

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PAUTAS DE OPTIMIZACIÓN TÉCNICA Y DE COSTOS DE EQUIPO
ELECTROMECAÁNICO PARA SUBESTACIONES RURALES**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR:

SAID YASHIN AGÜERO CARRASCO

**PROMOCIÓN
2003 - I**

LIMA – PERÚ

2007

**PAUTAS DE OPTIMIZACIÓN TÉCNICA Y DE COSTOS DE EQUIPO
ELECTROMECAÁNICO PARA SUBESTACIONES RURALES**

A mi Madre por su cariño, por su apoyo incondicional y por haberme dado las herramientas necesarias para Ser un hombre de Bien; y al Ing. Juan Bautista Rios, por su apoyo y sus consejos vertidos en mi persona.

SUMARIO

En vista al enorme crecimiento tecnológico y al mundo globalizado que venimos atravesando en la actualidad, con innovaciones que mejoran enormemente las prestaciones de los equipos que algunos años atrás eran considerados como la solución mas optima para las distintas aplicaciones de operación; el sector eléctrico no podía estar ajeno a este gran acontecimiento mundial, por ello, en el presente trabajo se busca dar a conocer que gracias a este acontecimiento mundial, tenemos la oportunidad de optimizar tanto la parte técnica como económica en la implementación de equipos electromecánicos de un patio de llaves de una subestación con equipos de tecnología de punta de cuarta generación que disponen de prestaciones superiores a los convencionales en flexibilidad, seguridad, confiabilidad, eficiencia, conservación del medio ambiente y complementado con una correcta especificación y selección técnica de los equipos; y esto ligado a un abaratamiento considerable en los costos de fabricación, debido al surgimiento de nuevas Fabricas internacionales que con mucho trabajo y esfuerzo han logrado un enorme desarrollo en sus diseños, han hecho realidad la implementación optima de un patio de llaves de una Subestación.

En la actualidad las empresas eléctricas deben ser conscientes de que las fallas implican en ciertos casos un lucro cesante, que es el factor que permite evaluar la conveniencia de utilizar dispositivos que mejoren la continuidad del servicio y de los factores que miden la calidad del mismo según la norma Ley Peruana en la NTCSE ; norma que están obligados a cumplir por encargo del organismo supervisor OSINERG, por lo que se hace imprescindible la optimización en el equipamiento de un patio de llaves con equipos que garanticen a la subestación un nivel aceptable de confiabilidad y calidad en el servicio.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
CONCEPCIÓN Y OPERACIÓN DE EQUIPOS DE UN PATIO DE LLAVES RURAL	
1.1. Equipos para una Subestación Convencional:	4
1.1.1. Interruptor de Potencia	4
1.1.2. Seccionador	6
1.1.3. Pararrayos	8
1.1.4. Transformadores de Instrumentación.	10
1.2. Equipos para una Subestación Óptima:	13
1.2.1. Recloser	13
1.2.2. Seccionador fusible de expulsión tipo “CUT OUT”	17
1.2.3. Seccionador fusible de Potencia “POWER FUSE”	19
1.2.4. Pararrayos	21
1.2.5. Transformadores de Instrumentación	21
CAPÍTULO II	
NORMATIVA PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	
2.1. Definiciones de las pruebas a que son sometidos los equipos en su proceso de fabricación de acuerdo a Normas internacionales.	22
2.2. Normas Internacionales que ayudan a definir las especificaciones técnicas de los equipos	23
2.2.1. Interruptor de Recierre Automático “RECLOSER”	23
2.2.2. Interruptor de Potencia	24
2.2.3. Seccionador de Potencia	25
2.2.4. Seccionador fusible tipo Expulsión “CUT OUT”	26
2.2.5. Seccionador fusible de Potencia “POWER FUSE”	26

2.2.6. Pararrayos	27
2.2.7. Transformadores de instrumentación	27

CAPÍTULO III

ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA UNA CORRECTA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

3.1. Conocimiento de las normas locales e internacionales	28
3.2. Conocimiento de los parámetros ambientales y características particulares del lugar de instalación	28
3.3. Corrección por altitud de instalación	30
3.4. Coordinación del aislamiento	31
3.5. Coordinación de la protección	32
3.6. Utilización correcta y adecuada de los equipos de acuerdo a su aplicación	32
3.7. Equipamiento por etapas	32
3.8. Mínimo mantenimiento	32
3.9. Distancias de instalación	33
3.9.1. Distancia entre fases y fase a tierra	33
3.9.2. Distancia guarda (Horizontal y vertical)	34
3.9.3. Distancias de seguridad	35

CAPITULO IV

OPTIMIZACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DEL PATIO DE LLAVES DE LA SUBESTACIÓN SAN FRANCISCO.

4.1. Especificaciones técnicas	36
4.1.1. Reconector de Recierre Automático “Recloser”	36
4.1.2. Interruptor de Potencia	38
4.1.3. Seccionador de Potencia	40
4.1.4. Seccionador fusible tipo expulsión “CUT-OUT”	42
4.1.5. Seccionador fusible de Potencia “Power Fuse”	43
4.1.6. Pararrayos	43
4.1.7. Transformador de corriente	44
4.1.8. Transformador de tensión	45
4.2. Tabla de datos técnicos	46

4.3. Cálculos justificativos	58
4.3.1. Línea de fuga	58
4.3.2. Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo y la tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial	59
4.3.3. Selección de los pararrayos	61
4.4. Cuadro comparativo de las ventajas técnicas de la optimización.	64

CAPÍTULO V

CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

5.1. Impacto Ambiental	66
5.2. Evaluación del impacto ambiental	66
5.2.1. El estudio de impacto ambiental	67
5.3. Protocolo de Kyoto	68
5.3.1. Bonos de Carbono	69
5.3.2. Calentamiento Global	70
5.3.3. Efecto invernadero	71

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE COSTOS

6.1. Cuadro comparativo de presupuestos entre el equipamiento Eléctrico de un patio de llaves convencional y un patio de llaves optimizado	73
6.2. Aspectos comerciales a ser tomados en consideración	78
6.2.1. Adquisición de equipos considerando las diferentes modalidades de importación según el INCOTERM 2000	78
6.2.2. Aspectos de globalización de mercado	80

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca dar a conocer algunos lineamientos generales de la optimización en la implementación de equipos electromecánicos en un patio de llaves básicamente en subestaciones aplicables a las áreas rurales del Perú, que nos permitan lograr mejores prestaciones técnicas a menores costos tanto en el equipamiento como en el mantenimiento de los mismos.

Los objetivos que busca el presente trabajo son:

- ✓ Implementar un patio de llaves de una Subestación con las prestaciones de flexibilidad, confiabilidad y calidad de servicio que le permita cumplir en forma optima con las exigencias de las normativas y reglamentos vigentes en el sector eléctrico.
- ✓ Demostrar que teniendo una buena concepción y especificación técnica de los equipos que implementan el patio de llaves podemos obtener un ahorro considerable en el aspecto económico.
- ✓ Demostrar que debido al mundo globalizado que estamos viviendo, donde la confiabilidad, calidad y precios competitivos de los productos se han hecho exigentes y primordiales en la adquisición de equipos eléctricos de Media y alta tensión, y esto unido al surgimiento de nuevas fabricas en el mercado mundial quienes con diseños mejorados, innovadores y con mayores prestaciones que los equipos convencionales; son una solución concreta a nuestras necesidades.
- ✓ Concientizar y recomendar en la medida que sea posible la no utilización de materiales y compuestos que son peligrosos al ser humano y que dañan nuestro medio ambiente.

Para cumplir de una manera clara y precisa con nuestros objetivos arriba mencionados, el presente trabajo esta considerando como Subestación de referencia, para efectos de comparación tanto en el análisis técnico como en el de costos, a la Subestación San Francisco, ubicada a 1000 m.s.n.m., adyacente a las instalaciones de la C.H. de San Francisco de propiedad de ADINELSA, estas instalaciones se encuentran localizadas

aproximadamente a 5 km. De la ciudad de San Francisco en el distrito de Kimbiri, provincia de la convención, en el departamento del Cuzco. Dicha subestación estará diseñada para operar en una configuración de simple barra que albergará a un modulo de llegada para el transformador de 4MVA – 62+/-8x1.25% / 23kV completamente equipado, así como un sistema de simple barra en 22.9kV, simple barra con tres módulos de llegada de transformador, una conectada al transformador de 4MVA y las otras dos conectadas a dos transformadores existentes los cuales no serán considerados en el estudio de costos del presente trabajo; y finalmente tres módulos de salida en 22.9kV que se conectaran a las líneas primarias existentes.

En el capítulo I estaremos viendo los distintos conceptos, funcionamientos y la correcta aplicación de los equipos que conforman el patio de llaves ha ser implementado.

En el capítulo II veremos cuan importante es respetar y cumplir las normas internacionales que rigen el diseño y fabricación de los equipos eléctricos para la selección correcta de las mismas.

En el capítulo III veremos la importancia de tener claro los conceptos y aspectos técnicos que debemos considerar para una buena y correcta selección de los equipos.

En el capítulo IV definimos la Subestación que se tomará como referencia para el estudio técnico y económico en el equipamiento electromecánico de un patio de llaves. En este capitulo es donde nos daremos cuenta en que magnitud podemos mejorar y optimizar la parte técnica tanto en la correcta selección de los equipos como en la distribución y aplicación correcta de los equipos electromecánicos en un patio de llaves.

En el capítulo V trataremos de un aspecto muy importante que nos afecta a todos los que habitamos este planeta, la conservación del medio ambiente; cuyo objetivo primordial es concientizar a las concesionarias a cuidar y conservar el habitat de todos los seres vivos. En tal sentido, promover en la medida que se pueda, adquirir equipos que no amenacen, afecten ni destruyan nuestro medio ambiente.

En el capítulo VI trataremos un aspecto importante, tan importante como el aspecto técnico, la evaluación de costos. En este tema veremos básicamente la comparación de costos entre implementar un patio de llaves en forma convencional e implementar un patio de llaves en forma optima.

Como parte final, redactaremos las conclusiones correspondientes a que hemos llegado, conjuntamente con las recomendaciones técnicas y económicas que de una u otra manera

buscan mejorar la implementación de equipos electromecánicos dentro de un patio de llaves. Por otro lado estamos anexando material que sirvió de referencia para el estudio técnico y de costos del presente trabajo.

CAPÍTULO I

CONCEPCIÓN Y OPERACIÓN DE EQUIPOS DE UN PATIO DE LLAVES RURAL

1.1. Equipos para una Subestación Convencional:

1.1.1. Interruptor de potencia.-

El interruptor de potencia es el dispositivo encargado de desconectar una carga o una parte del sistema eléctrico, tanto en condiciones de operación normal (máxima carga o en vacío) como en condición de cortocircuito. La operación de un interruptor puede ser manual o accionada por la señal de un relé encargado de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico, donde está conectado.

✓ Partes principales de un Interruptor de potencia:

- **Estructura.-** Un interruptor de potencia es esencialmente un ensamblaje de partes en un marco metálico resistente. Según factores tales como capacidades nominales y método de interrupción, se proporcionan en varias formas, tamaños y configuraciones.
- **Mecanismos de Operación.-** El interruptor de potencia emplea un mecanismo de operación con energía almacenada para abrir el interruptor. Tiene un mecanismo de cierre con energía almacenada, de tipo resorte, cargado a través de un motor. El cierre del interruptor carga los resortes de aceleración. Relevadores protectores en el conmutador de control suministran energía a una bobina de disparo en derivación para liberar los resortes de aceleración y abrir el interruptor.
- **Unidad de Disparo.-** Una unidad de disparo es típicamente integrada en un interruptor. Pero, **el interruptor de potencia utiliza unidades de disparo montadas externamente para proporcionar la inteligencia operacional.** Estos dispositivos se conocen como relevadores protectores.

• **Extintor de Arco.-** El extintor de arco extingue el arco producido cuando los contactos son separados para interrumpir el flujo de la corriente. Entre mayor es la tensión, más difícil es interrumpir el flujo de la corriente.

Existen numerosas tecnologías de extinción de arco, pero hoy en día son dos las tecnologías que sobresalen por su eficiencia y confiabilidad; la extinción de arco en vacío y la extinción de arco con hexafluoruro de azufre.

La aplicación de los interruptores de potencia están básicamente en las subestaciones eléctricas, teniendo como objetivo principal proteger a la subestación de las sobrecorrientes y cortocircuitos que pudieran afectar a la subestación.

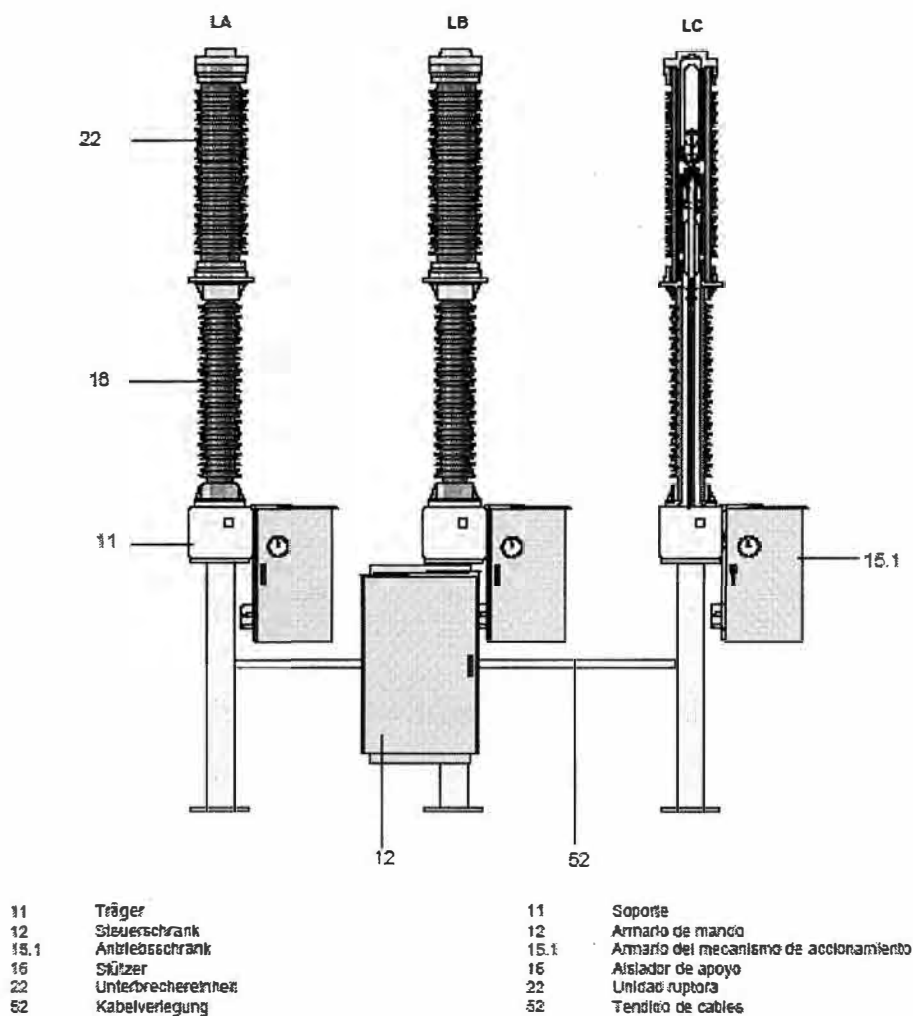


Fig. 1.1 Vista frontal del Interruptor de Potencia

Los Estándares aplicables al diseño y fabricación de los Interruptores de Potencia, están basados en general en las Normas IEC “Norma Europea” y las Normas ANSI “Norma Americana”, mayores detalles se definen en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.1.2. Seccionador.-

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”, incluyendo las corrientes capacitivas de aisladores, barras, conexiones, cables de muy corta longitud e intensidades de transformadores de tensión.

Los seccionadores de potencia propiamente dichos se dividen básicamente en dos grandes grupos:

- Seccionadores de línea.
- Seccionadores de barra.

Dentro de estos dos grandes grupos podemos encontrar varios tipos de seccionadores tales como son:

- Seccionador de apertura central
- Seccionador de doble apertura
- Seccionador de apertura vertical e instalación horizontal,
- Seccionador de apertura vertical e instalación vertical,
- Seccionador Pantógrafo.

Todos los modelos mencionados tienen su aplicación principal en Subestaciones eléctricas, teniendo como objetivo primordial el seccionamiento y aislamiento de una eventual área de trabajo de mantenimiento dentro de la subestación.

