

**DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE
SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN**

FERMÍN PEÑA MARRUGO

ENRIQUE CASTRO LENES

TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CARTAGENA D.T. Y C.

2007

**DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE
SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN**

FERMÍN PEÑA MARRUGO

ENRIQUE CASTRO LENES

DIRECTOR

ING. SALOMÓN ZARUR

TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CARTAGENA D.T. Y C.

2007

**DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE
SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN**

FERMÍN PEÑA MARRUGO

ENRIQUE CASTRO LENES

Trabajo de investigación presentado como requisito para obtener el título
de ingeniero electricista.

DIRECTOR

ING. SALOMÓN ZARUR

TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CARTAGENA D.T. Y C.

2007

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Cartagena D.T. y C, Octubre 2007

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad

Respetados señores:

Con toda atención me dirijo a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la investigación titulada **DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN** como requisito para obtener el título de ingeniero electricista.

Atentamente,

FERMIN PEÑA MARRUGO

Cartagena D.T. y C, Octubre 2007

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad

Respetados señores:

Con toda atención me dirijo a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la investigación titulada **DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN** como requisito para obtener el título de ingeniero electricista.

Atentamente,

ENRIQUE CASTRO LENES

Cartagena D.T. y C, Octubre 2007

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la investigación titulada **DISEÑO DE UN CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN** para estudio y evaluación, la cual fue realizada por los estudiantes FERMIN PEÑA MARRUGO y ENRIQUE CASTRO LENES, de la cual acepto ser su director.

Atentamente,

ING. SALOMÓN ZARUR

Ingeniero electricista

AUTORIZACIÓN

Yo, FERMIN PEÑA MARRUGO, identificado con cedula de ciudadanía numero 1.047.369.207 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de investigación y publicarlo en el catalogo on-line de la biblioteca.

FERMIN PEÑA MARRUGO

AUTORIZACIÓN

Yo, ENRIQUE CASTRO LENES, identificado con cedula de ciudadanía numero 9.237.204 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de investigación y publicarlo en el catalogo on-line de la biblioteca.

ENRIQUE CASTRO LENES

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por la fuerza y la perseverancia que me dio para terminar mis estudios.

A mis padres por siempre brindarme ese apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi carrera, por haberme guiado por el camino correcto y por haber siempre confiado en mis capacidades.

A mi hermano y prima por siempre estar a mi lado al transcurso de mi carrera apoyándome.

A mis compañeros que siempre estuvieron en el momento indicado para darme una mano y profesores que vieron en mi un profesional y brindaron todo su apoyo para lograr esta meta.

Y a toda mi familia y a amigos por estar siempre a mi lado dándome animo

Fermin Peña Marrugo

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradecerle a Dios por ayudarme a estar donde estoy y por brindarme esa fuerza interior la cual nunca me dejó caer a pesar de todas las adversidades.

A mi madre que junto a mi vivió las buenas y las malas a través de todo este proceso y que siempre fue mi mano derecha, mi apoyo y mi amiga incondicional.

A mi hermano por siempre estar ahí cada vez que necesitaba a un amigo para apoyarme.

A mi familia que siempre estuvo dándome ánimos para que siguiera adelante y nunca bajara los brazos.

Y a mis amigos y compañeros por estar siempre presentes en esta travesía, por soportarme, apoyarme y darme esa ayuda necesaria para continuar, a mis profesores por estar ahí cada vez que necesitábamos un guía, un apoyo y consejero.

Enrique Castro Lenes

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCIÓN	21
CAPITULO I:	23
DISPOSICIONES GENERALES	23
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	24
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
1.1.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	24
1.2 DEFINICIONES.....	25
1.3 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	31
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	32
CAPITULO II	33
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS Y RED ANILLADA	33
2.1 Definición.....	34
2.2 Clasificación. Interior, exterior, mixta.....	34
2.3 Clasificación por tipo.....	34
2.4 Clasificación elemental de las redes por Configuración.....	35
2.4.1 Red radial pura.....	35
2.4.2 Red de operación radial.....	35
2.4.3 Red en anillo.....	35
2.4.4 Red mallada.....	35
2.5 Configuraciones básicas de subestaciones eléctricas de media tensión.....	36
2.6 Componentes de una subestación de media Tensión.....	39
2.7 Clasificación por función.....	40

2.8	Tipos de redes.....	40
2.9	Diagrama unifilar de una subestación de media Tensión.....	42
2.10	Instalaciones de potencia.....	43
2.11	Normas IEC equipos MT.....	43
2.12	Características de los equipos.....	46
2.12.1	Características asociadas a la aislamiento.....	46
2.12.2	Características asociadas al transporte de corriente.....	46
2.12.3	Características asociadas al aislamiento (tensión).....	46
2.12.4	Características asociadas a la intensidad.....	47
2.13	Elementos de maniobra.....	48
2.14	Sistemas de puesta a tierra.....	49
2.14.1	Tipos de puestas a tierra.....	49
2.14.2	Mallas de tierra.....	50
2.15	Red anillada.....	51
2.16	configuración de los anillos.....	53
2.17	Protección de los anillos.....	55
 CAPITULO III.....		59
CELDAS ELÉCTRICAS Y CENTRO DE REFLEXION.....		59
3.1	centro de reflexion.....	60
3.1.1	Funcionamiento de un centro de reflexión y anillado de subestaciones.....	61
3.1.2	Montaje de un centro de reflexion.....	63
3.2	Celdas de media tension.....	65
3.2.1	Celda prefabricada.....	66
3.2.1.1	Celda metalclad.....	66
3.2.1.1.1	Compartimiento de maniobra.....	68
3.2.1.1.2	Compartimiento de barras.....	68
3.2.1.1.3	Compartimiento de cable –ti.....	68

3.2.1.1.4	Compartimiento de baja tensión.....	69
3.2.1.1.5	Especificaciones de celdas metalclad.....	69
3.2.1.2	Celda metalenclosed.....	70
3.2.1.2.1	Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES).....	72
3.2.1.2.2	Protección de transformador (CPT).....	73
3.2.1.2.3	Especificaciones de celdas metalenclosed.....	74
3.2.1.3	Celdas SM6.....	74
3.2.1.3.1	Características principales.....	77
3.2.1.4	Celdas blindadas MCM.....	78
3.2.1.5	Celdas de seccionamiento (MAR-MAN).....	80
3.2.1.6	Celdas de distribución tipo Metalclad con interruptor en vacío (MVGI).....	81
3.2.1.7	Celdas de distribución tipo Metalclad con interruptores en SF6 (MVS).....	82
3.2.1.8	Celdas de corte al aire.....	83
CAPITULO IV	85
DISEÑO DE CENTRO DE REFLEXION Y ANILLADO DE MT	85
4.1	Descripción del diseño.....	86
4.2	Demanda de potencia.....	86
4.3	diagrama del centro de reflexión y anillado de las subestaciones de media tensión.....	87
4.4	Descripción general de las subestaciones.....	87
4.5	Cálculos del centro de reflexión.....	88
4.5.1	Intensidad de media tensión.....	88
4.5.2	Intensidad de baja tensión para cada subestación	88
4.5.3	Cortocircuitos.....	90
4.5.4	Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	90
4.5.4.1	Cortocircuito en el lado de media tensión.....	91
4.5.4.2	Cortocircuito en el lado de baja tensión.....	91

4.5.5	Dimensionado del embarrado.....	92
4.5.6	Comprobación por densidad de corriente.....	92
4.5.7	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	92
4.5.8	Comprobación por sollicitación térmica.....	92
4.5.9	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	93
4.5.10	Protecciones en BT.....	93
4.5.11	Dimensionado de los puentes de MT.....	93
4.5.12	Calculo de la malla a tierra.....	93
4.5.12.1	Datos de campo.....	94
4.5.12.2	Selección del conductor.....	94
4.5.12.2.1	Calibre del conductor.....	96
4.5.12.3	Calculo de las tensiones máximas permisibles.....	96
4.5.12.4	Calculo del factor de reducción C_s	97
4.5.12.5	Cálculo de la tensión máxima de paso.....	97
4.5.12.6	Cálculo de la tensión máxima de contacto.....	97
4.5.12.7	Determinación de la configuración inicia.....	98
4.5.12.8	Calculo de la resistencia de puesta a tierra R_g	98
4.5.12.9	Cálculo del máximo potencial de tierra GRP.....	99
4.5.12.10	Cálculos de las tensiones de malla E_m y de paso E_s	99
4.5.12.10.1	Cálculo de tensión de malla en caso de falla.....	101
4.5.12.10.2	Cálculo de tensión de paso en caso de falla.....	102
4.5.12.10.2.1	Calculo del factor de geometría.....	103
4.5.12.10.2.2	Calculo de la tensión de paso.....	103
4.6	Calculo del conductor para la acometida de 13.2kv..	103
4.6.1	Elección del conductor.....	103
4.6.2	Intensidad de Cortocircuito.....	104
4.6.3	Características del conductor seleccionado.....	106
4.6.4	Tensión de servicio y nivel de aislamiento.....	107
4.6.5	Intensidad máxima a transportar.....	107
4.6.6	Perdida de potencia.....	107

4.6.7	Caída de tensión.....	109
4.7	Obras civiles.....	112
4.7.1	Canalizaciones.....	112
4.7.1.1	Dimensionado.....	112
4.7.1.2	Tierras.....	113
4.7.2	Cruzamiento y paralelismo.....	113
4.7.3	Estación transformadora.....	113
4.8	Descripción de la instalación.....	113
4.8.1	Instalación eléctrica.....	113
CONCLUSIONES.....		123
BIBLIOGRAFÍA.....		124
ANEXOS.....		125

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 Normas IEC para equipos de MT.....	45
TABLA 2 Tensión de impulso.....	47
TABLA 3 Comparación entre celdas de mamposterías y prefabricadas.....	66
TABLA 4 Características de celdas SM6.....	77
TABLA 5 Resistividad del tipo de suelo.....	94
TABLA 6 Características de electrodos de puesta a tierra	95
TABLA 7 Maxima corriente de cortocircuito	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Unión de subestaciones por interruptor.....	36
Figura 2 Unión de subestaciones por barra.....	36
Figura 3 Barra simple.....	37
Figura 4 Barra simple con acople.....	37
Figura 5 Doble barra.....	38
Figura 6 Doble barra con acople.....	38
Figura 7 Barra tipo "O".....	39
Figura 8 Radial pura.....	40
Figura 9 Anillado.....	41
Figura 10 Mallado.....	41
Figura 11 Operación radial.....	41
Figura 12 Diagrama unifilar de una subestación de MT.....	42
Figura 13 Esquema general de una malla a tierra.....	51
Figura 14 Configuración en anillo.....	52
Figura 15 Ejemplo de un sistema en anillo 1.....	54
Figura 16 Ejemplo de un sistema en anillo 2.....	56
Figura 17. Red de centros de transformación conectados en anillo.....	61
Figura 18. Red de centros de transformación conectados en anillo. Desde el CT 002 parte una línea para el CT terminal 020.....	62
Figura 19. Centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tension1.....	63
Figura 20 Centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tension2.....	64

Figura 21 Cuadro de interruptor de potencia 8BJ20 de hasta 20 kv, barras colectoras de simples.....	67
Figura 22 Constitución básica de un cuadro de interruptor de potencia 8BJ20 con barras colectoras simples.....	67
Figura 23 Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES).....	72
Figura 24 Protección de transformador (CPT).....	73
Figura 25 Celdas SM6 24.....	77
Figura 26 Celdas SM6 36.....	77
Figura 27 Celdas Blindadas MCM.....	79
Figura 28 Celdas de corte al aire.....	83
Figura 29 Centros de transformación.....	74
Figura 30 Diagrama de centro de reflexion y anillado de MT.....	87
Figura 31 Malla de puesta a tierra del centro reflexion.....	93

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Catalogo de celdas ORMAZABAL.....	125
ANEXO B Tabla de conductores de media tensión.....	207

INTRODUCCIÓN

Al hablar de redes de Media Tensión (M.T.) nos estamos refiriendo a niveles de tensión superiores a 1 kV y hasta 34 kV de tensión (redes de 3ª categoría), pues los reglamentos contemplan esta denominación de nivel de media tensión (M.T). en la práctica.

Estas redes son las más utilizadas por las compañías eléctricas para alimentar subestaciones propias para suministros en Baja Tensión y a subestaciones de media tensión (M.T).

Asimismo, los niveles superiores de alimentaciones (66 kV de tensión nominal o) son muy utilizados como suministros en A.T. (redes de 2ª categoría) para abonados de consumos altos (INDUNTRIAS, AEROPUERTOS, ETC.).

Independientemente del tipo de servicio, la disponibilidad y fiabilidad del suministro debe ser máxima, lógicamente condicionan a los suministros en MT cuando la entrega se hace en dicho nivel de tensión, por ser estos los que pueden proporcionar los diferentes tipos de suministros: a) normales (con un solo punto de entrega de la energía para toda la potencia contratada) y b) complementarios, que lógicamente complementan los suministros normales y deben ser independientes de éstos.

A mayor grado de seguridad y fiabilidad del suministro, lógicamente, los sistemas de distribución deben tener mayores posibilidades de conexión en orden creciente, por ejemplo: de distinto juego de barras, de distintos transformadores dentro de una subestación, de distintas subestaciones y, de ser posible, alimentadas por

líneas diferentes, etc. Estos sistemas de concatenación son los que van aumentando el grado de fiabilidad de los suministros.

Partiendo de la base de que cualquier servicio o industria requiere una seguridad y garantía en el suministro, dando por sentado que una solución de cobertura del 100 % no existe por muchas líneas independientes que el abonado solicite o la propia compañía instale, podemos analizar las ventajas o criterios de diseño siguientes, a la hora de solicitar o instalar los suministros:

Como forma más usual de distribución está siendo la de anillo o bucle abierto, salvo casos puntuales de antena, doble alimentación, etc., por lo que es en este tipo de distribución donde debemos centrar nuestra atención en cuanto a la forma de establecer los bucles de entrada/salida y las protecciones pertinentes.

Las entradas y salidas de subestaciones alimentadas por dichos anillos se realizan con interruptores sin capacidad de corte en cortocircuito, por lo que sólo nos permiten realizar maniobras de cierre y apertura manualmente y, si están motorizados, mediante telemando.

Capítulo I

DISPOSICIONES GENERALES

Objetivo del estudio, objetivo general, objetivo específico, alcance de los trabajos, Definiciones y justificaciones

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tensión en sectores especiales para evitar al máximo la ausencia de energía eléctrica.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar el sistema eléctrico de un sector especial, a través de este centro de reflexión y anillado S/E de MT, de tal modo que cada vez que exista una falla eléctrica las pérdidas y las consecuencias que conllevan la carencia de energía eléctrica no sean problema para estos sectores y no se vean afectados por esta ausencia de energía

- Diseño de línea de media tensión 13.2 kv para intercomunicar cada circuito con un punto común tal que si se presenta una falla en cierto circuito o en cierta subestación esta pueda ser suplida por otra sin que se afecte el fluido eléctrico que alimenta ese sector.

- Hacer un diseño tal que estos sectores especiales cada vez que se presenta una falla eléctrica las pérdidas sean cada vez menores y la ausencia de energía sea repuesta mucho mas rápido de lo pensado gracias a este anillado de S/E de MT.

1.4 DEFINICIONES

Para mayor comprensión de los términos que se utilizaran en este proyecto se definirán a continuación

ANCLAJE.

Los transformadores de potencia, si disponen de ruedas, deberán tenerlas bloqueadas durante su normal funcionamiento.

BARRAJE ELASTOMERICO

Este es el barraje de 13.2 KV que permite 200 Amp el cual va conectado a un modulo de la celda RM6 de protección para así abastecer los clientes especiales o particulares que estén en ese sector, este se conecta por medio de unos codos enchufables de 200 Amp.

CELDAS MODULARES DE ACOUPLE

Son las que permiten conectar celdas SM6 entre si y además permitir utilizar un solo lado o ambos lados de estas celdas según sea el caso y la demanda de carga exigida.

CENTRO DE REFLEXIÓN

Centro de reflexión consiste en tomar circuitos de media tensión de S/E importantes y llevarlos hasta este punto (centro de reflexión), de aquí se energizaran varias S/E de media tensión de distribución,

CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA

Es la corriente que en caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o a partes conectadas a tierra.

CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALLA

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA

Es la corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

NOTA: La corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

DEFECTO A TIERRA (O A MASA)

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra (o masa).

ELECTRODO DE TIERRA

Conductor, o conjunto de conductores, enterrados que sirven para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislado, colocados en contacto con tierra para la conexión al electrodo, se consideraran parte de este.

INSTALACIÓN DE TIERRA

Es el conjunto formado por electrodos y líneas de tierra de una instalación eléctrica.

INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL

Es la instalación de tierra resultante de la interconexión de todas las Puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación.

INSTALACIONES DE TIERRAS SEPARADAS

Dos instalaciones de tierra se denominan separadas cuando entre sus electrodos no existe una conexión específica directa.

INTERRUPTOR.

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir intensidades en condiciones normales del circuito, comprendiendo eventualmente condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.

Puede también establecer, pero no interrumpir, intensidades de cortocircuito.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO Ó DISYUNTOR.

Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales de circuito, así como establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito. Pueden ser de mural, sobre carro ó seccionable.

LINEA DE ENLACE CON EL ELECTRODO DE TIERRA

Cuando existiera punto de puesta de tierra, se denomina línea de enlace con el electrodo de tierra, a la parte de la línea de tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor este fuera del terreno o colocado aislado del mismo.

LINEA DE TIERRA

Es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno o colocados en el, pero aislados del mismo.

MASA DE UN APARATO

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que en condiciones normales están aisladas de las partes activas.

PONER O CONECTAR A MASA

Unir eléctricamente un conductor al armazón de una maquina o a una masa metálica.

PONER O CONECTAR A TIERRA

Unir eléctricamente con la tierra una parte del circuito eléctrico o una parte conductora no perteneciente al mismo por medio de la instalación de tierra.

PUESTA A TIERRA DE PROTECCION

Es la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

PUNTO A POTENCIAL CERO

Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión en dicho punto resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA

Es un punto situado generalmente fuera del terreno, que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo, directamente o a través de líneas enlace con él.

PUNTO NEUTRO

Es el punto de un sistema polifásico que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

RED CON NEUTRO A TIERRA

Red cuyo neutro esta unido a tierra, bien directamente o bien por medio de una resistencia o de una inductancia de pequeño valor.

RESISTENCIA DE TIERRA

Es la resistencia entre un conductor puesto a tierra y un punto de potencial cero.

RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL A TIERRA

Es la resistencia de tierra considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

SECCIONADOR.

Aparato mecánico de conexión que aseguran, en posición de abierto una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones especificadas. Se puede operar sobre él para abrirlo ó cerrarlo cuando el circuito está libre de carga. Pueden ser unipolares, tripolares y tripolares deslizante.

SECCIONADORES DE ACOUPLE

Es el seccionador que permite conectar o desconectar las celdas SM6 entre si según sea al caso y se abre y cierra manualmente.

SISTEMA ELÉCTRICO

Es el conjunto de máquinas, de aparatos, de barras y de líneas que constituyen un circuito que tiene determinada tensión nominal.

SUBESTACIÓN DE MANIOBRA

Es la destinada a la conexión entre dos o más circuitos y su maniobra.

SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Es la destinada a la transformación de energía eléctrica mediante uno o más transformadores cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros de transformación.

TERMINALES ATORNILLADOS EN T

Son terminales cuya función permite conectar las líneas de 13.2 KV a las celdas RM6, vienen en un empaque individual de 3M y son seguros ante calentamientos

TENSIÓN NOMINAL

De un sistema: es el valor de la tensión con la cual el sistema es denominado, y al cual se refieren sus características, de acuerdo con lo que indican las normas sobre tensiones nominales.

TENSIÓN MÁXIMA DE UN SISTEMA

Es la tensión mas elevada (expresada en valor eficaz para los sistemas en corriente alterna) que puede presentarse en cualquier momento y en cualquier punto del sistema en condiciones regulares de servicio No se tienen en cuenta las variaciones temporáneas de la tensión (Sobré tensiones, subtensiones) debidas a fallas, o a desconexiones bruscas de la carga, etc...

TENSIÓN A TIERRA O CON RELACIÓN A TIERRA

Es la tensión que aparece entre un elemento conductor y la tierra.

- En instalaciones trifásicas con neutro no unido directamente a tierra, se considerara como tensión a tierra la tensión entre fases.
- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra es la tensión entre fase y neutro.

TENSIÓN A TIERRA TRANSFERIDA

Es la tensión de paso o de contacto que puede aparecer en un lugar cualquiera transmitida por un elemento metálico desde una instalación de tierra lejana.

TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre una masa y tierra (ver Tensión de defecto).

TIERRA

Es la masa conductora de la tierra, o todo conductor unido a ella por una impedancia despreciable.

1.3 ALCANCE DE LOS ESTUDIOS

El alcance primordial de este estudio es mejorar el nivel de confiabilidad del sector eléctrico en media tensión. Se busca incorporar los beneficios que ofrece para la economía nacional un sistema de esto. Se hace la aclaración que este estudio solo puede ser regido en Colombia ya que las normas que se aplican son de este país con algunas internacionales.

En general todo estudio debe manejar dos alcances básicos:

- Alcance social: Con un sistema de anillos de subestaciones no se vera afectada a la comunidad por las apagones en un sector determinado y esto conlleva a un mejor nivel de vida.
- Alcance económico: Aumenta la productividad de la nación debido a que no se suspenderá la energía por largos intervalos de tiempo en las pequeñas empresas y negocios menores que representan unos ingresos mayores por horas de maquinas, además será un ahorro a

la compañía prestadora del servicio eléctrico por parte de mantenimiento.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Las razones para realizar este proyecto es desarrollar eficazmente el papel que les corresponde a los nuevos profesionales dentro de la sociedad, de la proyección hacia la comunidad y el desarrollo del país, dentro de los cuales se encuentra precisamente el plan que ha empezado a realizar Electricaribe y Electrocosta de la optimización del fluido eléctrico en Cartagena. La idea es que las ciudades cuenten con un buen sistema de fluido eléctrico en los sectores especiales ya que esto ocasiona perdida económica tanto para la ciudad como el país y a su vez a la empresa prestadora del servicio eléctrico

Capítulo II

SUBESTACIONES ELECTRICAS

Definición, Clasificación,
Clasificación elemental de las redes
por configuración, Configuraciones
básicas de subestaciones eléctricas
de media tensión, Componentes de
una subestación de media tensión,
Clasificación por función, Tipos de
redes, Diagrama unificar de una
subestación de media tensión,
Elementos de maniobra, Sistemas
de puesta a tierra, Tipos de puestas
a tierra, Mallas de tierra, Red
anillada, configuración de los
anillos, Protección de los anillos

SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

2.1 Definición

Subestación eléctrica Es un conjunto orgánico de construcciones y de instalaciones destinadas a alguna de las siguientes funciones: conversión, transformación, repartición, distribución, utilización de la energía eléctrica.

2.2 CLASIFICACIÓN. Interior, Exterior, Mixta

- **Interior** Si la instalación esta contenida en un local que lo protege de los agentes atmosféricos
- **Exterior** Equipos instalados a la intemperie
- **Mixta** Cuando solo algunos de los equipos de MT o AT son tipo interior

2.3 Clasificación por tipo

- **Estación Transformadora** Transforma tensiones de AT a MT, permitiendo adicionalmente distribución de redes de AT y MT.
- **Subestación** Transforma tensiones de MT a BT
- **Puesto de Conexión** Permite las interconexiones de redes eléctricas.

2.4 Clasificación elemental de las redes por configuración

2.4.1 Red radial pura: Se caracteriza por la alimentación por un solo extremo de todas las estaciones o subestaciones.

- **Ventaja:** Simplicidad del sistema de protecciones, economía.
- **Desventaja:** Confiabilidad limitada

2.4.2 Red de operación radial: Las estaciones o subestaciones están siempre alimentadas de un solo extremo, pero puede cambiarse el punto de alimentación.

Ventaja: Aumenta la confiabilidad

2.4.3 Red en anillo: Se caracteriza por tener dos de sus extremos alimentados permanentemente. Las estaciones o subestaciones siempre están tienen doble alimentación

- **Ventaja:** Red confiable
- **Desventaja:** Complejidad y alto costo del sistema de protecciones.

2.4.4 Red mallada: Se caracteriza por tener varios extremos alimentados permanentemente.

- **Ventaja:** Red muy confiable
- **Desventaja:** Mayor complejidad y alto costo del sistema de protecciones, Red muy costosa.

2.5 Configuraciones básicas de subestaciones eléctricas de media tensión

NODO: Topologicamente un nodo es un punto. Pero para subestaciones dicho nodo no puede representarse como un punto, ya que tiene que darle cabida a los equipos de deben conectar físicamente cada línea y el nodo.

La configuración de una Estación Eléctrica es la forma como se unen las ramas al nodo, también llamado circuitos o esquema eléctricos de la Estación.

La conexión línea y el nodo pueden realizarse:

- Por **BARRA** Cada circuito que llega se une a una misma barra a través de s interruptor
- Por **INTERRUPTOR**. Los interruptores se disponen formando un anillo y los circuitos inciden entre cada par de interruptores.

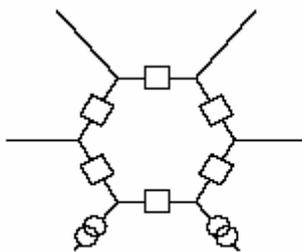


Figura 1 Unión por interruptor de subestaciones

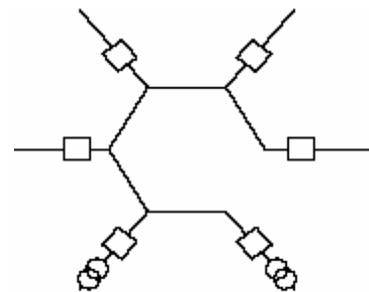


Figura 2 Unión por barra de subestaciones

Dentro de la Conexión por **BARRA** existen diferentes variantes, que hacen la estación con mayor o menor flexibilidad de operación

- **BARRA SIMPLE** Todas las llegadas o salidas se conectan vía un equipo de mando a una única barra. Es un esquema sencillo, pero muy rígido. Si es necesario hacer algún mantenimiento en las barras, se debe sacar de servicio todas las derivaciones. Es aconsejable en barras con no mas 3 derivaciones

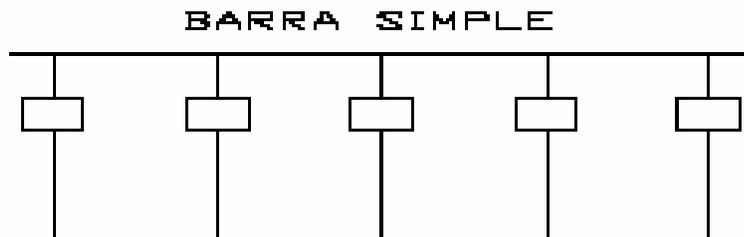


Figura 3 Barra simple

- **BARRA SIMPLE CON ACOPLAMIENTO.** La barra principal esta dividida en 2 o 3 sector, interconectadas entre si vía un interruptor de acople. Permite mayor flexibilización en la operación de barras, permitiendo adicionalmente un mejor equilibrio de cargas entre las derivaciones

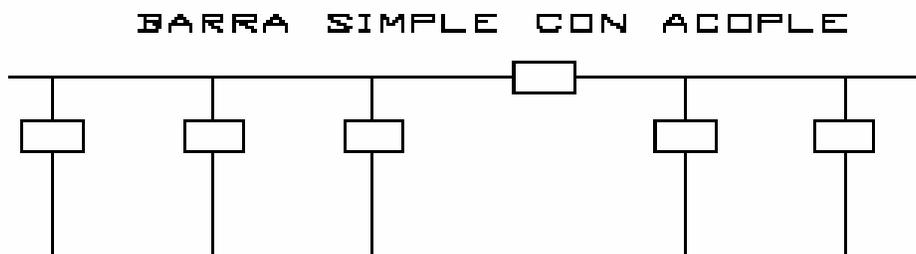


Figura 4 Barra simple con acople

- **DOBLE BARRA.** Cada llegada o derivación mediante equipos de maniobra permite conectar a una barra u otra. Permite mayor flexibilización en la operación de barras, permitiendo adicionalmente un equilibrio perfecto de cargas entre las derivaciones.

