodos de cálculo

- 1.- Método de Unesa
 - 1.1.- Cálculo de potenciales en la superficie del terreno
 - 1.1.1.- Determinación de la resistencia de puesta a tierra
- 2.- Método de Howe
 - 2.1.- Cálculo de potenciales en la superficie del terreno
- 3.- Método Maxwell

- 3.1.- Cálculo de potenciales en la superficie del terreno
- 5.- Determinación de la resistencia de puesta a tierra
- 6.- Potencial absoluto del electrodo
- 7.- Determinación de los coeficientes unitarios
 - 7.1.- Determinación del coeficiente de tierra K_r
 - 7.2.- Determinación del coeficiente de tensión de contacto K_c
 - 7.3.- Determinación del coeficiente de tensión de paso K_p
 - 7.4.- Determinación del coeficiente de tensión de paso en el acceso K_{pacc}

Tema 25: Cálculo de la puesta a tierra en apoyos

- 1.- Generalidades
- 2.- Condiciones reglamentarias
- 3.- Dimensionamiento a frecuencia industrial de los sistemas de puesta a tierra
 - 3.1.- Parámetros para el dimensionamiento del sistema
 - 3.2.- Líneas de tierra
- 4.- Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas
 - 4.1.- Tensiones de contacto. Valores admisibles
 - 4.2.- Tensiones de paso
 - 4.3.- Tensiones de paso en el acceso
- 5.- Clasificación de los apoyos según su ubicación
- 6.- Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra
 - 6.1.- Medidas correctoras
- 7.- Condiciones difíciles de puesta a tierra

Tema 26: Cálculo de la puesta a tierra en centros de transformación y subestaciones

- 1.- Tensiones máximas admisibles en una instalación
 - 1.1.- Tensiones de contacto
 - 1.2.- Tensiones de paso
 - 1.3.- Tensiones de paso en el acceso
- 2.- Procedimiento de cálculo
 - 2.1.- Medidas correctoras
- 3.- Condiciones difíciles de puesta a tierra
- 4.- Elementos de las instalaciones de puesta a tierra y condiciones de montaje
 - 4.1.- Líneas de puesta a tierra
 - 4.2.- Electrodo de puesta a tierra
 - 4.3.- Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra
- 5.- Determinación de las corrientes de defecto para el cálculo de las tensiones de paso y contacto
- 6.- Separación de los neutros de baja tensión