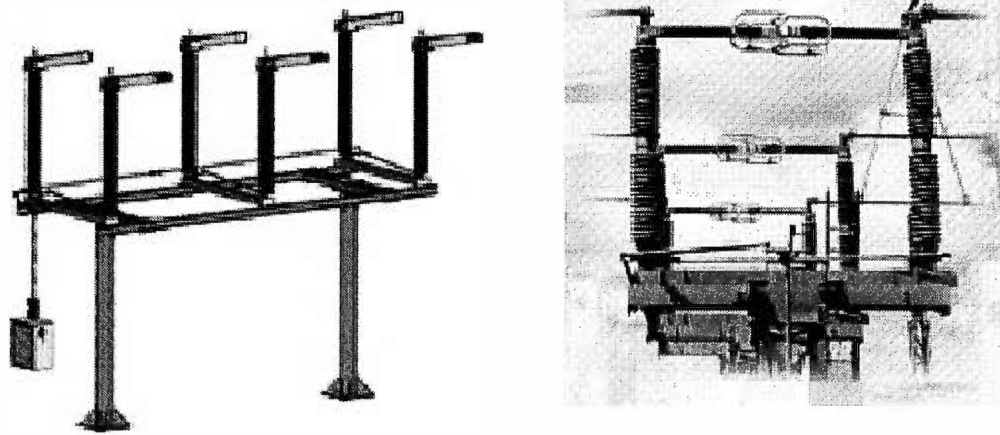
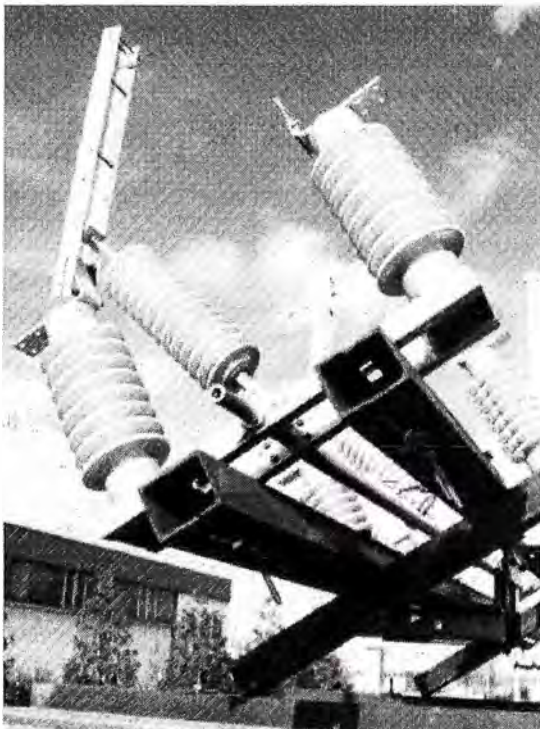


Fig. 1.2 Vista frontal del Seccionador de apertura central, montaje horizontal



N.B. H-M TO BE DEFINED WHEN ORDERING

RATED NORMAL CURRENT: 630-1600 A										
RATED VOLTAGE	BIL	A	B	C	D	E	F	Gmin.	Hmin.	Mmin.
52	250	860	1120	685	135	750	750	1540	2500	650
72.5	325	1060	1270	875	135	900	680	1340	2500	803

Fig. 1.3 Vista frontal del Seccionador de apertura vertical, montaje vertical

Los Estándares aplicables al diseño y fabricación de los Seccionadores de potencia, están basados en las Normas IEC “Norma Europea” y las Normas ANSI “Norma Americana”, mayores detalles se definen en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.1.3. Pararrayos.-

Los pararrayos son descargadores de sobre tensiones que buscan drenar a tierra cualquier perturbación eléctrica que pudiera ser dañino para los equipos de potencia en la subestación como transformadores, interruptores, seccionadores, etc. Anteriormente hubieron tres tipos de pararrayos para subestación, tales como pararrayos con descargadores tipo plato, pararrayos con resistencias de carburo de silicio tipo válvula y pararrayos sin descargadores con resistencias no lineales metal-óxido (MO ó óxido de Zinc); estos últimos han desplazado a los anteriores en las subestaciones de media y alta tensión.

Estos pararrayos de Óxido de Zinc consiste de una serie de pastillas de óxido de zinc, con una característica natural de resistencia altamente no lineal, el cual al estar energizado al voltaje de línea - tierra, permite sólo el paso de una pequeña corriente de fuga. Esta corriente es del orden de miliamperios (principalmente es capacitivo con una pequeña componente resistiva) por lo cual puede ser tolerada por el sistema durante el régimen normal de operación.

La operación del pararrayo bajo condiciones de estado estable el voltaje nominal línea - tierra está completamente aplicado a sus terminales, Cuando una sobre tensión ocurre, el pararrayo limita el sobrevoltaje a los niveles requeridos de protección, conduciendo la corriente resultante a tierra. Una vez que la condición de sobre tensión haya pasado, éste recobra su característica de alta resistencia no lineal conduciendo una pequeña corriente de fuga.

Los Pararrayos tienen su principal aplicación en las Subestaciones eléctricas, teniendo como objetivo primordial limitar y proteger a todos los equipos dentro de la subestación de los saltos de chispa o las perforaciones eléctricas del aislamiento que podrían sufrir los equipos debido a sobre tensiones atmosféricas en el sistema.

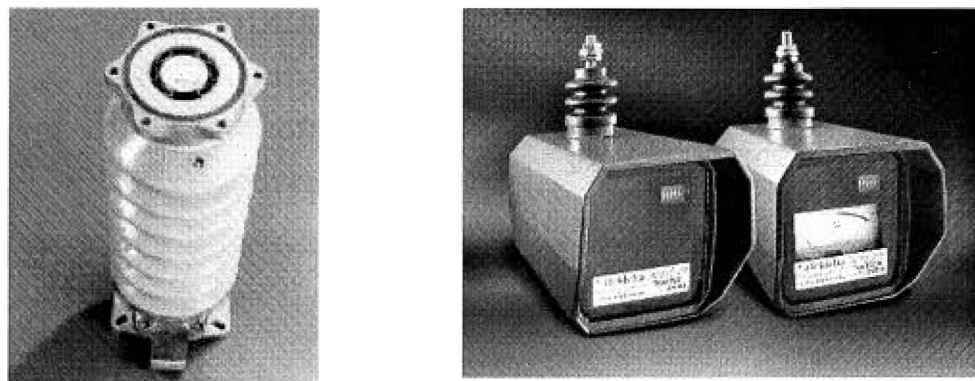
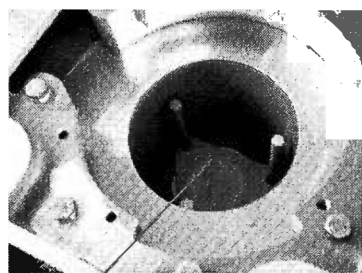


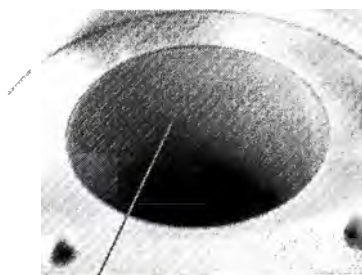
Fig. 1.4 El Pararrayos y su contador de Descarga



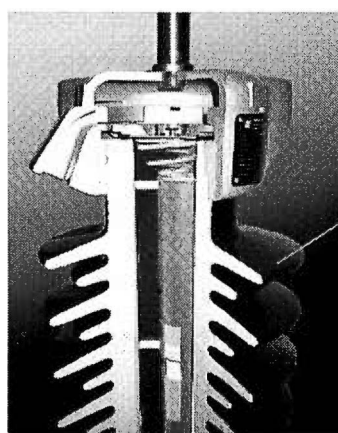
Membrana de sellado / Alivio de presión



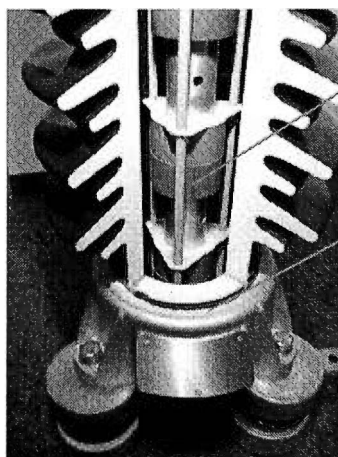
Parte activa



Tubo de vacío



**Envolvente en
porcelana**



Disco ZnO

Cemento

Fig. 1.5 El Pararrayos y sus partes principales

Los Estándares aplicables al diseño y fabricación de los Pararrayos, están basados en general en las Normas IEC “Norma Europea” y las Normas ANSI “Norma Americana”, mayores detalles se definen en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.1.4. Transformadores de Instrumentación.-

Son Transformadores de medida que están diseñados para alimentar instrumentos de medida (indicadores, registradores, integradores), relés o aparatos análogos. Los transformadores de Instrumentación básicamente están conformados por los transformadores de corriente y los transformadores de tensión.

✓ Transformadores de Corriente.-

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

Los valores nominales de los transformadores de corriente se definen como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Unas relaciones típicas de un transformador de corriente podrían ser 600 / 5, 800 / 5, 1000 / 5. Los valores nominales en su lado secundario de los transformadores de corriente podrían ser de 5 A y 1 A.

El primario de estos transformadores se conecta en serie con la carga, y la carga de este transformador esta constituida solamente por la impedancia del circuito que se conecta a él.

1. Protector de la membrana
2. Válvula de desaireación
3. Indicador de posición de la membrana
4. Membrana de expansión
5. Aislamiento de A.T
6. Arrollamiento secundario
7. Terminales primarios
8. Cabeza del transformador
9. Aislador (porcelana o resina cicloalifática)
10. Carcasa
11. Caja de terminales secundarios
12. Terminales secundarios
13. Válvula de carga y vaciado de aceite

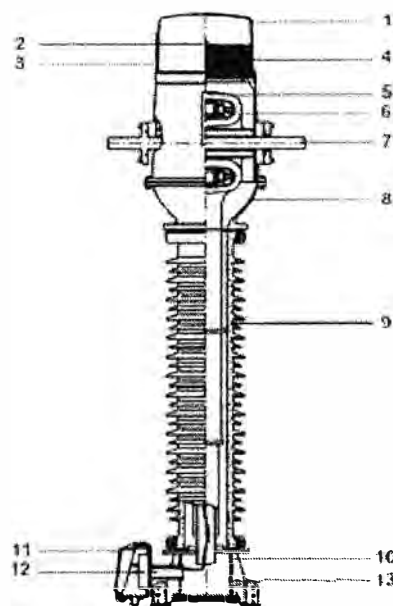


Fig. 1.6 Vista frontal del transformador de corriente

✓ Transformadores de Tensión.-

Es un transformador con devanado especial, cuyo objetivo principal es la de censar y suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, como así también la de proveer de energía al circuito de medición. Además, puesto que uno de los objetivos es el muestreo de voltaje, aquello deberá ser particularmente preciso como para no distorsionar los valores verdaderos. Se pueden conseguir transformadores de potencial de varios niveles de precisión, dependiendo de que tan precisas deban ser sus lecturas, para cada aplicación especial.

Los transformadores de tensión son equipos con potencias nominales muy bajas, cuentan con un primario de alto voltaje y un secundario de baja tensión conectada en paralelo con el circuito de potencia y en el secundario se conectan los instrumentos o aparatos de medición y protección. Dentro de los transformadores de tensión encontramos dos grupos:

- **Transformadores de tensión Inductivos.-** Los Transformadores de Tensión Inductivos están diseñados para reducir las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales, separando del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.

El diseño y construcción del núcleo y los devanados proporcionan una alta exactitud de medición y minimizan el riesgo de ferorresonancia.

El exclusivo relleno de arena de cuarzo minimiza el volumen de aceite y permite un sistema de expansión fiable y simple, sin piezas móviles, generando así una fiabilidad de funcionamiento superior y minimiza la necesidad de mantenimiento.

1. Terminal primario
2. Protector de la membrana
3. Membrana
4. Brida
5. Aislador (porcelana o resina cicloalifática)
6. Aislamiento principal
7. Arrollamiento secundario
8. Arrollamiento primario
9. Núcleo
10. Carcasa
11. Caja Terminales Secundarios
12. Entrada de Cable

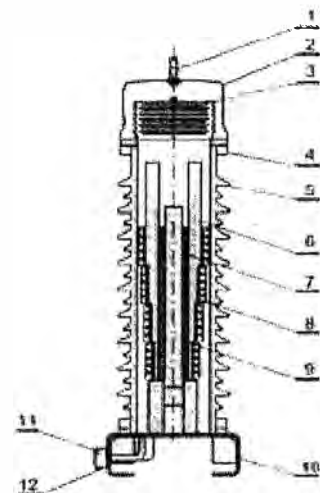


Fig. 1.7 Vista frontal del transformador de Tensión Inductivo

• **Transformadores de tensión Capacitivo.**- Este tipo de transformador cumple las mismas funciones que un transformador inductivo, con la diferencia de que el transformador capacitivo esta construido con un divisor de tensión capacitivo instalado en un transformador de media tensión inductivo. Esto hace que el diseño de esta clase de transformadores nos proporcionan excelentes propiedades transitorias y una estabilidad de precisión óptima.

Para mejorar más aún la exactitud de medición a distintas temperaturas, el componente activo del elemento condensador está dotado de un dieléctrico mixto. Ello hace que los transformadores sean excelentes para la medición de tensión.

Una de las características mas saltantes que posee el transformador de tensión capacitivo es que debido a que posee baja capacitancia de dispersión, ofrece amortiguamiento de baja y alta frecuencia, y por lo tanto son adecuados para comunicaciones de PLC. Es decir que los Condensadores de Acoplamiento sirven como acoplamiento de señales de comunicación, las cuales son transmitidas en alta frecuencia a través de las líneas de alta tensión.

1. Terminal primario
2. Membrana metálica
3. Juego de capacitores
4. Brida del aislador
5. Terml. para telefonía de alta frecuencia
6. Saltachispas
7. Filtro
8. Transformador intermedio
9. Reactor
10. Aislador (porcelana o resina cicloalifática)
11. Agarradera para levantar
12. Indicador de nivel de aceite
13. Caja de terminales
14. Entrada de cable terml. secundarios
15. Válvula para aceite
16. Cuba

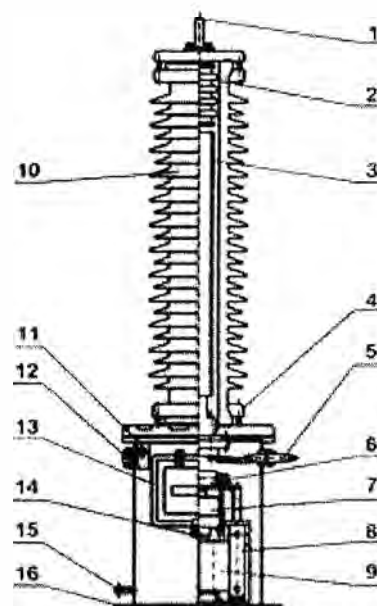


Fig. 1.8 Vista frontal del transformador de Tensión Capacitivo

Como podemos apreciar tanto los transformadores de corriente como los transformadores de tensión, pueden ser fabricados de porcelana (Aislador) o de resina cicloalifática; dependiendo del nivel de tensión para el que se quiera aplicar, ya que los transformadores

fabricados de resina cicloalifática tienen un nivel máximo de tensión aplicable de hasta 36kV.

Los Estándares aplicables al diseño y fabricación de los Transformadores de Instrumentación, están basados en general en las normas IEC “Norma Europea” y las Normas ANSI “Norma Americana”, mayores detalles se definen en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.2. Equipos para una Subestación Óptima:

1.2.1. Interruptor de Recierre Automático “RECLOSER”.-

El Recloser es un interruptor inteligente de recierre automático, este equipo eléctrico-electrónico tiene su aplicación en los sistemas eléctricos de distribución en media tensión. Los Recloser primordialmente cumplen la función de corte y maniobra gracias a un diseño auto controlado para interrupción y recierre automático en circuitos de corriente alterna, con una secuencia predeterminada de apertura y cierre, seguida por una fase de restablecimiento, bloqueo de apertura (enclavamiento) y desbloqueo de apertura, brindando de esta manera flexibilidad, confiabilidad, seguridad y eficiencia al sistema eléctrico de distribución.

El Recloser por ser un Interruptor de recierre automático necesita de un control electrónico y de una fuente auxiliar de energía, por lo que el equipo se convierte en un conjunto de dos dispositivos principales, el tanque y el gabinete de control, ambos complementados conforman un equipo inteligente capaz de realizar las maniobras que permitan despejar las distintas fallas que se presenten en el sistema; en tal sentido a continuación describiremos los dispositivos que componen el Recloser:

✓ **Tanque del Recloser (Outdoor switching module).**- Es donde se encuentran los dispositivos de fuerza que tienen como objetivo principal el despeje de la falla , los dispositivos que componen el tanque son:

- Cámaras de interrupción de arco, es donde el arco eléctrico es extinguido debido a las cámaras de vacío (**Vacuum interruptor**) instaladas uno en cada fase del Recloser.

- Aislamiento, es aquel material orgánico que envuelve a toda la parte activa del Interruptor, teniendo como objetivo principal mantener el aislamiento dieléctrico dentro del tanque.
- Actuador magnético, es el mecanismo que apertura y cierra los contactos, cada fase tiene un actuador magnético de bobina simple los cuales están enclavados mecánicamente para una operación trifásica.
- Aisladores (bushing), son hechos de goma de silicona.
- Sensores de corriente (CS), 6 sensores de corriente están implementados en el Recloser, tres (3) de ellos en el lado de fuente miden las corrientes de fase mientras los tres en el lado de carga miden las corrientes residuales.
- Sensores de tensión (CVT), 6 sensores de tensión uno en cada bushing, nos proporcionan la medición de las tensiones en cada y la protección direccional.
- Tanque propiamente dicho, hecho de acero inoxidable, con grado de protección IP65.
- Mecanismo de disparo mecánico, usado en casos de emergencia.