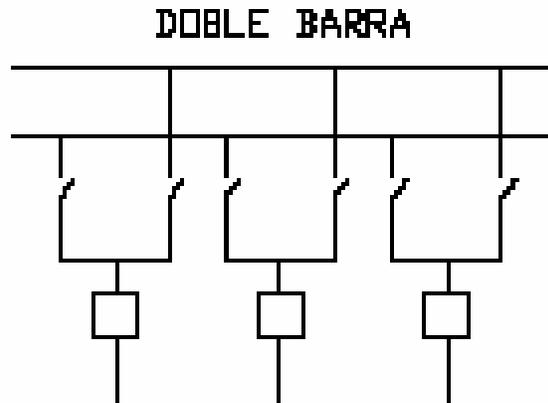


Figura 5 Doble barra

- **DOBLE BARRA CON ACOPLAMIENTO.** Es la configuración descrita anteriormente, donde una de las barras se encuentra dividida en sectores, interconectados entre si por intermedio de un equipo de maniobra. Cuenta con las mismas ventajas del caso anterior, especialmente utilizada en nodos, con gran numero de derivaciones (mas de 12)

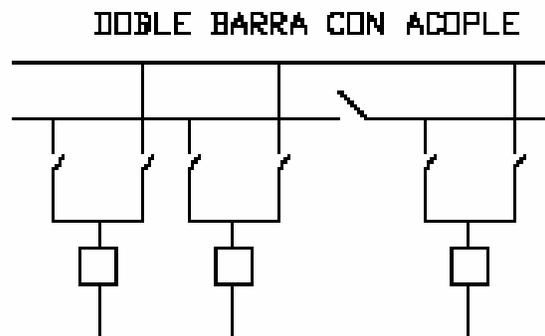


Figura 6 doble barra con acople

- **BARRA TIPO “O”**. Existe una barra con varios acoples con interruptores, es una barra que se cierra sobre si mismo. Permite mucha flexibilidad de traspaso de cargas de una barra a otra, logrando equilibrios de cargas, así como respaldo ínter derivaciones.

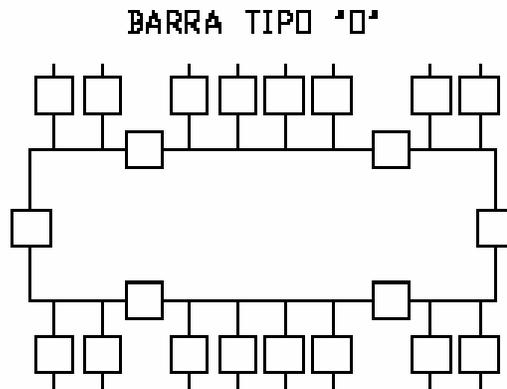


Figura 7 Barra tipo O

2.6 Componentes de una subestación de media tensión

- Llegadas de cables o líneas aéreas
- Barras con tensión, instaladas sobre una estructura o mampostería mediante aisladores.
- Conductores que conectan entre los equipos a las barras o entre equipos.
- Equipos de AT, MT y BT (dependiendo del tipo de instalación)
- En el suelo ductos, por donde van los cables de potencia, y de mando, protección, medición y control.

- En el subsuelo, una malla de tierra de cobre, que tiende a mantener el silo de la estación con características equipotenciales, para evitar peligros a las personas
- Obras civiles, fundaciones de equipos.
- Equipos auxiliares, de mando y protección.

2.7 Clasificación por función

- Instalaciones de potencia o principales (Interruptor, seccionador, transformadores de medición, descargadores, transformador de potencia)
- Instalaciones de control y auxiliares (comando, señalización, protecciones, servicios auxiliares, servicios esenciales)

2.8 Tipos de redes

- **Radial pura**

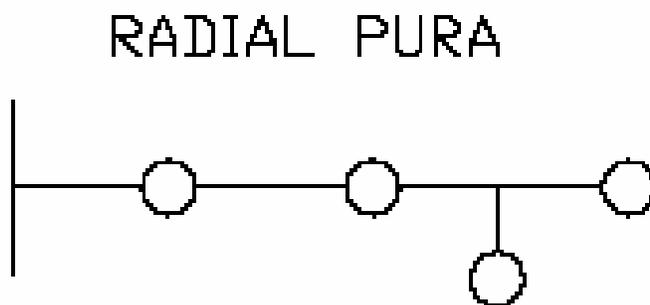


Figura 8 Radial pura

- **Anillo**

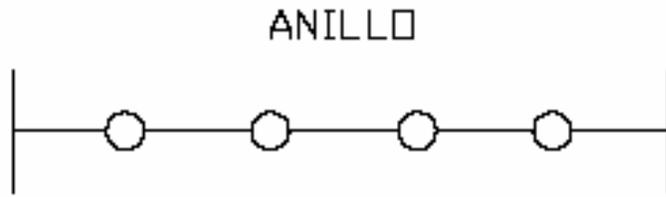


Figura 9 Anillo

- **Mallado**

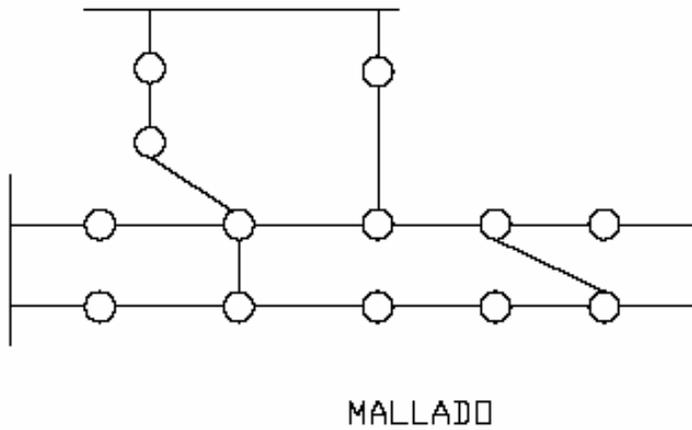


Figura 10 Mallado

- **Operación radial**

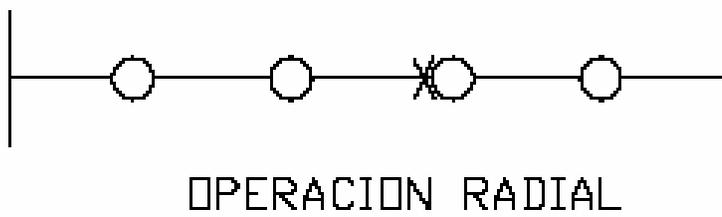


Figura 11 Operación radial

2.9 Diagrama unifilar de una subestación de media tensión

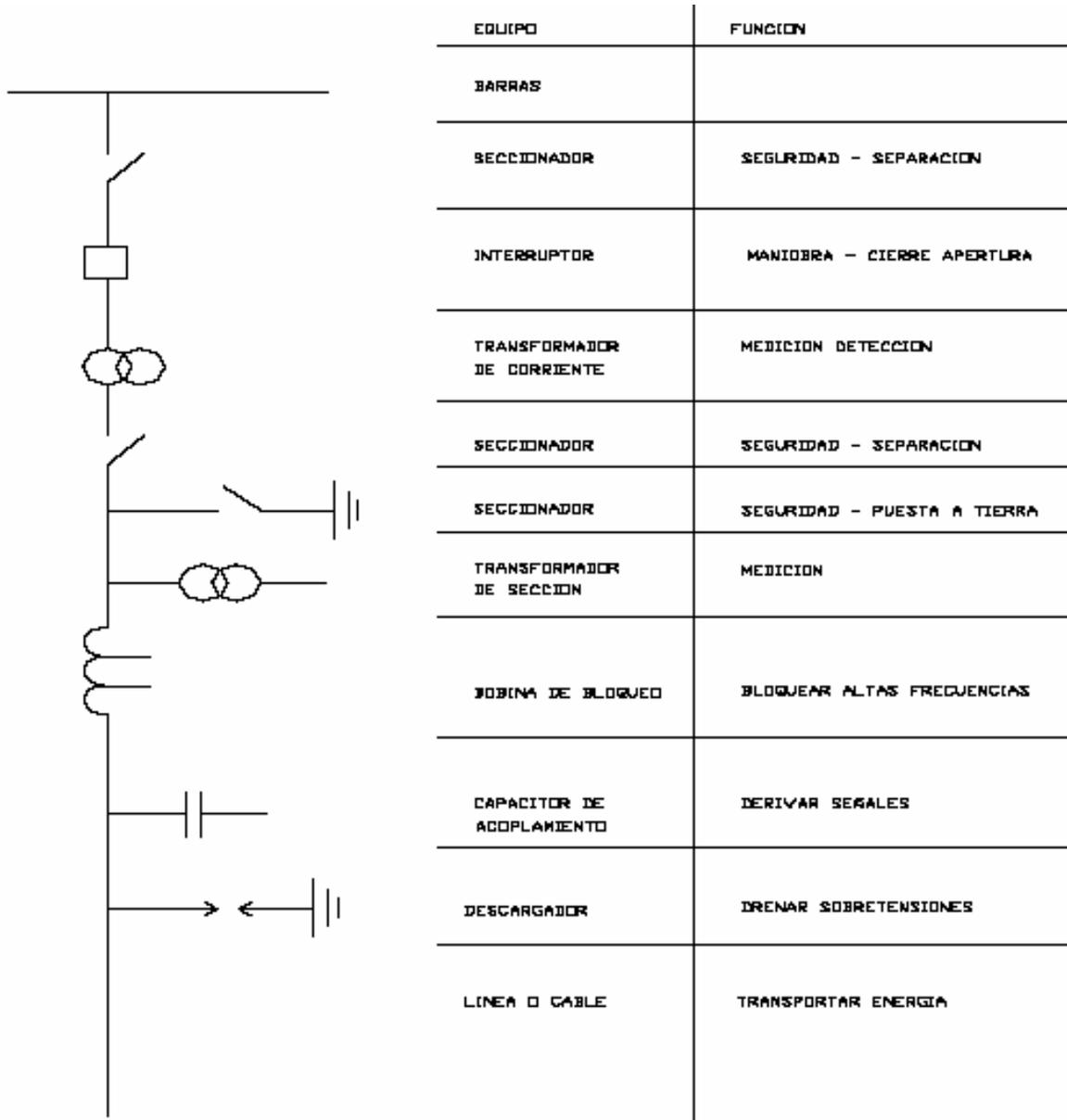


Figura 12 diagrama unifilar de una subestación de media tensión

2.10 Instalaciones de potencia

- Son los equipos directamente relacionados con las magnitudes eléctricas (tensiones y corrientes de potencia) en las Estaciones y Subestaciones.
- Las características eléctricas principales de la instalación y de sus equipos están relacionadas con los niveles de tensión y cortocircuito.
- Los equipos de potencia de MT se construyen bajo normas que imponen las características de los mismos y fijan los ensayos que las comprueban.
- Las características de los distintos equipos en muchos casos son comunes.
- Las normas utilizadas fundamentalmente para especificar equipamientos de MT en Colombia, son las publicadas por la ANSI IEC(Internacional Electrotechnical Commission)
- Otras normas RETIE, NTC.

2.11 NORMAS IEC EQUIPOS MT

SECCION	TITULO DE LA NORMA	NORMA/GRUPO
I	IEC Voltajes Estándar	IEC 60038--8
VIII	IEC Rango de corrientes normales	IEC 60059--8
VIII	Evaluación térmica y clasificación de la aislacion eléctrica	IEC 60085--15
VIII	Conductores de cables aislados	IEC 60228-20
VIII	Conductos para aplicaciones eléctricas	IEC 60423--23

VIII	Ductos y conductos para instalaciones eléctricas	IEC 60614—23
IX	Interruptores en corriente alterna de alta tensión	IEC 60056--17
IX	Desconectadores y seccionadores de tierra en corriente alternal	EC 60129--17
IX	Seccionadores en Alta Tensión	IEC 60265--17
IX	Combinación seccionador-fusible en alta tensión	IEC 60420--17
IX	Seccionadores de transferencia de barras para tensiones mayor o igual a 52 kV	IEC 61128--17
IX	Seccionadores de tierra para tensiones mayor o igual a 52 kV	IEC 61129--17
X	Transformadores de Potencia	IEC 60076--14
XI	Transformadores de Corriente	IEC 60044/1-38
XI	Transformadores de Tensión	IEC 60186-38
XI	Transformadores de Tensión inductivo	IEC 60044/2-38
XII	Relés Eléctricos	IEC 60255-94
XII	Fusibles para Alta Tensión	IEC 60282-32
XII	Fusibles para Alta Tensión para protección de banco de condensadores	IEC 60549-32
XII	Guía de aplicación de fusibles de AT, p/ circuitos con transformadores	IEC 60787-3
XIV	Celdas y Baterías secundarias alcalinas	IEC 60285-21
XIV	Baterías estacionarias de plomo ácido	IEC 60896-21
XV	Técnicas de ensayos en Alta Tensión	IEC 60060-42
XV	Coordinación de la aislacion	IEC 60071-28
XVI	Guide for Safety in AC Substation Grounding	IEEE 80
XVII/XVIII	Característica de aisladores p/uso int. y Ext. en	IEC 60273-36

	sistemas de $V_n > 1000 \text{ V}$	
XIX	Aparamenta bajo envolvente metálica para AC $1\text{kV} < V_n \leq 52 \text{ kV}$	IEC 60298-17
XIX/XX	Grado de protección (código IP) p/ aparementa eléctrica $V_n < 72.5 \text{ kV}$	IEC 60529-70
XIX/XX	Especificaciones comunes p/ aparementa de AT bajo envolvente	IEC 60694-17
XX	Aparamenta bajo envolvente aislante para AC $1\text{kV} < V_n \leq 38 \text{ kV}$	IEC 60466-17
XXI	Descargadores de sobre tensión	IEC 60099-37
XXI	Aisladores para líneas aéreas de $V_n > 1 \text{ Kv}$	IEC 60305-36
XXI	Aisladores para líneas aéreas de $V_n > 1 \text{ kV}$ Definiciones, métodos de testeos	IEC 60383-36
XXI	Aisladores de cerámica para líneas aéreas de $V_n > 1\text{kV}$	IEC 60433-36
XXI	Materiales aislantes de cerámica y de vidrio	IEC 60672-15
XXI	Característica de los aisladores "Line post"	IEC 60720-36
XXI	Aisladores compuestos para líneas aéreas para $V_n > 1\text{kV}$	IEC 61109-36
XXII	Cables eléctricos (calculo de las características de corriente)	IEC 60287-20
XXII	Cables de potencia c/ aislac extruida y sus accesorios para $1\text{kV} \leq V_n \leq 30\text{kV}$	IEC 60502.20
XXII	Cables de potencia c/ aislac extruida y sus accesorios para $30\text{kV} \leq V_n \leq 150\text{kV}$	IEC 60840-20
XXII	Guía p/ la temperatura limite ante cc de cables eléctricos para $3.6 \leq V_n \leq 36\text{kV}$	IEC 60986-20

Tabla 1 normas IEC equipos MT

2.12 Características de los equipos

Para definir un equipo es necesario determinar sus características funcionales, ligadas básicamente a los parámetros tensión y corriente.

Las características eléctricas de los equipos de potencia, básicamente se verifican por ensayos, los cuales están ligadas al aislamiento y a la capacidad de transportar corrientes y sobrecorrientes.

2.12.1 Características asociadas a la aislamiento:

- Entre partes en tensión y tierra
- Sobre el seccionamiento
- Tensión nominal
- Tensión a frecuencia industrial
- Tensión de ensayo de maniobra
- tensión de impulso atmosférico

2.12.2 características asociadas al transporte de corriente:

- Corriente nominal permanente
- Corriente de breve duración
- Corriente de pico máximo
- Poder de interrupción

2.12.3 Características asociadas al aislamiento (TENSIÓN)

- **Tensión Nominal:** Es un valor convencional de la tensión eficaz entre fases con que se designa la instalación y a la cual se refieren determinadas características de funcionamiento en la normalización técnica.

- **Tensión más elevada:** El mayor valor de la tensión eficaz entre fases que puede presentarse en un instante en un punto cualquiera de la instalación, en condiciones normales de explotación sin considerar las variación de tensión de corta duración. Este valor indica la **clase de la instalación**.
- **Tensión de Impulso:** El valor de la tensión de pico, que comprueba como se comporta el aislamiento del equipo frente a descargas atmosféricas.

Tensión nominal kv	Tensión mas elevada Clase (kv)	Tensión de impulso (KV)	
		Lista 1	Lista 2
6	7.2	40	60
15	17.5	75	95
20	24	95	125
30	36	145	170
60	72.5	325	

Tabla 2 tensión de impulso

2.12.4 Características asociadas a la intensidad

Corriente Nominal: Es un valor eficaz de la corriente que el aparato está en condiciones de conducir en forma permanente, a la frecuencia nominal, manteniendo las temperaturas de sus diferentes partes, dentro de calores especificados

Poder de Interrupción:(Esta asociada a interruptores) Es la mas elevada corriente de cortocircuito que el interruptor debe ser capaz de interrumpir en condiciones de uso y comportamiento especificadas, con cortocircuito en bornes.

Poder de Cierre: (Esta asociada a interruptores) Es el máximo valor de cresta de la corriente que un interruptor puede establecer con una tensión especificada, en condiciones de uso y comportamiento establecidos.

Corriente de breve duración admisible: El valor de la corriente que puede soportar por un breve lapso, del orden de segundos y se indica por su valor eficaz. Este tiempo se le denomina máxima duración del cortocircuito. (es una característica térmica, respondiendo a una evolución adiabática, donde el calor generado es acumulado por las masas metálicas conductoras, se acepta para tiempos distintos del indicado que el valor I^2t se mantiene constante).

Corriente de Cresta Admisible: Es el pico máximo de corriente (Is) que un aparato puede soportar.

2.13 Elementos de maniobra

SECCIONADOR LÍNEA Aparato mecánico de maniobra que establece en estado de apertura una distancia de aislamiento adecuada para los requisitos establecidos. Es capaz de abrir y cerrar un circuito, bien cuando se conecta o desconecta una corriente de intensidad despreciable, o bien cuando no se establece una variación significativa de la tensión entre los terminales de cada polo del seccionador. También es capaz de conducir corriente bajo las condiciones normales de servicio y, durante un tiempo determinado, corrientes bajo condiciones anormales como cortocircuitos. “Corriente de intensidad despreciable”, incluye las corrientes capacitivas de aisladores, barras, conexiones, cables de muy corta longitud e intensidades de transformadores de tensión. Prácticamente son equipos tripolares.

SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA Aparato mecánico de maniobra para conectar a tierra partes de un circuito, capaces de soportar intensidades bajo

condiciones anormales, como en el caso de cortocircuito, durante un tiempo establecido, pero a los que no se les exige el conducir corrientes nominales de servicio. Pueden estar combinados con seccionadores de línea. Son equipos tripulares

SECCIONADOR FUSIBLE (CUT -OUT) Es un seccionador unipolar que incluye un fusible, cuenta con la función de operación y de protección. Permite manualmente la apertura y cierre. Al actuar el fusible se produce la apertura del circuito.

SECCIONADOR BAJO CARGA Aparato mecánico de maniobra que establece en estado de apertura una distancia de aislamiento adecuada para los requisitos establecidos. Es capaz de abrir y cerrar un circuito, cuando se conecta o desconecta una corriente menor o igual a la nominal. También es capaz de conducir, durante un tiempo determinado, corrientes en condiciones anormales como cortocircuitos.

2.14 Sistema de puesta a tierra

2.14.1 Tipos de puesta a tierra

En una instalación podrá existir una puesta a tierra de servicio y una puesta a tierra de protección.

La tierra de protección es la malla de tierra donde se conectan todas las partes metálicas de los equipos que conforman un sistema eléctrico, que normalmente no están energizados, pero que en caso de fallas pueden quedar sometidos a la tensión del sistema. Los valores de resistencia de la malla de protección están limitados por condiciones de seguridad de los equipos y de las personas que

operan el sistema de potencia. Las tensiones de paso, de contacto y de malla máximas definidas por normas internacionales, definen* el valor de la resistencia de la malla.

Es común usar la misma malla de tierra de una subestación tanto como malla de servicio como malla de protección. En la medida que se cumplan las condiciones de seguridad esto no es problema. No está permitido conectar a la misma malla sistemas de tensiones diferentes.

2.14.2 Mallas de tierra

La malla de tierra es un conjunto de conductores desnudos que permiten conectar los equipos que componen una instalación a un medio de referencia, en este caso la tierra. Tres componentes constituyen la resistencia de la malla de tierra:

- La resistencia del conductor que conecta los equipos a la malla de tierra.
- La resistencia de contacto entre la malla y el terreno.
- La resistencia del terreno donde se ubica la malla

Una malla de tierra puede estar formada por distintos elementos:

- Una o más barras enterradas
- Conductores instalados horizontalmente formando diversas configuraciones
- Un reticulado instalado en forma horizontal que puede tener o no barras conectadas en forma vertical en algunos puntos de ella

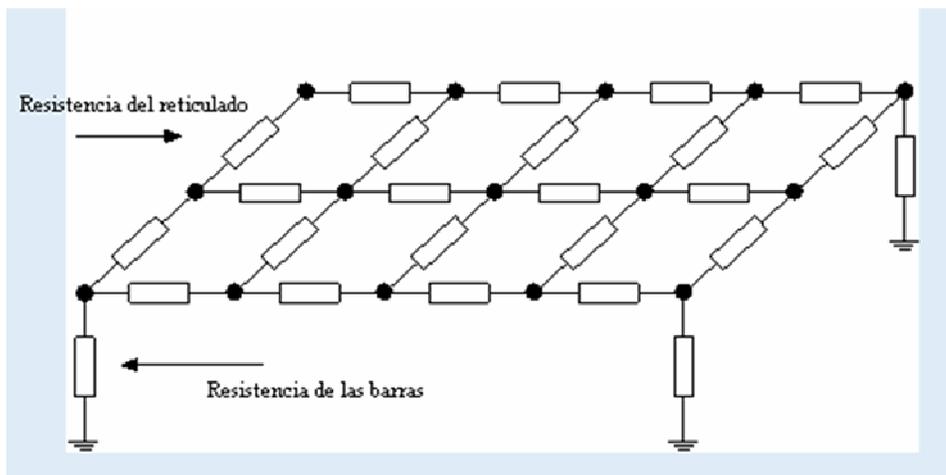


Figura 13 Esquema general de una malla de puesta a tierra

Las barras verticales utilizadas en la construcción de las mallas de tierra reciben el nombre de barras copperweld y están construidas con alma de acero revestidas en cobre. El valor de la resistencia de una malla de tierra depende entre otros parámetros de la resistividad del terreno. El método más usado para determinar la resistividad del terreno es el de Schlumberger, el cual permite determinar las capas que componen el terreno, como también la profundidad y la resistividad de cada uno de ellos.

2.15 Red anillada

Permite buena continuidad de servicio, aún en el caso de que salga de servicio cualquier campo de transformación.

En esta configuración la barra colectora es un anillo formado por interruptores con los circuitos conectados entre cada dos de ellos. Para aislar un circuito es necesaria la apertura de los dos interruptores correspondientes, abriéndose así el anillo. Cuando se quiere aislar un circuito por un período largo, se debe abrir el seccionado de la línea para

poder cerrar los interruptores asociados a dicho circuito y así dar continuidad al anillo.

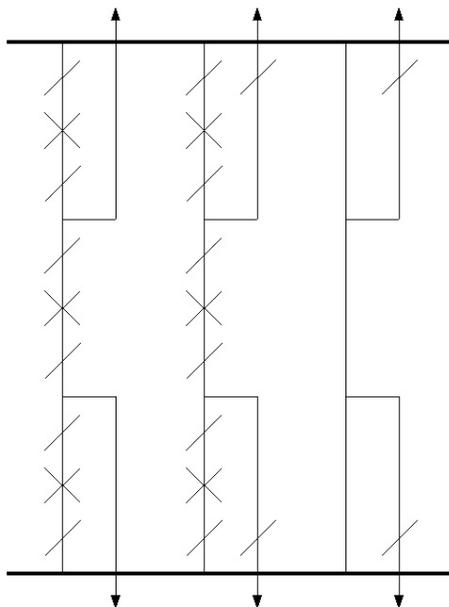


Figura 14 Configuración en anillo

Es una configuración económica y segura además de confiable, pero sin flexibilidad. Es segura y confiable por permitir continuidad de servicio por falla o durante mantenimiento de un interruptor ya que cada campo o circuito está asociado a dos interruptores. El principal inconveniente consiste en que, en caso de falla en un circuito, mientras se hace mantenimiento en otro del anillo, puede quedar seccionado y presentar falta de servicio en algunas partes o perderse la seguridad en el sistema. Para cumplir con las funciones de seguridad y confiabilidad para las cuales fue ideada esta configuración, es necesario operarla con todos los interruptores cerrados (tal como es su operación normal; por lo tanto, desde el punto de vista de la flexibilidad la subestación es similar a una barra sencilla. Para efectos de distribución de corrientes, los circuitos conectados al anillo se deben repartir de tal manera que las fuentes de energía se alternen con las cargas.

Para situaciones prácticas conviene limitar el uso de estas configuraciones a un máximo de seis salidas. En el caso de ser necesario agregar más, es preferible cambiar la configuración a interruptor y medio. Por lo anterior, el diseño inicial de la subestación debe prever esta circunstancia.

La aplicación de la disposición en anillo exige especial cuidado en lo referente a ciertos aspectos como la operación de dos interruptores con falla en una salida, el cierre automático, lo mismo que la protección y la medida. El daño de un interruptor durante la falla en uno de los circuitos de salida origina la pérdida de otro circuito debido a la operación de la protección contra falla de interruptores. Además, requiere dispositivos de potencial en todos los circuitos ya que no hay un punto de referencia definido (como una barra principal).

2.16 Configuración de los anillos

Una problemática que suele plantearse en las distribuciones con anillos es el sistema de configuración más idóneo y el tipo de equipos más adecuada para garantizar su funcionamiento y para que, ante la posibilidad de una avería o falta, sigamos teniendo servicio.

Para contestar o dar una solución a este tema, primero debemos analizar cuál es la mejor configuración o solución de funcionamiento de los anillos: abiertos o cerrados.

La solución de anillos cerrados sólo es factible si el sistema alimenta, con un solo transformador, el doble embarrado o con dos transformadores de una misma subestación de AT/MT sincronizados o alimentados por la misma línea; pero si son líneas distintas de suministro de compañía eléctrica, lo más probable es que ésta no permita su acoplamiento, salvo que se incorpore una barra general alimentada por ambas líneas, pero solamente una en activo y sin posibilidad de acoplamiento.

Además, la solución de anillos cerrados supone, en el caso de dos transformadores AT/MT, la conexión de éstos en paralelo, lo cual puede tener limitaciones en caso de cortocircuitos, tema muy importante a analizar y tener en cuenta en el dimensionamiento de toda la instalación, sobretodo, en la afección en la parte de B.T.

Partiendo de la posibilidad de anillo cerrado, lógicamente la desconexión de una parte o enlace del anillo, por avería, no originará corte en el resto de subestaciones o centros de transformación, salvo que la avería afecte de forma directa a alguno de ellos. Por el contrario, con anillo abierto, además del aislamiento de dicha parte afectada, lo más probable es que, dependiendo de la zona del anillo averiada y puntos de apertura, deje sin alimentar todos o algún centro de dicho anillo, hasta que los sistemas de enlace, control o gestión reconfiguren de nuevo el anillo.

El equipo, después de lo indicado anteriormente, no deja lugar a dudas que las entradas y salidas deben realizarse con disyuntores con poder de corte y conexión en cortocircuito y con relés indirectos de protección, si queremos un servicio sin interrumpibilidad.

Los tipos de relés más adecuados se indicarán en el apartado de protecciones.

Para aclarar estos razonamientos, supongamos el ejemplo de la figura 15:

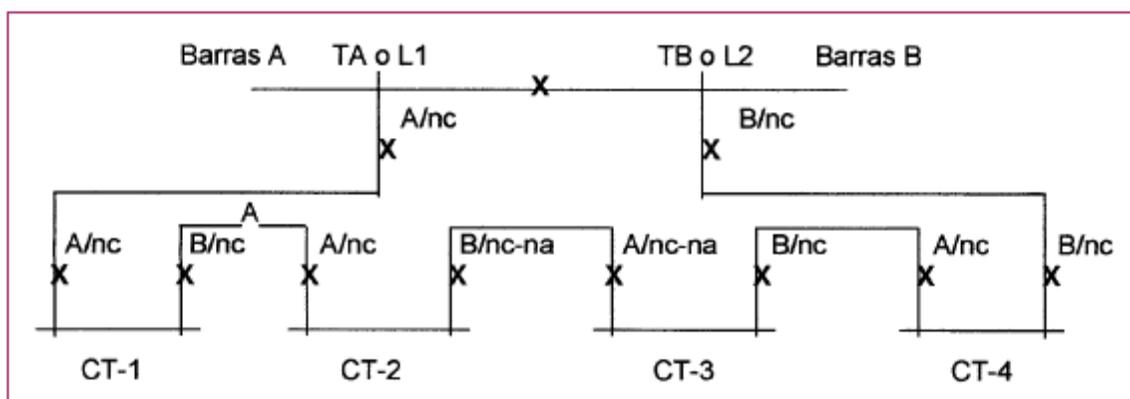


Figura 15. Ejemplo de un sistema en anillo 1

Donde los caracteres significan:

- TA o TB, transformador de alimentación al embarrado
- L1 o L2, línea de alimentación al embarrado
- X, elemento de corte o maniobra
- A o B, entrada o salida del anillo
- nc o na, elemento normalmente cerrado o abierto

1.- Anillo cerrado y avería en A

Lógicamente en este caso, con un sistema de protecciones selectivo, la avería en A abrirá el interruptor B del CT-1 y el A del CT-2, por lo que quedaría aislado el enlace entre ambos, pero todos los CT's seguirán alimentados sin interrupción del suministro.

Suponiendo el fallo en el embarrado del propio CT-2, abrirían los dos interruptores A y B de dicho centro, quedando éste sin suministro.

2.- Anillo abierto entre CT-2 y CT-3 y avería en A

Con el mismo criterio que en el caso anterior, la avería en A abrirá los mismos interruptores (el A del CT-2 deberá abrir para asegurar que no haya aportaciones al corto de aguas abajo de la falta), quedando el CT-2 sin suministro a pesar de no tener avería. La alimentación del CT-2 será restablecida una vez aislada la falta, pero se habrá producido una interrupción en el suministro, con los consiguientes perjuicios.

2.17 Protección de anillos

Habiendo analizado las dos configuraciones de anillos con sus limitaciones, inconvenientes o ventajas, hay que plantearse la mejor solución de protecciones para asegurar un correcto funcionamiento. Y, como no hay mejor planteamiento que un ejemplo, tomemos de nuevo el supuesto de red y anillo anterior (figura 16):

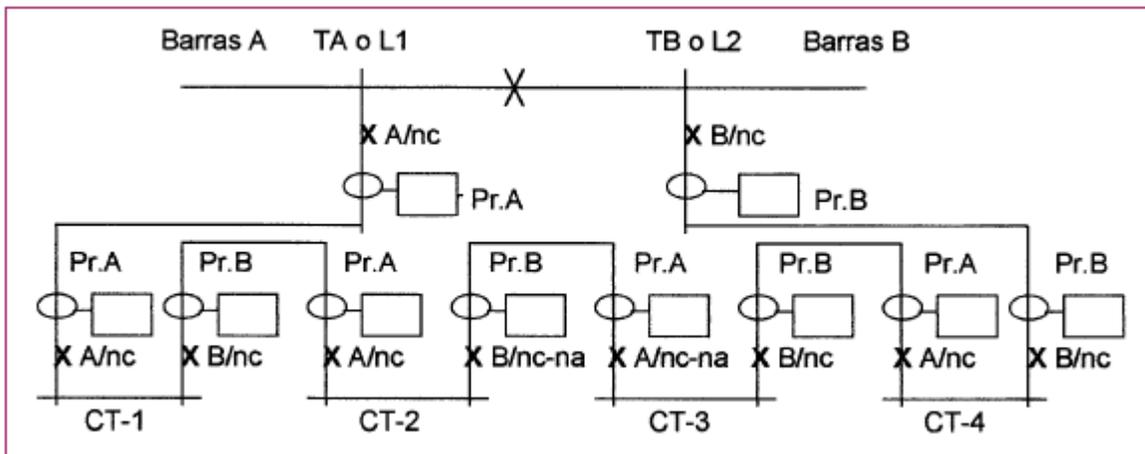


Figura 16. Ejemplo de un sistema en anillo 2

Siendo: Pr.A o B, sistema de protección.

– En caso de anillo abierto en un punto, se pueden establecer unas protecciones generales en cabeza de anillo (50/51 - 50N/51N) y, en una de las ramas de entrada y salida de cada CT, instalar relés comunicables de detección de paso de falta (TALUS 200 del grupo Schneider o similar) para poder determinar la zona en defecto. Con este procedimiento y, mediante un sistema de telemando o gestión de anillo, poder dejar aislada la zona en defecto y reconfigurar automáticamente el anillo para seguir funcionando; explotación similar a la que actualmente están instalando las compañías eléctricas, ya comentado en el punto 3.

También se puede contemplar otro tipo de anillo abierto en un punto y con selectividad, con barras partidas mediante disyuntor en los CT's y con un relé de protección (50/51 - 50N/51N) en una de las semibarras. Los relés para poder establecer la selectividad y poder reconfigurar el anillo deben disponer, al menos, de 4 umbrales y ser comunicables.

Con este sistema se consigue que en los CT's que no estén afectados por el defecto no se produzca el corte de energía en el proceso de eliminar la falta y reconfigurar el anillo.

En redes con neutro aislado, las protecciones 50N/51N pueden complicarse y no ser efectivas.

– En caso de anillo cerrado para que las protecciones sean selectivas, el anillo y los relés deben cumplir los siguientes requisitos:

- Instalar disyuntores en las entradas y salidas de los CT's y un relé de protección en las mismas.
- Poder establecer selección lógica; consistente en inhibir, de abajo a arriba, la orden de disparo de los relés cuando la falta es detectada por el relé aguas abajo, para que despejen la falta los relés más próximos a la misma en ambas direcciones. Estas inhibiciones se pueden realizar en tiempos muy cortos que no afectan prácticamente al tiempo de apertura de los disyuntores afectados.

Una selectividad cronométrica podría servir en caso de no existir, en la mayor serie de relés, cinco protecciones o sea 2 CT's en el anillo, para que el tiempo total de despeje de la falta con selectividad, en el peor de los casos, no sea superior a 1 segundo

Como en un defecto, la aportación de la sobreintensidad se realiza por ambos lados de la misma, los relés de protección deben ser, además de comunicables, direccionales (67 - 67N) y con señal de tensión para poder establecer una correcta selectividad y telegestión del anillo. Esto crea la necesidad de instalación de transformadores de tensión en todos los CT's; claro que esto nos da la posibilidad de gestionar el tema de medidas por CT y global del anillo, tema muy interesante en instalaciones eléctricas de estas características.

Los relés de ambas alimentaciones o acometidas del anillo no es necesario que sean direccionales, pues las intensidades, tanto en condiciones normales como en un defecto, siempre circulan en el mismo sentido.

Con estos requisitos, al producirse una falta en cualquier punto del anillo y ser detectado por todos los relés, en función de la dirección de la sobreintensidad de defecto e inhibición de los relés alejados de la misma, los dos relés más próximos y a ambos lados darán la orden de apertura a los disyuntores correspondientes, dejando sin tensión la zona afectada, mientras el resto sigue prestando servicio sin interrupción.

De tal manera que podemos decir, que la protección del anillo cerrado, mediante instalación de relés direccionales y de selectividad lógica, es total, garantizando la continuidad en el servicio en caso de un fallo o falta en el mismo.

Capitulo III

CENTRO DE REFLEXION Y CELDAS DE MEDIA TENSION

Centro de reflexión, Funcionamiento de un centro de reflexión y anillado de subestaciones, Montaje de un centro de reflexión, Celdas de media tensión,

Celda prefabricada, Celda metalenclosed, Celdas SM6, Características principales, Celdas blindadas MCM, Celdas de seccionamiento (MAR-MAN), Celdas de distribución tipo Metalclad con interruptor en vacío (MVGI)

Celdas de distribución tipo Metalclad con interruptores en SF6 (MVS), Celdas de corte al aire

3.1 CENTRO DE REFLEXION

Este centro de reflexión consiste en tomar circuitos de media tensión de S/E importantes y llevarlos hasta este punto (centro de reflexión), de aquí se energizaran varias S/E de media tensión de distribución, las cuales se anillaran desde este centro de reflexión, esto con el fin de tener la capacidad de poder controlar todas la fallas que se presenten en estas S/E de distribución.

Los circuitos principales que van a llegar a estos centro de reflexión se dividirán en dos partes y estarán separadas por una celda de acople, que en caso de emergencia y si es necesario se utilizara esta celda y se conectaran en paralelo los circuitos necesarios para sacar adelante esta falla.

Algunos circuitos estarán conectados en paralelo, otros simplemente estarán desconectados como respaldo de los circuitos que se están utilizando; unos circuitos energizaran una parte de las S/E de distribución y otros circuitos energizaran otra parte; el cómo se energizaran estas S/E de distribución dependerá de cómo queramos variar la carga desde el centro de reflexión o como se necesitara en ese momento.

Además de esto, dos o tres S/E de distribución estarán respaldadas por circuitos adicionales importantes de media tensión. Estos no estarán conectados a la celda de distribución sino que estarán colocados dentro de los carcamos con sus respectivos terminales para conexión, esto solo se utilizara en caso de que la falla o el daño ya sean demasiado graves.

Como estos centros de reflexión los vamos a colocar en zonas especiales donde un daño o una falla de energía serian perjudiciales para dicho sector, porque según el sector que se coloque este centro podrían perder en producción, turismo, ventas, daños de alimentos, etc. Todo esto se vería

reflejado en plata, porque si el daño es demasiado grande, cuanto tiempo no se tardaría en arreglarlo, mientras que si colocamos un centro de reflexión este dicho daño se arreglaría en cuestión de minutos. Solamente nos tardaríamos en sacar y meter los circuitos, esto en el centro de reflexión y en las S/E de distribución solo sería hacer las transferencias a ver por que lado quedarían energizadas estas S/E de distribución. Si hacemos esto solo piensen en el dinero que se ahorraría según en la zona que se coloque.

3.1.1 Funcionamiento de un centro de reflexión y anillado de subestaciones

La conexión en anillo de un centro de reflexión tiene como objetivo mantener bajo tensión a todos los centros de transformación o subestaciones de MT de un grupo que estén conectados en anillo en el caso, por ejemplo, de que exista una avería en una de las líneas que unen dos centros de transformación.

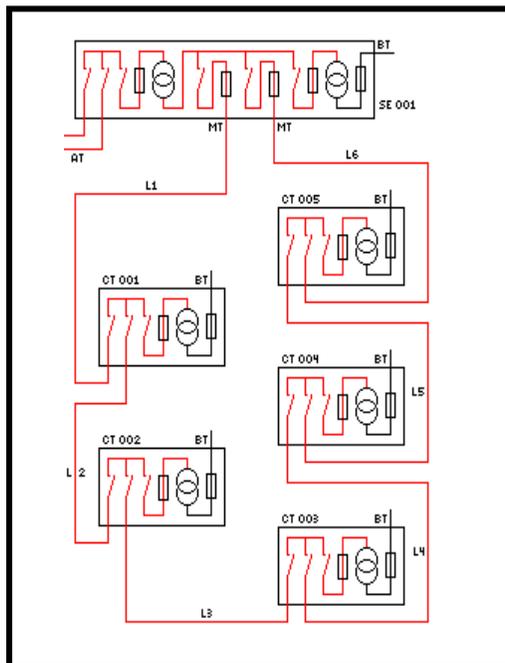


Figura 17. Red de centros de transformación conectados en anillo

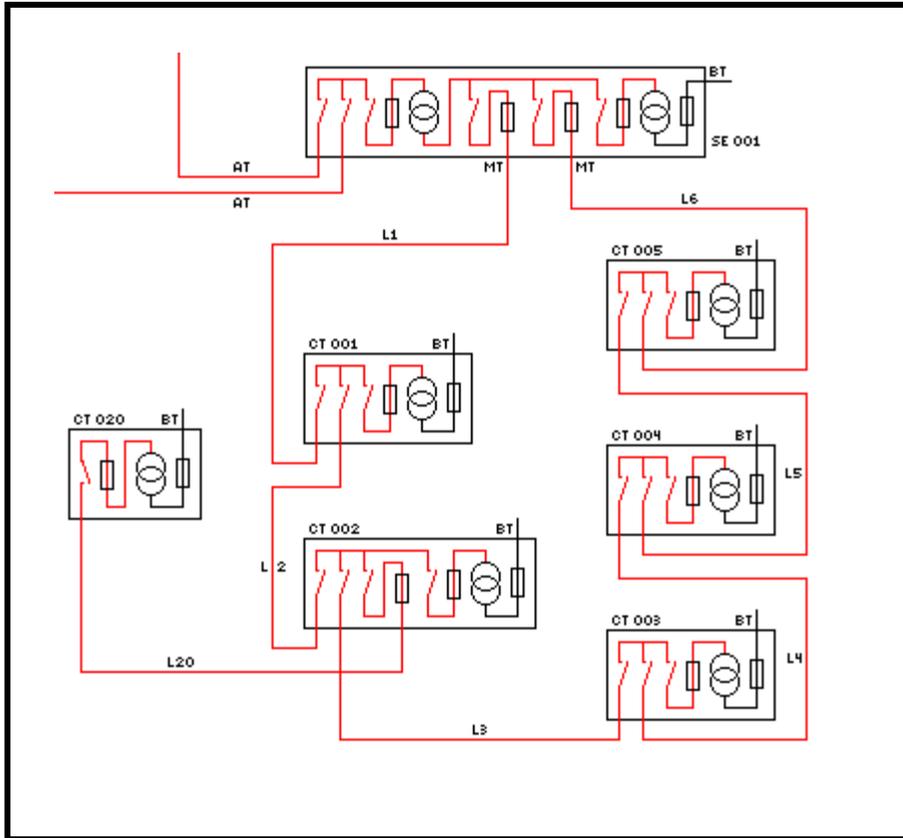


Figura 18. Red de centros de transformación conectados en anillo. Desde el CT 002 parte una línea para el CT terminal 02

Existe una subestación receptora, que esta conectada a la red de Media Tensión (MT), 13,8 Kv, por ejemplo. A la salida del transformador, se conectan dos salidas como mínimo, para la red en anillo, y en el caso que sea necesario, podemos conectar otro transformador para reducir de MT a BT. En una red en anillo, todos los elementos que componen la red en anillo (celdas de línea, cableado...) así como cada una de las salidas de la subestación, han de ser de la misma intensidad nominal.

En condiciones normales de funcionamiento, todos los seccionadores de línea del Centro de Reflexión, a si como los seccionadores y protecciones de salida de MT de la subestación, estarán cerrados. De esta manera, si

nos interesa dejar sin tensión a un centro de transformación o a una línea para efectuar labores de mantenimiento, sólo será necesario seccionar y conectar a tierra, desde las subestaciones colaterales

3.1.2 Montaje de un centro de reflexión y anillado.

En una zona entre subestaciones que no están anillada entre si, y se quiere aumentar la carga pero los centros de transformación no ofrecen potencia suficiente y una continuidad del servicio, se ha decidido montar un Centro de Reflexión.

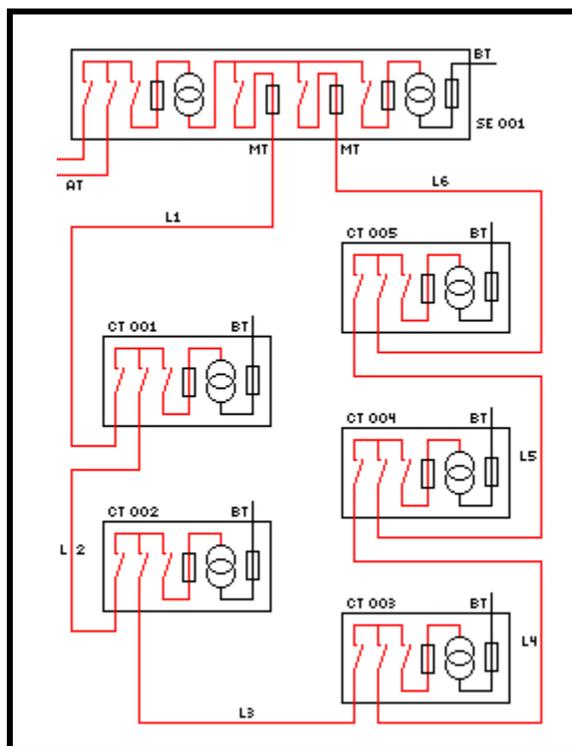


Figura 19. Centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tensión1

Para hacer el montaje de este Centro de Reflexión, Primero calcular la potencia que manejara el centro de reflexión, luego será necesario anillar

todas las subestaciones y los extremos de estas dejar desconectado. Los siguientes pasos a seguir serán los siguientes:

1. Dejar sin tensión las Líneas que se va a conectar en este Centro de Reflexión.
2. Dejar la Línea a tierra y en cortocircuito.

Cuando la obra este terminada y el Centro de reflexión listo para entrar en servicio, se conectará la línea que viene a la celda.

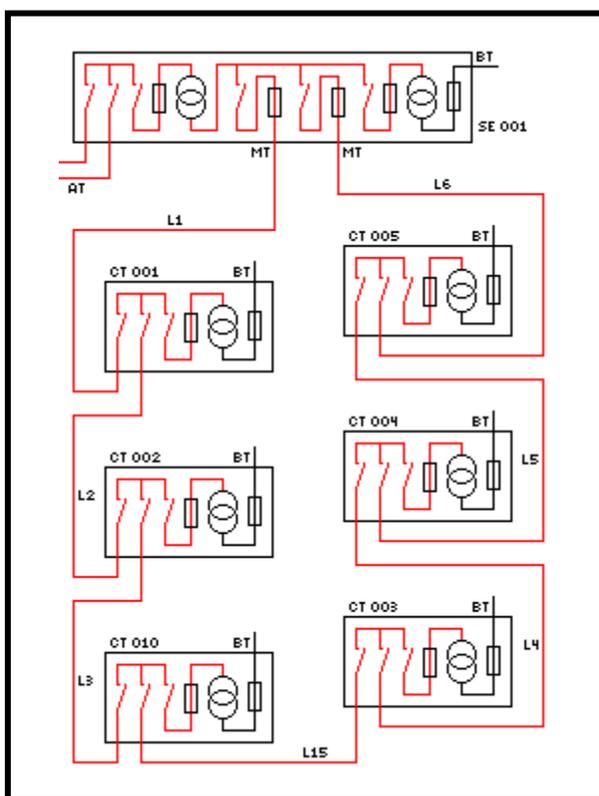


Figura 20 Centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tensión 2

Una vez este listo para entrar en servicio y cerrar el anillo, después de comprobar que todas las celdas de la subestación colateral están abiertas, se procederá a:

1. Desconectar la Línea de tierra y descortocuitarla.

2. Dejar bajo tensión la Línea.

Como esto será un anillado de subestaciones de MT y un Centro de Reflexión

3.2 Celdas de media tensión

Se denomina celda al conjunto de equipos eléctricos de MT o AT conectados entre si que cumplen una función. (Salida, Entrada, Protección de Transformador, Medida, etc.).

Se pueden clasificar según el tipo constructivo en:

A. Mampostería

B. Prefabricadas o Modulares

- **Mampostería:** Los equipos son instalados (montaje) en obra. Primero es necesario realizar una obra civil, y luego se realiza el montaje de los equipos
- **Prefabricadas o Modulares:** La celda es suministrada montada en fábrica, las interconexiones entre equipos y cableados no son realizados en obra. El montaje en las Estaciones y SSEE consisten en la interconexión entre celdas

	OBRA CIVIL	TIEMPO MONTAJE DE INSTALACIÓN	CONFIABILIDAD INSTALACIÓN	MTTO	COSTO INICIAL INSTALACIÓN
MAMPOSTERÍA	Mayor	Alto	Menor	Mayor	Menor
PREFABRICADA	Menor	Bajo	Mayor	Menor	Mayor

Tabla 3. Comparación entre celdas de mampostería y prefabricada

3.2.1 Celda prefabricada

Según el tipo de construcción se pueden clasificar en:

- **METAENCLOSADO** Los equipos se encuentran ubicados dentro de un mismo compartimiento metálico.
- **METALCLAD** La celda esta constituida por 4 compartimentos, donde están ubicados los diferentes equipos. Se pueden dividir 1 de barra, 1 de interruptor, 1 de salida y medida y uno de BT. Pueden ser de uso interior o exterior.

3.2.1.1 CELDA METALCLAD

Clasificación según el uso:

- Celda de Transformador
- Celda de E/S Entrada y Salida
- Celda Servicios Auxiliares
- Celda Seccionador de barras
- Celda Salida de barras

- Celda de Medida

Normalmente están compuestas por 4 compartimentos:

- **Compartimiento de Maniobra**
- **Compartimiento de Barras**
- **Compartimiento de Cable y TI**
- **Compartimiento de Baja Tensión**

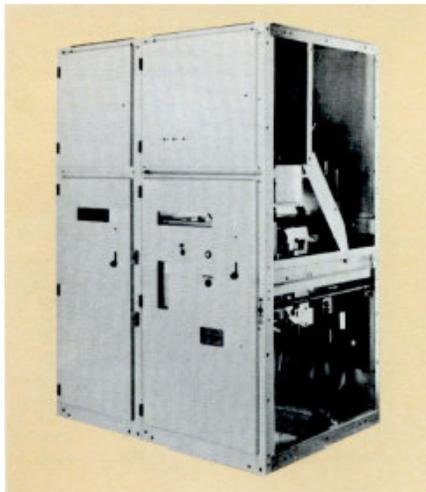


Figura 21.
Cuadro de interruptor de potencia 8BJ20 de hasta 24 kv, barras

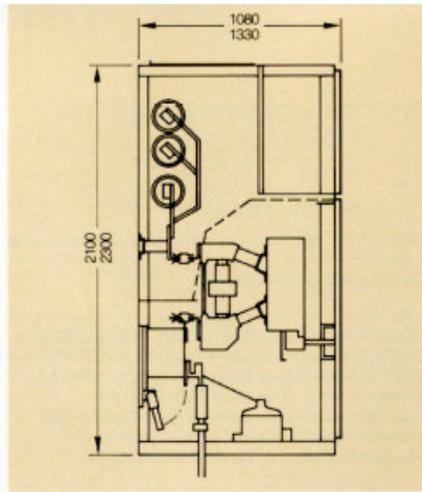


Figura 22.
Constitución básica de un cuadro de interruptor de potencia 8BJ20 con barras colectoras simples

3.2.1.1.1 Compartimiento de Maniobra

- Generalmente esta constituido por un interruptor, que permite la maniobra.
- Este equipo normalmente es enchufable o extraíble, de esta forma no es necesario que la celda cuente con seccionadores de barra o línea.
- El interruptor extraíble o enchufable, cuenta con 3 posiciones: Enchufado -Prueba o Test -Desenchufado o extraído
- Estos compartimentos tienen un mecanismo que impide que las partes con tensión sean accesibles cuando se retira el interruptor o carro

3.2.1.1.2 Compartimiento de Barras

- Se encuentran las barras generales, montadas sobre aisladores adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos durante cortocircuitos o fallas internas.

3.2.1.1.3 Compartimiento de Cable –TI

- Se encuentran los transformadores de corriente
- Divisores capacitivos para la detección de presencia de tensión
- Seccionador de Puesta a Tierra de cable de entrada
- Soportes y bornes de acceso de cables de potencia

- Aisladores Pasamuros para conexión de equipos a barras generales

3.2.1.1.4 Compartimiento de Baja Tensión

- En el mismo se albergan los relés de protección, instrumentos de medida, cajas de pruebas de los relés, dispositivos de señalización de presencia de tensión a partir de divisores capacitivos, borneras de señalización, alarmas, accionamiento, y demás equipos auxiliares.
- La señalización:
 - Estado (abierto -cerrado) de los equipos (interruptor, seccionadores)
 - Alarmas
 - Indicación de presencia o ausencia de tensión para las 3 fases, mediante divisores capacitivos y un indicador luminoso (neón)

3.1.1.1.5 Especificaciones de celdas MATAALCLAD

- Tipo de Celda
- Clase (kV)
- Tensión (kV)
- Tensión del ensayo de impulso 1.2/50 μ s (kvcr) a tierra y entre polos y distancia de aislamiento
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial 1min (kV), a tierra y entre polos y distancia de aislamiento

- Corriente de corta duración nominal 1 seg (kA)
- Corriente de pico nominal (kAcr)
- Corriente de corta duración nominal 1seg (kA) en secc de PAT
- Corriente de pico nominal (kAcr) y capacidad de cierre en CC, en seccionadores de PAT
- Resistencia al Arco Interno 1s (kA) según IEC 298 y su apéndice AA, con techo a xx m
- Corriente nominal de barras (A)
- Corriente nominal de disyuntor
- Sistema de puesta a tierra del neutro (asilado, a tierra directo, a tierra a través de resistencia)
- Tensión de suministro de dispositivos de cierre y apertura, dispositivos auxiliares (Vdc o Vac)
- Tensión de suministro para iluminación y resistencias de calefacción (normalmente 230Vac)

3.2.1.2 CELDA METALENCLOSED

Las Celdas Metalenclosed o también llamadas Tableros de Media Tensión (TMT), son celdas con envolvente metálica de tipo interior, atmósfera en aire o SF6, medio de corte en aire, vacío o SF6. Son utilizados normalmente en construcciones de mampostería o en Puestos Compactos de Transformación (PUCT) y puestos de conexión.