1. Conector de bujes
2. Aislador de goma de silicona
3. Bota del aislador
4. Sensor de corriente
5. Sensor de tensión
6. Tanque de acero inoxidable
7. Actuador Magnético
8. Muelle de apertura
9. Interruptores auxiliares (Auxiliary Switches)
10. Varilla motriz aislada
11. Caja de policarbonato
12. Interruptor de vacío (vacuum interrupter)
13. Ventilación de cerámica
14. Aro de Activación mecánica

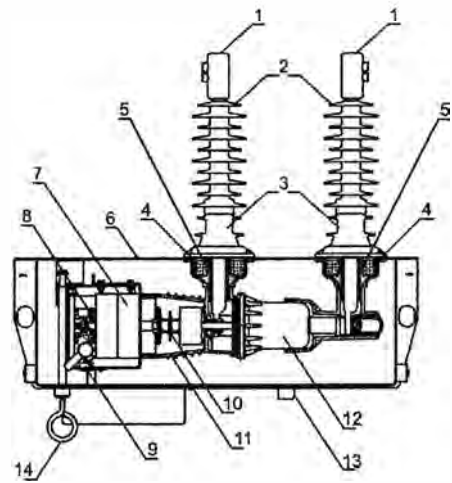


Fig. 1.9 Vista de la Sección transversal del Recloser

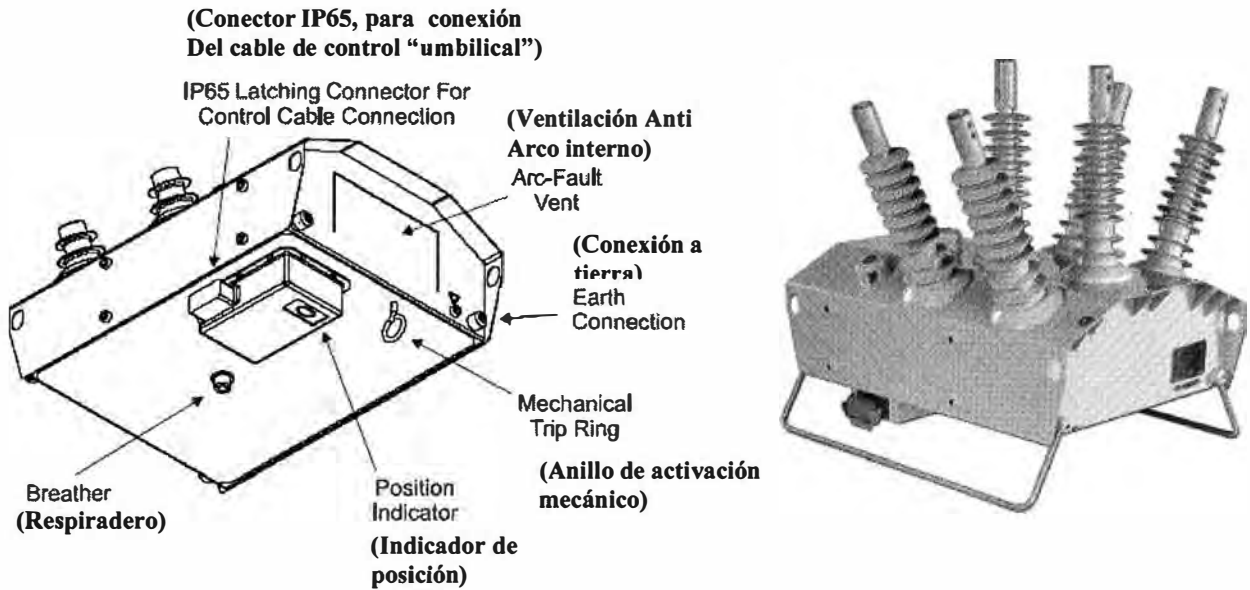


Fig. 1.10 Diseño constructivo del tanque

✓ **Cubículo de Control (Control cubicle).**- Es donde se encuentra todo el sistema electrónico de control y comunicación basado en microprocesadores, los dispositivos que componen el gabinete de control son:

- **Modulo de procesamiento principal (Main Processing Module)**, donde se ubica el Relé cuya función principal es la de protección y control.
- **Modulo de entradas y salidas (I/O Module)**
- **El modulo generador de pulsos de corriente (Driver)**, en donde se incorpora el banco de capacitares que proporciona la energía suficiente y necesaria para el disparo y cierre del interruptor.
- **Modulo de alimentación "sistema UPS, baterías recargables" (Power supply module)**, es el que proporciona la energía necesaria y suficiente que necesita el Recloser para mantener un servicio ininterrumpido.
- **Dispositivo RTU y radio MODEM**, son dispositivos que complementan al Recloser, teniendo como objetivo primordial la transmisión de información en forma remota hacia un centro de control, teniendo la capacidad de poderse integrar a un **sistema SCADA**.

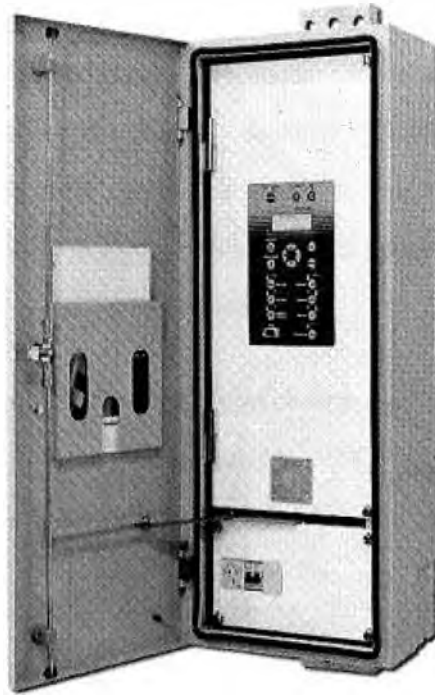


Fig. 1.11 Vista frontal del cubículo de control

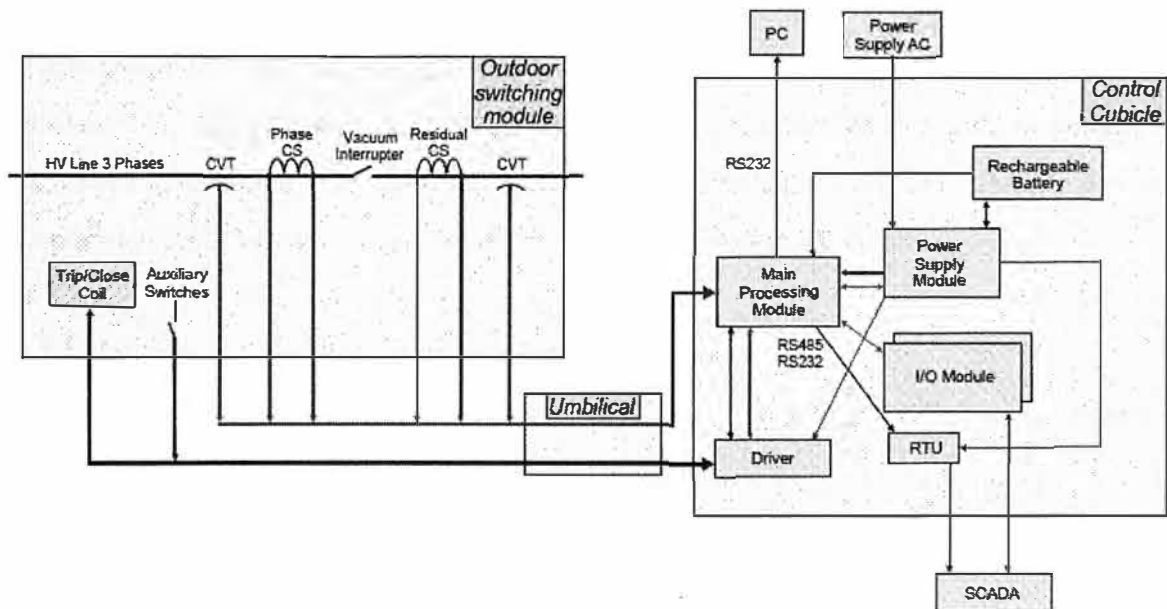


Fig. 1.12 Diagrama de funcionamiento del equipo Recloser

Como hemos podido apreciar, la aplicación de los reconectores, se puede dar tanto en Subestaciones y líneas de distribución, es decir instalado en estructura soporte en Subestación o instalado en poste, cumpliendo en ambos casos su correcta función, que es la de despejar fallas verdaderas que pudieran suceder en el sistema, evitando aperturas prolongadas innecesarias, debido a que cuenta con un sistema automático e inteligente de recierres que despejan mínimas fallas transitorias.

Los Estándares aplicables al diseño y fabricación de los Interruptores de recierre automático, están basados en general en las normas IEC “Normas Europeas” y las Normas ANSI “Normas Americanas”, mayores detalles se definen en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.2.2. Seccionador fusible tipo expulsión “CUT OUT”.-

Los cortacircuitos de expulsión CUT-OUT que incluyen un fusible, son seccionadores unipolares para montaje vertical, especialmente diseñados para ser utilizados en exterior, dando una amplia protección a los sistemas de distribución aéreos, de tensiones comprendidas entre 6 kV y 36 kV.

Todos los CUT-OUT van equipados con ganchos para la apertura en carga mediante pértigas especiales, que se conectan en paralelo con el tubo portafusible.

Asimismo, los aparatos tienen un ingenioso sistema constructivo que guía el portafusible, durante el cierre, de manera que éste se realiza con gran seguridad, sea cual sea la posición del operario, cumpliendo así su función de operación y de protección.

Los CUT OUT, cumplen las funciones de:

- Operación y Protección frente a sobre corrientes. Al actuar el fusible se produce la apertura de circuito.
- Permite la operación manual de apertura y cierre del seccionador.

Las Aplicaciones que se les da generalmente a los Seccionadores fusibles son para:

- Proteger transformadores de potencia de baja potencia
- Proteger Banco de condensadores
- Proteger Derivaciones de líneas rurales.

Las capacidades eléctricas de los Seccionadores fusibles “Cut Out” estan de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla N° 1.1 Tabla de Capacidades Eléctricas “CUT OUT”.

kV			Amperios, RMS			Mínima Distancia de fuga a tierra	
Nominal	Max.	BIL	Cont.	Interr., Asimetrica		Pulgadas	mm
				60 Hz	50 Hz		
14.4	15	110	100	10 000	8 000	8-1/2	216
				12 000■	9 600■		
			200	16 000	12 800	8-1/2	216
				12 000	9 600	8-1/2	216
Desconectado	—	—	8-1/2	216			
25	27	125	100	8 000	6 400	11	279
				12 000	9 600	11	279
			200	16 000■	12 800■	11	279
				10 000	8 000	11	279
		Desconectado	—	—	11	279	
		150	100	8 000	6 400	17	432
				12 000	9 600	17	432
			200	12 000	9 600	17	432
				16 000■	12 800■	17	432
			200	12 000	9 600	26	660
				10 000	8 000	17	432
			Desconectado	—	—	17	432
—	—			26	660		

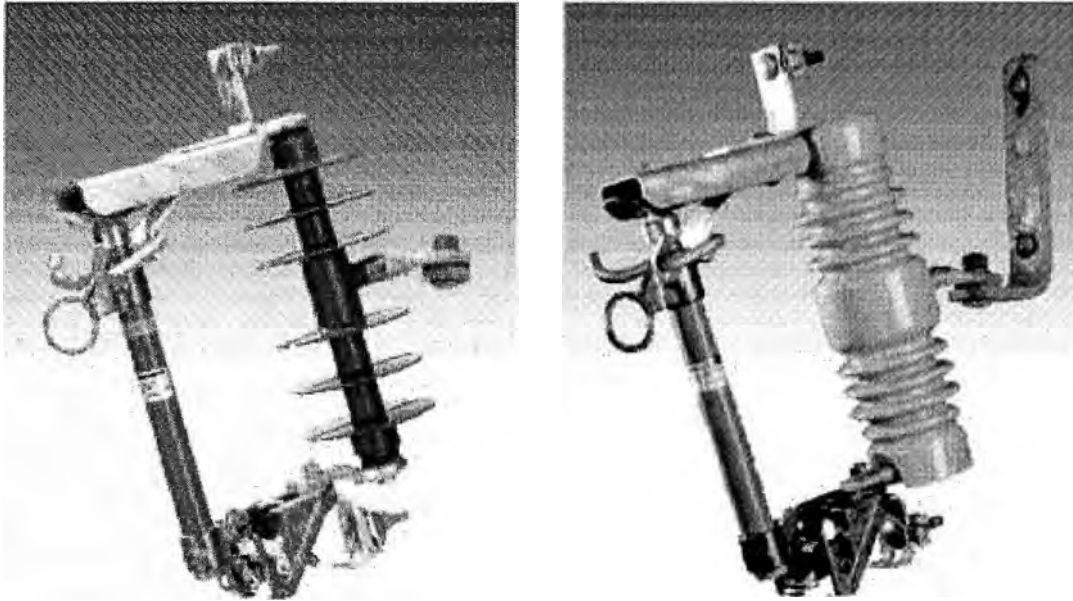


Fig. 1.13 Vista frontal del Seccionador fusible

Los estándares que se aplican para el diseño y fabricación de los Seccionadores Fusibles, están de acuerdo a las Normas IEC, cuyos numerales aplicables serán detallados en el siguiente capítulo (Capítulo II).

1.2.3. Seccionador fusible de Potencia “Power Fuse”.-

Los Seccionadores fusibles de potencia, son equipos unipolares similares en operatividad y funcionalidad que los seccionadores tipo Cut Out, pero con características de mayor capacidad de maniobra.

- Tienen un mayor rango de capacidad en soportar mayores niveles de tensión los cuales llegan a alcanzar los 138kV, de igual manera las tensiones de sostenimiento por impulsos tipo rayo llegan hasta los 750kV.
- Tienen mayor capacidad de corto circuito, llegando hasta niveles de 31.5kA.

Su aplicación es en subestaciones básicamente de tipo rural, debido a que son muy económicos y no requieren mantenimiento. La aplicación de estos equipos en el Perú, son recomendables hasta niveles de tensión de 60kV, con potencias de hasta 5MVA.

Tabla N° 1.2 Tabla de Rangos de las Capacidades Eléctricas.

Tipo de Fusible	kV			Amperios, RMS, Simétrico				
	Nominal	Máximo	BIL	Máximo	Interrupción			
					60 Hz	50 Hz		
SMD-50	34.5	38	200	100E	6	700	6	700
	46	48.3	250	100E	5	000	5	000
	69	72.5	350	100E	3	350	3	350
SMD-1A	34.5	38	200	200E	17	500	17	500
	46	48.3	250	200E	13	100	13	100
	69	72.5	350	200E	8	750	8	750
SMD-2C	34.5	38	200	300E	33	500	33	500
	46	48.3	250	300E	31	500	31	500
SMD-2B	69	72.5	350	300E	17	500	17	500
	115	121	550	250E	10	500	10	500
	138	145	650 & 750	250E	8	750	8	750
SMD-3	69	72.5	350	300E	25	000	25	000

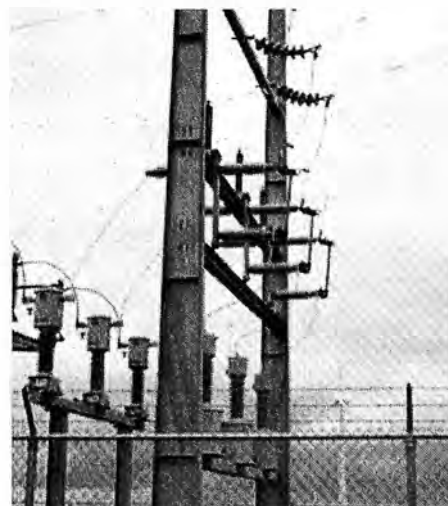


Fig. 1.14 Vista frontal y su aplicación del Seccionador fusible “Power Fuse”

El estándar que respalda el uso de estos seccionadores de potencia unipolares, y su uso en Subestaciones eléctricas es la Norma IEEE C37.91-2000 “IEEE Guide for Protective Relay applications to Power Transformers”. Mayores alcances son detallados en el siguiente capítulo (Capítulo II)

1.2.4. Pararrayos.-

Los pararrayos considerados para equipar un patio de llaves optimizado son de las mismas características eléctricas y cumplen los mismos estándares que los utilizados para subestaciones convencionales; pero con la ventaja del primero, esto debido a que considera pararrayos con envoltorio hechos de material polimérico (goma de silicón), el cual le da al pararrayo un peso mas liviano, facilita la instalación del pararrayos, adecuados para lugares de mucha contaminación, mínimo mantenimiento y menores costos dependiendo del nivel de tensión.

1.2.5. Transformadores de Instrumentación.-

Los Transformadores de Instrumentación considerados para equipar un patio de llaves optimizado son de las mismas características eléctricas y cumplen los mismos estándares que los que se utilizan para las subestaciones convencionales, con la diferencia que se consideran transformadores con envoltorio hechos de material polimérico (goma de silicón), y dependiendo del nivel de tensión los transformadores pueden ser hechos en su totalidad con resina cicloalifática, el cual nos evita la utilización de aceite dieléctrico como elemento de aislamiento de la parte activa, contribuyendo así a un menor mantenimiento por fuga de aceite o de gas. El uso tanto de la goma de silicona como de la resina cicloalifática, ambos hechos de material polimérico, contribuyen enormemente en la optimización de los transformadores de Instrumentación, esto debido a que hechos de material liviano facilitando así la instalación del pararrayos, adecuados para ser instalados en lugares de mucha contaminación, mínimo mantenimiento, y menores costos.

CAPITULO II

NORMATIVA PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

2.1. Definiciones de las pruebas a que son sometidos los equipos de acuerdo a Normas Internacionales.-

La aprobación y la correspondiente emisión de una norma es consecuencia fundamental de los resultados positivos obtenidos en las distintas pruebas de operatividad a que han sido sometidos los equipos. Dichas pruebas de confiabilidad, resistencia y calidad tienen como objetivo principal definir los parámetros y estándares que garanticen el correcto funcionamiento de los equipos sin deterioro y un largo tiempo de vida útil. Es por ello que se hace indispensable que los equipos pasen todas las pruebas en forma optima; para ello las instituciones internacionales encargados de las emisiones de las normas, han definido diferentes tipos de ensayos a que deben ser sometidos todos los equipos para asegurar y garantizar su correcto y largo tiempo de funcionamiento.