Se pueden clasificar en 2 tipos

- Aquellos cuya envolvente metálica es la formada por el adosamiento de celdas prefabricadas, con atmósfera en aire, o SF6, con corte en aire, SF6 o vacío.

- Aquellas cuya envolvente metálica es única, con atmósfera en SF6, corte en SF6 o vacío. Son de dimensiones mas reducidas que las anteriores.

Por seguridad de operación, deben resistir sin daño o deformación permanente las consecuencias de las sobré tensiones de origen interno de maniobra y las corrientes de cortocircuito dentro de los limites previstos.

Los seccionadores de aislamiento y PAT deben tener corte visible o efectivo con una señalización tipo segura, tal que la indicación mecánica de posición , sea solidaria al eje del elemento de corte

Las celdas o tableros están constituidos por unidades funcionales. Las unidades funcionales más comunes son:

- Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES)
- Protección de Transformador (CPT)
- Corte con Disyuntor (CES-D)
- Medida de Tensión (CMT)
- Acoplamiento de barras (CAB)
- Corte para cliente con disyuntor (CCCC-B)
- Medida del Cliente CMC

3.2.1.2.1 Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES)

Esta unidad funcional esta destinada para la entrada o salida de cables de alimentación al TMT y estará constituida por:

- Seccionador, interruptor con corte en vacío o SF6.
- seccionador de puesta a tierra de corte efectivo.
- 3 aisladores capacitivos para la señalización de presencia de tensión y pilotos de señalización en el panel frontal.
- Alojamiento para el terminal de cables.
- Barras de interconexión.
- Bornera en el compartimiento de BT, a la cual llegarán las señales del estado del seccionador interruptor, del seccionador de puesta a tierra y las ordenes de apertura y cierre de la motorización

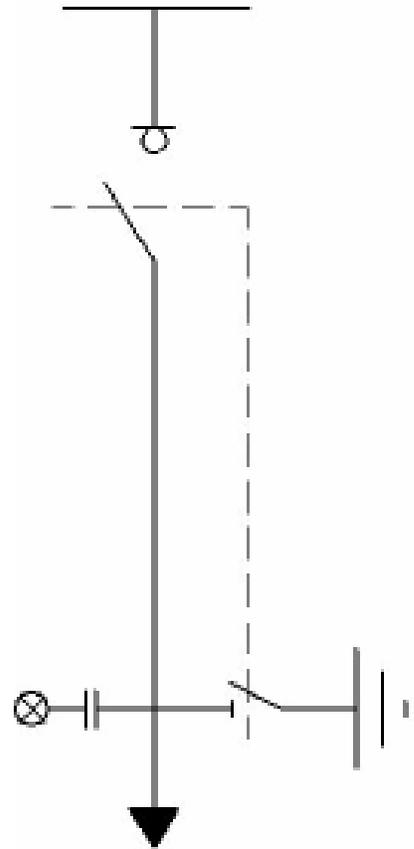


Figura 23. Entrada o salida de cable de seccionamiento (CES)

3.2.1.2.2 Protección de transformador (CPT)

Esta unidad funcional estará destinada para la protección y maniobra de transformadores MT/BT (transformadores de distribución o para transformadores de servicios auxiliares de estación) y está formada por:

- Combinación seccionador-interruptor-fusible o seccionador, interruptor con fusible; con corte en vacío o SF6.
- Las celdas tendrán seccionador de puesta a tierra aguas arriba y aguas abajo del fusible, de corte efectivo o visible. El seccionador de PAT aguas abajo será de 1kA de corriente simétrica de corta duración.
- 3 Aisladores capacitivos para la señalización de presencia de tensión y pilotos de señalización en el panel frontal.
- Alojamiento para el terminal de cable.
- Barras de interconexión.
- Bornera para recepción de la señal de disparo de la protección térmica del transformador (240 VAC, 60 Hz)
- Bornera en el compartimento de BT, a la cual llegarán las señales del estado del seccionador - interruptor, del seccionador de puesta a tierra aguas arriba del fusible y el estado del fusible MT.

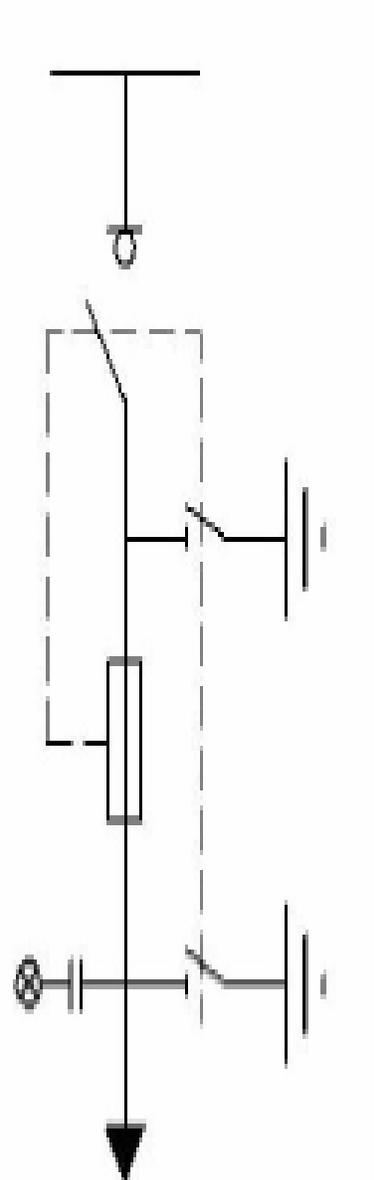


Figura 24. Protección de transformador (CPT)

3.2.1.2.3 Especificaciones de celdas METALENCLOSED

- Tipo de Celda
- Clase (kV)
- Tensión (kV)
- Tensión del ensayo de impulso 1.2/50 μ s (kvcr) a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial 1min (kV), a tierra y entre polos y distancia de aislacion
- Corriente de corta duración nominal 1 seg (kA)
- Corriente de pico nominal (kAcr)
- Corriente de corta duración nominal 1seg (kA) en secc de PAT
- Corriente de pico nominal (kAcr) y capacidad de cierre en CC, en seccionadores de PAT
- Resistencia al Arco Interno 1s (kA) según IEC 298 y su apéndice AA, con techo a xx m
- Corriente nominal de barras (A)
- Corriente nominal de disyuntor
- Sistema de puesta a tierra del neutro (asilado, a tierra directo, a tierra a través de resistencia)
- Tensión de suministro de dispositivos de cierre y apertura, dispositivos auxiliares (Vdc o Vac)
- Tensión de suministro para iluminación y resistencias de calefacción (normalmente 240Vac)

3.2.1.3 CELDAS SM6

En el mercado industrial existe una gran gama de celdas eléctricas de media tensión, estas dependen de los niveles de tensión y de las especificaciones que manejen y de su fabricante. Las celdas mas utilizadas

son principalmente las de la gama SM6 y se expondrán algunos otros ejemplos de celdas de MT.

La gama SM6 esta compuesta por unidades modulares bajo envolventes metálicas del tipo compartimentadas equipadas con aparatos de corte y seccionamiento que utilizan el hexafloruro de azufre (SF6) como elemento aislante y vacío y SF6 como agente de corte en los siguientes componentes:

- Seccionadores bajo carga en SF6,
- Interruptores automáticos en SF6, Fluarc SF1 o SFset y de corte en vacío Evolis
- Seccionadores de aislamiento en SF6,
- Contactores automáticos en vacío.

Las unidades SM6 son usadas para cumplir con las funciones y requerimientos propios de la media tensión en las subestaciones transformadoras de MT / BT, en los sistemas de distribución pública y en estaciones distribuidoras de grandes consumidores, hasta 36 kV.

Las excepcionales características técnicas de la gama SM6, son complementadas con el desarrollo del diseño enfocado hacia el cumplimiento de las exigencias en materia de la seguridad del personal y de los bienes, y a la facilidad de instalación y explotación.

Las unidades SM6 están concebidas para instalaciones de interior. Sus dimensiones reducidas son:

SM6 24

- Ancho entre 375 y 750 mm,
- Altura 1600 mm,
- Profundidad 940 mm.

SM6 36

- Ancho entre 750 y 1000 mm,
- Altura 2250 mm,
- Profundidad 1400 mm.

Están fabricadas para ser instaladas en salas reducidas o en subestaciones prefabricadas. Los cables se conectan desde el frente de cada unidad. Todas las funciones de control están centralizadas sobre un panel frontal, esto simplifica la operación. Las unidades pueden ser equipadas con una amplia gama de accesorios (relés, transformadores toroidales, transformadores de medición, etc.).

Las unidades SM6 cumplen con las siguientes recomendaciones, normas y especificaciones internacionales:

Recomendaciones: IEC 62271 (ex IEC60298), 60265, 60129, 60694, 60420, 60056, 61958

UTE normas: NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160;

EDF especificaciones: HN 64-S-41, 64-S-43.

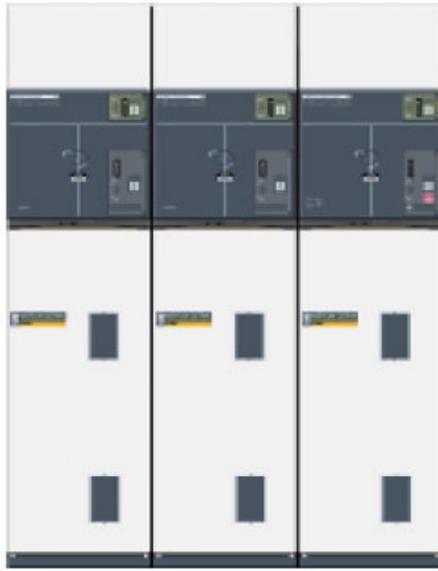


Figura 25 Celdas SM6 24

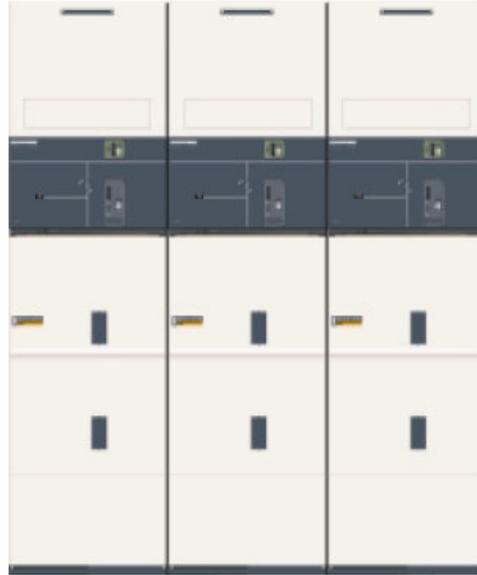


Figura 26 Celdas SM6 36

3.2.1.3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Los valores indicados son válidos para una temperatura ambiente de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, y para una altura de instalación hasta los 1000 metros.

Tensión asignada (kV)		7,2	12	17,5	24	36
Nivel de aislamiento						
60 Hz/1 mn	aislamiento	20	28	38	50	70
(kV eficaz)	seccionamiento	23	32	45	60	80
1,2/50 ms	aislamiento	60	75	95	125	170
(kV cresta)	seccionamiento	70	85	110	145	195
Transformador en vacío (A)		16				
Cables en vacío (A)		25				50
Corriente admisible	25	630A -1250A				
de corta duración	20	630A -1250A				
(kA/1s)	16	630A -1250A				
	12.5	630A -1250A				

Tabla 4. Características de celdas SM6

Indice de protección

- Celdas: IP2XC
- Entre compartimientos: IP2X

Resistencia al arco interno

16 kA. 1 seg. (opcional)

Compatibilidad electromagnética

- Para los relés: resistencia 4 kV, según recomendación IEC 60801-4;
- Para los compartimientos:

* Campo eléctrico:

40 dB de atenuación en 100 MHz;

20 dB de atenuación en 200 MHz;

* Campo magnético:

20 dB de atenuación por debajo de 30 MHz.

Temperaturas:

Las celdas deben ser almacenadas dentro local seco al resguardo del polvo, con variaciones temperaturas ilimitadas.

* Almacenamiento: de -40 °C a +70 °C

* Funcionamiento: de -5 °C a +40 °C

3.2.1.4 Celdas Blindadas MCM

Las celdas de potencia MCM son celdas blindadas (metal-clad), con tecnología de interruptor automático extraíble, que han sido diseñadas y fabricadas atendiendo a rigurosos sistemas de calidad, buscando las más elevadas prestaciones y seguridad en su instalación y operación.

Estas celdas blindadas se caracterizan por su flexibilidad, al poder incorporar interruptores automáticos tanto de corte en SF6 como de corte

en vacío de distintos fabricantes, interruptores con fusibles, interruptores en carga, seccionadores, seccionadores de puesta a tierra, etc.; transformadores de tensión e intensidad de distintos tipos; protecciones de diversas funciones y características; y componentes normalizados tales como aisladores testigo, pletinas, embarrados, fusibles, aisladores de apoyo, etc., permitiendo así responder a las exigencias de la mayor parte de las instalaciones.

Por otro lado, el cuidado diseño de las celdas MCM, y la amplitud de los diversos compartimientos, facilita el acceso a todos los componentes, incluso con las celdas adosadas a la pared, lo que permite simplificar a la par que minimizar el mantenimiento de estas celdas.



CARACTERÍSTICAS	
Tensión asignada (kV)	24
Intensidad en barras (A)	2000
Intensidad en derivaciones (A)	1600
Intensidad de corta duración (kA)	40



ÁMBITO DE APICACIÓN

Las celdas blindadas **MCM** pueden ser utilizadas en instalaciones de Media Tensión con las características máximas indicadas en la tabla.

Las aplicaciones más habituales de estas celdas de potencia son en centrales eléctricas de diversos tipos, industrias, aeropuertos, cogeneraciones, alimentación de equipos de ferrocarril, e instalaciones similares.

Figura 27 Celdas Blindadas MCM

3.2.1.5 Celdas de Seccionamiento (MAR-MAM)

Descripción:

Son estructuras metálicas de diseño normalizado, compartimentadas o no, conteniendo seccionadores bajo carga con o sin fusibles limitadores, barras conductoras y eventualmente equipos de medición, protección y control. Las celdas de seccionamiento pueden ser usadas como unidades individuales o acopladas en tableros, tanto para uso interior como para intemperie.

Aplicaciones

Seccionamiento, protección y eventualmente medición de circuitos de distribución y alimentación en media tensión, donde no se requieren operaciones frecuentes ni cierres automáticos después de fallas, generalmente son usadas para cargas relativamente pequeñas y/o usuarios finales.

Las aplicaciones más comunes son la alimentación y protección de transformadores así como la formación de unidades de distribución y maniobra en sistemas de anillos.

Características Técnicas

Tensión normal:.....hasta 36 KV

Nivel básico de aislamiento (BIL.):..... 60,75, 95, 125, 170 KV

Tensión de prueba 60 hz/1 minuto:..... 9,28,38,50,60,70,95 KV

Corriente nominal:

* en barras:.....600, 1200 A

* seccionadores.....200, 400, 600, 1200 A

Capacidad de corriente de corta duración (1 seg.):

* en barras:.....16, 25, 31.5, 40 KA

* seccionadores: sin fusibles limitado:.....6,25, 31.5, 40 KA

* con fusibles limitadores:.....hasta 40 KA

Capacidad de cortocircuito momentáneo (1 seg.):.....hasta 61 KA

Información General

Todas las celdas de seccionamiento pueden ser suministradas en las siguientes ejecuciones normalizadas:

- Interior, ambiente controlado.....IP21 / NEMA 1

- Interior, ambiente industrial.....IP52 / NEMA 12

- Intemperie, protegidas contra la lluvia.....IP43 / NEMA 3R

- Intemperie, ambiente industrial, protegidas contra el polvo y la lluvia.....IP54 / NEMA 3

Media Tensión

3.2.1.6 Celdas de Distribución tipo Metalclad con Interruptor en Vacío (MVGI)

Aplicaciones

Operación bajo condiciones normales de sistemas eléctricos en media tensión, interrupción bajo condiciones anormales, protección y medición de circuitos y distribución, donde se manejan cargas considerables; principalmente se utilizan en las empresas generadoras y comercializadoras de la energía eléctrica así como en las industrias básicas y petroleras con manejo de altos niveles de energía.

Características Técnicas

Tensión nominal:.....hasta 36 KV

Tensión de servicio: 2.4,4.16,4.76, 7.2, 8.25, 12.47, 13.8, 25 y 34.5 KV

Nivel básico de aislamiento (BIL):.....60,75,95,125,170 KV

Tensión de prueba - 60 hz / 1 minuto:.....19,28,38,50,60, 70 KV

Corriente nominal:

* en barras:.....1200, 2000, 3000 A
* interruptores:.....630,1200,1600,2000,2500, 3000 A
Capacidad de corriente de corta duración (1 seg.):.....16,25,31.5,40 KA
Capacidad de cortocircuito momentáneo (1 seg.):.....40,63,79 y 100 KA

3.2.1.7 Celdas de Distribución tipo Metalclad con Interruptores en SF6 (MVS)

Aplicaciones

Operación bajo condiciones normales de sistemas eléctricos en media tensión, interrupción bajo condiciones anormales, protección y medición de circuitos de alimentación y distribución donde se manejan cargas considerables; principalmente son utilizadas por las empresas generadoras y comercializadoras de la energía eléctrica así como en las industrias básicas y petroleras.

Características Técnicas

Tensión nominal:.....hasta 36 KV
Tensión de servicio:.....2.4,4.16,4.76,7.2,8.5,12.47,25, 13.8, 34.5 KV
Nivel básico de aislamiento (BIL):.....60,75,95,125 , 170 KV
Tensión de prueba 60 hz /1min:.....19,28,38,50, 60, 70 KV
Corriente nominal:
* en barras:.....1200, 2000, 3000 A
* interruptores:.....630,1200,1600,2000,2500, 3000 A
Capacidad de corriente de corta duración (1 seg.):.16, 25, 31.5, 40 KA
Capacidad de cortocircuito momentáneo (1 seg):.....40,63,79, 100 KA

3.2.1.8 Celdas de corte al aire

Siendo la técnica habitual la de corte en aire, con el fin de disminuir la superficie ocupada y lograr la integración de los diferentes elementos correspondientes a una función en una sola envolvente, se diseñaron las primeras celdas de tipo monobloque. Como cada celda realiza una terminada función se procede a asociarlas mediante embarrados de cobre recubierto o pletina

El primer diseño correspondía a la instalación en el interior de una envolvente metálica del aparellaje de tipo convencional existente, asociándolo convenientemente y dotando al conjunto de una serie de enclavamientos que impidieran la realización de falsas maniobras o acceso a partes en tensión. Este tipo de celda era de gran tamaño y no tenía bien resuelto el sistema de enclavamiento, realizado en gran parte por candados o cerraduras.

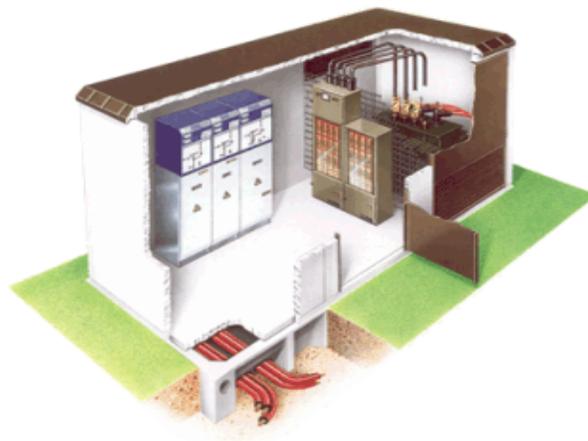


Mejorando estos modelos, se diseñan unidades integradas en las que el aparellaje forma parte del conjunto, no pudiendo realizar su función sin estar montados en la cabina, y mejorando e integrando sistemas de enclavamiento mecánico de modo que es prácticamente imposible la realización de falsas maniobras o el acceso a partes en tensión.

Figura 20 Celdas de corte al aire

En las celdas de protección de corte aire se instalan los relés de protección directa con apertura del interruptor por timonería de disparo. En caso de ser necesaria la utilización de disyuntores, se instala uno de ellos, con tecnología de pequeño volumen de aceite o SF6 en una envolvente de similares características al resto.

Este tipo de aparellaje se ha instalado hasta el presente y se caracteriza por su robustez y fiabilidad en servicio.



**Sistema modular de
en gas SF₆, serie**

celdas de M.T. aisladas

Figura 29 Centros de transformación

Capitulo VI

DISEÑO DE CENTRO DE REFLEXION Y ANILLADO DE MT

Descripción del diseño, diagrama del centro de reflexión y anillado de las subestaciones de media tensión, Cálculos del centro de reflexión, Calculo de la malla a tierra, Selección del conductor, Cálculo de la tensión máxima de paso, Cálculo de la tensión máxima de contacto, Calculo de la resistencia de puesta a tierra R_g , Cálculo del máximo potencial de tierra GRP, Cálculos de las tensiones de malla E_m y de paso E_s , Calculo del conductor, para la acometida de 13.2kv, Intensidad máxima a transportar, Perdida de potencia, Caída de tensión, Obras civiles

4. DISEÑO DEL CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN

4.1 Descripción del diseño

El diseño corresponde la conexión mediante configuración en anillo de 7 subestaciones ubicadas en distintos lugares y un centro de reflexión que es alimentado por 6 circuitos de media tensión de 13.2 KV que alimentara a las subestaciones desde el centro de reflexión y que contara con un tramo subterráneo de 500m, alimentando a la subestación A de 1500KVA, de la subestación A contara con un tramo subterráneo de 700m, para alimentar la subestación B de 700KVA, de la subestación B contara con un tramo subterráneo de 450m, para alimentar la subestación C de 1200KVA, de la subestación C contara con un tramo subterráneo de 300m, para alimentar la subestación D de 800KVA, de la subestación D contara con un tramo subterráneo de 550m, para alimentar la subestación E de 750KVA, de la subestación E contara con un tramo subterráneo de 650m, para alimentar la subestación F de 1100KVA, de la subestación F contara con un tramo subterráneo de 700m, para alimentar la subestación G de 1450KVA, de la subestación G contara con un tramo subterráneo de 500m, que llegara al centro de reflexión, el sistema se constituirá en un anillado cerrado

4.2 Demanda de potencia

Para efectos de cálculo y justificación de la sección del cable subterráneo de media tensión, consideraremos la demanda de cada subestación es decir:

SUBESTACIÓN A	1500 KVA
SUBESTACIÓN B	700 KVA

SUBESTACIÓN C	1200 KVA
SUBESTACIÓN D	800 KVA
SUBESTACIÓN E	750 KVA
SUBESTACIÓN F	1100 KVA
SUBESTACIÓN G	1450 KVA
DEMANDA TOTAL	7500 KVA

4.3 DIAGRAMA DEL CENTRO DE REFLEXIÓN Y ANILLADO DE LAS SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN

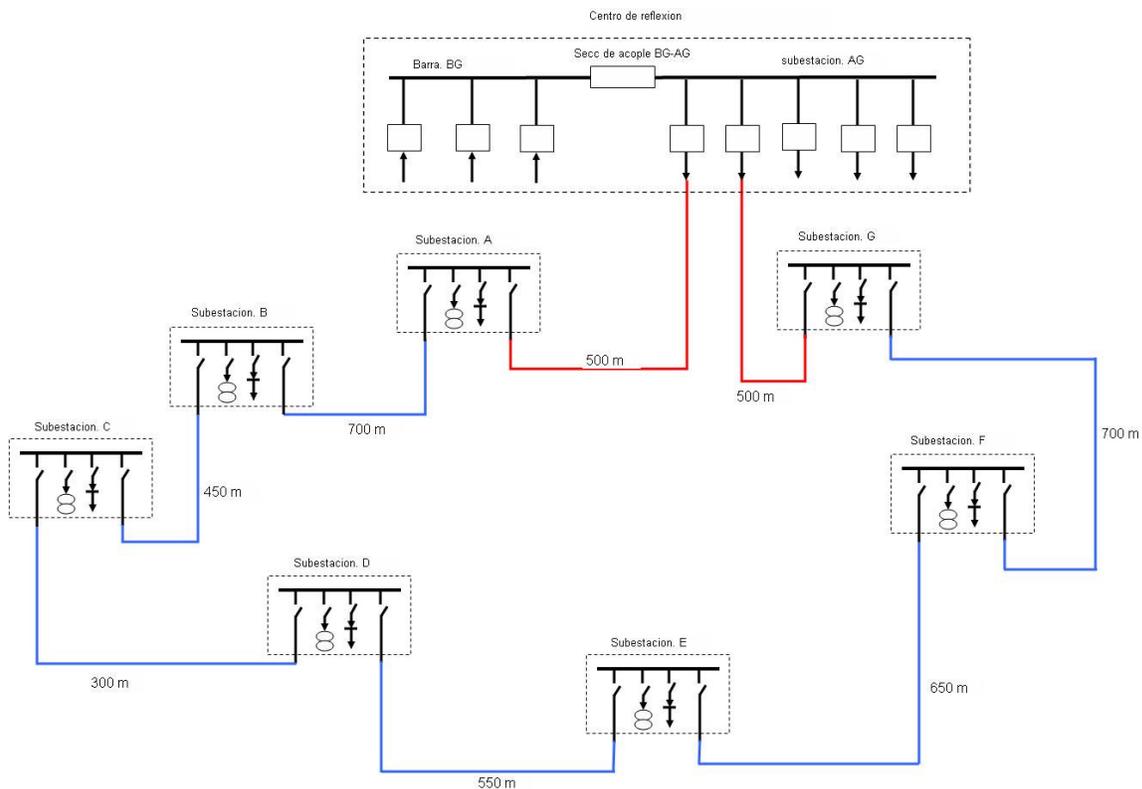


Figura 30 Diagrama de centro de reflexión y anillado de MT

4.4 Descripción general de las subestaciones

Las subestaciones en general contarán con un interruptor automático de 630 A, equipado con relé electrónico autónomo VIP 300 de 400 A de regulación máxima, armario APRA telemando Talus de 8 vías y conjunto de motorización, + Cabina de

medida Merlin Gerin gama SM6, modelo GBC2C, en la que se instalarán los 3Tt+3Ti existentes, + celda de línea Merlin Gerin gama RM6 400 A.

4.5 Cálculos del centro de reflexion

4.5.1 Intensidad de media tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} * U_p}$$

Donde:

P: Potencia del transformador: (KVA)

U_p: Tension primaria (kV)

I_p: Intensidad primaria (A)

Para nuestro caso se va a considerara la tensión primaria de alimentación de 13.2 KV, y de acuerdo a la demanda total del sistema considerado de 7500KVA

$$I_p = \frac{7500}{\sqrt{3} * 13.2} = 328A \text{ Intensidad en el centro de reflexión}$$

4.5.2 Intensidad de baja tensión para cada subestación

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s}$$

Donde:

P: Potencia del transformador: (KVA)

Us: Tension en el secundario (kV)

Ip: Intensidad en el secundario (A)

Para la subestación A

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{1500}{\sqrt{3} * 0.420} = 2062A$$

Para la subestación B

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{700}{\sqrt{3} * 0.420} = 962A$$

Para la subestación C

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{1200}{\sqrt{3} * 0.420} = 1650A$$

Para la subestación D

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{800}{\sqrt{3} * 0.420} = 1100A$$

Para la subestación E

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{750}{\sqrt{3} * 0.420} = 1031A$$

Para la subestación F

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{1100}{\sqrt{3} * 0.420} = 1512A$$

Para la subestación G

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s} \rightarrow \frac{1450}{\sqrt{3} * 0.420} = 1993A$$

4.5.3 Cortocircuitos

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, Este valor estará especificado por la compañía eléctrica que en este caso es ELECTROCOSTA SA ESP y tiene un valor de 500MVA

4.5.4 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p}$$

Donde:

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red: (MVA)

U_p : Tensión de servicio (kV)

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito (KA)

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s}$$

Donde:

P: Potencia de transformador (KVA)

E_{cc}: Tensión de cortocircuito del transformador (%)

U_s: Tensión en el secundario (V)

I_{ccs}: Corriente de cortocircuito (KA)

4.5.4.1 Cortocircuito en el lado de media tensión

Utilizando la expresión de Cálculo de las intensidades de cortocircuito y asumiendo que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA esta información la suministra el distribuidor del servicio eléctrico que en este caso es ELECTROCOSTA y la tensión de servicio 13.2 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = \frac{500}{\sqrt{3} * 13.2} = 21.86KA$$

4.5.4.2 Cortocircuito en el lado de baja tension

Se tomo un transformador como muestra que a la vez es el de mayor potencia en nuestro diseño.

Para un transformador de 800 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 5.48% y la tensión secundaria es de 420 V en vacío los datos fueron tomado de la placa del transformador que vamos a utilizar, se anexara al final del diseño.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula de corriente de cortocircuito del secundario:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} \rightarrow \frac{100 * 800}{\sqrt{3} * 5.48 * 420} = \frac{80000}{7593.31} = 10.53KA$$

4.5.5 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por **ORMAZABAL** han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas las tablas se encuentran en el anexo de este documento.

4.5.6 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor., se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 600 A.

4.5.7 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada con anterioridad, por lo que:

$$I_{cc}(din) = 2.5 * I_{ccp} \rightarrow 2.5 * 21.86 = 54.65KA$$

4.5.8 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de los equipos por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{ccp} = 21.86KA$$

4.5.12.1 Datos de campo

Para el diseño de la malla a tierra del centro de reflexión se dispone de un lote de 8 m por 6 m; un diseño inicial considera una malla rectangular de 5 m por 5 m.

Para determinar la resistividad del terreno se utilizo el **método de las cuatro picas de wenner**¹, las medidas se hicieron en un suelo de tipo orgánico y arcilloso se tomaron 4 medidas en cada terreno y se saco un promedio de 42Ω*m, este valor entra en los rangos de valores de resistividad de la norma IEE Std 80 (2000)

Tipo de suelo	Resistividad (Ω*m)
Pirita, galena, magnetita	0.000001 – 0.01
Agua de mar	1
Suelo organico	1 – 50
Arcilla	1 – 100
Esquisto (roca foliada)	10 – 100
Arena o grava	50 – 1000
Arcenisca	20 - 2000
Piedra caliza, colcita, dolomita	5 - 10000
Cascajo (75% de piedras de 2cm de diámetro)	3000
Cuerdo, garanito, neis (roca compuesta de cuarzo, mica en letejuelas)	1000 - 10000

Tabla 5. Resistividad del tipo de suelo

El área de la malla es $A = 5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$

4.5.12.2 Selección del conductor

$$I = A_c \sqrt{\frac{TCAP * 10^{-4}}{Tc \alpha_r \rho_r} * \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)}$$

¹ Subestaciones de alta y extra alta tensión Pág. 556

- A:** Sección transversal del conductor (mm²).
- I:** Corriente simétrica de falla que va a la malla (kA rms).
- T_m:** Temperatura máxima permisible (°C).
- T_a:** Temperatura ambiente (°C).
- α_r:** Coeficiente de resistencia térmica a 0 °C.
- ρ_r:** Resistividad del conductor de la malla de tierra a la temperatura de referencia Tr. Para el conductor de cobre: 1/56 (μΩ/cm).
- K_o:** Coeficiente inverso de la resistencia térmica: 1/ α₀
- T_c:** Duración de la corriente de falla (seg). (Normalmente se toma 0.5 seg).
- TCAP:** Factor de capacidad térmica obtenida de la tabla siguiente

DESCRIPCIÓN	Conductividad %	α _r a 20 °C	K _o a 0 °C	T _m	ρ _r	TCAP
Copper, annealed soft-drawn	100	0,0039	234	1083	1,72	3,42
Copper, commercial hard-drawn	97	0,0038	242	1084	1,78	3,42
Copper-clad steel wire	40	0,0038	245	1084	4,4	3,85
Copper-clad steel wire	30	0,0038	245	1084	5,86	3,85
Copper-clad steel rod	20	0,0038	245	1084	8,62	3,85
Aluminum, EC grade	61	0,004	228	657	2,86	2,56
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,0035	263	652	3,22	2,6
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,0035	268	654	3,28	2,6
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58
Steel, 1020	10,8	0,0016	605	1510	15,9	3,28
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93
Stainless steel,	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03

Tabla 6. Características de electrodos de puesta a tierra

Para nuestro caso se utilizara varillas de cobres (**Copper, comercial hard-drawn**) con una conductividad de 97% y son las mas utilizadas en el mercado, el tiempo de falla es de 0.5 seg. Que es el tiempo en que actúan las protecciones y la temperatura ambiente es de 30 °C, como resultado

$$I = Ac \sqrt{\frac{TCAP * 10^{-4}}{Tc \alpha_r \rho_r} * \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)} \rightarrow Ac \sqrt{\frac{3.42 * 10^{-4}}{0.5 * 0.0038 * 1.78} * \ln\left(\frac{242 + 1084}{242 + 30}\right)}$$

$$I = Ac * 0.4$$

$$Ac = \frac{I}{0.4} \rightarrow \frac{21.86}{0.4} = 54.65 \text{ mm}^2$$

4.5.12.2.1 Calibre del conductor

Según los datos calculados para una sección de 54.65 mm² el conductor mas cercano es el AWG 2/0 con una sección de 67.4 mm², pero para nuestro diseño se tomara un conductor calibre 4/0 de sección 113.0 mm², ya que este es el recomendado por la normas internacionales, además disminuye la tensión de paso ya que soporta una mayor corriente.

Conductor se empleara cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG ($\phi = 0.113 \text{ cm}^2$)

4.5.12.3 Calculo de las tensiones máximas permisibles

Se considera el tiempo máximo de operación de los reles de protección es de 0.5 seg.

La malla a tierra tendrá un acabado en hormigo (concreto) de 3000Ω*m y 10 cm. de espesor

Para el cálculo del factor de reflexión K de la superficie se emplea la formula:

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s}$$

ρ: Valor de la resistividad del terreno Ω*m

ρ_s : Valor de la resistividad de la capa superficial de la subestación; en este caso se empleara hormigón de $3000\Omega\cdot m$

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s} \rightarrow \frac{42 - 3000}{42 + 3000} = 0.97$$

4.5.12.4 Cálculo del factor de reducción C_s

Se emplea cuando se tiene prevista una capa superficial diferente a la del terreno y se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0.09} \rightarrow 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{42}{3000}\right)}{2 * 0.1 + 0.09} = 0.69$$

El espesor de la capa de concreto será de 10 cm ($h_s = 0.1m$)

4.5.12.5 Cálculo de la tensión máxima de paso

Para una persona de más de 70 kg se emplea la expresión siguiente:

$$E_{paso70} = \frac{(1000 + 6C_s\rho_s) * 0.157}{\sqrt{t_s}} \rightarrow \frac{(1000 + 6(0.69)(3000)) * 0.157}{\sqrt{0.5}} = 2995.65V$$

4.5.12.6 Cálculo de la tensión máxima de contacto

Para una persona de más de 70 kg se emplea la expresión siguiente:

$$E_{contacto70} = \frac{(1000 + 1.5 * C_s\rho_s) * 0.157}{\sqrt{t_s}} \rightarrow \frac{(1000 + 1.5 * (0.69)(3000)) * 0.157}{\sqrt{0.5}} = 915.4V$$

4.5.12.7 Determinación de la configuración inicial

En el diseño inicial se considero una malla de 5 m por 5 m, con una separación de cables de 2.5 m; también se considero el uso de 4 varillas de 2.4 m de longitud en la periferia de la malla.

La longitud total de conductor LT se calcula como sigue:

$$L_T = L_C + NL_V \rightarrow 30 + 4 * (2.4) = 39.6m$$

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D_1} + 1 \right) * L_2 + \left(\frac{L_2}{D_2} + 1 \right) * L_1 \rightarrow \left(\frac{5}{2.5} + 1 \right) * 5 + \left(\frac{5}{2.5} + 1 \right) * 5 = 30m$$

En metros para mallas cuadradas o rectangulares.

L_v= Longitud de la varilla: 2.4 m

L_c= Longitud del cable

N= Número de varillas

D= Distancias entre los conductores en paralelo

4.5.12.8 Calculo de la resistencia de puesta a tierra R_g:

Se calcula ahora la resistencia de la malla conociendo el área de la misma y la longitud del conductor enterrado a 0.5 m de profundidad:

$$R_g = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{20 / A}} \right) \right] \text{ En ohmios}$$

$$R_g = 42 * \left[\frac{1}{39.6} + \frac{1}{\sqrt{20 * 25}} \left(1 + \frac{1}{1 + 0.5 * \sqrt{20 / 25}} \right) \right] = 4.24 \Omega$$

Donde:

L_T= Longitud del conductor enterrado

A= Área de la malla

ρ= Resistividad del terreno

h= longitud del conductor enterrado

4.5.12.9 Cálculo del máximo potencial de tierra GRP:

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$GRP = I_g * R_g \rightarrow 1500 * 4.24 = 6355.2V$$

Donde

$$I_G = S_f * I_0 \rightarrow 0.15 * 10000 = 1500A$$

Siendo I_0 la corriente monofásica de falla a tierra en el lado primario en amperios, que en este caso la máxima corriente de falla monofásica es de 10000 amp²., y S_f constante de decremento que viene dada por el número de conductores que llegan al centro de reflexión y si tiene cable de guarda, este valor es tomado por el método gráfico de Garrer³, con base a esto tenemos que el valor de la constante decremento es de 0.15.

Como el potencial de la malla de tierra con respecto a la tierra remota GPR (6355.2v) es mayor que la máxima tensión de contacto $E_{Contacto-70}$ (915.4v), se requiere determinar las tensiones de retícula y de paso que se presentan en el centro de reflexión.

4.5.12.10 Cálculos de las tensiones de malla E_m y de paso E_s

Para el cálculo de la tensión de retícula se determina el número efectivos de cables en paralelos

$$n_a = \frac{2 * Lc}{Lp} \rightarrow \frac{2 * 30}{20} = 3$$

² Valor suministrado por la compañía prestadora del servicio eléctrico ELECTROCOSTA

³ Subestaciones de alta y extra alta tensión Pág. 571

$$n_b = \sqrt{\frac{Lp}{4 * \sqrt{A}}} \rightarrow \sqrt{\frac{20}{4 * \sqrt{25}}} = 1.0$$

$$n_c = \left(\frac{Lx * Ly}{A} \right)^{\frac{0.7 * A}{Lx * Ly}} \text{ Para mallas rectangulares el valor es igual a 1.0}$$

$$n_d = \frac{Dm}{\sqrt{Lx^2 + Ly^2}} \text{ Para mallas rectangulares el valor es igual a 1.0}$$

Siendo:

Lc = Longitud del conductor en la malla horizontal en metros

Lp = Longitud del perímetro del malla en metros: (L1 + L2)*2

Se tiene que para nuestro diseño Lp tiene el valor de 14

n = número de conductores

$$n = n_a * n_b * n_c * n_d \rightarrow 3 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 3$$

La ecuación para el cálculo del factor geométrico Km es la siguiente:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{k_{ii}}{k_h} * \ln \left(\frac{8}{\pi(2 * n - 1)} \right) \right]$$

Donde:

D= espaciamiento entre conductores de la malla

d= diámetro del conductor

h = profundidad de enterramiento

$k_{ii} = 1$ cuando hay varillas en el perímetro, en las esquinas o dentro de la malla.

Para las mallas sin varillas en el perímetro o en las esquinas, pudiendo tener algunas en la parte central

$$k_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} \rightarrow \sqrt{1 + \frac{1}{0.5}} = 1.225$$

$H_0 = 1$ m (referencia de profundidad de la malla).

Para el cálculo del factor geométrico tenemos:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{2.5^2}{16 * 0.5 * 0.0113} + \frac{(2.5 + 2 * 0.5)^2}{8 * 0.5 * 0.0113} - \frac{0.5}{4 * 0.0113} \right) + \frac{1}{1.225} * \ln \left(\frac{8}{\pi(2 * 3 - 1)} \right) \right]$$
$$K_m = 0.62$$

Calculo del factor de corrección por geometría en forma de malla

$$K_i = 0.644 + 0.148n \rightarrow 0.644 + 0.148 * 3 = 1.09$$

4.5.12.10.1 Cálculo de tensión de malla en caso de falla:

$$E_{malla} = \frac{\rho * I_G K_m * K_i}{L_c + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{L_v}{\sqrt{L1^2 + L2^2}} \right) \right] * N * L_v} \quad \text{En voltios}$$

$$E_{\text{malla}} = \frac{42 * 1500 * 0.62 * 1.09}{30 + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{2.4}{\sqrt{5^2 + 5^2}} \right) \right] * 4 * 2.4} = 869.47v$$

4.5.12.10.2 Cálculo de tensión de paso en caso de falla:

Para el cálculo de la tensión de paso se tiene que tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Si la E_{malla} **es mayor** que la C_{contacto} se debe cambiar la configuración de la malla.
- Si E_{malla} **es menor** que la C_{contacto} se puede pasar a calcular la tensión de paso.

La tensión de paso es obtenida por la multiplicación del factor geométrico k_s , el factor correctivo k_i , la resistividad del terreno ρ y el promedio de corriente por longitud de conductor enterrado L_s :

$$E_s = \frac{\rho * K_s * K_i * I_G}{0.75 * L_c * 0.85 * N * L_v}$$

Se asume que el máximo tensión de paso ocurre a una distancia de 1 m. Para una distancia normal de enterramiento de 0.25 a 2.5 m, K_s es:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

4.5.12.10.2.1 Cálculo del factor de geometría

Para el cálculo se tiene:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 * 0.5} + \frac{1}{2.5 + 0.5} + \frac{1}{2.5} (1 - 0.5^{3-2}) \right] = 0.4471$$

4.5.12.10.2.2 Cálculo de la tensión de paso

Para el cálculo tenemos:

$$E_s = \frac{42 * 0.4771 * 1.09 * 1500}{0.75 * 30 * 0.85 * 4 * 2.4} = 1385.45v$$

Como la tensión de paso calculada E_s (1385.45v) es menor que la tensión máxima de paso E_{paso} (2995,65v) el diseño está terminado y no se tiene que hacer cambios.

4.6 Cálculo del conductor para la acometida de 13.2kv

4.6.1 Elección del conductor

Para la elección del cable, desde el punto de vista eléctrico, los datos a tener en cuenta son:

Tensión nominal: $U_p = 13.2 \text{ kV}$

La potencia de los centros de distribución.

La intensidad primaria en A.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} * U_p} \rightarrow \frac{7500}{\sqrt{3} * 13.2} = 328A$$

Donde:

P: Potencia del transformador: (KVA)

Up: Tension primaria (kV)

Ip: Intensidad primaria (A)

El conductor que maneja esta corriente es el 350MCM con una sección de 177.3 mm² y soporta una corriente nominal de 390A

A su vez la potencia máxima que podrá transportar un cable es:

$$P_{\max} = \sqrt{3} * U_p * I_{\max} * \cos \phi = 1.73 * 13.2 * I * 0.85 = 7570.134W$$

Donde:

cosφ : para los cálculos se adopta un factor de potencia de 0,85

Up: tensión de línea en kV

4.6.2 Intensidad de Cortocircuito

Para calcular la intensidad de cortocircuito es necesario conocer la potencia de cortocircuito de la red de MT. La potencia de cortocircuito (Scc) es 500MVA⁴.

La intensidad de cortocircuito se calcula según la fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p}$$

Siendo:

Icc : intensidad de cortocircuito en kA

Scc : *potencia de cortocircuito de la red en MVA.*

⁴ Este valor a sido especificado por la compañía suministradora ELECTROCOSTA

U_p : tensión de servicio en kV.

$$I_{ccp} = \frac{500}{\sqrt{3} * 13.2} = 21.86 \text{ KA}$$

La relación existente entre la sección del cable y la intensidad de cortocircuito viene dada por la expresión.:

$$I_{cc} * \sqrt{t} = K * s$$

Donde,

I_{cc} : intensidad de cortocircuito en A

t : tiempo de duración de la falta en segundo, que según la Compañía Suministradora es: 0,5 seg. Tiempo de desconexión

K : (coeficiente, que para conductores con aislamiento EPR, vale 93)

s : sección del conductor en mm^2

La I_{cc} será función de la sección del conductor y del tiempo que dure el cortocircuito

Sección del Conductor (mm ²)	Duración del Cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1	
240	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,18	14,1	12,9	
400	117,6	81,2	68	52,8	37,2	30,4	26,4	23,6	21,6	

Tabla 7. Maxima corriente de cortocircuito

Tomando como valor de duración del cortocircuito 0,5 s y despejando, la sección mínima resultante será:

$$S = \frac{I_{cc} * \sqrt{t}}{k}$$

$$S = \frac{21860 * \sqrt{0.5}}{93} = 166.2mm^2$$

Tal como se describe en el diseño, la instalación será en anillo Cerrado. Aunque coyunturalmente este corte de anillo puede modificarse, permitiendo el paso de la carga alternativamente desde cada uno de los extremos en caso de avería o incidente en la red, por tanto, se aconseja sección única siendo esta de 177.3 mm² para el cable 350MCM (cable recogido en las normas técnicas de la compañía suministradora ELECTRO COSTA Y ELECTRICARIBE).

4.6.3 Características del conductor seleccionado

El conductor elegido es de Cobre de las siguientes características, según el fabricante:

Cable monopolares MV-90 calibre 350MCM, con las siguientes características

- Blindaje en polietileno reticulado semiconductor.
- Aislamiento en polietileno reticulado XLPE.
- Blindaje del aislamiento en polietileno reticulado semiconductor removible para instalación.
- Pantalla metálica en cinta de cobre con aplicación helicoidal.
- Chaqueta en PVC retardante a la llama, resistente a la abrasión, el calor y la humedad.
- Sección 1 x 177.3 mm²
- Tensión nominal 15 KV.
- Intensidad de cortocircuitos (durante 1 seg) 25,2 KA
- Resistencia eléctrica DC a 20 °C 0,0992 ohm/Km.
- Reactancia eléctrica AC a 90°C. 0,129 ohm/Km.
- Diámetro exterior 32,8 mm.
- Peso 2414Kg/Km

4.6.4 Tensión de servicio y nivel de aislamiento.

Según informe de la Compañía Suministradora, la tensión nominal en el sector es de 13.2 KV, con tensión de aislamiento 20 KV, y una tensión máxima de servicio de 24 KV. Como ya indicamos con anterioridad a efectos de cálculos consideraremos 13.2 KV.

4.6.5 Intensidad máxima a transportar.

La intensidad máxima a transportar, supuesta plena carga es de:

$$I = \frac{S(KVA)}{\sqrt{3} \times V(KV)} \text{ Amp}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \times 13.2} = 328A$$

4.6.6 Perdida de potencia.

Se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$AP = 3 \times R \times I^2 \times L$$

Donde:

AP: Pérdida de potencia en vatios.

R: Resistencia óhmica AC en ohm/Km.

I: Intensidad máxima a transportar en Amp.

L: Longitud de la línea en Km

Como se trata de varios tramos se determina la perdida de potencia en cada tramo y la suma sera la perdida total en el sistema:

Tramo 1

Corresponde desde el centro de reflexión a la subestación A

$$AP1 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.5 = 20.817 \text{ Kw.}$$

Tramo 2

Corresponde desde la subestación A hasta la subestación B

$$AP2 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.7 = 29.144 \text{ Kw.}$$

Tramo 3

Corresponde desde la subestación B hasta la subestación C

$$AP3 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.45 = 18.735 \text{ Kw.}$$

Tramo 4

Corresponde desde la subestación C hasta la subestación D

$$AP4 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.3 = 12.490 \text{ Kw.}$$

Tramo 5

Corresponde desde la subestación D hasta la subestación E

$$AP5 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.55 = 22.899 \text{ Kw.}$$

Tramo 6

Corresponde desde la subestación E hasta la subestación F

$$AP6 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.65 = 27.062 \text{ Kw.}$$

Tramo 7

Corresponde desde la subestación F hasta la subestación G

$$AP7 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.7 = 29.144 \text{ Kw.}$$

Tramo 8

Corresponde desde la subestación G el centro de reflexión

$$AP8 = 3 \times 0,129 \times 328^2 \times 0.5 = 20.871 \text{ Kw.}$$

Total de los tramos

$$AP = AP1 + AP2 + AP3 + AP4 + AP5 + AP6 + AP7 + AP8$$

$$AP=20.817+29.144+19.735+12.49+22.899+27.062+29.144+20.871.$$

$$AP=181.162 \text{ Kw}$$

La potencia máxima a transportar es de 7500 KVAS, con lo que la pérdida de potencia porcentual máxima a la tensión nominal de 13.2 Kv, será:

$$AP\% = \frac{AP}{P} \times 100 = \frac{181.162}{7500} \times 100 = 2.41\%$$

La cual es despreciable.

4.6.7 Caída de tensión

Viene determinada por la fórmula siguiente:

$$AV = \sqrt{3} * I * L * (R * \cos \phi + X * \text{sen} \phi)$$

Donde:

AV : Caída de tensión en voltios.

I : Intensidad máxima a transportar en Amp.

R : Resistencia Ohmica en ohm/Km.

L : Longitud de la línea en Km.

X : Reactancia en ohm/Km.

Como se trata de varios tramos se determina la perdida de potencia en cada tramo y la suma sera la perdida total en el sistema:

Tramo 1

Corresponde desde el centro de reflexión a la subestación A

$$AV1 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.5 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV1 = 78.58V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV1\% = \frac{AV}{V} \times 100 = \frac{78.58}{13200} \times 100 = 0.6\%$$

Tramo 2

Corresponde desde la subestación A hasta la subestación B más la caída del tramo 1

$$AV2 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.7 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV2 = 110V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV2\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV1 = \left(\frac{110}{13200} \times 100 \right) + 0.6 = 1.43\%$$

Tramo 3

Corresponde desde la subestación B hasta la subestación C mas la caída del tramo 2

$$AV3 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.45 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV3 = 70.71V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV3\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV2 = \left(\frac{70.71}{13200} \times 100 \right) + 1.43 = 1.96\%$$

Tramo 4

Corresponde desde la subestación C hasta la subestación D mas la caída del tramo 3

$$AV4 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.3 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV4 = 47.14V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV4\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV3 = \left(\frac{47.14}{13200} \times 100 \right) + 1.96 = 2.32\%$$

Tramo 5

Corresponde desde la subestación D hasta la subestación E mas la caída del tramo 4

$$AV5 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.55 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV5 = 86.43V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV5\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV4 = \left(\frac{86.43}{13200} \times 100 \right) + 2.32 = 2.98\%$$

Tramo 6

Corresponde desde la subestación E hasta la subestación F mas la caída del tramo 5

$$AV6 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.65 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV6 = 102.14V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV6\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV5 = \left(\frac{102.14}{13200} \times 100 \right) + 2.98 = 3.75\%$$

Tramo 7

Corresponde desde la subestación F hasta la subestación G mas la caída del tramo 6

$$AV7 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.7 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV7 = 110V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV7\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV6 = \left(\frac{110}{13200} \times 100 \right) + 3.75 = 4.58\%$$

Tramo 8

Corresponde desde la subestación G el centro de reflexión mas la caída de tensión del tramo 7

$$AV8 = \sqrt{3} \times 328 \times 0.5 (0.129 \times 0.8 + 0.289 \times 0.6)$$

$$AV8 = 78.57V$$

La caída de tensión porcentual a la tensión nominal de 13.2 Kv, será

$$AV8\% = \left(\frac{AV}{V} \times 100 \right) + AV7 = \left(\frac{78.57}{13200} \times 100 \right) + 4.58 = 5.18\%$$

Caída de tensión despreciable

4.7 Obras civiles

4.7.1 Canalizaciones

4.7.1.1 Dimensionado.

La canalización de la línea subterránea se proyectará teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público, a ser posible bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces su diámetro exterior y 20 veces en las operaciones de tendido.

En nuestro caso el conductor irá alojado en el interior de un tubo de PVC de 200 mm Ø en zanja a una profundidad de 1,15 metros, según planos de detalle,

señalizándose la misma con una banda de polietileno de color amarillo-naranja en la que se advierte la presencia de cables eléctricos de Alta Tensión.

4.7.1.2 Tierras

En las llegadas a las líneas subterráneas de alimentación, se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajo o reparación de averías, a fin de evitar posibles accidentes originados por la existencia de cargas por capacidad. Las cubiertas metálicas de los cables deben estar en perfecta comunicación con tierra.

4.7.2 Cruzamiento y paralelismo

Según establece la ITC-BT-07, cuando una canalización discurre paralelamente a conductores de otros servicios (agua, teléfono, telecomunicaciones, etc.), se guardará una distancia mínima de 50 cm. En los cruzamientos con otros servicios, la distancia mínima será de 20 cm.

4.7.3 Estación transformadora

Los centros de transformación afectados por este proyecto se reforman parcialmente mejorando sus condiciones técnicas pero sin que varíen sus fines en cuanto a potencias y receptores a suministrar, es decir **no se pretende con este documento diseñar o cambiar especificaciones de las subestaciones existentes.**

4.8 Descripción de la instalación.

4.8.1 Instalación eléctrica

La red de la cual se alimenta el Centro de de reflexión es del tipo subterráneo, con una tensión de 13.2 kV, nivel de aislamiento según la NTC 2050, y una frecuencia de 60 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica que en este caso es ELECTROCOSTA, es de **500 MVA**, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 21.86 kA eficaces.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

CGM: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Características generales de los tipos de equipos empleados en la instalación:

Celdas: **CGM**

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los

accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.