En consecuencia los distintos ensayos a que son sometidos los equipos, han sido clasificados como sigue:

- **Ensayo TIPO:** Son diferentes ensayos que se realiza a un equipo para comprobar sus características de diseño. Muchos de ellos son ensayos destructivos. “En transformadores de potencia, ensayo de cortocircuito; en celdas, ensayo de arco interno; en seccionadores, ensayos de cortocircuito, etc” (Se realiza a 1 solo equipo).
- **Ensayo de RUTINA:** Son diferentes ensayos que se realizan a un equipo para comprobar las condiciones de fabricación.(se realiza al 100% de la producción)
- **Ensayo de RECEPCIÓN:** Son diferentes ensayos que se realizan a un equipo en el momento de la recepción del mismo. (se realiza sobre una muestra del universo)

2.2. Normas internacionales que ayudan a definir las especificaciones técnicas de los equipos.-

Se han definido normas nacionales e internacionales cuyo rol y papel primordial es de emitir estándares de parámetros mínimos que deben cumplir los distintos equipos que garanticen principalmente confiabilidad y calidad; y con ello el correcto funcionamiento de los mismos. Fundamentalmente las normas que sirven como referente en la selección y adquisición de equipos en el mercado eléctrico peruano son la norma IEC “Europea” y la norma ANSI “Americana”. En tal sentido la normatividad y pruebas de fabricación que rigen a los equipos electromecánicos son:

2.2.1. Interruptor de Recierre Automático “RECLOSER”.-

Las especificaciones técnicas de los Interruptores de Recierre Automático materia de instalación, tienen por objeto definir las condiciones mínimas que deberá cumplir; el diseño, los materiales de fabricación, método de pruebas, transporte y puesta en servicio. Para ello el equipo deberá cumplir con la última versión de las siguientes normas:

- **RECLOSER:**

ANSI / IEEE C37.60: IEEE Standard Requirements for Overhead, Pad Mounted, Dry Vault, and Submersible Automatic Circuit Reclosers and Fault Interrupters for AC Systems.

ANSI / IEEE C37.61: IEEE Standard Guide for the Application, Operation, and Maintenance of Automatic Circuit Reclosers.

(El alcance y la aplicación de estas Normas consideran las pruebas de Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo, tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, de elevación de temperatura, de corto circuito (corrientes de corta duración), de interrupción de arco, de descargas parciales, y de las operaciones eléctricas y mecánicas (30,000 operaciones).

IEC 60255: Inmunidad a la actividad sísmica

IEC529-1989: Grado de protección del equipo eléctrico (código IP).

- **BUSHING:**

IEC 60587: Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

IEC1109: Prueba de resistencia a la niebla salina

ASTM D 624: Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers

DIN 53504: Determination of tensile stress/strain properties of rubber

ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

ASTM G 155: Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

(El alcance y la aplicación de estas Normas consideran las pruebas que deben ser sometidos los aisladores pasa tapas, con el objetivo de asegurar su tiempo de vida útil, preparado para soportar los diferentes cambios climatológicos, en ambientes salinos y con niveles de contaminación muy agresivos).

- **ABRAZADERA:**

ASTM A153: ZINC COATING (HOTDIP) ON IRON & STEEL HARDWARE

ASTM A575: STANDARD SPECIFICATION FOR STEEL BARS, CARBON, MERCHANT QUALITY, M-GRADES

(El alcance de estas Normas es básicamente para definir el acabado y recubrimiento de las abrazaderas de fijación, para contrarrestar los fenómenos de corrosión y oxidación del material.

Las abrazaderas es un accesorio complementario al diseño de los equipos eléctricos, en particular para los Recloser. Su aplicación en los Recloser, es básicamente en la instalación debido a que sirven como soporte de fijación del equipo ya se a en poste o en Subestación).

2.2.2. Interruptor de Potencia.-

IEC 60056: High-voltage Alternating Current Circuit Breakers.

(El alcance de esta Norma, define las pruebas eléctricas que tienen que pasar los interruptores de corriente alterna de alta tensión, como son pruebas de tensión de

sostenimiento a frecuencia industrial y tipo rayos, descargas parciales, de interrupción de arco, etc.).

IEC 60060: High-voltage Test Techniques, (Técnicas de las pruebas en alta tensión).

IEC 60267: Guide to the testing of Circuit Breakers with respect to out of phase switching. (Guía de las pruebas de maniobra, y operaciones mecánicas y eléctricas a que deben ser sometidos los interruptores de potencia)

IEC 60376: Specification and Acceptance of New Sulphur Hexafluoride.

(El alcance de esta Norma es la de especificar técnicamente (propiedades físicas y químicas) la composición del gas, el cual sirve como medio aislante de la parte activa del interruptor).

En caso de aplicarse las normas ANSI (American National Standards Institution), éstas son las siguientes publicaciones:

ANSI C 37.04: Rating structure

(Referido a las estructuras metálicas del interruptor, incluyendo la estructura de soporte)

ANSI C 37.06: Preferred ratings.

ANSI C 37.09: Test procedure.

ANSI C 37.01: Application guide.

2.2.3. Seccionador de Potencia.-

IEC 60129: Alternating current disconnecter (isolator) and earthing switches.

(Su alcance define las pruebas eléctricas como las de tensión de sostenimiento a frecuencia industrial y del tipo rayo; de las corrientes de corto circuito (de corta duración) que puede soportar el Seccionador, etc.).

IEC 60273: Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V.

IEC 60168: Test on indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1 000 V.

(Estas Normas contemplan las pruebas eléctricas y mecánicas hechos a los aisladores soporte, para niveles de tensión mayores de 1 kV)

IEC 60265: High-voltage switches for rated voltage of 52 kV and above.

(Esta Norma contempla las pruebas eléctricas y mecánicas hechos a los Seccionadores para niveles mayores de 52kV).

2.2.4. Seccionador fusible tipo Expulsión “CUT OUT”.-

ANSI C37.42: Specifications for Distribution Cut Outs and Fuse Links.

IEC 282-2 / 1978: Poder de corte, para corto-circuitos de 24 kV y 36kV, 6.3 A a 100 A.

IEC 61009 / 1992: Ensayo de rastreo y erosión.

IEC 60282-2 / 1995: Ensayos dieléctricos.

IEC 61109 / 1992-03: Ensayos de diseño “Ensayos sobre interfases y herrajes metálicos”

IEEE C37.42-1996: American National Standard Specification for High-Voltage Expulsion Type Distribution Class Fuses, Cutouts, Fuse Disconnecting Switches and Fuse Links.

2.2.5. Seccionador fusible de Potencia “POWER FUSE”.-

IEEE C37.91-2000: “IEEE guide for protective Relay applications to Power Transformers” (Ratifica que los Seccionadores fusibles “Power Fuse” pueden ser usados como dispositivos de protección para transformadores de potencia con potencias de hasta 5MVA).

ANSI C37.40: Standard Service Conditions and definitions or High-Voltage Fuses, and Accessories.

IEEE C37.41-2000: Design tests for high-voltage fuses, distribution enclosed single-pole air switches, fuse disconnecting switches, and accessories

IEEE C37.40-2003: Service Conditions and Definitions for High-Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches, and Accessories

(El alcance de estas Normas definen las pruebas eléctricas y mecánicas que deben cumplir los “Power Fuse”, conjuntamente con los fusibles tipo chicote que complementan al equipo).

2.2.6. Pararrayos.-

IEC 60093-3: Surge Arresters -Part 3: Artificial Pollution testing of Surge arresters.

IEC 60099-4: Surge Arresters -Part : Metal - oxide surge arresters Without gaps for a.c. systems.

(El alcance de estas Normas definen las pruebas eléctricas y mecánicas que deben ser sometidos los pararrayos (tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y de tipo rayo, prueba de resistencia a niebla salina, corrosión, contaminación, etc.).

Las normas mencionadas son aplicables tanto para pararrayos con envoltente de Porcelana como para envoltente de Goma de silicona)

2.2.7. Transformadores de instrumentación.-

IEC 60185: Current transformers.

IEC 60186: Voltage transformers.

(El alcance de estas Normas resume las pruebas eléctricas que tienen que pasar en su proceso de fabricación, como son la prueba de tensión de sostenimiento a frecuencia industrial y de sostenimiento tipo rayo, etc)

IEC 60296: Specification for new insulating oils for transformers and switchgear.

IEC 60156: Method for the determination of electric strenght of Insulating oils.

(Estas normas nos recomiendan las especificaciones técnicas que debemos tomar en consideración para la selección del aceite dieléctrico.

IEC 60358: Coupling capacitors and capacitor dividers.

(Especificación técnica de los divisores capacitivos de acoplamiento en los transformadores de tensión capacitivo)

CAPÍTULO III

ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA UNA CORRECTA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

3.1. Conocimiento de las normas locales e internacionales.-

Es un requerimiento indispensable el conocimiento de lo que recomienda tanto las normas internacionales como las normas locales que rigen el diseño y fabricación de los distintos equipos electromecánicos que componen un patio de llaves. El conocimiento riguroso de las normas nos da un panorama de certeza en la correcta selección de un equipo y la seguridad que cumple con todas las pruebas y estándares que recomienda y define las normas vigentes (IEC y ANSI).

El hecho de conocer las normas nos lleva a la certeza de escoger la norma correcta que aplica a un determinado equipo, evitando así caer en confusiones y equivocaciones que nos arrastren a una mala selección de los mismos.

Conocer las normas locales es tan importante como conocer las normas internacionales que rigen la fabricación y diseño de los equipos eléctricos en el mundo, esto debido a que cada país tiene sus particularidades geográficas y parámetros eléctricos que definen su sistema eléctrico de potencia, razón por la cual se hace necesario ajustar dichos parámetros y valores establecidos en las normas “IEC y ANSI” por otros mas rigurosos o no tan exigentes que nos garanticen el correcto funcionamiento de los equipos.

3.2. Conocimiento de los parámetros ambientales y características particulares del lugar de instalación.-

Muchas veces especialmente en el Perú debido a la variedad de sus características geográficas y cambios climatológicos, los equipos eléctricos que son seleccionados e implementados en un patio de llaves, deben considerar características particulares en la etapa de su fabricación, como es el caso de:

- **Parámetros climatológicos.-** Cuando hablamos de este aspecto hablamos básicamente de las variaciones de temperatura y humedad a que están sometidos los distintos equipos que son implementados; Este aspecto afecta principalmente a

la parte electrónica debido a que muchos de los equipos de última generación poseen circuitos y dispositivos electrónicos para aumentar sus prestaciones como equipo y mejorar en gran medida su confiabilidad, por ello se debe tener en consideración, en la etapa de fabricación, una carcasa adecuada del equipo para conservar y asegurar las características físicas y químicas de los dispositivos electrónicos que se encuentran dentro; garantizando así su buen funcionamiento. La información referente a los parámetros climatológicos, está contenido en las Normas DIM 50010 a DIM50019

- **Condiciones sísmicas.**- Esta consideración es importante para el diseño e implementación de equipos en un patio de llaves, ya que nos obliga a considerar los parámetros sísmicos en lo que se refiere a las aceleraciones horizontales (recomendado 0.5g) y verticales (recomendado 0.3g) que deben soportar los equipos, los cuales nos ayudan a diseñar los equipos a prueba de movimientos sísmicos. Pero adicionalmente de que el equipo este preparado para soportar los fenómenos sísmicos, se debe tener mucho cuidado con el diseño y fabricación de las estructuras de soporte para los equipos de patio, ya que son piezas en donde se montaran los equipos.

- **Grado de contaminación.**- Para este aspecto de la contaminación ambiental, es necesario tomar las previsiones necesarias y suficientes en la etapa de fabricación del equipo, para que este funcione de una manera correcta. Básicamente cuando hablamos del efecto que puede tener la contaminación del ambiente sobre los equipos a ser instalados, hablamos de la distancia de fuga mínima y del material de fabricación adecuado que deben tener los aisladores; y el tipo de material de fabricación con que deben estar hechos las estructuras, tanques y gabinetes de control; para contrarrestar la hostilidad del medio asegurando así el tiempo de vida útil de los equipos. Las Normas aplicables que respaldan los conceptos de corrosión son la DIN 50900 y la DIN 50901.

- **El grado de protección.**- Básicamente están dirigidos a los gabinetes de control, cubas y tanques de fuerza; estructuras que complementan y contribuyen con los equipos electromecánicos de maniobra en su correcto funcionamiento. Principalmente el grado de protección, se define para asegurar y garantizar su grado de hermeticidad, cuyo objetivo principal es evitar el ingreso de elementos extraños que afecten el correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos que se encuentran dentro de ellos o que reduzcan su tiempo de vida útil. La Norma aplicable que respalda los conceptos del grado de protección (IP) que deben tener los equipos de patio es la DIN 40050.

- **La altura de instalación.-** Es un aspecto importante en la selección de un equipo, debido a que como es de conocimiento universal que, a mayor altura de instalación los niveles de aislamiento de los equipos baja de una manera considerable, por lo que se hace indispensable la consideración de esta en la etapa de selección del equipo

3.3. Corrección por altura.-

Los equipos eléctricos que son implementados en un patio de llaves de una Subestación deben estar diseñados para soportar alturas de instalación mayores de 1000 metros sobre el nivel del mar, esto debido a que el aumento de la altura produce disminución en la densidad del aire, lo cual a su vez ocasiona alteraciones en algunos parámetros eléctricos que pueden ocasionar el mal funcionamiento del equipo.

Los parámetros principalmente afectados por el efecto de la altura de instalación, los cuales deben ser corregidos debidamente para el correcto funcionamiento de los equipos a ser implementados son:

- **Rigidez dieléctrica.-** El aumento de la altura, como se indico inicialmente, produce disminución en la densidad del aire ocasionando una disminución considerable en el aislamiento externo del equipo y con ello la reducción de la tensión de flameo. Para una clase de aislamiento, dada la rigidez dieléctrica a metros de altura, debe multiplicarse por el factor de corrección apropiado para la nueva altitud, a fin de obtener la rigidez dieléctrica a la altitud especificada. El factor de corrección por altura que debe ser considerado para contrarrestar el efecto por altura, básicamente se multiplican a los parámetros eléctricos que definen los niveles de aislamiento externo (Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial y la tensión de sostenimiento al impulso por sobretensiones atmosféricas 1.2/50 “BIL”).

De acuerdo a la IEEE PC37.100.1 y de acuerdo a la norma IEC Publicación 71-1,1993-11, el factor de corrección por altura del nivel de aislamiento externo debido a la altura de instalación de los equipos a mas de 1000 m.s.n.m. , esta dado por:

$$k = e^{\frac{M(H-1000)}{8150}} \quad M = 1 \quad (3.1)$$

Donde:

H: Altura de instalación (en metros)

M: Constante definida para las tensiones de sostenimiento tipo rayo, de maniobra y a frecuencia industrial.

Por otro lado, para clasificar el Nivel Básico de Aislamiento por altura de instalación para los Pararrayos, la norma IEC 99-4 recomienda un LIWV especial para ellos.

LIWV: La tensión de aislamiento al impulso tipo rayo

$$LIWV = 1.15 \times e^{\frac{H}{8150}} \times U_{PL} \quad (3.2)$$

U_{PL} = Nivel de protección del Pararrayos (*Tensión Residual*)

- **Temperatura de operación.**- el aumento de la altura de alguna manera incrementa la elevación de la temperatura que depende del aire para su disipación del calor.

3.4. Coordinación del aislamiento.-

La coordinación del aislamiento es uno de los puntos más importantes a ser considerados en el diseño de un patio de llaves de una subestación. La optimización de la selección del nivel de aislamiento, se logra utilizando la metodología establecida en la norma internacional IEC-60071-2. Sin embargo la aplicación del método requiere una serie de parámetros a considerar tales como son: conocimiento del sistema en cuanto a las sobre tensiones que puede generar, ubicación de instalación referente a la altitud, actividad atmosférica en la zona, índice de falla del equipo e índice de salida de las líneas que están conectadas a la Subestación.

En conclusión, hablar de coordinación del aislamiento es hablar básicamente de la superposición de las características de Tensión –Tiempo de los aislamientos de los componentes y aparatos que se utilizan en el patio de llaves de una Subestación, permitiendo de esta manera su coordinación en función de su importancia y su ubicación, evitando así fallas por sobre tensiones atmosféricas.

Por lo tanto, tener una correcta coordinación de la protección, depende mucho del correcto dimensionamiento de los pararrayos, cuyo propósito principal es la de proteger a la subestación ante cualquier falla de Sobre tensión.

3.5.Coordinación de la Protección.-

En muchos casos priorizar la protección de un equipo se hace indispensable en la etapa de implementación de equipos electromecánicos en un patio de llaves.

En una subestación encontraremos equipos que por su importancia y relevancia necesitan de un sistema redundante de protección que contrarreste y despeje cualquier eventual falla que pudiera afectar a la subestación, asegurando de esta manera continuidad de servicio dentro de los límites aceptables, establecidos por las normas vigentes.

Pero así como hay equipos de alta importancia hay equipos que por su disposición y mínimos costos, no requiere de mucha redundancia de protección, razón por la cual se hace indispensable establecer un plan de prioridades de protección sin afectar la robustez y la calidad del servicio continuo de la subestación.

3.6. Utilización correcta y adecuada de los equipos de acuerdo a su aplicación.-

En el equipamiento electromecánico de un patio de llaves debemos buscar la practicidad, flexibilidad, confiabilidad, seguridad, eficiencia y calidad de servicio a costos mínimos, sin perder el enfoque y el objetivo que debe cumplir cada equipo seleccionado, es decir cada equipo debe hacer lo justo y lo necesario para cumplir con su objetivo.