En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o los equipos del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de

puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F)

En las celdas CMP-F, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características de los equipos de Baja Tensión

Elementos de salida en BT:

Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media

Tensión

Entrada / Salida: ***CGM-CML Interruptor-seccionador***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-

frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

Ancho: 370 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1800 mm

Peso: 140 kg

Otras características constructivas:

Mando interruptor: manual tipo B

Protección Transformador: ***CGM-CMP-F Protección fusibles***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado

superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3x63 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

Ancho: 480 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1800 mm

Peso: 215 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Transformador: ***Transformador aceite 24 kV***

Los Transformadores de potencia son los indicados en sus respectivos expedientes y no se van a sustituir ni modificar, por lo que obviamos su descripción.

Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador: ***Cuadros Baja Tensión***

Se trata del mismo caso que el relativo a los transformadores de potencia.

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de los equipos.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador: ***Cables MT 12/20 kV***

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x35 Cu.

La terminación al transformador es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

En el otro extremo, en la celda, es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

Puesta a tierra

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra

de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Instalaciones secundarias

Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de los equipos estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño del equipo protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

CONCLUSIONES

Con la elaboración de este proyecto se obtuvo un diseño basado en las normas colombianas para la implementación de un centro de reflexión y anillado de subestaciones de media tensión pasos y procedimientos de estos.

BIBLIOGRAFÍA

ENRIQUE HARPER, Gilberto, Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión 2^{da} edición

ENRIQUE HARPER, Gilberto, Elementos de diseño de subestaciones eléctricas, editorial Noriega Limusa.

MARTIN, José Raull, Diseño de subestaciones eléctrica, Mc Graw Hill

Normas NTC 2050, Código eléctrico Colombiano

Normas de UNION FENOSA, Centros de transformación de media tensión, abril 2002

MARTÍN. José Raull, Diseño de subestaciones eléctricas. Mc Graw Hill

<http://www.iie.fing.edu.uy/ense/asign/submt/material>

<http://www.schneider-electric.com.co/produtos/de/painelsm6>

ANEXO A Catalogo de celdas ORMAZABAL



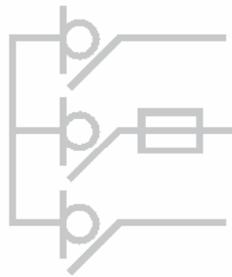
ORMAZABAL



Aparata de MT
Distribución Secundaria



Sistema Modular y Compacto CGMCOSMOS
con Aislamiento Integral en gas
Hasta 24 kV



Descripción General	3
Características Principales	3
Normas Aplicadas	4
Tipos de Módulos	5
ORMALINK	18
Seguridad de Operación	18
Funciones de Protección	19
Funciones de Detección, Automatización y Control	22
Familia ekorSYS	23
Accionamientos	32
Conexión de Cables	34
Instalación y Obra Civil	37
Elementos Auxiliares	38
Tabla de Opciones Sistema CGMCOSMOS	40

La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados, está apoyada en la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001:2000.

Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001.

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema **CGMCOSMOS** está formado por un conjunto de celdas modulares, unifuncionales o multifuncionales, de reducidas dimensiones, para la configuración de diferentes esquemas de distribución eléctrica secundaria hasta 24 kV, tanto pública como industrial.

La experiencia acumulada con el sistema **CGM-CGC**, así como la aplicación de tecnologías innovadoras junto a nuevos materiales, y el cumplimiento también de la normativa IEC, permite evolucionar hacia el sistema **CGMCOSMOS**, ofreciendo mejoras en aspectos funcionales como la mayor compacidad, la ergonomía en su instalación y uso, la amplitud de gama y una mayor fiabilidad y seguridad.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Aislamiento integral en gas SF₆, proporcionando insensibilidad ante entornos ambientales agresivos (incluyendo inundaciones), larga vida útil y ausencia de mantenimiento de las partes activas.

Modularidad total y extensibilidad futura, en ambas direcciones mediante el conjunto **ORMALINK**.

A prueba de arco interno, protegiendo a las personas y conforme a la IEC 60298.

Dimensiones y pesos reducidos, facilitando las tareas de manipulación e instalación.

Sencillez y seguridad en la operación, gran ergonomía de los elementos de maniobra, posibilidad de montar accesorios y realizar pruebas bajo tensión, fusibles en posición horizontal, enclavamientos adicionales y alarma sonora ante operaciones inadecuadas.



Facilidad de conexión de cables, mediante bornas enchufables o atornillables y sin necesidad de foso o colocación de bastidores adicionales en obra.

Condiciones normales de servicio en interior según la norma IEC 60694. Para otros valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

La unión eléctrica entre los diferentes módulos se realiza mediante el conjunto **ORMALINK** (patentado en 1991 por Ormazabal), lo que permite un elevado número de combinaciones, cubriendo todas las necesidades de operación y protección en **Centros de Transformación**.

Tanto los elementos de corte y conexión como el embarrado, se encuentran dentro de una cuba de acero inoxidable, llena de gas, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral (IP 67 – IEC 60529).

La envolvente metálica de cada celda, fabricada con chapa de acero galvanizado, presenta rigidez mecánica, lo que garantiza la indeformabilidad y protección en las condiciones previstas de servicio.



Los equipos del sistema **CGMCOSMOS** disponen de una tapa frontal, debidamente enclavada, que permite tanto el acceso a los terminales de cables como a los portafusibles (en disposición horizontal) de una forma práctica y segura. Opcionalmente, pueden suministrarse, además, pasatapas en los laterales para las acometidas de cables.

Integran el **ekorVPIS** que indica permanentemente la presencia de tensión en los equipos. Como opción se puede disponer de la alarma sonora **ekorSAS** que emite una señal audible ante un intento de operación con el seccionador de puesta a tierra que pudiera provocar "un cero de tensión" en la línea.

NORMAS APLICADAS

El sistema **CGMCOSMOS** cumple las exigencias de las siguientes normas:

IEC 60298

Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

El sistema **CGMCOSMOS** está diseñado y ensayado a prueba de arco interno de acuerdo con el anexo AA.

IEC 60265

Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

IEC 60129

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

IEC 62271-105

Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.

IEC 60694

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de alta tensión.

IEC 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

IEC 60255

Relés eléctricos.

*El sistema **CGMCOSMOS** supera el ensayo de inmersión a una presión de 3 metros de columna de agua, 24 horas a tensión nominal y prueba de aislamiento a frecuencia industrial.*

*Nota: Actualmente las normas IEC siguen un proceso de renovación, por lo que en algunos casos aparecen diferentes tipos de nomenclatura.



TIPOS DE MÓDULOS



CGMCOSMOS-L



CGMCOSMOS-S



CGMCOSMOS-S-Pt_



CGMCOSMOS-P



CGMCOSMOS-V



CGMCOSMOS-M



CGMCOSMOS-RC_



CGMCOSMOS-RB_



CGMCOSMOS-RB_-Pt



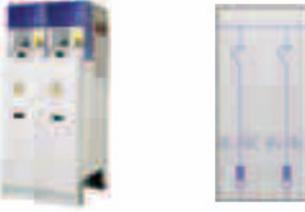
CGMCOSMOS-2LP



CGMCOSMOS-RLP



CGMCOSMOS-2L



CGMCOSMOS-3LP



CGMCOSMOS-2L2P



CGMCOSMOS-3L2P





Celda modular, función de línea o acometida, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra).

Se utiliza para la acometida de entrada o salida de los cables de MT, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.

FUNCIÓN DE LÍNEA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12 kV	24 kV
Tensión nominal		
Intensidad nominal		
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630
Acometida Línea [A]	400/630	400/630
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630
Poder de corte cables en vacío [A]	50	50
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	1,5
Poder de corte bucle cerrado [A]	400/630	400/630
Poder de corte de falta a tierra [A]	300	300
Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío [A]	100	100
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1		
"E2" [A/kA] (manual)	630/62,5	-
"E3" [A/kA] (motor)	400/40#	400/40#
"E3" [A/kA] (motor)	630/50#	630/50#
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2 - M0	E2 - M0
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA/52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
Bajo especificación	1740	365	735	95
	1300	365	735	86

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



CGMCOSMOS-S

Celda modular, función de interruptor pasante, provista de un interruptor-seccionador de dos posiciones (conectado y seccionado).

Se utiliza para la interrupción en carga del embarrado principal del centro de transformación.

Extensibilidad: Ambos lados.

FUNCIÓN DE INTERRUPTOR PASANTE

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12 kV	24 kV
Tensión nominal		
Intensidad nominal		
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20 [*] /25	16/20 [*]
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20 [*]	16/20 [*]
Valor de pico [kA]	40/50 [*] /62,5	40/50 [*]
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630
Poder de corte cables en vacío [A]	50	50
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	1,5
Poder de corte bucle cerrado [A]	400/630	400/630
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50 [*] /62,5	40/50 [*]
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1		
"E2" [A/kA] (manual)	630/62,5	-
"E3" [A/kA] (motor)	400/40 [#]	400/40 [#]
"E3" [A/kA] (motor)	630/50 [#]	630/50 [#]

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA/52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	450	735	105



NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekoSYS.





CGMCOSMOS-S-Ptd
CGMCOSMOS-S-Pti

Celda modular, función de interruptor pasante con puesta a tierra, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra).

Se utiliza para la interrupción en carga del embarrado principal del centro de transformación y su puesta a tierra al lado derecho (Ptd) o izquierdo (Pti) del corte.

Extensibilidad: Ambos lados.



FUNCIÓN DE INTERRUPTOR PASANTE CON PUESTA A TIERRA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
	12 kV	24 kV	
Tensión nominal			
Intensidad nominal			
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50	
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	
Tensión soportada a impulso de tipo rayo			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125	
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145	
Intensidad de corta duración (circuito principal)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	
Poder de corte cables en vacío [A]	50	50	
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	1,5	
Poder de corte bucle cerrado [A]	400/630	400/630	
Poder de corte de falta a tierra [A]	300	300	
Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío [A]	100	100	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1			
"E2" [A/kA] (manual)	630/62,5	-	
"E3" [A/kA] (motor)	400/40 [#]	400/40 [#]	
"E3" [A/kA] (motor)	630/50 [#]	630/50 [#]	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2 - M0	E2 - M0	
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5	

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	450	735	110

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



CGMCOSMOS-P

Celda modular, función de protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores.

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
	12 kV	24 kV	
Tensión nominal			
Intensidad nominal			
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	
Bajante Trafo [A]	200	200	
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50	
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	
Tensión soportada a impulso de tipo rayo			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125	
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145	
Intensidad de corta duración (circuito principal)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400	400	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1			
"E3" [A/kA]	400/40 [#]	400/40 [#]	
Poder de apertura de cortocircuito (fusibles) [kA]	16/20*	16/20*	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)			
Valor eficaz 1 s [kA]	1/3	1/3	
Valor eficaz 3 s [kA]	1/3	1/3	
Valor de pico [kA]	2,5/7,5	2,5/7,5	
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	2,5/7,5	2,5/7,5	
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2 - M0	E2 - M0	
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5	
Corriente de intersección combinado interruptor-relé ekorRPT (I máxima de corte según TD 5 IEC 60420) [A]	1250	1250	
Corriente de transición combinado interruptor-fusible (I máxima de corte según TD 4 IEC 60420) [A]	1500	1300	

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 52,5 kA

([#]) Ensayos realizados con tensión 24 kV

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	470	735	140
Bajo especificación	1300	470	735	129

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.

TIPOS DE MÓDULOS



CGMCOSMOS-V

Celda modular, función de protección con interruptor automático, provista de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y preparado a tierra).

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.



FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
	12 kV	24 kV	
Tensión nominal			
Intensidad nominal			
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	
Acometida Línea [A]	400/630	400/630	
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50	
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	
Tensión soportada a impulso de tipo rayo			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125	
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145	
Intensidad de corta duración (circuito principal)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20	16/20	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20	16/20	
Valor de pico [kA]	40/50	40/50	
Categoría del Interruptor automático s/IEC 62271-100	E2	E2	
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50	40/50	
Poder de apertura [kA]	16/20	16/20	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20	16/20	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20	16/20	
Valor de pico [kA]	40/50	40/50	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	480	850	218

SECUENCIAS DE MANIOBRA				
A	⌚	CA	⌚	CA
	0,3 s		15 s	
	0,3 s		3 min	
	3 min		3 min	

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



CGMCOSMOS-M

Celda modular, función de medida.

Se utiliza para alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante cable seco.

FUNCIÓN DE MEDIDA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Tensión Nominal	12 kV	24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	800	1025	165 (vacía)

Los esquemas tipo más frecuentes para el montaje de transformadores son:



Nota: Para otros esquemas consultar nuestro departamento Técnico-Comercial.

TRANSFORMADORES NORMALIZADOS PARA EL MERCADO ESPAÑOL			
	ARTECHE	LABORATORIO ELECTROTÉCNICO	ACTARIS
TENSIÓN	UCH-12, VCL-24, VCJ-24 UCL-24, UCJ-24, UXN-24 UXJ-24, VXJ-24	VKPE-12, VKPE-24 VCF-24	U24Bha, E24Bha U24Bma, E24Bma
INTENSIDAD	ACD-12, ACF-12, ACD-24 ACF-24, ACJ-24	AED-12, AEB-24P AED-24, AER-24	J24BM, J24BR J24BQ

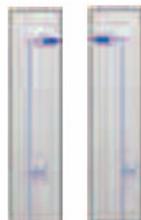
Nota: Para otros modelos y mercados consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial



TIPOS DE MÓDULOS



CGMCOSMOS-RCd
CGMCOSMOS-RCi



Celda modular, función de remonte de cables al embarrado.

Se utiliza para alojar los cables de acometida al embarrado del conjunto general de celdas, por la derecha (RCd) o por la izquierda (RCi).

FUNCIÓN DE REMONTE DE CABLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión nominal	12 kV	24 kV
-----------------	-------	-------

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
1740	365	735	40



CGMCOSMOS-R2Cd
CGMCOSMOS-R2Ci



Celda modular, función de remonte de doble cable al embarrado.

Se utiliza para alojar los cables de acometida al embarrado del conjunto general de celdas, por la derecha (R2Cd) o por la izquierda (R2Ci).

FUNCIÓN DE REMONTE DE DOBLE CABLE

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión Nominal	12 kV	24 kV
-----------------	-------	-------

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
1740	550	735	60

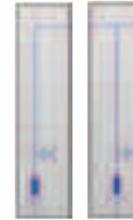


CGMCOSMOS-RBd CGMCOSMOS-RBa

Celda modular, función de remonte de barras, con aislamiento en gas.

Extensibilidad: Derecha y ambos lados.

Se utiliza para la acometida de entrada o salida de cables de Media Tensión, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, tanto por la derecha (RBd), como por ambos lados (RBa).



FUNCIÓN DE REMONTE DE BARRAS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión nominal	12 kV	24 kV
Intensidad nominal		
Acometida e interconexión celdas [A]	400/630	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	365	735	95

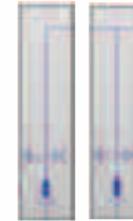


CGMCOSMOS-RBd-Pt CGMCOSMOS-RBa-Pt

Celda modular, función de remonte de barras, con aislamiento en gas, provista de un seccionador de puesta a tierra.

Extensibilidad: Derecha y ambos lados.

Se utiliza para la acometida de entrada o salida de cables de Media Tensión, tanto por la derecha (RBd-Pt), como por ambos lados (RBa-Pt) y la puesta a tierra de los cables y del embarrado del conjunto general de celdas.



FUNCIÓN DE REMONTE DE BARRAS CON PUESTA A TIERRA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión nominal	12 kV	24 kV
Intensidad nominal		
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630
Acometida Línea [A]	400/630	400/630
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60
Poder de cierre del Secc. de Tierra (Valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2-M0	E2-M0
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5

(*) Ensayos realizados con intensidad 52,5 kA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	365	735	100

TIPOS DE MÓDULOS



CGMCOSMOS-2LP

Celda compacta, dos funciones de línea y una de protección con fusibles, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de línea como la de protección, albergadas en una única cuba.

Extensibilidad: Derecha, izquierda, ambos lados o ninguna.



FUNCIONES DE LÍNEA Y PROTECCIÓN CON FUSIBLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	12 kV		24 kV	
	Línea	Protección Fusibles	Línea	Protección Fusibles
Tensión nominal				
Intensidad nominal				
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	400/630	400/630
Acometida de líneas [A]	400/630	-	400/630	-
Bajante Trafo [A]	-	200	-	200
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.				
Entre fases y entre fases y tierra [kV]	28	28	50	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	32	60	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo				
Entre fases y entre fases y tierra [kV]	75	75	125	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	85	145	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)				
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*/25	16/20*/25	16/20*/25
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400	400/630	400
Poder de corte cables en vacío [A]	50	-	50	-
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	-	1,5	-
Poder de corte bucle cerrado [A]	400/630	-	400/630	-
Poder de corte de falta a tierra [A]	300	-	300	-
Poder de corte cables en vacío con falta a tierra [A]	100	-	100	-
Poder de cierre del interruptor principal [kA]	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5
Categoría de interruptor sMEC 60265-1				
"E2" [A/kA]	630/62,5	-	630/62,5	-
"E3" [A/kA]	400/40#	400/40#	400/40#	400/40#
"E3" [A/kA]	630/50#	-	630/50#	-
Poder de apertura de Cortocircuito (fusibles) [kA]	-	16/20*	-	16/20*
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)				
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	1/3	16/20*/25	1/3
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	1/3	16/20*	1/3
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	2,5/7,5	40/50*/62,5	2,5/7,5
Poder de cierre Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	2,5/7,5	40/50*/62,5	2,5/7,5
Categoría del Secc. de tierra sMEC 60129	E2-M0	E2-M0	E2-M0	E2-M0
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5	5	5
Corriente de intersección combinado interruptor-relé ekorRPT				
(I máxima de corte según TD 5 IEC 60420) [A]	-	1250	-	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible				
(I máxima de corte según TD 4 IEC 60420) [A]	-	1500	-	1300

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	1190	735	290
Bajo especificación	1300	1190	735	270

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



CGMCOSMOS-RLP

Celda compacta, una función de remonte de barras, una de protección con fusibles, y una de línea, que incluye tanto las prestaciones de las celdas de remonte, protección con fusibles y línea, albergadas en una única cuba.

Extensibilidad: Derecha, izquierda, ambos lados o ninguna.

FUNCIONES DE REMONTE DE BARRAS, LÍNEA Y PROTECCIÓN CON FUSIBLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	Remonte	Línea	Protección Fusibles	Línea	Protección Fusibles
	12 /24kV	12 kV		24 kV	
Tensión nominal					
Intensidad nominal					
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	400/630	400/630	400/630
Acometida de líneas [A]	400/630	400/630	-	400/630	-
Bajante Trafo [A]	-	-	200	-	200
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.					
Entre fases y entre fases y tierra [kV]		28	28	50	50
A la distancia de seccionamiento [kV]		32	32	60	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo					
Entre fases y entre fases y tierra [kV]		75	75	125	125
A la distancia de seccionamiento [kV]		85	85	145	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)					
Valor eficaz 1 s [kA]		16/20*25	16/20*25	16/20*25	16/20*25
Valor eficaz 3 s [kA]		16/20*	16/20*	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]		40/50*62,5	40/50*62,5	40/50*62,5	40/50*62,5
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]		400/630	400	400/630	400
Poder de corte cables en vacío [A]		50	-	50	-
Poder de corte líneas en vacío [A]		1,5	-	1,5	-
Poder de corte bucle cerrado [A]		400/630	-	400/630	-
Poder de corte de falta a tierra [A]		300	-	300	-
Poder de corte cables en vacío con falta a tierra [A]		100	-	100	-
Poder de cierre del interruptor principal [kA]		40/50*62,5	40/50*62,5	40/50*62,5	40/50*62,5
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1					
"E2" [A/kA]		630/62,5	-	630/62,5	-
"E3" [A/kA]		400/40#	400/40#	400/40#	400/40#
"E3" [A/kA]		630/50#	-	630/50#	-
Poder de apertura de cortocircuito (fusibles) [kA]		-	16/20*	-	16/20*
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)					
Valor eficaz 1 s [kA]		16/20*25	1/3	16/20*25	1/3
Valor eficaz 3 s [kA]		16/20*	1/3	16/20*	1/3
Valor de pico [kA]		40/50*62,5	2,5/7,5	40/50*62,5	2,5/7,5
Poder de cierre Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]		40/50*62,5	2,5/7,5	40/50*62,5	2,5/7,5
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129		E2-M0	E2-M0	E2-M0	E2-M0
Nº de cierres contra cortocircuito		5	5	5	5
Corriente de intersección combinado interruptor-relé ekorRPT (I máxima de corte según TD 5 IEC 60420) [A]		-	1250	-	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible (I máxima de corte según TD 4 IEC 60420) [A]		-	1500	-	1300

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
1740	1190	735	290

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.

TIPOS DE MÓDULOS



CGMCOSMOS-2L

Celda compacta, dos funciones de línea, que incluye las prestaciones de las celdas de línea, albergadas en una única cuba.

Extensibilidad: Derecha, izquierda, ambos lados.



FUNCIONES DE LÍNEA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
	12 kV	24 kV	
Tensión nominal			
Intensidad nominal			
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	
Acometida Línea [A]	400/630	400/630	
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50	
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	
Tensión soportada a impulso de tipo rayo			
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125	
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145	
Intensidad de corta duración (circuito principal)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	
Poder de corte cables en vacío [A]	50	50	
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	1,5	
Poder de corte bucle cerrado ([A]	400/630	400/630	
Poder de corte de falta a tierra [A]	300	300	
Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío [A]	100	100	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1			
"E2" [A/kA] (manual)	630/62,5	-	
"E3" [A/kA] (motor)	400/40 [#]	400/40 [#]	
"E3" [A/kA] (motor)	630/50 [#]	630/50 [#]	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)			
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*	
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	40/50*	
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2-M0	E2-M0	
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5	

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	730	735	180
Bajo especificación	1300	730	735	170

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



CONJUNTOS ESTÁNDAR CGMCOSMOS-3LP/2L2P/3L2P

Agrupación de módulos formando una unidad, compuesta por dos o tres funciones de línea y una o dos de protección con fusibles, dependiendo de cada caso, que incluyen tanto las

prestaciones de las celdas de línea como las de protección.

Extensibilidad: Derecha, izquierda, ambos lados o ninguna.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	12 kV		24 kV	
	Línea	Protección Fusibles	Línea	Protección Fusibles
Tensión nominal	12 kV		24 kV	
Intensidad nominal				
En barras e interconexión celdas [A]	400/630	400/630	400/630	400/630
Acometida de líneas [A]	400/630	-	400/630	-
Bajante Trafo [A]	-	200	-	200
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1min.				
Entre fases y entre fases y tierra [kV]	28	28	50	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	32	60	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo				
Entre fases y entre fases y tierra [kV]	75	75	125	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	85	145	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)				
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	16/20*/25	16/20*/25	16/20*/25
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/630	400	400/630	400
Poder de corte cables en vacío [A]	50	-	50	-
Poder de corte líneas en vacío [A]	1,5	-	1,5	-
Poder de corte bucle cerrado [A]	400/630	-	400/630	-
Poder de corte de falta a tierra [A]	300	-	300	-
Poder de corte cables en vacío con falta a tierra [A]	100	-	100	-
Poder de cierre del interruptor principal [kA]	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5	40/50*/62,5
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1	-	-	-	-
"E2" [A/kA]	630/62,5	-	630/62,5	-
"E3" [A/kA]	400/40#	400/40#	400/40#	400/40#
"E3" [A/kA]	630/50#	-	630/50#	-
Poder de apertura de cortocircuito (fusibles) [kA]	-	16/20*	-	16/20*
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)				
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*/25	1/3	16/20*/25	1/3
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	1/3	16/20*	1/3
Valor de pico [kA]	40/50*/62,5	2,5/7,5	40/50*/62,5	2,5/7,5
Poder de cierre Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40/50*/62,5	2,5/7,5	40/50*/62,5	42,5/7,5
Categoría del Secc. de tierra s/IEC 60129	E2-M0	E2-M0	E2-M0	E2-M0
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5	5	5
Corriente de intersección combinado interruptor-relé e korRPT (I máxima de corte según TD 5 IEC 60420) [A]	-	1250	-	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible (I máxima de corte según TD 4 IEC 60420) [A]	-	1500	-	1300

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA/52,5 kA

(#) Ensayos realizados con tensión 24 kV

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
CGMCOSMOS-3LP	1740/ 1300 ^e	1565	735	385/ 355
CGMCOSMOS-2L2P	1740/ 1300 ^e	1670	735	430/ 400
CGMCOSMOS-3L2P	1740/ 1300 ^e	2035	735	525/ 490

(^e) Bajo especificación

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son ampliadas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia e korSYS.



ORMALINK

La unión eléctrica entre los diferentes módulos del sistema **CGMCOSMOS** se realiza mediante el conjunto **ORMALINK**, patentado en 1991 por Ormazabal.

Constructivamente, las celdas extensibles disponen de pasatapas hembras laterales, que se prestan a la conexión entre sus embarrados principales mediante este conjunto, permitiendo el paso de corriente y controlando a su vez el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas aislantes elastoméricas, libres de descargas parciales.

No obstante, mientras no se realice la ampliación del centrode transformación, las celdas extensibles disponen de elementos de sellado para los pasatapas hembra laterales, que luego deberán ser retirados.



Debido al diseño del conjunto **ORMALINK**, se crea en su interior una zona equipotencial donde se alojan una serie de contactos dispuestos en círculo para la conexión a los pasatapas hembra.

De esta forma se consigue una continuidad eléctrica altamente fiable y resistente incluso al paso de una corriente de cortocircuito.

Otros aspectos importantes son su facilidad y rapidez de instalación incluso en centros de transformación con suelos irregulares y la capacidad de mantener las mismas características funcionales de las celdas.

SEGURIDAD DE OPERACIÓN



ENCLAVAMIENTOS

El sistema **CGMCOSMOS** dispone de una serie de enclavamientos que permiten un servicio fiable y seguro, de acuerdo a las exigencias de la norma IEC 60298.

Está garantizado, por diseño además de por los enclavamientos dispuestos adicionalmente, que el interruptor-seccionador y el seccionador de puesta a tierra no puedan estar cerrados simultáneamente.

Un enclavamiento accionado por el seccionador de puesta a tierra, impide la apertura de la tapa de acceso a los terminales de los cables de MT, evitando operaciones inseguras.

Además, el acceso a los portafusibles en las funciones de protección, también está asegurado por el mismo enclavamiento.

Cualquier operación de maniobra con estos equipos, no podrá realizarse sin los compartimentos de cables debidamente cerrados.

Las celdas del sistema **CGMCOSMOS** permiten la condenación de maniobras por candado (hasta tres), tanto del interruptor como del seccionador de puesta a tierra.

Opcionalmente, se podrá disponer de dispositivos de condenación de maniobras mediante cerradura para cualquiera de las operaciones.



INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN EKORVPIS

El **ekorVPIS**, indicador autoalimentado integrado en las celdas, muestra la presencia de tensión en las fases mediante tres señales luminosas permanentes, habiendo sido diseñado de acuerdo a la norma IEC 61958.

Para la realización de la prueba de concordancia entre fases, dispone de puntos de test fácilmente accesibles.

Opcionalmente, puede suministrarse el comparador de fases **ekorSPC**.



ALARMA SONORA EKORSAS

El **ekorSAS**, alarma sonora de prevención de puesta a tierra, es un indicador acústico, autoalimentado, que trabaja asociado al indicador de presencia de tensión **ekorVPIS**.

La activación se produce al intentar accionar el eje de puesta a tierra con tensión en la línea, alertando así al operador ante el intento de realización de una maniobra inadecuada. Esto implica una mayor seguridad en la operación para bienes y personas, evitando cortes de tensión en la red, mejorando la calidad del suministro.

FUNCIONES DE PROTECCIÓN



CON FUSIBLES

La protección contra cortocircuitos en la red de MT se realiza mediante los fusibles instalados en estas celdas.

Los tubos portafusibles se encuentran dentro de la cuba de gas ubicados horizontalmente, logrando así una temperatura homogénea en toda su longitud. Siendo totalmente herméticos en posición cerrada garantizan la estanqueidad ante inundaciones y polución externa.

De acuerdo a la norma IEC 62271-105, la relación interruptor-fusible puede ser del tipo "asociado" o "combinado", indicándose, para este último caso, la actuación de cualquier fusible en el sinóptico frontal de la celda. El conjunto interruptor-fusibles ha sido ensayado a calentamiento en las condiciones normales de servicio según IEC 60694.



CON FUSIBLES Y BOBINA DE DISPARO

Esta opción posibilita la apertura automática del interruptor-seccionador provocada por una señal externa, como puede ser la enviada por el termostato del transformador en caso de sobrecalentamiento de éste.



SELECCIÓN DE FUSIBLES RECOMENDADOS, TIPO MEDIO DE SIBA, DE BAJAS PÉRDIDAS CON PERCUTOR

Potencia Nominal del Transformador SIN SOBRECARGAS (kVA)

Tensión Nominal [kV]			Potencia Nominal del Transformador SIN SOBRECARGAS (kVA)																
Red	Celda	Fusible	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
			Intensidad Nominal del Fusible [A] IEC 60282-1																
10	12	6/12	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	160	200*	250*
13,2	24	10/24	6,3	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	-	-
15	24	10/24	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	80	160*	-
20	24	10/24	6,3	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	125

Notas:

- *Valores correspondientes a fusibles asociados.
- Existe un carro portafusibles de 292 mm adaptado a la medida de los fusibles de 6/12 kV, excepto para las potencias de 1600 y 2000 kVA, en los que la medida es 442 mm.
- Para otras marcas y para sobrecarga en el transformador consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial

FUNCIONES DE PROTECCIÓN



CON FUSIBLES Y UNIDAD DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL EKORRPT

La opción de incorporar la unidad **ekorrPT**, aporta adicionalmente la protección contra sobrecorrientes y faltas a tierra, aumentando de una forma más fiable la protección de la instalación, y haciéndola completamente selectiva con protecciones anteriores, tanto en fase como en tierra.

La unidad **ekorrPT** ha sido desarrollada específicamente para su aplicación a la función de protección con fusibles del sistema **CGMCOSMOS**. Compuesta de un relé electrónico comunicable, sensores de intensidad, disparador biestable y, según modelos, toroidales de autoalimentación si se alimenta directamente de la intensidad de media tensión y no a través de fuentes externas. Se suministra totalmente instalada y probada desde fábrica.

Cuando se detecta una sobrecorriente que queda dentro de los valores admisibles por el interruptor en carga, el relé actúa sobre el disparador biestable originando la apertura del circuito. Si los valores son superiores, el relé no actúa, cediendo la función de protección a los fusibles. En caso de disparo de la unidad, la intensidad de defecto, el motivo del mismo, el tiempo de duración y su fecha y hora, quedan registrados en memoria.

Para el caso de faltas a tierra cuando la intensidad de defecto sea menor que el 10% de la intensidad nominal de la instalación, se optará por una protección de tipo ultrasensible.

La medida de intensidad se realiza con sensores de alta relación de transformación, lo que permite que el rango de potencias que se puedan proteger con la misma unidad sea muy amplio. Dispone de una entrada libre de potencial que asociada al termostato del transformador proporciona una protección contra su sobrecalentamiento.

Para el ajuste y monitorización de parámetros mediante ordenador personal ver apartado **ekorSOFT**.

La unidad **ekorrPT** es autoalimentada desde 5 A (150 kVA en 20 kV), siendo totalmente autónoma sin necesidad de baterías u otro tipo de fuentes externas. Para intensidades nominales inferiores a 5 A existe la posibilidad de unidades de alimentación auxiliar.

Su utilización se enfoca a la protección de instalaciones de distribución, entre 50 y 2000 kVA. Ha de tenerse en cuenta que los cortocircuitos polifásicos de alto valor son despejados por los fusibles.

Para instalaciones automatizadas, y/o telemandadas, se dispone de modelos de la unidad **ekorrPT** con función de control integrado.



PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR



PROTECCIÓN GENERAL



CGMCOSMOS-P con ekorrPT

POTENCIAS A PROTEGER CON ekorrPT

Tensión de Tensión Nominal		Potencia mínima		Potencia máxima	
Red [kV]	Fusible [kV]	Calibre fusible [A]	[kVA]	Calibre fusible [A]	[kVA]
6,6	3/7,2	16	50	160*	1250
10	6/12	16	100	160*	1250
12	10/24	16	100	100	1250
13,2	10/24	16	100	100	1250
15	10/24	16	125	125**	1600
20	10/24	16	160	125	2000

NOTA:
Para ampliar la información ver Apartado Familia ekorSYS.

(*) Cartucho de 442 mm
(**) Fusible SSK 125 A de SIBA



CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO Y UNIDAD DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL EKORRPG

Para tener capacidad de conexión y desconexión, incluso en condiciones de falta (sobrecorriente y cortocircuito) en la red general de MT, se dispone de esta función dotada de un interruptor automático de vacío.

Las funciones de protección son realizadas exclusivamente mediante la unidad **ekorRPG**, que ha sido desarrollada específicamente para su aplicación a la función de protección con interruptor automático **CGMCOSMOS-V**. Compuesta de un relé electrónico comunicable, sensores de intensidad, y según modelos, tarjeta de alimentación y toroidales de autoalimentación cuando no se proporciona la energía a través de fuentes externas. Se suministra totalmente instalada y probada desde fábrica.

Esta unidad interviene frente a sobrecorrientes, faltas a tierra, cortocircuitos entre fases y fases y tierra. Cuando se detecta una sobrecorriente el relé actúa sobre el disparador

biestable de baja energía que acciona el interruptor automático originando la apertura del circuito. En caso de disparo de la unidad, la intensidad de defecto, el motivo del mismo, el tiempo de duración y su fecha y hora, quedan registrados en memoria.

Para el caso de faltas a tierra cuando la intensidad de defecto sea menor que el 10% de la intensidad nominal de la instalación, se optará por una protección de tipo ultrasensible.

Para el ajuste y monitorización de parámetros mediante ordenador personal ver apartado **ekorSOFT**.



CGMCOSMOS-V con ekorRPG



PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La unidad **ekorRPG** es autoalimentada desde 5 A (150 kVA en 20 kV), siendo totalmente autónoma sin necesidad de baterías u otro tipo de fuentes externas. Para intensidades nominales inferiores a 5 A existe la posibilidad de unidades de alimentación auxiliar.

Su utilización se enfoca a la protección de instalaciones de distribución, entre 50 y 15000 kVA.

Para instalaciones automatizadas, y/o telemandadas se dispone de modelos de la unidad **ekorRPG** con función de control integrado.

POTENCIAS A PROTEGER con ekorRPG

Tensión de Red	Potencia mínima	Potencia máxima
[kV]	[kVA]	[kVA]
6,6	50	5000
10	100	7500
12	100	10000
13,2	100	10000
15	100	12000
20	160	15000

NOTA:
Para ampliar la información ver Apartado Familia ekorSYS.

FUNCIONES DE DETECCIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL



CON FUNCIÓN DE LÍNEA Y/O INTERRUPTOR PASANTE Y UNIDAD DE CONTROL INTEGRADO, EKORRCI

La opción de incorporar la unidad **ekorRCI** permite la automatización de la red de distribución. Facilita la identificación inmediata y posterior aislamiento de las zonas en defecto, consiguiendo una notable mejora de la calidad del suministro, así como una reducción en el número de maniobras sobre los elementos de la red.

La unidad **ekorRCI** ha sido desarrollada para su aplicación a las funciones de línea e interruptor pasante del sistema **CGMCOSMOS**. Está compuesta de un relé electrónico comunicable y sensores de intensidad. La unidad va totalmente instalada y probada desde fábrica.

La unidad **ekorRCI** dispone de detección de paso de falta, detección de presencia o ausencia de tensión, funcionalidad de seccionizador automático, maniobra del interruptor y comunicaciones para telecontrol.

Para el ajuste y monitorización de parámetros mediante ordenador personal ver apartado **ekorSOFT**.



CGMCOSMOS-S-Ptd con ekorRCI



CGMCOSMOS-L con ekorRCI

NOTA:
Para ampliar la información ver Apartado Familia ekorSYS.

FAMILIA EKORSYS

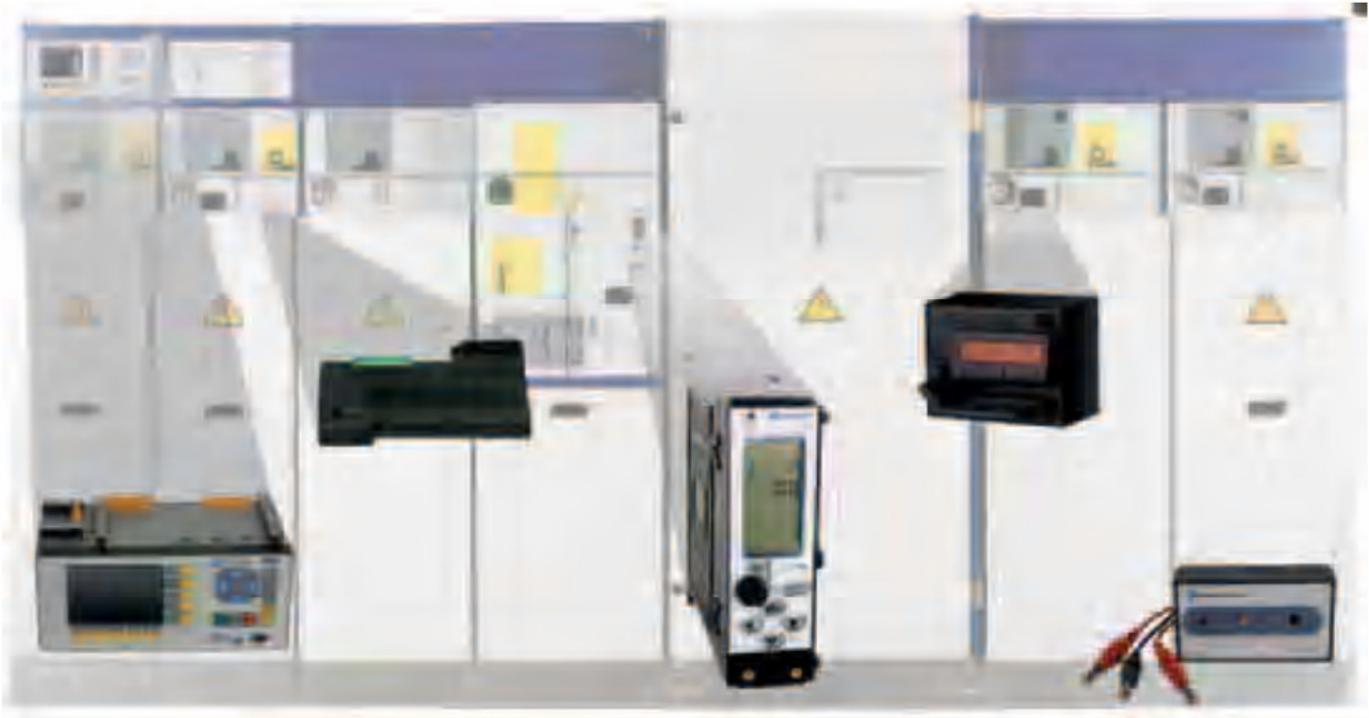


DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta familia agrupa una serie de unidades, patentadas por Ormazabal, que integradas en el sistema **CGMCOSMOS**, aportan prestaciones de protección, medida, control y señalización, en las Redes de Distribución Eléctrica de Media Tensión.

Las diferentes unidades, proporcionan un valor añadido a las instalaciones alargando su vida útil, garantizando aún más la seguridad de las personas y bienes materiales a la vez que se consigue una mayor calidad de servicio:

- **ekorRPT**: Unidad de protección, medida y control, desarrollada específicamente para su aplicación a la posición de protección con fusibles.
- **ekorRPG**: Unidad de protección, medida y control, desarrollada para su aplicación a la posición de protección con interruptor automático.
- **ekorRCI**: Unidad de señalización, medida y control, desarrollada específicamente para su aplicación a la posición de línea.
- **ekorRTK**: Unidad de detección de presencia / ausencia de tensión.
- **Sensores** de medida y **transformadores toroidales** de autoalimentación.
- **Tarjeta** de alimentación.
- **Disparador** biestable.
- **ekorVPIS**: Indicador integrado de señalización de presencia de tensión.
- **ekorSPC**: Comparador de fases. Testigo luminoso que indica la concordancia de fases entre dos celdas.
- **ekorSAS**: Alarma sonora de prevención de puesta a tierra.
- **ekorCCP**: Controlador de celdas programable.
- **ekorSTP**: Transferencia automática de líneas.
- **ekorSOFT**: Software de gestión de la familia **ekorsSYS**.
- **Mercury**: Aplicación informática que por medio de un Puesto de Control con función SCADA permite el telecontrol y telemando de Centros de Transformación.





CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

• Integración

Disminución en los errores de cableado e instalación, al integrarse completamente en el sistema **CGMCOSMOS**, reduciendo además el tiempo de puesta en marcha y minimizando la necesidad de instalar cajones de control sobre las celdas.

• Optimización

Desde el punto de vista de mantenimiento de la instalación eléctrica, esta familia presenta una serie de facilidades, que reduce el tiempo y la probabilidad de errores en las tareas de verificación y reposición. Esto se realiza mediante conectores para comprobación, borneros accesibles y seccionables para pruebas mediante inyección de intensidad, contactos de test, etc.

• Evolución

Incorpora microprocesadores de última generación para el tratamiento de las señales de los sensores de medida, a la vez que dispone de displays digitales, teclados para ajustar y operar de manera local, etc.

• Autoalimentación

Opcionalmente y según modelos, por medio de transformadores toroidales es posible realizar la alimentación de las unidades cuando la intensidad primaria es mayor de 5 A. Dicha energía es suficiente para su correcto funcionamiento.

• Registro

Se almacenan en un registro los últimos disparos con fecha y hora, el número total de maniobras, así como los diferentes parámetros de ajuste y configuración del sistema. El interface local a través de menús, proporciona además valores instantáneos de la medida de intensidad de cada fase e intensidad homopolar así como los motivos de disparo.

• Comunicabilidad

El puerto RS-232, dispuesto en el frontal del relé, facilita la comunicación a dispositivos informáticos, permitiendo la configuración y/o tarado desde el software **ekorSOFT**, así como la obtención de los registros de eventos. Por medio del puerto RS-485 es posible realizar funciones de telecontrol.



NORMAS APLICADAS

Las unidades de protección, medida, control y señalización de la familia **ekorSYS** han sido diseñadas, respondiendo a los requisitos de las siguientes normas :

IEC 60298

Aparatación bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

IEC 60255

Relés Eléctricos.

IEC 61000

Compatibilidad Electromagnética (CEM).

IEC 60068

Ensayos Ambientales.

IEC 60044

Transformadores de medida.

*Nota: Actualmente las normas IEC siguen un proceso de renovación, por lo que en algunos casos aparecen diferentes tipos de nomenclatura.



TIPOS DE UNIDADES

ekorRPT

La unidad de protección, medida y control **ekorRPT** instalada en la función de protección con fusibles presenta las siguientes prestaciones:

PRESTACIONES de la unidad ekorRPT	
GENERALES	
Nº. Captadores de intensidad de fase	3
Captador de intensidad de tierra (homopolar)	Opción
Nº. Entradas digitales	2
Nº. Salidas digitales	2
Alimentación 24 - 125 Vcc / 24 - 110 Vca	Opción
Autoalimentación (*)	Opción
PROTECCIÓN	
Sobreintensidad de fases (50-51)	Serie
Sobreintensidad de fuga a tierra (50N-51N)	Opción
Ultrasensible de fuga a tierra (50Ns-51Ns)	Opción
Termómetro (49T)	Serie
INDICACIONES	
Indicación de motivo de disparo	Serie
Indicación de error	Opción
MEDIDAS	
Intensidad	Serie
COMUNICACIONES	
MODBUS-RTU	Serie
Puerto RS-232 para configuración	Serie
Puerto RS-485 para telecontrol	Serie
Programa de ajuste y monitorización ekorSOFT	Opción
COMPROBACIÓN (TEST)	
Bloque de pruebas para inyección de intensidad	Serie
Contacto de salida para test	Serie



(*) Para corrientes monofásicas desde 5 A (150 kVA en 20 kV)
Permite alimentación a 230 Vca.



TIPOS DE UNIDADES

ekorRPG

La unidad de protección, medida y control **ekorRPG** instalada en la función de protección con interruptor automático, presenta las siguientes prestaciones:



PRESTACIONES de la unidad ekorRPG	
GENERALES	
Nº. Captadores de intensidad de fase	3
Captador de intensidad de tierra (homopolar)	Opción
Nº. Entradas digitales	2
Nº. Salidas digitales	2
Alimentación 24 - 125 Vcc / 24 - 110 Vca	Opción
Autoalimentación (*)	Opción
PROTECCIÓN	
Sobreintensidad de fases (50-51)	Serie
Sobreintensidad de fuga a tierra (50N-51N)	Opción
Ultrasensible de fuga a tierra (50Ns-51Ns)	Opción
Termómetro (49T)	Serie
INDICACIONES	
Indicación de motivo de disparo	Serie
Indicación de error	Opción
MEDIDAS	
Intensidad	Serie
COMUNICACIONES	
MODBUS-RTU	Serie
Puerto RS-232 para configuración	Serie
Puerto RS-485 para telecontrol	Serie
Programa de ajuste y monitorización ekorSOFT	Opción
COMPROBACIÓN (TEST)	
Bloque de pruebas para inyección de intensidad	Serie
Contacto de salida para test	Serie

(*) Para corrientes monofásicas desde 5 A (150 kVA en 20 kV)
Permite alimentación a 230 Vca.



TIPOS DE UNIDADES

ekorRCI

La unidad de detección, automatización y control **ekorRCI** instalada en las funciones de línea e interruptor pasante, presenta las siguientes prestaciones:

PRESTACIONES de la unidad ekorRCI	
GENERALES	
Nº. Captadores de intensidad de fase	3
Captador de intensidad de tierra (homopolar)	Opción
Captadores de tensión	Serie
Alimentación 24 – 125 Vcc / 24 – 110 Vca	Opción
Autoalimentación	No
Registro históricos	Serie
Sincronización horaria	Serie
DETECCIÓN	
Sobreintensidad entre fases (DT)	Serie
Sobreintensidad fase tierra (DT, NI, VI, EI)	Opción
Sobreintensidad ultrasensible (DT, NI, VI, EI)	Opción
Detección presencia/ausencia de tensión	Serie
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	
5 entradas	Serie
7 salidas	Serie
Estado interruptor	Serie
Maniobra interruptor	Serie
Anomalia interruptor	Serie
Estado seccionador tierra	Serie
Seccionalizador automático	Serie
Reset indicaciones	Serie
MEDIDAS	
Intensidad	Serie
Tensión trifásica (presencia/ausencia)	Serie
COMUNICACIONES	
MODBUS-RTU	Serie
Puerto RS-232 para configuración	Serie
Puerto RS-485 para telecontrol (par trenzado y fibra óptica)	Serie
Programa de ajuste y monitorización ekorSOFT	Opción





TIPOS DE UNIDADES

ekorRTK

Unidad de detección de presencia y ausencia de tensión trifásica en redes de MT desarrollada para su aplicación en el sistema **CGMCOSMOS**. Enfocada a instalaciones automatizadas, proporciona una señal independiente por cada una de las fases, evitando el uso de transformadores de tensión.

CARACTERÍSTICAS del ekorRTK

VALORES NOMINALES

Tensión de red	Valores de detección	3,5/13,8/15/20/30 kV
	Tolerancia de la medida	± 10%
Tiempo de indicación	Temporización	50/100 ms
	Tolerancia del tiempo	± 10 ms
Contactos de salida	Tensión	380 Vca, 230 Vcc
	Intensidad	16 A (ca)
	Potencia conmutación	500 VA (carga resistiva)
Tensión de alimentación	CA	17 V...260 V
	CC	17 V...360 V
Consumo		< 2,5 W
Temperatura	Funcionamiento	-10 °C...+60 °C
	Almacenamiento	-25 °C...+70 °C





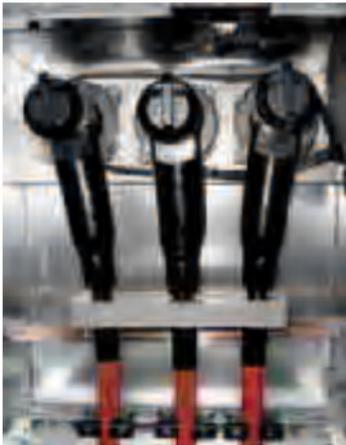
SENSORES DE MEDIDA

Son transformadores de intensidad toroidales de relación de transformación 300/1 A o 1000/1 A. Habitualmente van instalados y probados desde fábrica en los pasatapas de las celdas, lo que simplifica notablemente el montaje y conexionado en campo. El diámetro interior de los toroidales, permite la utilización de cables de hasta 400 mm² de sección, sin ningún inconveniente, ni problemas para realizar pruebas de mantenimiento con posterioridad.

Las principales ventajas que se derivan de la utilización de estos sensores en el sistema **CGMCOSMOS**, son las siguientes:

- **Mayor fiabilidad.** La captación de señal es más precisa debido a las altas relaciones de transformación.
- **Mayor seguridad.** Las partes activas al aire desaparecen con el consiguiente incremento de seguridad para las personas.
- **Menor volumen.** Resultado de su diseño, tienen unas dimensiones que permiten su instalación incluso en los pasatapas de la celda.
- **Amplio rango.** No siendo necesaria su sustitución por otros de mayor relación, en el caso de aumento de potencia en la instalación.
- **Fácil mantenimiento.** Permitiendo estar en servicio durante la realización de pruebas.

Para la detección ultrasensible de la intensidad de tierra se dispone de un transformador homopolar ($I_T \leq 10\% I_n$).



DISPARADOR BIESTABLE

Es un actuador electromecánico que se integra en el accionamiento de maniobra de la celda de MT. Se caracteriza por la baja energía de actuación necesaria para realizar el disparo.



TRANSFORMADORES TOROIDALES DE AUTOALIMENTACIÓN

Partiendo de una intensidad monofásica superior a 5 A (150 kVA en 20 kV) en la red de Media Tensión proporcionan la energía necesaria para alimentar las unidades **ekorRP**.



TARJETA DE ALIMENTACIÓN

Con Autoalimentación

Convierte a corriente continua la señal de los transformadores toroidales, alimentando al relé.

Con Alimentación Auxiliar

Dispone de una entrada de 230 Vca con un nivel de aislamiento de 10 kV, para ser conectada directamente al cuadro de BT de la instalación.

Opcionalmente, existen modelos alimentados desde 24 Vcc a 125 Vcc.

Independientemente del tipo de alimentación, la tarjeta incluye un circuito de test de disparo de la protección, así como de los conectores necesarios para realizar las pruebas funcionales de inyección de intensidad en operaciones de mantenimiento y revisión.



TIPOS DE UNIDADES

ekorCCP

El **ekorCCP** es un controlador de celdas programable diseñado para resolver aplicaciones de control (local o remotamente), telemando, maniobra y señalización en instalaciones de Media Tensión donde se precisen realizar automatismos, como transferencia de líneas, deslastes, reenganches, enclavamientos eléctricos entre celdas, centralización de alarmas, etc.

Su versatilidad permite la realización de aplicaciones en las que actúa en solitario, como elemento de control local, además de aquellas en las que, comunicándose, lo hace con otros controladores en red.

Presenta una estructura modular, con dos módulos fijos (CPU y alimentación) y cuatro de ampliación, para la adaptación de una forma flexible a las necesidades específicas de cada instalación.

Es compatible con diferentes tecnologías de comunicaciones (radio, fibra óptica, GSM, etc.) a través de sus canales, pudiendo utilizar tanto protocolos existentes como los de futura generación.

Principales características:

- Completa integración en las celdas del sistema **CGMCOSMOS**
- Eliminación de los errores de cableado
- Disminución del tiempo de puesta en marcha respecto al de los autómatas o dispositivos convencionales
- Armonización estética en la instalación

CARACTERÍSTICAS del ekorCCP

ALIMENTACIÓN Y CONSUMO	
Tensión Nominal	48 Vcc
Rango de tensiones	36 – 72 Vcc
Consumo medio	21 W
ENTRADAS Y SALIDAS	
Entradas / Salidas Digitales	Máximo 4 módulos de 12 entradas + 6 salidas por módulo
Salidas Fibra óptica	Máximo 4 módulos de 7 salidas por módulo
COMUNICACIONES	
Canales	1 Puerto RS-485 / 422 3 Puertos RS-232
Protocolos	MODBUS RTU, IEC 870-5-101, SAP20, etc.
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	
Tª de funcionamiento	- 10 a + 60 °C
Aislamiento y compatibilidad electromagnética	s/ensayos superados acordes a la normativa IEC
DIMENSIONES Y PESO	
Dimensiones	350 x 150 x 150 mm
Peso	5 kg





TIPOS DE UNIDADES

ekorSOFT

El software **ekorSOFT** constituye una herramienta de ayuda al ajuste y monitorización de parámetros de las unidades de protección, medida, señalización y control de la familia ekorSYS.

Tiene tres modos de funcionamiento principales:

- **Visualización:** Informa del estado del conjunto de la instalación, como pueden ser, medidas eléctricas, hora y fecha, parámetros de ajuste de protección y detección, etc.
- **Ajustes:** Facilita la introducción o cambio de los valores operativos de los parámetros.
- **Históricos:** Informa de los datos de los últimos eventos, así como del total de operaciones realizadas por la unidad.

Requisitos mínimos: Ordenador Pentium II, 32 Mb de RAM, sistema operativo MS Windows, a partir de la versión W95, y puerto de comunicaciones RS-232. La instalación de este software, mediante CD-ROM, requiere de 3 Mb libres en el disco duro.



Mercury

Aplicación informática que por medio de un Puesto de Control con función SCADA permite el telecontrol y telemando de Centros de Transformación.

Ofrece la funcionalidad de los despachos adaptada al área de Distribución, presentando las siguientes características:

- Base de Datos.
- Control de Comunicaciones.
- Visor de Puesto de Control.
- Editor de Centros.
- Editor de Terminales.
- Editor de Eventos.
- Representación gráfica en tiempo real de los Centros de Transformación o distribución por medio de un mapa geográfico y un esquema unifilar (configurables).