3.7. Equipamiento por etapas.-

El Equipamiento por Etapas implica la optimización de la inversión, al programar el ingreso del equipamiento en función al crecimiento de la demanda y a la funcionalidad de los equipos de maniobra de un patio de llaves.

En el caso de las subestaciones del tipo radial (llegada de una línea) es importante determinar el requerimiento inicial de los circuitos de salida, ya que muchas veces se pueden apreciar subestaciones con consumos actuales inferiores a los 2 MVA con cuatro o cinco circuitos de salida completamente equipados y preparados para la etapa final, lo que implica una subutilización de éstos, que se traduce muchas veces en fallas de operación, ya que el equipo no logra sensibilidad para las potencias iniciales.

3.8. Mínimo mantenimiento.-

El mantenimiento a los equipos eléctricos se ha convertido en un factor importante en la adquisición y selección de equipos electromecánicos que integran un patio de llaves; Esto debido a que muchas veces, principalmente en zonas rurales, se hace muy difícil realizar

los correspondientes mantenimientos a los equipos instalados en el patio de llaves de la Subestación debido a la geografía accidentada del lugar de instalación y de la difícil accesibilidad a ellas. Por tal razón se hace necesario que los equipos ha ser instalados proporcionen una máxima seguridad y confiabilidad de buen funcionamiento con un mínimo mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo sin la posibilidad de falla o reemplazo del equipo.

3.9. Distancias de Instalación.-

Tanto el dimensionado correcto de cada equipo electromecánico que integra el patio de llaves como el dimensionado entre ellos, respetando las distancias mínimas de protección y de maniobra, tienen como objetivo fundamental de asegurar el correcto funcionamiento de la Subestación y dar seguridad al eventual personal técnico que se encuentre haciendo maniobras o mantenimientos dentro del patio de llaves.

Las distancias mínimas que deben mantenerse dentro del patio de llaves, se resume en 3 grandes grupos:

3.9.1. Distancias mínimas entre Fase – Fase y Fase – Tierra.- Las distancias de las partes activas entre si y contra partes puestas a tierra deben corresponder como mínimo a la tabla 3.1. Esta tabla ofrece una comparación de las distancias mínimas de las máximas tensiones de equipos de 3.6kV hasta 420kV, con los niveles correspondientes de aislamiento según las normas IEC (Ref. DIM 57111/VDE 0111).

Tabla 3.1. Distancias mínimas de partes Activas de un sistema entre si y contra tierra

Serie de tensiones $1\text{kV} \leq U_m < 52\text{kV}$							
Tensión Nominal	Tensión máxima del equipo	Valores no reducidos			Valores reducidos		
		Tensión nominal de choque soportable de rayo	Distancias mínimas fase-fase, fase-tierra		Tensión nominal de choque soportable de rayo	Distancias mínimas fase-fase, fase-tierra	
U_n kV	U_m kV	UMB kV	Interior N mm	Exterior N mm	UNB kV	Interior S mm	Exterior S mm
3	3.6	40	65	150	20	60	60
6	7.2	60	90	150	40	65	65
10	12	75	115	150	60	90	90
20	24	125	215	215	95	160	160
30	36	175	325	325	145	270	270

Serie de tensiones $52\text{kV} \leq U_m < 300\text{kV}$					
Tensión Nominal	Tensión máxima del equipo	Factor de pérdida a tierra mayor que 1.4		Factor de defecto a tierra menor que 1.4	
		Tensión nominal de choque soportable de rayo	Distancias mínimas fase-fase, fase-tierra	Tensión nominal de choque soportable de rayo	Distancias mínimas fase-fase, fase-tierra
U_n kV	U_m kV	UHB kV	N mm	UNB kV	S mm
45	52	250	520	-	-
60	72.5	325	700	-	-
110	123	550	1100	450	950
150	170	750	1550	650	1350
220	245	1050	2200	950	1850

Serie de tensiones $U_m \geq 300\text{kV}$					
Tensión Nominal	Tensión máxima del equipo	Tensión nominal de choque soportable de maniobra, fase-fase	Distancias mínimas fase-fase	Tensión nominal de choque soportable de maniobra, fase-tierra	Distancias mínimas fase-tierra
U_n kV	U_m kV	UNS kV	N mm	UNS kV	N mm
380	420	1425	3100	950	2900

3.9.2. Distancias de Guarda (Horizontal y vertical).- son las distancias mínimas que deben guardar entre equipos, considerando espaciamientos horizontales y verticales, para evitar corrientes inducidas entre ellos o arcos eléctricos que ocasionen fallas en la subestación. Cabe mencionar que Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto, mientras que las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto.

Cabe mencionar que el borde superior de Zócalos puestos a tierra de un aislador debe situarse a una altura mínima de 2300mm sobre áreas accesibles, caso de que no hubiera dispositivo de protección. Si se salva total o parcialmente la distancia al dispositivo de protección por aisladores, hay que asegurar una protección contra el contacto directo, colocando o puertas macizas o rejillas, o puertas de rejilla con una altura mínima de 1800mm.

Por otro lado, el ancho mínimo de las vías dentro de instalaciones exteriores es de 1000mm., Dicho ancho mínimo de pasillos y vías no debe acortarse por ningún motivo;

tampoco por partes sobre salientes, por ejemplo, de accionamientos fijos, armarios de mando, carro extraído de un interruptor, etc.

Mayores alcances de las alturas mínimas y distancias a equipos de protección y de maniobra en instalaciones exteriores, (ver ANEXO E).

3.9.3. Distancias de Seguridad.- Dado que el arco eléctrico es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, que genera radiación térmica hasta de 20000° C, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m², con niveles de ruido por encima de 120 dB y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

Las distancias mínimas de aproximación a equipos que se deben cumplir para prevenir efectos de arcos eléctricos, que puedan ocasionarse durante trabajos en equipos con tensión, por una falla técnica o por un acto inseguro, son las mostradas en la Tabla 3.3 y en la Figura 3.1. Son barreras que buscan prevenir al trabajador y en general a todo el personal. Estos límites virtuales son básicos para la seguridad eléctrica, indican sobre los riesgos que presenta determinado equipo e informan sobre los elementos de protección personal que debe usar una persona calificada y el nivel de entrenamiento que éste debe tener en el momento de realizar un trabajo con este tipo de riesgo eléctrico.

Tabla 3.2. Límites de aproximación a partes energizadas de equipos

Tensión Nominal del Sistema (Fase a Fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida [m] Incluye movimientos involuntarios	Límite de aproximación técnica [m]
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV - 72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV – 121 kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV - 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV - 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV - 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV - 362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,8	5,80	3,43	3,28

CAPITULO IV

OPTIMIZACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DEL PATIO DE LLAVES DE LA SUBESTACIÓN SAN FRANCISCO

4.1. Especificaciones técnicas.-

Las especificaciones técnicas a ser consideradas para el diseño, fabricación y correcta selección de los equipos a ser implementados en el patio de llaves de la Subestación San Francisco son:

4.1.1. Reconector de Recierre Automático “Recloser”.- Las especificaciones técnicas de este equipo tiene por objeto definir las condiciones de maniobra y protección, requeridos en el patio de llaves, para ello tendrá que cumplir con los parámetros técnicos mínimos que a continuación se describe:

- **Características Generales.-** El recloser completo estará constituido por el interruptor de recierre automático propiamente dicho, que interrumpe el circuito principal; un gabinete conteniendo el sistema de control electrónico con suministro autónomo de energía, que detecta las corrientes excesivas y activa el interruptor; y un cable de control que permita la conexión entre el interruptor y el gabinete de control.

- **Detalle de construcción del Recloser.-** El tanque del Recloser deberá estar construido con **acero inoxidable**, capaz de soportar las exigencias extremas de las condiciones ambientales del lugar de instalación del equipo; de igual modo el equipo debe estar diseñado para **contrarrestar las fallas de arco interno** y preparado para **soportar acciones vandálicas**.

Los reconectadores de Recierre automático, serán de control electrónico basado en tecnología de microprocesador de bajo consumo, cuya operación deberá ser independiente del sentido del flujo de potencia. El medio de interrupción será **en vacío** y el medio de aislamiento será **Aislamiento sólido** con la finalidad de contribuir en la conservar del medio ambiente.

Estará provisto de ganchos de operación manual para controlar las siguientes funciones:

Apertura y enclavamiento de desenganche,

Cierre y enclavamiento de enganche.

- **Mecanismo de Apertura y Cierre.-** Tendrán la capacidad de soportar **30,000 operaciones mecánicas y eléctricas** o 30 años de vida útil, sin necesidad de mantenimiento o cambio.

- **Sistema de Mando y control.-** El sistema de control electrónico estará alojado en un gabinete de acero inoxidable con grado de protección **IP65**, para uso exterior.

Permitirá la configuración, calibración, programación y toma de datos mediante una computadora personal del tipo comercial y sin ella, para el cual el sistema estará equipado con un conector tipo RS-232 para conexión de una PC comercial y una pantalla para la lectura, programación y verificación de datos. Asimismo, estará equipado con dispositivos de señal luminosa que permitan identificar localmente, entre otras cosas, el estado de funcionamiento del sistema de control electrónico, el tipo de falla y la fase fallada.

El sistema de mando será mediante la tecnología del **Actuador magnético** uno en cada fase enclavados mecánicamente para la operación trifásica, y controlador electrónico microprocesado de bajo consumo. Estos sistemas se alimentarán a través de una fuente auxiliar externa con la finalidad de contar con todas las prestaciones que nos exige el sistema, tanto en protección como en medición; adicionalmente deberá tener una batería de respaldo suministrada con el recloser con la finalidad de tener una operación ininterrumpida del equipo en caso de falla de la energía auxiliar.

El disparo de los relés de protección auxiliar del transformador de potencia (relé buchholz, relé de imagen térmica y el relé de sobretensión) deberán operar el actuador magnético del recloser, por lo que éste deberá tener la opción para mando externo.

- **Sensores de Corriente y de tensión.-** El Recloser estará provisto de seis sensores de corriente y seis sensores de tensión, uno en cada bushing de alta tensión para garantizar todas las mediciones y protecciones que requiera el sistema, incluyendo la protección direccional.

- **Sistemas de Protección.-** El Reconector automático estará equipado con relés capaces de detectar fallas de fase, fallas de fase tierra y fallas de tierra sensibles, con la consecuente interrupción del flujo de corriente para luego de un tiempo predeterminado (tiempo muerto de ciclos independientes) cerrar automáticamente y volver a energizar el circuito. Esta operación deberá repetirse hasta cuatro veces continuas, para luego abrir en forma definitiva si la falla es permanente. La calibración de los relés, el registro historial de fallas y el registro de los

perfiles de carga, se podrá efectuar mediante un ordenador portátil compatible PC, para lo cual el software de programación formará parte del equipo Recloser.

- **Alimentación Auxiliar del Recloser.-** El recloser estará provisto de una alimentación auxiliar externo, por medio de un transformador reductor de tensión, que complementado con un banco de batería localizada dentro del gabinete de control conforman un sistema UPS, el cual nos brinda y garantiza una alimentación continua de energía a todos los circuitos de control. Las baterías antes citadas tienen como objetivo primordial, la de trabajar como respaldo en una eventual falla de la fuente auxiliar externa.
- **Aisladores Pasatapas “Bushing”.-** Los aisladores de los reclosers serán de goma de silicón (poliméricos) y de resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos debido a maniobras del mismo, a sismos, al ataque de vándalos e impacto de piedras.

4.1.2. Interruptor de Potencia.- las características técnicas a ser consideradas para el diseño, fabricación y correcta selección de los interruptores a ser implementados son:

- **Tipo.-** Los interruptores deberán ser de operación tripolar para servicio exterior. Interruptores con tensión máxima de operación de hasta 36 kV, la cámara de extinción de arco deberá ser en vacío; interruptores de mayor nivel de tensión, la extinción de arco se realizará con gas hexafluoruro de azufre (SF₆).
- **Sistemas de Accionamiento y Mando.-** El sistema de accionamiento de los interruptores será tripolar. El sistema de mando de todos los interruptores será diseñado para operar con las tensiones auxiliares que existan en la subestación .
- **Elementos de conducción de la corriente.-** Los elementos conductores deberán ser capaces de soportar la Corriente Nominal continuamente, a la frecuencia de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Los terminales y conexiones entre los diferentes elementos deberán diseñarse para asegurar, permanentemente, una resistencia de contacto de bajo valor.
- **Mecanismo de interrupción del arco.-** El Interruptor será capaz de romper la continuidad de cualquier corriente, desde cero hasta su capacidad de interrupción nominal, cuando se use en circuitos predominantemente resistivos e inductivos.
El mecanismo de interrupción del arco deberá diseñarse con suficiente factor de seguridad, tanto mecánica como eléctricamente, en todas sus partes.
- **Aislamiento.-** Los aisladores de los interruptores serán de porcelana y diseñados de tal forma que si ocurriera una descarga a tierra por Tensión de Impulso con el interruptor en

las posiciones de "abierto" o "cerrado", deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente descarga parcial o disruptiva en la parte interna o perforación del aislamiento

- **Mecanismos de operación, apertura y cierre.**- El Interruptor deberá estar diseñado para operación eléctrica local-manual, y estará provisto de un mecanismo por acumulación de energía por resorte. El mecanismo de accionamiento manual para efectuar operaciones de mantenimiento y emergencia, deberá estar enclavado para cuando se encuentre en uso y evitar la operación remota.

Los interruptores serán del tipo disparo libre; el mecanismo de apertura deberá diseñarse en forma tal que asegure la apertura del interruptor en el tiempo especificado si la señal de disparo se recibiera en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. La bobina de disparo deberá ser capaz de abrir el interruptor en los límites del rango de tensión auxiliar especificado.

Se deberá proporcionar un dispositivo para efectuar la apertura manual localmente en caso de emergencia y protegido contra operación accidental.

El mecanismo de Cierre deberá des energizarse automáticamente, cuando se complete la operación.

El interruptor estará provisto de un dispositivo de "antibombeo" ("anti-pumping" device).

- **Requerimientos de Control.**- El sistema de mando estará provisto para ser accionado:
 - A distancia (desde el centro de control del propietario ó desde el tablero de mando ubicado en la sala de control de la subestación) o localmente, seleccionable mediante un conmutador instalado en la caja de control del interruptor.
 - Localmente con un juego de botones pulsadores, debiendo permanecer operativa la protección.
 - Automáticamente por las órdenes emitidas desde las protecciones y automatismos.
 - Dispositivo de disparo de emergencia (local).

- **Caja de Control.**- Las cajas de control deberán ser a prueba de intemperie y dispondrán de un control y calefactor eléctrico para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

Las bobinas de control, sistema de mando, interruptores auxiliares, bloques terminales, etc, deberán estar alojados en una caja, centralizando el mando tripolar.

- **Resistencia Mecánica.**- Los interruptores deberán estar diseñados mecánicamente para soportar entre otros, esfuerzos debidos a:
 - Cargas del viento

- Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuito.
- Fuerzas de tracción en las conexiones horizontales y verticales en la dirección más desfavorable.

• **Inspección.-** Los interruptores deberán ser diseñados de tal manera de facilitar la inspección, especialmente para aquellas partes que necesiten mantenimiento rutinario. La relación de estas partes será indicada por el fabricante.

Asimismo, los interruptores deberán soportar esfuerzos de origen sísmico calculado sobre la hipótesis de aceleraciones verticales de 0,3 g y horizontal de 0,5 g, donde "g" es la aceleración de la gravedad.

• **Contactos Auxiliares.-** Los interruptores estarán provistos de contactos auxiliares,

- Diez (10) contactos normalmente abiertos.
- Diez (10) contactos normalmente cerrados.

• **Autonomía de Maniobras.-** Los interruptores podrán ser cargados manualmente en caso de falla del sistema de carga (motor). Si el sistema de carga manual fallara o no existiese, se exigirá un ciclo Abierto - Cerrado/Abierto (O-CO).

• **Estructuras Soporte.-** Serán de acero galvanizado y soportarán los esfuerzos que le transmita el interruptor y deberán resistir las condiciones sísmicas anteriormente definidas. Asimismo el diseño contemplará la unión de sus partes estructurales para transmitir los esfuerzos a la cimentación.

• **Conectores Terminales.-** Los conectores terminales serán de aluminio, a prueba de efecto corona y con capacidad de corriente mayor que la nominal de los bushings a los que estén acoplados. La superficie de contacto no producirá calentamientos excesivos; el incremento de temperatura no deberá ser mayor de 30 °C.

4.1.3. Seccionador de Potencia.-

• **Mecanismo de Operación.-** Cuando se especifique seccionadores operados en grupo, el mecanismo de operación deberá ser por medio de aislador giratorio y la conexión a los polos por varillas o tubos. Todo el conjunto, incluyendo los accesorios para su operación, tendrá la facilidad de poder accionarse desde la base de la estructura de montaje. El funcionamiento del mecanismo deberá ser del tipo en que la operación se efectúa mediante el giro de la barra de mando.

Los aisladores rotatorios deberán estar equipados con rodamientos de bolas contenidos en cajas de acero inoxidable. Las otras partes rotatorias deberán equiparse con ejes de acero inoxidables y bujes de bronce.

Los seccionadores tendrán mecanismo de accionamiento manual y motorizado del tipo tripolar y las tensiones de alimentación serán de acuerdo a la disponible en la subestación.

El mecanismo de accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea será manual.

El motor del mecanismo de mando debe ser de alto torque, de modo tal que la apertura ó cierre del seccionador se realice en no más de siete (07) segundos.

El mecanismo permitirá también el accionamiento manual en condiciones de falla del sistema motorizado y durante las pruebas, inspecciones y mantenimiento.