Requisitos: Ordenador Pentium II o superior, sistema operativo MS WindowsNT o sucesivos.

Nota: Para otros requisitos consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



ACCIONAMIENTOS

Los accionamientos de maniobra del sistema **CGMCOSMOS** están fabricados con la fiabilidad y bajo el aporte de nuevas tecnologías y materiales altamente resistentes a la corrosión. Sus circuitos auxiliares, encapsulados, aumentan su grado de protección y aislamiento, evitando así la influencia de humedad e impurezas ambientales.

Según el mecanismo de actuación (interruptor de tres posiciones o interruptor automático) existen diferentes modelos de accionamientos:

- B (manual para la función de línea)
- BM (motorizado para la función de línea)
- BR (manual con retención, para la función de protección con fusibles)
- RAV (manual para la función de interruptor automático)
- RAMV (motorizado para la función de interruptor automático)

La durabilidad mecánica de los accionamientos del interruptor

de tres posiciones es clase M1 para accionamientos manuales y clase M2 para accionamientos motorizados (IEC 60265 –IEC 60129), pudiendo ser fácilmente sustituidos bajo tensión, en cualquiera de sus tres posiciones (cerrado – abierto–puesto a tierra).

Respondiendo a la norma IEC 60129, la indicación de la posición del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra, se realiza de forma segura (ensayo de cadena cinemática).



Mando tipo B

Mando tipo BR
Opcionalmente se suministra con bobina de disparo



Mando tipo BM
Utilizado en centros telemandados



BOBINA DE DISPARO PARA MANDOS TIPO B / BR

	Tensión nominal	24 Vcc/48 Vcc 230 Vca	110 Vcc
	Consumo máximo	80 W 80 VA	80 W
	Aislamiento interno	2 kV	2 kV
Contacto de señalización	Serie: Posición interruptor	1 NAC	2 NA
		1 NAC+2 NA	
	Opcional: Puesta a tierra	2 NA	
	Posición interruptor	2NA + 2NC interruptor	
	Tensión nominal	250 Vca	
	Intensidad nominal	16 A	

MOTORIZACIONES PARA MANDOS TIPO BM

	Tensión nominal	24 Vcc/48 Vcc/110 Vcc/125 Vcc 230 Vca
	Consumo máximo	5,1 A/3,7 A/2,1 A/2,1 A 1,5 A
	Tiempo medio maniobra motor	3 s
Contacto de señalización	Posición del interruptor	2 NA + 2 NC
	Puesta a tierra	2 NA
	Tensión nominal	250 Vca
	Intensidad nominal	16 A

Nota: Para otros valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

La endurencia mecánica de los accionamientos del interruptor automático, conforme a la norma IEC 62271-100, es clase M1, lo que le confiere las máximas prestaciones de uso en aplicaciones con o sin reenganche. Opcionalmente se pueden suministrar cajones de control acoplables para la ubicación de los elementos de señalización y accionamiento de las funciones motorizadas.

SECUENCIAS DE MANIOBRA				
A	⌚	CA	⌚	CA
	0,3 s		15 s	
	0,3 s		3 min	
	3 min		3 min	

BOBINA DE DISPARO PARA MANDOS TIPO RAV

	Tensión nominal	24Vcc/48Vcc/110Vcc/125Vcc/230Vca
	Consumo máximo	60 W / 60 VA
	Aislamiento interno	2 kV
	Posición int. autom.	6NA + 6NC
Contacto de señalización	Tensión nominal	250 Vca
	Intensidad nominal	25 A

Mando tipo RAV



MOTORIZACIONES PARA MANDOS TIPO RAMV

	Tensión nominal	24Vcc/48Vcc/110Vcc/125Vcc/230Vca
	Consumo máximo	2,1A / 1,1A / 0,45A / 0,45A / 0,22A
	Tiempo máximo maniobra motor	13 s
Contacto de señalización	Posición del int. autom.	2 NA + 2 NC
	Puesta a tierra	1 NA + 1 NC
	Tensión nominal	250 Vca
	Intensidad nominal	25 A

Mando tipo RAMV



Nota: Para otros valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

CONEXIONADO DE CABLES

Pasatapas (Tipo IEC)

- Fabricados en resina epoxi, cumplen con los ensayos dieléctricos y de descargas parciales.
- Pueden ser de tres tipos: (EN 50181):
 - Enchufables hasta 200 A
 - Enchufables hasta 400 A
 - Atornillables hasta 630 A
- Situados en el compartimento de cables, opcionalmente, pueden ubicarse en el lateral de las celdas para una acometida directa al embarrado principal.

Nota: Para opción de pasatapas compatibles ANSI consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



Conectores

Tanto para la conexión directa a los pasatapas situados en el compartimento de cables, como para los ubicados en el lateral, es necesario disponer de los conectores apropiados, enchufables o atornillables (cuando la intensidad nominal es mayor a 400 A, o la intensidad de cortocircuito es igual o superior a 16 kA).

En las salidas a transformador (compartimento de cables) de las funciones de protección con fusibles, deberán utilizarse conectores enchufables de 250 A, pudiendo ser de tipo recto o acodado cuando se requiera salida trasera de cables. En la celda de protección con interruptor automático se deberán utilizar conectores apantallados.



Detalle conexión
Borna acodada
EUROMOLD (K-158LR)
enchufable



Detalle conexión
Borna en T
EUROMOLD (K-400TB)
atornillable



Detalle conexión
Borna recta
EUROMOLD (K-152SR)
enchufable

CONEXIONADO DE CABLES



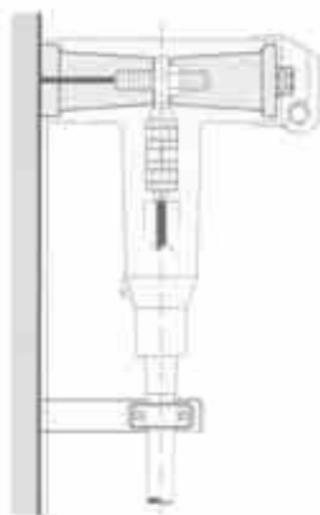
CONECTORES Y ACCESORIOS EUROMOLD

CONECTORES PARA PASATAPAS DE 250 A

		12 kV	12 kV	24 kV	24 kV
		Tipo Conector	Sección mm ²	Tipo Conector	Sección mm ²
Cable seco	Acodado	158LR	16 - 120	K-158LR	16-120
Cable seco	Recto	152SR	16 - 120	K-152SR	16-120

CONECTORES PARA PASATAPAS DE 400/630 A

		Intensidad Nominal [A]	12 kV	12 kV	24 kV	24 kV
			Tipo Conector	Sección mm ²	Tipo Conector	Sección mm ²
Cable seco	Apantallado	400	400LR	50-240	K-400LR	25-240
		400	400TE	70-240	K-400TE	25-240
		630	400LB	25-300	K-400LB	25-300
		630	400TBR	150	K-400TBR	240
		630	400TB	35-300	K-400TB	35-300
		630	440TB	185-630	K-440TB	185-630
		630	UC412L	70-240	UC412L	50-240
Cable con papel impregnado en aceite	Apantallado	630	400TB-MIND	35-300	K-400TB-MIND	35-300
		630	440TB-MIND	185-630	K-440TB-MIND	185-630



ACCESORIOS

	Hasta 24 kV	Hasta 36 kV
Derivación enchufable en T	250 A	-
Derivación enchufable en cruz	250 A	-
Tapones aislantes	250 A	400-630 A
Reductores	250 A	400-630 A
Bornas de unión	250 A	400-630 A
Auto válvulas	5 kA	10 kA

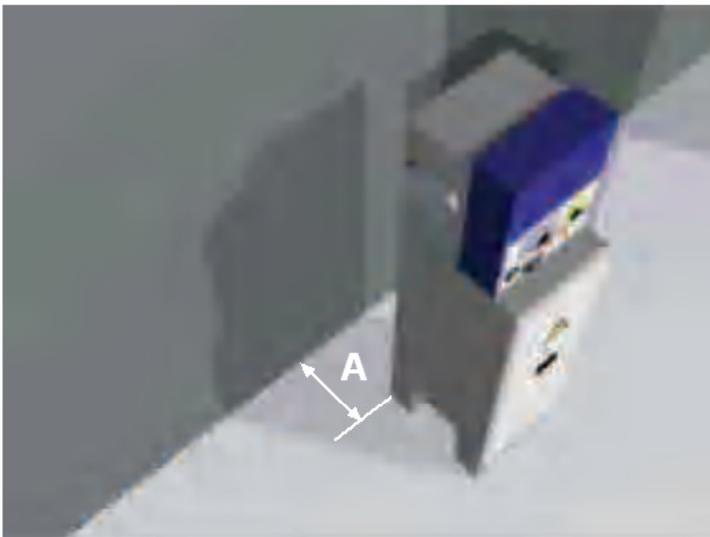
Nota: Para otros tipos y valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

INSTALACIÓN Y OBRA CIVIL

La entrada o salida de cables unipolares, en las celdas del sistema **CGMCOSMOS** en su variante estándar (1740 mm de altura) **no precisa de foso en obra civil**, cuando se acometen lateralmente al compartimento de cables(*).

Las distancias mínimas recomendadas para una correcta instalación, que hay que respetar entre la pared y los equipos

una vez fijadas las celdas al suelo y de acuerdo con los ensayos de arco interno realizados, en un habitáculo de 2300 mm de altura, para los módulos aislados en gas, según el anexo AA de la norma IEC 60298, se corresponden a las indicadas en la siguiente tabla:



CELDAS

	Distancia A
CGMCOSMOS - ...	mínimo 100 mm
CGMCOSMOS - V	mínimo 50 mm
CGMCOSMOS -RC	0 mm
CGMCOSMOS - M	0 mm

(* Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.



ELEMENTOS AUXILIARES



ACCIONAMIENTOS-MOTORIZACIONES

- Mando B: Accionamiento manual, mediante palanca, para el interruptor de tres posiciones.
- Mando BR: Accionamiento manual con retención para el interruptor de tres posiciones (Función de protección con fusibles).
- Mando BM: Accionamiento motorizado para el interruptor de tres posiciones.
- Mando RAV: Accionamiento manual para el interruptor automático.
- Mando RMAV: Accionamiento motorizado para el interruptor automático.
- Palancas de accionamiento: Para el mando del interruptor y el seccionador de puesta a tierra (opcionalmente antirreflex).
- Cajones de control.



CONECTIVIDAD

- Kit conjunto de unión, que incluye **ORMALINK**, pletina de tierra, tornillería, instrucciones y otros elementos para realizar el correcto ensamblado de dos módulos.
- Kit conjunto final, que incluye tapones finales, tapa metálica a instalar en el lateral de una celda, las instrucciones y otros elementos para su montaje.



PROTECCIÓN, MEDIDA, CONTROL Y SEÑALIZACIÓN FAMILIA EKORSYS

- ekorSPC: Comparador de fases. Testigo luminoso que indica la concordancia de fases entre dos celdas.
- ekorSOFT: Software de gestión de la familia ekorSYS.



PROTECCIÓN DE FUSIBLES

- Carro portafusibles 12 kV.
- Carro portafusibles 24 kV.



ENVOLVENTE METÁLICA

- Tapa inferior.
- Tapa de mando.
- Tapa superior.
- Cajón de acometida lateral.
- Perfiles auxiliares: recomendados para la instalación en locales con suelo irregular.



ENCLAVAMIENTOS/ CERRADURAS

- Cerradura: Dispositivo de condenación de maniobras en abierto o cerrado.



TABLA DE OPCIONES SISTEMA CGMCOSMOS

OPCIONES									
	Extensible	Mando motor	ekorVPIS	ekorSAS	ekorRCI	ekorRPG	ekorRPT	Puesta Tierra	Cajón Control
CGMCOSMOS-L	Serie	Opción	Serie	Serie	Opción	N.A.	N.A.	Serie	Opción
CGMCOSMOS-S	Serie	Opción	Serie(*)	Opción(*)	Opción	N.A.	N.A.	Opción	Opción
CGMCOSMOS-P	Serie	Opción	Serie	Opción	N.A.	N.A.	Opción	Serie (doble)	Opción
CGMCOSMOS-V	Serie	Opción	Serie	Opción	N.A.	Opción	N.A.	Serie	Opción
CGMCOSMOS-M	Serie	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Opción
CGMCOSMOS-RB	Serie	N.A.	Serie(*)	Opción(*)	N.A.	N.A.	N.A.	Opción	N.A.
CGMCOSMOS-RC	Serie	N.A.	Opción	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CGMCOSMOS-2LP	Opción	Opción	Serie	Serie(L) Opción(P)	Opción(L)	N.A.	Opción(P)	Serie	Opción
CGMCOSMOS-RLP	Opción	Opción(LP)	Serie(LP)	Serie(L) Opción(P)	Opción(L)	N.A.	Opción(P)	Serie(LP)	Opción
CGMCOSMOS-2L	Serie	Opción	Serie	Serie	Opción	N.A.	N.A.	Serie	Opción
CGMCOSMOS-3LP	Opción	Opción	Serie	Serie(L) Opción(P)	Opción(L)	N.A.	Opción(P)	Serie	Opción
CGMCOSMOS-2L2P	Opción	Opción	Serie	Serie(L) Opción(P)	Opción(L)	N.A.	Opción(P)	Serie	Opción
CGMCOSMOS-3L2P	Opción	Opción	Serie	Serie(L) Opción(P)	Opción(L)	N.A.	Opción(P)	Serie	Opción

(*) Únicamente en el modelo con puesta a tierra.
 Serie () Incluido de serie en la función indicada
 Opción () Incluido opcionalmente en la función indicada
 N.A. No aplica

Nota: para otras configuraciones consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial

INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL

(anexo GG de IEC 622751-200).

Sistema de Gestión Medioambiental: ISO 14001

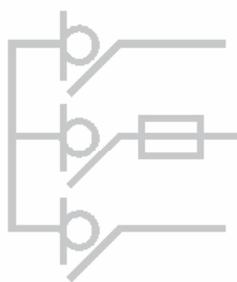
Los centros de producción de Ormazabal tienen implantados los correspondientes sistemas de gestión medioambiental, cumpliendo con las exigencias de la norma internacional ISO 14001 y avalados entre otros, por el Certificado de Gestión Ambiental AENOR CGM-00/38.

Las celdas del sistema CGMCOSMOS han sido diseñadas y fabricadas de acuerdo a los requisitos de la norma internacional IEC 622751-200.

Constructivamente y según modelos, disponen de un compartimento estanco de SF₆ que por diseño permite la plena operatividad del equipo a lo largo de toda su vida útil estimada de 30 años

Al final del ciclo de vida del producto, el contenido de gas SF₆ no deberá ser expulsado a la atmósfera, recuperándolo y tratándolo para su reutilización, siguiendo las instrucciones indicadas en las normas IEC 61634, IEC 60480 y la guía CIGRE 117.

Ormazabal, facilitará la información adicional que le sea requerida para llevar a cabo esta tarea de manera apropiada, tanto para la seguridad de las personas como para el medioambiente.

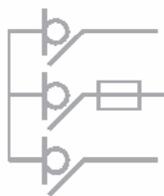


DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL

Tel.: +34 91 695 92 00

Fax: +34 91 681 64 15

www.ormazabal.com



Centros de Transformación

- Centros de Transformación Prefabricados hasta 36 kV
- Centros de Transformación para Parques Eólicos hasta 36 kV

Aparamenta de Media Tensión Distribución Secundaria

- Sistema CGM - CGC
- **Sistema CGMCOSMOS**

Aparamenta de Media Tensión Distribución Primaria

- Celdas de Potencia

Protección, Control, Automatización y Telemando

- Protección y Control
- Automatización y Telemando

Transformadores de Potencia MT/BT

Aparamenta de Baja Tensión

ANEXO B Tabla de conductores de media tensión

Las tablas incluidas en la presente sección, cubren los principales tipos de instalaciones eléctricas que se realizan en la actualidad en la industria petrolera, las empresas eléctricas y la industria en general, para la distribución de energía eléctrica.

Los valores de capacidad de corriente indicados en las tablas son aplicables a cables monopolares y tripolares, con conductores de cobre o aluminio aislados con XLPE o EPR, en los niveles de tensión de 5kV a 35kV, con temperatura del conductor en servicio continuo de 90°C y factores de carga de 75% y 100%. Los tipos de instalación adoptados en la Fig. 1 corresponden a los casos más importantes previstos por la publicación IEEE Std. 835 del año 1994, entre los cuales se incluyen:

- Cables en ductos subterráneos.
- Cables directamente enterrados (armados en formación trébol y horizontal).
- Cables al aire libre (con o sin armadura).

Cables de aleación de Aluminio 6201

Construcción

Los requerimientos de alta conductividad, alta resistencia a la tracción, facilidad en la construcción, montaje y reparación de las líneas y buena resistencia a la corrosión, son los parámetros que dan lugar al desarrollo de un nuevo material conductor: ALEACIÓN DE ALUMINIO 6201.

Aleación de Aluminio 6201 (AA6201)

Los conductores formados con alambres AA6201 son tratados térmicamente; su conductividad (52,5%) es menor que la del aluminio grado EC y su tracción también es mayor que la de los conductores grado EC.

Aplicaciones

Ideales para sistemas aéreos de distribución en tramos con las longitudes empleadas en áreas urbanas. Su elevada resistencia mecánica a la tracción aumenta su versatilidad, utilizándose en tramos cortos con alta carga mecánica y en tramos con longitud de 100mts. promedio, donde la carga mecánica es menor.

Tipos de instalación(IEEE)

Conductores en ductos subterráneos

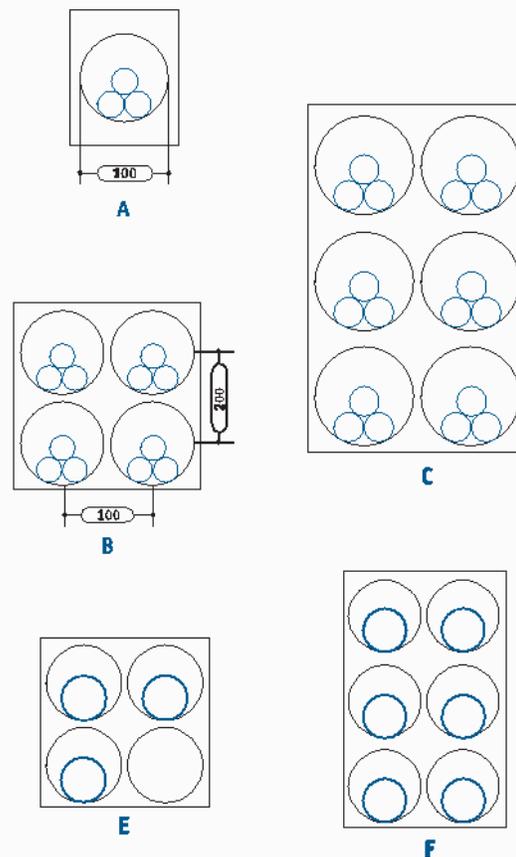


Fig. 1

Características: Físicas, mecánicas y eléctricas

Calibre AWG o MCM	Nº de hilos	Diámetro de cada hilo (mm)	Diámetro del cable (mm)	Sección (mm ²)	Peso (Kg / Km)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia			
							Corriente continua 20 °C (Ohms /Km)	Corriente alterna @ 60 HZ		
								25 °C (Ohms /Km)	50 °C (Ohms /Km)	75 °C (Ohms /Km)
2	7	2,47	7,42	33,62	92,70	1.087	0,9957	1,0254	1,0991	1,1852
1/0	7	3,12	9,36	53,51	147	1.734	0,6263	0,6376	0,6917	0,7458
2/0	7	3,50	10,51	67,44	186	2.091	0,4967	0,5054	0,5486	0,5915
4/0	7	4,42	13,25	107	296	3.335	0,3123	0,3182	0,3452	0,3722

Monopolar XLPE-PVC 5, 15 kV

Aplicaciones

Son adecuados para las instalaciones en ductos subterráneos, al aire, en canales y bandejas portacables. Se utilizan en la distribución de energía eléctrica, como alimentadores de circuitos de media tensión en instalaciones industriales y comerciales.

Pueden operar continuamente a una temperatura del conductor que no exceda los 90°C, en situación de emergencia 130°C y bajo condición de cortocircuito a 250°C.

Aislamiento: Estas especificaciones se refieren a los cables monopoles de 5 y 15 kV, con niveles de aislamiento de 100% y 133%, aislados con polietileno reticulado (XLPE-90°C) y cubierta de cloruro de polivinilo (PVC).

Conductor: Puede ser de cobre 100% de conductividad (ASTM B-3) o de aluminio 1350-H19 de 61% de conductividad (ASTM B 230), cableado clase "B" comprimido o compactado.

Pantalla del conductor: Es un compuesto de polietileno semiconductor (XLPE) extruido directamente sobre el conductor.

Aislamiento: Está constituido por compuesto de polietileno reticulado (XLPE 90°C), cuya función es proveer la rigidez dieléctrica necesaria para el nivel de tensión especificado.

Pantalla del aislamiento: Es una capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y en íntimo contacto con éste. Las funciones



de esta pantalla semiconductiva son:

- Confinar el campo eléctrico en el aislamiento.
- Obtener una distribución del gradiente eléctrico en forma radial y uniforme.
- Reducir el riesgo de descargas accidentales, ventaja obtenida sólo si la pantalla del cable es conectada a tierra, de lo contrario el riesgo de descargas se incrementa.

Pantalla metálica: Constituida por una cinta y/o alambres de cobre aplicados helicoidalmente. Su función es confinar el campo de superficies de descarga peligrosas en la periferia del cable.

Cubierta: Está constituida por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) de excelentes propiedades mecánicas.

Especificaciones: Los cables son manufacturados y probados de acuerdo a las últimas revisiones de las normas ICEA, publicación N° S-66-524, AIEC C55 y UL-1072.

Conductor monopolar XLPE - PVC 5 kV

Calibre del conductor AWG o MCA	Número de alambres	Espesor cubierta externa (mm)	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado		Radio mínimo de curvatura (mm)
				CU	AL	
Nivel de aislamiento: 100% - (Neutro a tierra) -Espesor de aislamiento: 2,29 mm						
2	7	1,52	20	645	415	240
1/0	19	1,52	22	875	520	280
2/0	19	1,52	23	1.035	590	290
3/0	19	2,03	25	1.290	720	310
4/0	19	2,03	28	1.540	825	330
250	37	2,03	29	1.765	925	350
500	37	2,03	36	3.175	1.490	440
Nivel de aislamiento: 133% - (Neutro aislado) -Espesor de aislamiento: 2,92 mm						
2	7	1,52	21	685	460	260
1/0	19	1,52	23	920	570	280
2/0	19	1,52	24	1.085	635	290
3/0	19	2,03	28	1.340	780	330
4/0	19	2,03	29	1.600	885	350
250	37	2,03	31	1.830	990	370
500	37	2,03	37	3.245	1.565	450

Conductor monopolar XLPE - PVC 15 kV

Calibre del conductor AWG o MCM	Número de alambres	Espesor cubierta externa (mm)	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado		Radio mínimo de curvatura (mm)
				CU	AL	
kg / km						
Nivel de aislamiento: 100% - (Neutro a tierra) -Espesor de aislamiento: 4,45 mm						
2	7	2,03	25	855	625	310
1/0	19	2,03	28	1.105	750	330
2/0	19	2,03	29	1.275	825	350
3/0	19	2,03	31	1.485	920	370
4/0	19	2,03	32	1.745	1.035	390
250	37	2,03	34	1.985	1.140	410
500	37	2,03	41	3.435	1.750	490
Nivel de aislamiento: 133% - (Neutro aislado) -Espesor de aislamiento: 5,46 mm						
2	7	2,03	28	940	715	330
1/0	19	2,03	30	1.200	845	360
2/0	19	2,03	31	1.370	925	370
3/0	19	2,03	33	1.590	1.020	400
4/0	19	2,03	34	1.855	1.140	410
250	37	2,03	36	2.130	1.285	440
500	37	2,03	43	3.565	1.880	520

Factores de corrección de las capacidades por variación de la temperatura

Temperatura del conductor (90°C)	Temperatura de referencia de las tablas (°C)	
Temperatura ambiente (°C)	25	40
10	1,11	1,26
15	1,07	1,22
20	1,04	1,18
25	1,00	1,14
30	0,96	1,10
35	0,92	1,05
40	0,88	1,00
45	0,83	0,95
50	0,78	0,89

Nota:

Para temperaturas ambientes distintas a las indicadas, el factor de corrección (Fc) aplicable, puede ser obtenido por medio de la siguiente fórmula:

$$F_c = \sqrt{\frac{T_c - T_a'}{T_c - T_a}}$$

en donde:

Tc: es la temperatura máxima del conductor usada en las tablas.

Ta: es la temperatura ambiente usada en las tablas.

Ta': es la nueva temperatura ambiente.

Capacidad de carga en amperios

Conductores monopolares 5 kV Y 15 kV aluminio

Aislamiento : XLPE o EPR
 Tipo de instalación: En ductos subterráneos no magnéticos

Capacidad de carga en amperios

Calibre del conductor AWG o MCM	Tres conductores monopolares por ducto						Un conductor monopolar por ducto			
	Tipo de instalación y factor de carga (%)						Tipo de instalación y factor de carga (%)			
	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo E		Tipo F	
	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%
2	132	124	114	101	95	82	165	151	144	129
1/0	171	161	147	130	122	104	211	193	184	163
2/0	195	183	166	147	138	119	234	214	204	180
3/0	222	208	188	166	156	132	263	241	230	203
4/0	254	237	213	188	176	149	303	278	265	234
250	278	260	233	206	192	162	324	298	284	250
500	412	381	340	269	275	231	472	429	407	356

Conductores monopolares 5 kV Y 15 kV de cobre

Aislamiento : XLPE o EPR
 Tipo de Instalación: En ductos subterráneos no magnéticos

Capacidad de carga en amperios

Calibre del conductor AWG o MCM	Tres conductores monopolares por ducto						Un conductor monopolar por ducto			
	Tipo de instalación y factor de carga (%)						Tipo de instalación y factor de carga (%)			
	Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo E		Tipo F	
	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%
2	169	159	146	130	122	106	194	178	169	148
1/0	220	206	188	167	156	133	260	238	227	199
2/0	250	234	212	188	176	152	296	271	258	227
3/0	284	266	241	213	199	169	332	304	289	255
4/0	323	302	272	240	224	189	382	350	333	293
250	355	331	298	263	245	207	410	376	358	315
500	518	479	427	372	345	290	566	517	497	433

NOTA: Las tablas de capacidad de carga expresadas en la pág. 13-12, presuponen las siguientes condiciones de operación:

- Temperatura máxima del conductor en servicio continuo: 90°C.
- Temperatura de la tierra: 25°C.
- Resistividad térmica del terreno (RH): 90°C x cm/Vatio.
- Tipos de instalación, según IEEE. (Ver figura N° 1, pág. 13-10).
- Se consideran ductos no magnéticos de 4" de diámetro.
- Para temperaturas diferentes de 25°C ver tabla "Factores de corrección por variación de temperatura", pág. 13-11.