- **Contactos.-** Los contactos deberán ser capaces de soportar continuamente la corriente nominal a la frecuencia nominal de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Deberán ser autoalineables, plateados y contruidos de un material no ferroso de alta conductividad; será, además, robustos, balanceados y estables frente a los efectos de las corrientes de cortocircuito y a las operaciones bruscas de apertura y cierre.

- **Partes Conductoras y Aisladores Soporte.-** Las partes conductoras serán de cobre electrolítico y bronce, con el tratamiento adecuado para cada intensidad de corriente. El contacto será puntual con gran presión de conexión.

Los aisladores soporte de los seccionadores deberán ser de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire. El acabado será vidriado, color marrón, uniforme y libre de manchas u otros defectos.

Deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos debidos a las operaciones de apertura y cierre, cortocircuitos, así como las debidas a sismos.

- **Mecanismo de Operación.-** El mecanismo de operación, así como los sistemas de mando y señalización de los seccionadores operarán con las tensiones auxiliares indicados en las tablas de datos garantizados.

Los seccionadores estarán previstos para ser accionados:

- A distancia, desde un tablero de mando mediante un conmutador.
- Localmente con un juego de conmutadores o botones pulsadores.
- Localmente en emergencia, mediante manivela manual. El torque de apertura del seccionador después de estar en servicio por largo tiempo, no deberá exceder la capacidad de un hombre normal.

- **Sistema de Enclavamiento.**- El diseño deberá prever un sistema de enclavamiento para asegurar que el seccionador solo accione cuando el interruptor asociado esté abierto.

Una vez iniciada la operación manual, ésta no debe ser interferida por el accionamiento eléctrico. Igualmente, se bloqueará la operación manual cuando se practique el accionamiento eléctrico.

Del mismo modo, para los seccionadores de línea deberá preverse un sistema de bloqueo mecánico entre los contactos de fase y los de tierra.

- **Estructuras de las Partes Giratorias.**- Las partes giratorias deberán estar diseñadas de tal manera que no se requiera inspección y mantenimiento durante períodos de 2 años como mínimo. Será de acero estructural, galvanizado en caliente, al igual que todos los componentes para el accionamiento. Las partes galvanizadas se efectuarán de acuerdo con las especificaciones ASTM-A-153.

- **Caja de Control.**- Las bobinas de control, el mecanismo de operación, los interruptores auxiliares, los bloques terminales, los portalámparas para luces indicadoras, etc., deberán estar alojados en una caja de control, la cual estará fijada a la estructura soporte.

La caja de control deberá ser a prueba de intemperie y dispondrá de un control y calefactor eléctrico a 220 Vca para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

4.1.4. Seccionador fusible tipo expulsión “CUT-OUT”.-

- **Tipo.**- Los seccionadores fusible tipo expulsión (Cut Out), serán unipolares para instalación exterior y serán montados en perfiles metálicos de estructura tipo celosía, para montaje vertical y accionamiento manual mediante pértiga.

Los seccionadores fusibles tipo expulsión (Cut Out), han sido diseñados para proteger los transformadores e interruptores contra corrientes de cortocircuito. La base de los seccionadores – fusibles deberá soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos por la corriente de cortocircuito instantánea.

Estos equipos serán accionados mediante pértigas aisladas, de dimensiones apropiadas y con aislamiento eléctrico suficiente para garantizar la seguridad humana, aún al usarse en condiciones desfavorables.

- **Contactos y bornes terminales.**- Los contactos y bornes terminales serán del tipo universal, diseñados para que en cada soporte pueda alojarse portafusiles en el rango de 90 a 200 A, y que soporten tensiones de hasta 36kV; su diseño considerará un portafusiles que pueda intercambiarse con los de otros fabricantes.

Los contactos operarán a la temperatura más baja posible y serán recubiertos con plata para mantener un bajo valor de resistencia eléctrica; los bornes terminales de los fusibles serán estañados o galvanizados con un material compatible con conductores de cobre y aluminio, y. deberán garantizar un buen contacto eléctrico.

- **Aislador.**- Los aisladores soporte serán sólidos de porcelana.
- **Señalización.**- La señalización en los seccionadores tipo expulsión deberá ser visible por la apertura del portafusibles, el cual quedará suspendido en forma vertical.

Los fusibles fijos deberán estar dotados de un sistema que permita la indicación visual de fusibles quemados desde el nivel de piso.

4.1.5. Seccionador fusible de Potencia “Power Fuse”.-

Los Seccionadores fusibles de potencia tienen características constructivas (mecánicas y eléctricas) similares a los Seccionadores tipo expulsión “Cut Out”, con la diferencia que los Seccionadores fusibles de Potencia “Power Fuse”, son mas robustos ya que manejan corrientes mas altas, de hasta 400A, y niveles de tensión mucho mayores las cuales pueden llegar hasta los 138kV.

4.1.6. Pararrayos.-

Los pararrayos serán fabricados con bloques de resistencias a base de óxido metálico; se instalarán al exterior y serán diseñados para proteger transformadores y equipos de media y alta tensión contra las sobretensiones atmosféricas.

Cada polo estará formado por una o varias secciones, según sea requerido por necesidad de fabricación, y contendrá todos los elementos del pararrayos.

Las columnas soportes serán de porcelana o de goma de silicona, deberán tener una adecuada resistencia mecánica y eléctrica, así como una adecuada línea de fuga. De acuerdo con la capacidad de disipación de energía, los pararrayos serán CLASE 2 o 3 de acuerdo a la norma IEC.

Los pararrayos contarán con un dispositivo apropiado para liberar las sobre presiones internas que pudieran ocurrir ante una circulación prolongada de una corriente de falla o ante descargas internas en el pararrayos, para evitar una explosión violenta de la columna-soporte.

Las partes de los pararrayos deberán ser de construcción totalmente a prueba de humedad, de tal modo que las características eléctricas y mecánicas permanezcan inalterables aún

después de largos períodos de uso. Las partes selladas deberán estar diseñadas de modo que no penetre agua por ellas.

En caso de requerirse, se suministrará, en cada polo, un anillo para la mejor distribución del gradiente de potencial en el Pararrayos.

Cada polo deberá tener dos conectores, uno para el terminal que se conectará a la línea y otro para el terminal que se conectará a tierra.

En los sistemas con tensiones máximas de servicio iguales o superiores a 60 kV, se dotará a cada Pararrayos de CONTADORES DE DESCARGAS, los que operarán debido a la corriente de descarga que pasa a través del pararrayos. Con cada contador se suministrará la base aislante y los accesorios de fijación.

Las partes metálicas deberán estar protegidas contra corrosión mediante galvanizado en caliente.

4.1.7. Transformador de corriente.-

- **Tipo.-** Los Transformadores de Corriente para tensiones máximas del equipo de 72,5 kV y superiores serán de columna, tipo Multi-relación en el primario según normas IEC y para servicio exterior, aislados con papel sumergido en aceite y con aislamiento externo de porcelana, sellado herméticamente.

Los Transformadores de Corriente para tensiones máximas de operación de equipo de 36 kV serán tipo columna y construidos, ya sea con aislamiento interno en aceite y aislamiento externo de porcelana y sellado hermético; o con aislamiento interno tipo seco (Resina sintética) y los aislamientos externos poliméricos de goma silicón.

- **Aislamiento.-** El aislamiento de los transformadores de Corriente será adecuado para conectarlo a la red entre fase y tierra. El nivel de Aislamiento Nominal estará basado en la tensión máxima del equipo.

- **Corrientes.-** El comportamiento de los transformadores, tanto para medición como para protección, estará basado en la corriente nominal primaria y la carga secundaria.

- **Clase y carga nominal de precisión.-** Se indican la clase y la carga nominal de precisión para los núcleos de medición y protección. La Carga nominal de Precisión (BURDEN) debe estar basada en la tensión nominal secundaria.

- **Esfuerzos de Corto circuito.-** Los transformadores de corriente se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito

en las terminales del primario, con el secundario en cortocircuito, sin exceder los límites de temperatura recomendada por la norma IEC.N° 60185.

- **Frecuencia.**- Los transformadores deben ser capaces de operar en sistemas con frecuencia nominal de 60 Hz.
- **Aisladores.**- Los aisladores serán de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire o de material polimérico. Serán adecuados para servicio a intemperie y estarán dotados de Conectores apropiados. Los aisladores que contengan aceite tendrán indicadores de nivel y medios para sacar muestras y drenarlo.
- **Cajas terminales secundarias.**- Cada transformador de corriente deberá estar equipado con caja de conexiones para los terminales secundarios, incluyendo bornes seccionables. La caja deberá ser resistente a la intemperie IP55, a prueba de lluvias y del acceso de insectos y ventilada para evitar condensaciones. Tendrá cubierta removible y provisiones para la entrada de tubo conduit de 25 mm de diámetro para la acometida de cables con espacio suficiente para permitir la conexión de los mismos.

4.1.8. Transformador de tensión.-

- **Tipo.**- Los transformadores de tensión para tensiones máximas del equipo de 36kV, serán del tipo Inductivo, para servicio exterior, sumergido en aceite y de sellado hermético, podrán ofertarse transformadores con aislamiento interno seco (Resina sintética), en lugar e aceite. Los transformadores de tensión para tensiones máximas de 72,5 kV y superiores serán del tipo capacitivo, aislados con papel sumergido en aceite y con aislamiento externo de porcelana, sellado herméticamente.
- **Aislamiento.**- El aislamiento de los transformadores de tensión será adecuado para conectarlo entre fases, entre fase y tierra o entre fase y neutro. El comportamiento de los transformadores, tanto para medición como para protección, estará basado en la tensión nominal primaria. El Nivel de Aislamiento Nominal estará basado en la tensión máxima del equipo.
- **Clase y carga nominal de precisión.**- La Clase de Precisión se designa por el máximo error admisible, expresada en porcentaje (%) para los errores de relación y en minutos para los errores de fase, que el transformador puede introducir en la medición de potencia operando con su tensión nominal primaria y a su frecuencia nominal. La Carga Nominal de Precisión (BURDEN) debe estar basada en la tensión nominal secundaria.

- **Esfuerzos por cortocircuito.-** Los transformadores se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en los terminales secundarios manteniendo en los primarios, la tensión nominal del transformador, sin exceder los límites de temperatura recomendados por las normas IEC.
- **Frecuencia.-** Los transformadores deben ser capaces de operar en sistemas con frecuencia nominal de 60 Hz. También deben ser capaces de operar continuamente a frecuencia nominal con una tensión de 1,1 veces la Tensión Nominal.
- **Condiciones y altitud de instalación.-** Todos los transformadores de tensión serán para instalación a la intemperie en lugares cuya temperatura puede variar entre -15 y 40 °C, y una altitud definida sobre el nivel del mar. El diseño de los transformadores deberá prever protección contra polvo, humedad y vibración, choques, golpes y transporte inadecuado.
- **Aisladores.-** Los aisladores serán de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire o de material polimérico. Serán adecuados para servicio a la intemperie y estarán dotados de Conectores apropiados. Los aisladores que contengan aceite tendrán indicadores de nivel y medios para sacar muestras y drenarlo. Los transformadores tipo Capacitivo tendrán las salidas y los aditamentos necesarios para efectuar mediciones de Capacitancia y Factor de Potencia.

Es importante recordar que los terminales del equipo se marcará la Polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable y a prueba de intemperie

4.2. Tablas de datos técnicos.- Las tablas de datos técnicos con sus respectivos cálculos justificativos, tienen el objetivo principal de brindar la seguridad, certeza y garantía que los equipos seleccionados que implementaran el patio de llaves, funcionaran de una manera óptima garantizando su correcto funcionamiento durante su tiempo de vida útil para el que ha sido diseñado.

**Tabla 4.1. De datos Técnicos Garantizados
Interruptor de Recierre Automático “Recloser”**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	GENERALES Instalación Norma de Fabricación		Exterior ANSI / IEEE 37,60
1.1	Numero de Fases		3
1.2	Frecuencia Nominal	Hz	60
1.3	Características de Tensión		

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
	Tensión Nominal	KV	22.9
	Tensión Máxima de Servicio	KV	25
	Tensión Máxima del Equipo	KV	27
1.4	Nivel de Aislamiento Externo		
	Tensión de Frecuencia Industrial 60Hz	KV	60
	Tensión de Impulso 1.2/50 us (BIL)	KVp	125
1.5	Nivel de Aislamiento Interno		
	Tensión de Frecuencia Industrial 60Hz	KV	60
1.6	Características de Corriente		
	Corriente Nominal del Interruptor	A	630
	Corriente de corto Circuito Simétrico	KA	12.5
1.7	Sensor de Corriente, Detector de Falla		0 - 630A, Sensor Rogowski Acero Inoxidable
1.8	Material de Construcción del Tanque		
1.9	Características de Operación		
	Ciclos de Recierre a Capacidad de Ruptura Nominal	U	3
	Mínimo número de Operaciones de Disparo	U	4
1.10	Aislamiento Interno		
	Medio de Extinción del Arco		Vacio
	Medio de Aislamiento en el que se Aloja el Sistema de Extinción de Arco		Dieléctrico Sólido
1.11	Tipo de Mecanismo de Operación		Actuador Magnético
1.12	Numero de Operaciones Eléctricas / Mecánicas		30,000
1.13	Sistema de Control		Electronico – Tripolar Con Microprocesador
1.14	Aisladores Pasatapa		
	Material		Goma de Silicona
	Tipo		Bushing
	Longitud mínima de Línea de Fuga	mm	842
1.15	Altitud de Instalación	msnm	1000
2.0	Sistema de Control Electrónico		
2.1	Material de Construcción del Cubículo de Control		Acero Inoxidable
	Grado de Protección del Cubículo de Control		IP65
2.2	Generales		
	Electrónico		Si
	Instalación		Exterior
	Norma de Fabricación		ANSI / IEEE 37,90
2.3	Principio de Funcionamiento		Con Microprocesador
2.4	Funciones de protección:		
	- Sobre corriente de fases temporizada/ instantánea (50/51)		Si
	- Sobre corriente a tierra temporizada/ instantánea (50/51N)		Si
	- Desvalance de carga (46)		Si
	- Desvalance de tensión		Si
	- Mínima tensión de fases		Si
	- Sobre corriente direccional fase y tierra (67 y 67N)		Si
2.5	Funciones de control		
	Almacenamiento de eventos de operación		Si
	Protocolo de comunicación		DNP 3.0, Modbus
	Puertos de comunicación		RS232 y RS485
	Software de configuración		Si
2.6	Fuente de Energía Principal		Línea Primaria / Transformador Reductor
2.8	Fuente auxiliar de Energía		Batería Incorporada
	Horas de Autonomía	H	48H, 26 A-H
	Contador de Maniobras		Si
	Indicador mecánico de Posición		Si

**Tabla 4.2. De datos Técnicos Garantizados
Interruptor de 72.5kV**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.2	Normas de fabricación		IEC 56
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	66
	- Tensión máxima del sistema	kV	72,5
	- Tensión máxima del equipo	kV	72,5
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	140
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	325
2.4	Características de corriente		
	- Corriente nominal en servicio continuo	A	800
	- Corriente de corte nominal en cortocircuito	kA	25
	- Corriente de cierre nominal en cortocircuito	kAp	62,5
	- Duración del cortocircuito	s	3
2.5	- Secuencia de maniobras nominal (reconexión tripolar)		O-0,3 s-CO-3 min-CO
2.6	Características de operación: (tiempos de maniobra)		
	-Tiempo de cierre	ms	< 70
	-Tiempo de corte	ms	< 60
	-Tiempo de apertura	ms	< 50
2.7	Máxima diferencia de tiempo de apertura entre dos diferentes polos	ms	5
2.8	- Medio de extinción del arco	Gas	SF6
2.9	Dispositivo de mando		
	- Funcionamiento		Tripolar
	- Tipo de mecanismo de operación		Por resortes
	- Carga del mecanismo: Manual y Eléctrico		Si
	- Tensión de alimentación: Motor y mandos Auxiliares	Vcc	110 +5% / -10%
	- Contactos auxiliares		10 Na + 10 Nc
2.10	Aislador de paso:		
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16
3.0	Alarmas:		
	- Baja presión de gas		Si
	- Falla en el dispositivo de mando		Si
	- Discordancia de polos		Si
3.1	Contador de maniobras del Interruptor		Si
3.2	Indicador mecánico de posición		Si
3.3	- Distancia mínima entre los ejes de polos	mm	1350 mínimo
4.0	PRUEBAS		Según IEC 56

**Tabla 4.3. De datos Técnicos Garantizados
Interrupor de 22.9kV**

1/1

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.2	Normas de fabricación		IEC 56
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	kV	24
	- Tensión máxima del equipo	kV	24
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	50
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 \square s	kVp	125
2.4	Características de corriente		
	- Corriente nominal en servicio continuo	A	630
	- Corriente de corte nominal en cortocircuito	kA	16
	- Corriente de cierre nominal en cortocircuito	kAp	40
	- Duración del cortocircuito	s	3
2.5	Secuencia de maniobras nominal (reconexión tripolar)		O-0,3 s-CO-3 min-CO
2.6	Características de operación: (tiempos de maniobra)		
	-Tiempo de cierre	ms	< 50
	-Tiempo de corte	ms	< 15
	-Tiempo de apertura	ms	< 45
2.7	Máxima diferencia de tiempo de apertura entre dos diferentes polos	ms	<5
2.8	Tensión transitoria de recuperación (TRV)	kV	Según Norma IEC
2.9	Tasa de crecimiento del TRV	kV/us	Según Norma IEC
2.10	Cámaras de Interrupción:		
	- Medio de extinción del arco		Vacío
	- Número de cámaras de corte por fase	u	1
2.11	Dispositivo de mando		
	- Funcionamiento		Tripolar
	- Tipo de mecanismo de operación		Por resortes
	- Carga del mecanismo:		
	. Manual		Si
	. Eléctrico		Si
	- Tensión de alimentación del motor	Vcc	110 +5% / -10%
	- Tensión auxiliar (mandos)	Vcc	110 +5% / -10%
	- Corriente de régimen del motor	A	7
	- Potencia del motor	W	750
	- Contactos auxiliares		10 Na + 10 Nc
2.12	Aislador de paso:		
	- Tipo		C4-125
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16

Tabla 4.4. De datos Técnicos Garantizados
Seccionador de Línea 72.5kV, con cuchilla de puesta a tierra

1/1

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	GARANTIZADO/ REQUERIDO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		2 columnas
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Norma de fabricación		IEC 129
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	66
	- Tensión máxima del sistema	kV	72,5
	- Tensión máxima del equipo	kV	72,5
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre fase y tierra)	kV	140
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre terminales abiertos)	kV	160
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre fase y tierra)	kVp	325
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre terminales abiertos)	kVp	375
2.4	Características de corriente		
	- Corriente nominal según IEC. (50 °C)	A	800
	- Corriente de cortocircuito de corta duración: .Cuchillas principales / cuchilla de puesta a tierra	kA	20 / 20
	- Corriente de cortocircuito dinámica: .Cuchillas principales / cuchillas de puesta a tierra	kAp	80 / 80
2.5	Tiempos:		
	- Al cierre, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
	- A la apertura, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
2.6	Dispositivo de Mando del seccionador:		
	- Funcionamiento		Tripolar
	- Operación : Manual / Eléctrico (local y remoto)		Si
	- Tensión de alimentación del motor	Vcc	110 +5% / -10%
	- Tensión auxiliar (mandos) y señalizaciones	Vcc	110 +5% / -10%
	- Contactos auxiliares de reserva: Abiertos / Cerrados	u	10NA / 10NC
2.7	Dispositivo de mando de la cuchilla de puesta a tierra:		
	- Funcionamiento / Operación del mecanismo		Tripolar / manual
	- Contactos auxiliares de reserva: Abierto / Cerrado	u	10 NA / 10 NC
2.8	Aislador :		
	- Tipo		C4-325
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga total	mm/kV	16
2.10	Enclavamientos:		
	- Enclavamiento de operación eléctrica y manual del seccionador cuando el interruptor esté cerrado		Si
	- Enclavamiento mecánico entre el seccionador y sus cuchillas de puesta a tierra		Si
	- Enclavamiento eléctrico de cuchillas de puesta a tierra cuando la línea esté energizada		Si
2.11	Distancias Mínimas:		
	- Distancia entre los ejes de fases	mm	1350 mínimo
	- Altura sobre el piso del mecanismo de operación	mm	1200

**Tabla 4.5. De datos Técnicos Garantizados
Seccionador de Barra 22.9Kv**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		apertura vertical
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Norma de fabricación		IEC 129
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	KV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	KV	24
	- Tensión máxima del equipo	KV	24
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre fase y tierra)	KV	50
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre terminales abiertos)	kV	60
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre fase y tierra)	kVp	125
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre terminales abiertos)	kVp	145
2.4	Características de corriente		
	- Corriente nominal según IEC. (50 °C)	A	600
	- Corriente de cortocircuito de corta duración	kA	12,5
	- Corriente de cortocircuito dinámica	kAp	32
2.5	Tiempos:		
	- Al cierre, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
	- A la apertura, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
2.6	Dispositivo de mando:		
	- Funcionamiento		Tripolar
	- Operación: Manual y Eléctrico (local / remoto)		Si
	- Tensión de alimentación del motor	Vcc	110 +5% / -10%
	- Potencia del motor	W	< 600
	- Tensión auxiliar (mandos) y de señalización	Vcc	110 +5% / -10%
	- Dispositivo de cierre/apertura		Eléctrico
	- Contactos auxiliares de reserva: Abierto / Cerrado	u	10NA / 10NC
2.7	Aislador :		
	- Tipo		C4-125
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16
2.8	Calefacción de la caja de control:		Si
2.9	Enclavamientos		
	- Enclavamiento de operación eléctrica y manual del seccionador cuando el interruptor esté cerrado		Si
2.10	Distancias Mínimas:		
	- Distancia entre los ejes de fases	mm	430 mínimo
	- Altura del mecanismo de operación sobre el piso	mm	1200
2.11	Calefacción de la caja de control:		Si

1/1

Tabla 4.6. De datos Técnicos Garantizados
Seccionador de Línea 22.9kV con cuchilla de puesta a tierra

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		apertura vertical
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Norma de fabricación		IEC 129
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	kV	24
	- Tensión máxima del equipo	kV	24
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre fase y tierra)	kV	50
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min (entre terminales abiertos)	kV	60
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre fase y tierra)	kVp	125
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 □s (entre terminales abiertos)	kVp	145
2.4	Características de corriente		
	- Corriente nominal según IEC. (50 °C)	A	600
	- Corriente de cortocircuito de corta duración: .Cuchillas principales / Cuchillas de puesta a tierra	kA	12,5 / 12.5
	- Corriente de cortocircuito dinámica: .Cuchillas principales / Cuchillas de puesta a tierra	kAp	32 / 32
2.5	Tiempos:		
	- Al cierre, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
	- A la apertura, entre la orden al seccionador y la apertura completa entre los contactos	s	< 10
2.6	Dispositivo de Mando del seccionador:		
	- Funcionamiento		Tripolar
	- Operación: Manual / Eléctrico (local y remoto)		Si
	- Tensión de alimentación del motor	Vcc	110 +5% / -10%
	- Tensión auxiliar (mandos) y tensión de señalización	Vcc	110 +5% / -10%
	- Contactos auxiliares de reserva: Abierto / Cerrado	u	10NA / 10NC
2.7	Dispositivo de mando de la cuchilla de puesta a tierra:		
	- Funcionamiento / Operación del mecanismo		Tripolar / manual
	- Contactos auxiliares de reserva: Abierto / Cerrado	u	10 / 10
2.8	Aislador :		
	- Tipo		C4-125
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16
2.9	Enclavamientos:		
	- Enclavamiento de operación eléctrica y manual del seccionador cuando el interruptor esté cerrado		Si
	- Enclavamiento mecánico entre el seccionador y sus cuchillas de puesta a tierra		Si
	- Enclavamiento eléctrico de cuchillas de puesta a tierra cuando la línea esté energizada		Si
2.10	Distancias Mínimas:		
	- Distancia entre los ejes de fases	mm	430 mínimo
	- Altura sobre el piso del mecanismo de operación	mm	1200

**Tabla 4.7. De datos Técnicos Garantizados
Seccionador Fusible Tipo expulsión "CUT-OUT"**

Nº	DESCRIPCION	UNID.	REQUERIDO/ OFERTADO
1.2	instalación		Exterior montaje en cruceta
1.3	Accionamiento		pértiga
1.4	Altitud de instalación	msnm	1000
1.5	Norma de fabricación		ANSI
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS		
2.1	- Tipo de aislante		porcelana
2.2	Frecuencia nominal	Hz	60
2.3	Tensión Nominal	kV	22.9
2.4	Tensión máxima	kV	25
2.5	Tensión de sostenimiento al impulso de onda 1.2/50 us	kVp	125
2.6	Corriente máxima	A	200
2.7	Capacidad de ruptura		
	- Simétrica	kA	12.5
	- Asimétrica		
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16
2.8	Peso neto aproximado	kg.	42
3.0	CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL FUSIBLE		
3.1	Corriente nominal	A	100
4.0	Características Nominales de la Pértiga		
4.1	- Tensión nominal del sistema	kV	22.9
4.2	- Tensión máxima del equipo	kV	24

**Tabla 4.8. De datos Técnicos Garantizados
Seccionador Fusible de Potencia "POWER FUSE"**

Nº	DESCRIPCION	UNID.	REQUERIDO/ OFERTADO
1.2	instalación		Exterior montaje en cruceta
1.3	Accionamiento		pértiga
1.4	Altitud de instalación	msnm	1000
1.5	Norma de fabricación		ANSI
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS		
2.1	- Tipo de aislante		porcelana
2.2	Frecuencia nominal	Hz	60
2.3	Tensión Nominal	kV	60
2.4	Tensión máxima	kV	72.5
2.5	Tensión de sostenimiento al impulso de onda 1.2/50 us	kVp	325
2.6	Corriente máxima	A	400
2.7	Capacidad de ruptura		
	- Simétrica	kA	25
	- Asimétrica		
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16
2.8	Peso neto aproximado	kg.	75
3.0	CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL FUSIBLE		
3.1	Corriente nominal	A	40
4.0	Características Nominales de la Pértiga		
4.1	- Tensión nominal del sistema	kV	60
4.2	- Tensión máxima del equipo	kV	72.5

**Tabla 4.9. De datos Técnicos Garantizados
Pararrayos 66kV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO / GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		Oxido Metálico
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Normas de fabricación		IEC 99-4
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Capacidad de absorción de energía	IEC	Clase 3
2.3	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	66
	- Tensión máxima del sistema	kV	72,5
	- Tensión nominal del Pararrayos	kV	60
	- Tensión máxima de operación continua (COV)	kV	48
2.4	Nivel de aislamiento del aislador		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	155
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	325
2.5	Aislador		
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga total	mm/kV	16
2.6	Características de corriente:		
	- Corriente nominal de descarga	kAp	10
	- Seguro contra explosiones	kA	40kA
2.7	Características de protección:		
	- Máxima tensión residual a corriente de Impulso empujado	kVp	157
	- Nivel de protección al impulso por sobretensiones atmosféricas		144
	- Nivel de protección al impulso por sobretensiones de maniobra		122
3.0	CONTADOR DE DESCARGAS		Si

**Tabla 4.10. De datos Técnicos Garantizados
Pararrayos 21kV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.2	Tipo		Oxido Metálico
1.4	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.5	Normas de fabricación		IEC 99-4
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Capacidad de absorción de energía	IEC	Clase 3
2.3	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	kV	24
	- Tensión nominal del Pararrayos	kV	21
	- Tensión máxima de operación continua (COV)	kV	16.8
2.4	Nivel de aislamiento del aislador		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	68
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	116
2.5	Aislador		
	- Material		Polimérico
	- Línea de fuga total	mm/kV	16
2.6	Características de corriente:		

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
2.7	- Corriente nominal de descarga	kAp	10
	- Seguro contra explosiones	kA	40
	Características de protección:		
3.0	- Máxima tensión residual a corriente de Impulso empujado	kVp	57.9
	- Nivel de protección al impulso por sobretensiones atmosféricas		53.1
	- Nivel de protección al impulso por sobretensiones de maniobra		45.1
3.0	CONTADOR DE DESCARGAS		Si

**Tabla 4.11. De datos Técnicos Garantizados
Transformador de Corriente 72.5kV**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		Doble relación
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Normas de fabricación		IEC 185
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	60
	- Tensión máxima del sistema	kV	72,5
	- Tensión máxima del equipo	kV	72,5
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	140
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	325
2.4	Características de corriente		
	- Corriente de corta duración (I th) 1 segundo	kA	25
	- Corriente dinámica pico (I din)	kA	40
2.5	Factor de corriente continua a 40 °C		1,5
2.6	Relación de transformación:		
	- Corriente del primario	A	100 - 200
	- Corriente de los secundarios	A	1
2.7	Número de núcleos		
	- Número de núcleos de medida		1
	- Número de núcleos de protección		2
2.8	Consumo/clase de precisión:		
	- Protección (dos núcleos)	VA/cl.	15/5P20
	- Medición (un núcleo)	VA/cl.	15/0,2S
2.9	Aisladores de paso:		
	- Tipo		C4-325
	- Material		Porcelana
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16

**Tabla 4.12. De datos Técnicos Garantizados
Transformador de Corriente 24kV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		Doble relación
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Normas de fabricación		IEC 185
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	kV	24
	- Tensión máxima del equipo	kV	24
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	50
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	125
2.4	Características de corriente		
	- Corriente de corta duración (I th) 1 segundo	kA	20
	- Corriente dinámica pico (I din)	kA	12.5
2.5	Factor de corriente continua a 40 °C		1,5
2.6	Relación de transformación:		
	- Corriente del primario	A	100 - 200
	- Corriente de los secundarios	A	1
2.7	Número de núcleos		
	- Número de núcleos de medida		1
	- Número de núcleos de protección		1
2.8	Consumo/clase de precisión:		
	- Protección (dos núcleos)	VA/cl.	15/5P20
	- Medición (un núcleo) *	VA/cl.	15/0,2S
2.9	Aisladores de paso:		
	- Tipo		C4-125
	- Material		Polimérico
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16

**Tabla 4.13. De datos Técnicos Garantizados
Transformador de Tensión 72.5kV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		Capacitivo
1.3	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.4	Normas de fabricación		IEC 186
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	66
	- Tensión máxima del sistema	kV	72,5
	- Tensión máxima del equipo	kV	72,5
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min entre fase y tierra	kV	140
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 entre fase y tierra	kVp	325
2.4	Relación de transformación:		
	- Tensión nominal del primario	kV	$66/\sqrt{3}$
	- Tensión nominal de los secundarios	kV	$0,100/\sqrt{3} - 0,100/\sqrt{3}$
	- Número de devanados secundarios		2
2.5	Consumo y clase de precisión:		
	- Medición		30 VA - 0,2
	- Protección		30 VA - 3P
2.6	Aislador:		
	- Tipo		Porcelana
	- Material		16
	- Línea de fuga específica	mm/kV	

**Tabla 4.14. De datos Técnicos Garantizados
Transformador de Tensión 24kV**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO/ GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Tipo		Inductivo
1.2	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000
1.3	Normas de fabricación		IEC 186
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Características de tensión:		
	- Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	- Tensión máxima del sistema	kV	24
	- Tensión máxima del equipo	kV	24
2.3	Nivel de aislamiento:		
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min entre fase y tierra	kV	50
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 entre fase y tierra	kVp	125
2.4	Relación de transformación:		
	- Tensión nominal del primario	kV	$24/\sqrt{3}$
	- Tensión nominal de los secundarios	kV	$0,100/\sqrt{3} - 0,100$
	- Número de devanados secundarios		2
2.5	Consumo y clase de precisión:		
	- Medición		30 VA - 0,2
	- Protección		30 VA - 3P
2.6	Aislador:		
	- Material		Polimérico
	- Línea de fuga específica	mm/kV	16

Mayor detalle constructivo de los equipos de Patio (ver el Anexo B).

4.3. Cálculos Justificativos.-

4.3.1. Línea de fuga.- La selección de los aisladores para un determinado nivel de contaminación se efectúa según las recomendaciones para distancia de fuga presentada en la norma IEC-60815.

Como la zona de instalación de los equipos es montañosa y agrícola, además de presentar baja densidad de viviendas, sin presencia de industrias que contaminen el ambiente y con frecuentes lluvias; de acuerdo a estas consideraciones y según las recomendaciones IEC-60815, la zona del proyecto esta clasificada con un nivel de contaminación ligero (nivel I), por tal la distancia de fuga específica es **K= 16mm/kV**.

Mayor alcance referente a la norma IEC-60815 “Clasificación de los niveles de contaminación para definir la distancia de fuga de los aisladores” (Ver Anexo C).

Por tanto la Distancia de Fuga mínima Requerida (Df_{mín}) es:

$$Df_{mín} = K.U_m.F_c \quad (4.1)$$

Donde:

U_m : Tensión máxima del sistema en kV (72,5 kV o 27kV)

F_c : Factor de corrección por altitud.

Por lo tanto:

Para niveles de tensión máximo de 72.5kV, la Df_{mín}. = 1160mm

Para niveles de tensión máximo de 27kV, la Df_{mín}. = 432mm

4.3.2. Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo y la tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial.- Estos parámetros eléctricos son aquellos que definirán el nivel de aislamiento que debe tener el equipo para su correcto funcionamiento.

Según la norma IEC 62271-102, ha normalizado para los diferentes niveles de tensión, los valores tanto la de tensión de sostenimiento tipo rayo (BIL) como la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial; valores referidos a nivel del mar.

No obstante los parámetros en mención estarán sujetos a variación debido a la altura de instalación del equipo, por lo que se hace indispensable la corrección por altura. Por tanto:

El nivel de Aislamiento en condiciones nominales a nivel del mar para un sistema de 66kV y 22.9kV será:

Para 22.9kV

Tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial = 50kV

Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo = 125kV

Para 66kV

Tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial = 140kV

Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo = 325kV

Factor de Corrección por altura:

De acuerdo a la IEEE PC37.100.1 (ver Anexo D) y de acuerdo a la norma IEC Publicación 71-1 y 71-2, 1993-11, la corrección del nivel de aislamiento externo debido a la altura de instalación de los equipos a mas de 1000 m.s.n.m., pasa fundamentalmente por corregir los

parámetros de la Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial y la tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo “BIL”.

El factor de corrección se define de la siguiente manera:

$$k = e^{\frac{M(H-1000)}{8150}} \quad (4.2)$$

Donde:

H: Altura de instalación (en metros)

M: Constante definida para las tensiones de sostenimiento tipo rayo y a frecuencia industrial.

Por lo tanto, para:

H: 1000 m.s.n.m.

M = 1

K: 1.0

Entonces el nivel básico de Aislamiento corregido será:

Para 22.9kV

Tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial = 50kV

Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo = 125kV

Para 66kV

Tensión de sostenimiento a frecuencia Industrial = 140kV

Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo = 325kV

Por otro lado, el factor de corrección por altura para los pararrayos, se calcula siguiendo las recomendaciones definidos por la norma IEC 99-4, quien recomienda un LIWV (Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo) especial para pararrayos.

El LIVW para pararrayos según IEC 99-4 se determina así:

$$LIWV = 1.3 x e^{\frac{h-1000}{8150}} x U_{PL} \quad (4.3)$$

Donde:

LIWV: Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo,

U_{PL}: Tensión residual tipo rayo,

h: Altitud de Instalación.

Para el aislamiento a frecuencia Industrial se utiliza un proceso analogo al del aislamiento de la envolvente:

$$PFWV = \frac{1.06}{\sqrt{2}} x e^{h-1000/8150} x U_s \quad (4.4)$$

Donde:

PFWV: Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial,

Us: Tensión residual con impulso de maniobra,

h: Altura de Instalación.

Por tanto, para:

h: 1000 m.s.n.m.

Pararrayos de 22.9kV,

U_{PL}: 53.1kV, U_s: 45.1kV

$LIWV = 1.3 x U_{PL} = 1.3 x 53.1 = 69.3kV$ – BIL (Nivel Básico de Aislamiento)

$PFWV = 0.75 x U_s = 0.75 x 45.1 = 34kV$

Pararrayos de 66kV,

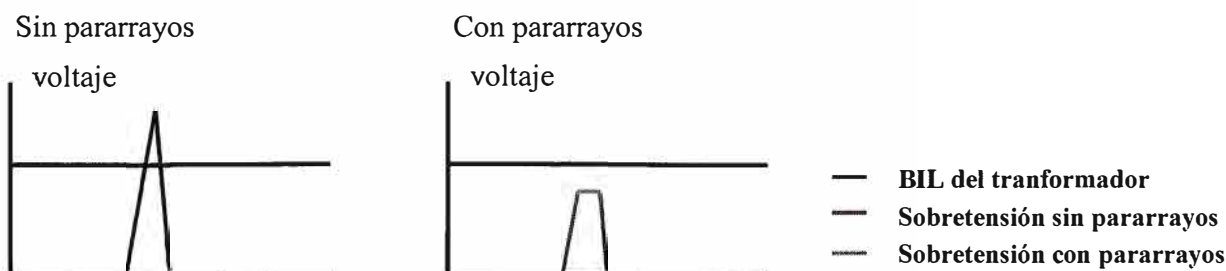
U_{PL}: 144kV, U_s: 122kV

$LIWV = 1.3 x U_{PL} = 1.3 x 144 = 187.2kV$ – BIL (Nivel Básico de Aislamiento)

$PFWV = 0.75 x U_s = 0.75 x 122 = 91.5kV$

4.3.3. Selección de los pararrayos.- Los siguientes aspectos deben ser considerados para la selección de un pararrayos:

- El pararrayos debe soportar la tensión a frecuencia industrial (Voltaje nominal fase-tierra y sobre tensiones temporales).
- El nivel de protección (tensión residual) del Pararrayos debe ser siempre menor que las tensiones de sostenimiento del aislamiento del equipo a ser protegido (teniendo en cuenta la distancia entre el pararrayos y el equipo a ser protegido)



- Nivel de aislamiento de la envolvente de acuerdo con la altura de instalación
- Verificación de la capacidad de absorción de energía del pararrayos y selección de la clase de descarga de la línea, según IEC37.

$$w = 2 \cdot U_{ps} \cdot (U_e - U_{ps}) \cdot \frac{T_w}{Z} ; T_w = \frac{L}{v} \quad (4.5)$$

Donde:

w: capacidad de absorción de la energía.

Ue: Amplitud de sobretensión.

Ups: Tensión residual con impulso de maniobra del pararrayos

L: Longitud de la línea

v: Velocidad de desplazamiento de la Onda

$$W = \frac{w}{U_r} \quad (4.6)$$

Donde:

W: Capacidad de absorción referido a la tensión asignada del Pararrayos

Pararrayos para sistema de 22.9kV,

$$U_s = U_m = 24kV$$

$$U_c = 1.05 \times \left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} \right) = 14.6kV$$

$$U_r = 1.25 \times U_c = 18.3kV$$

Por lo tanto, según estándar IEC 60099-4, y de acuerdo al estándar de fabrica (TRIDELTA), $U_r = 21kV$, $U_{ps} = 45.1$, $U_e = 3.2 \times U_r$, $Z = 2.4 \times U_r$, $v = 300,000$ km/s,

$$l = 85km$$

∴ Según formula 4.5, $w = 10.7kJ$, **$W = 0.5kJ/kV$**

Pararrayos para sistema de 66kV,

$$U_s = U_m = 72.5kV$$

$$U_c = 1.05 \times \left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} \right) = 44kV$$

$$U_r = 1.25 \times U_c = 55kV$$

Por lo tanto, según estándar IEC 60099-4, y de acuerdo al estándar de fabrica (TRIDELTA), $U_r = 60\text{kV}$, $U_{ps} = 48$, $U_e = 2.8 \times U_r$, $Z = 1.3 \times U_r$, $v = 300,000 \text{ km/s}$,

$l = 85\text{km}$

∴ Según formula 4.5, $w = 41\text{kJ}$, $W = 0.68\text{kJ/kV}$

Para complementar los cálculos de la capacidad de absorción de energía en los pararrayos, tener presente que la línea de transmisión que llega a la S.E. San Francisco, recorrerá zonas típicas de sierra alta y ceja de selva, se presentan periodos de lluvias desde el mes de Noviembre hasta el mes de Marzo, con tormentas eléctricas en las partes mas altas.

Mayor información referente a la norma IEC 60099-4, que respalda los cálculos que de capacidad de absorción de energía de los pararrayos, (ver ANEXO F)

Tabla 4.15. Características eléctricas de los equipos de Patio

CARACTERISTICAS TECNICAS FUNDAMENTALES A CONSIDERAR						
CARACTERISTICAS A ESPECIFICAR	INTERRUPTOR	SECCIONADOR	SECC PAT	TRAF. CORRIENTE	TRAF. TENSION	DESCARGADOR
Norma IEC	60056	60129	60129	60044	60186	60099
Interior o Exterior	X	X	X	X	X	X
Tensión nominal	X	X	X	X	X	X
Frecuencia Nominal	X	X	X	X	X	X
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	X	X	X	X	X	X
Tensión de ensayo al impulso	X	X	X	X	X	X
Características de descarga						X
Corriente nominal	X	X		X		
Poder de interrupción	X					
Poder de cierre	X					
Corriente de breve duración	X	X	X	X		
Corriente de Cresta	X	X	X	X		
Numero de Polos	3	3	3	1	1	1

4.4. Cuadro comparativo de las ventajas técnicas de la optimización.-

	DESCRIPCION TÉCNICA	DESCRIPCION TÉCNICA
Item	(Equipamiento Optimizado)	(Equipamiento Convencional)
	Equipos de Seccionamiento y de Interrupción	Equipos de Seccionamiento y de Interrupción
1	Seccionador Fusible de Potencia "Power Fuse" y de Expulsión "Cut Out"	Seccioandores de barra y de Línea
1.1	- Son de Bajo costo	- Son de Alto costo
1.2	- Instalación rápida, práctica y ocupan poco espacio, debido a que estos equipos se pueden montar en forma vertical.	- Ocupan mucho espacio
1.3	- No requieren mantenimiento	- Requiere de fuente auxiliar para su funcionamiento
1.4	- No requieren dispositivos adicionales de interrupción	- Requiere de trabajos civiles para su instalación, Como es la necesidad de hacer canaletas y cimientos para los equipos a ser instalados.
1.5	- Contribuye a la conservación del medio ambiente (No gas SF6)	
2	Interruptor de Recierre Automático "RECLUSER"	Interruptor de Potencia
2.1	- Son de Bajo Costo	- Son de Costo elevado
2.2	- Equipo con dimensiones reducidas y peso liviano (760x534x750mm) y 85kg.	- Ocupan mucho espacio
2.3	- Equipo Hechos de acero inoxidable, diseñados y preparados para ser instalado en cualquier medio ambiente ya sea contaminado, corrosivo, lluvioso, etc.	- Requiere de dispositivos auxiliares de interrupción (Transformadores de corriente, transformadores de tensión, Reles de Protección, etc)
2.4	- A prueba de Arco interno	- Requiere de trabajos civiles para su instalación, como es la necesidad de hacer canaletas y las Bases para el equipo.
2.5	- Medio de interrupción de Arco es el Vacío	- Requiere de un mantenimiento preventivo periódico por tener un medio de interrupción y un medio de aislamiento en gas SF6
2.6	- Su operación de interrupción es muy rápida (menores que 30mms)	- Son elementos contaminantes y contribuyentes del sobrecalentamiento de la superficie de la tierra
2.7	- Capacidad de realizar 30,000 operaciones Eléctricas / Mecánicas	
2.8	- No requiere de Gas SF6 como medio de aislamiento	
2.90	- Usa bushing de silicona	
2.10	- Contribuye a la conservación del medio ambiente (No gas SF6)	
2.11	- No requiere mantenimiento por tener un sistema de aislamiento sólido	
2.12	- Posee un sistema de comunicación y control para ser Controlado y maniobrado a distancia.	
2.13	- Tiene incorporado 6 sensores de Corriente y 6 sensores de tensión para la medición de las corrientes de fases y habilitar las protecciones del equipo	

	DESCRIPCION TÉCNICA	DESCRIPCION TÉCNICA
Item	(Equipamiento Optimizado)	(Equipamiento Convencional)
3	Equipos de Medición	Equipos de Medición
	Transformadores de Corriente y de Tensión	Transformadores de Corriente y de Tensión
	Para niveles de tensión no mayores de 38kV, se debe implementar transformadores de instrumentación fabricados con resina ciclo-alifática debido a:	Para niveles de tensión hasta 38kV, no es recomendable el uso de transformadores de instrumentación de porcelana debido a:
	- Bajo costo	- Costo elevado
	- Son muy eficientes y confiables en cualquier medio ambiente en donde se instalen, ya que no muestra ninguna parte metálica en contacto directo con el Ambiente, evitando así la corrosión; esto debido a que todo el housing y los bushing están recubiertos de resina ciclo-alifática.	- Poseen partes metálicas expuestas al medio ambiente, Siendo puntos vulnerables para la corrosión.
	- No hay riesgo de fuga de aceite	- Tienen exceso de peso el cual no permite su fácil instalación
	- Menos mantenimiento	- Esta propenso a sufrir fugas de aceite el cual ocasionaría severas fallas de aislamiento en el transformador
		- Esta propenso a sufrir quínes en su aislador ocasionando la Disminución de su distancia de fuga.
		Para niveles de tensión mayores de 38kV, es recomendable el uso transformadores de Instrumentación, con housing de Porcelana debido básicamente a su menor precio.
	Equipamiento de Protección	Equipamiento de Protección
	Pararrayos	Pararrayos
	Para niveles de tensión no mayores de 38kV, se debe implementar Pararrayos fabricados de goma de silicona debido a:	Para niveles de tensión de tensión hasta 38kV, no es recomendable el uso de pararrayos con columnas soporte hechos de porcelana debido a:
	- Bajo costo	- Costo elevado
	- Son mas ligeros	- Tienen exceso de peso el cual no permite su fácil instalación
	- Menos mantenimiento	
		Para niveles de tensión de tensión mayores de 38kV, se recomienda el uso de pararrayos con columnas soporte hechos de porcelana debido a su menor costo
		En el mercado eléctrico nacional e internacional.

CAPÍTULO V

CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos. Por tal, se han creado diferentes reglamentos legales, que tienen como objetivo principal la prevención de accidentes y actos que amenacen y contribuyan a la contaminación del medio ambiente.

5.1. Impacto Ambiental.-

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural.

El término impacto ambiental se utiliza en dos campos diferenciados, aunque relacionados entre sí: el ámbito científico-técnico y el jurídico-administrativo. El primero ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la identificación y la valoración de los impactos ambientales, incluidas en el proceso que se conoce como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); el segundo ha producido toda una serie de normas y leyes que obligan a la declaración de impacto ambiental y ofrecen la oportunidad, no siempre aprovechada, de que un determinado proyecto pueda ser modificado o rechazado debido a sus consecuencias ambientales. Este rechazo o modificación se produce a lo largo del procedimiento administrativo de la evaluación de impacto. Gracias a las evaluaciones de impacto, se estudian y predicen algunas de las consecuencias ambientales, esto es, los impactos que ocasiona una determinada acción, permitiendo evitarlas, atenuarlas o compensarlas.

5.2. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).-

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto ambiental (DIA) es la comunicación previa, que

las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación.

La evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA) al análisis, es previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La Unión Europea la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

En conclusión el EIA es esencialmente un instrumento del gestor de un proyecto determinado; para ello se han creado **instrumentos que nos ayudan en la evaluación del impacto ambiental**, tales como el estudio de impacto ambiental:

5.2.1. El estudio de impacto ambiental.-

Es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de una intervención. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter pluri e interdisciplinario, que se realiza para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.

El estudio del impacto ambiental puede hacerse en varias etapas, en paralelo con las etapas de la intervención que se pretende evaluar. Para estos efectos debe entenderse como intervención no solo una obra, como un puente o una carretera, sino que también, es una

intervención que puede tener impacto en el ambiente, la creación de una normativa o una modificación de una normativa existente. Por ejemplo, el incremento del impuesto a la importación de materia prima para fabricación de plásticos puede inducir al uso de recipientes reciclables. Cada intervención propuesta será analizada en función de los posibles impactos ambientales. Asimismo se analizan, en función de la etapa en que se encuentra en el ciclo del proyecto.

5.3. Protocolo de Kyoto.-

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un instrumento internacional que tiene por objeto principal disminuir el cambio climático de origen antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Esto se conoce como Calentamiento global. Pero el objetivo principal de este protocolo de Kyoto es reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global (dióxido de carbono (**CO₂**), metano (**CH₄**) y óxido nitroso (**N₂O**), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (**HFC**), perfluorocarbonos (**PFC**) y hexafluoruro de azufre (**SF₆**), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si la contaminación de estos gases en el año 1990 alcanzaba el 100%, al término del año 2012 deberá ser del 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5%, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

Este instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El Protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la UNFCCC.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5,2% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor

el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004.

5.3.1. Bonos de Carbono.-

Los bonos de carbono son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente; es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kyoto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero (GEI o gases de efecto invernadero).

El sistema ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la contaminación generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a contaminar como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado. La transacción de los bonos de carbono —un bono de carbono representa el derecho a contaminar emitiendo una tonelada de dióxido de carbono— permite mitigar la generación de gases contaminantes, beneficiando a las empresas que no contaminan o disminuyen la contaminación y haciendo pagar a las que contaminan más de lo permitido.

Las reducciones de emisiones de GEI se miden en toneladas de CO₂ equivalente, y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Un CER equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países Anexo I (industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del protocolo de Kyoto). Los tipos de proyecto que pueden aplicar a una certificación son, por ejemplo, generación de energía renovable, mejoramiento de eficiencia energética de procesos, forestación, limpieza de lagos y ríos, etc.

En un esfuerzo por reducir las emisiones que provocan el cambio climático en el planeta, como el calentamiento global o efecto invernadero, los principales países industrializados menos Estados Unidos y Australia, que han establecido un acuerdo que establece metas cuantificadas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el 2012: el Protocolo de Kyoto. Para cumplir se están financiando proyectos de captura o abatimiento de estos gases en países en vías de desarrollo, acreditando tales disminuciones y considerándolas como si hubiesen sido hechas en su territorio.

5.3.2. Calentamiento Global.-

Calentamiento global es un término utilizado habitualmente en dos sentidos:

- Es el fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas.
- Es una teoría que predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

La denominación "calentamiento global" suele llevar implícita las consideraciones de la influencia de las actividades humanas. Esta variante antropogénica de la teoría predice que esto sucederá si continúan las emisiones de gases de efecto invernadero. La opinión científica mayoritaria sobre el cambio del clima dice que "la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años, es atribuible a la actividad humana". Las simulaciones parecen indicar que la principal causa del componente de calor inducido por los humanos se debería al aumento de dióxido de carbono. La temperatura del planeta ha venido elevándose desde finales del siglo XIX, cuando se puso fin a la etapa conocida como la pequeña edad de hielo.

Algunas veces se utiliza la denominación cambio climático, que designa a cualquier cambio en el clima, sin entrar en discusiones sobre su causa. Para indicar la existencia de influencia humana se utiliza el término cambio climático antropogénico.

Calentamiento global y efecto invernadero no son sinónimos. El efecto invernadero acrecentado por la contaminación puede ser, según las teorías, la causa del calentamiento global observado.

Aunque la discusión se centra en la temperatura, el calentamiento global o cualquier tipo de cambio climático implica cambios en otras variables: las lluvias globales y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera objetiva de evaluar simultáneamente estos cambios sea a través del uso de modelos computacionales que intentan simular la física de la atmósfera y del océano y que tienen

una precisión muy limitada debido al desconocimiento actual del funcionamiento de la atmósfera.

El cuerpo multigubernamental y científico encargado de su análisis global es el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (**IPCC, por sus siglas en inglés de Intergovernmental Panel on Climate Change**). Una de las consecuencias más notables de su trabajo es el Protocolo de Kyoto, que promueve una reducción de emisiones contaminantes (principalmente gases de efecto invernadero) por parte de los países industrializados. El protocolo ha sido tachado de injusto, al considerar asociadas el incremento de las emisiones al desarrollo, con lo que las naciones más afectadas serán aquellas menos desarrolladas. La previsión del protocolo es que, si todos los países más contaminantes lo firman, se conseguiría una reducción de la temperatura media del aire en el planeta de 0.07 °C.

5.3.3. Efecto invernadero.-

Se llama efecto invernadero al fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmósfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre y el metano, debida a la actividad económica humana.

Este fenómeno evita que la energía del Sol recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

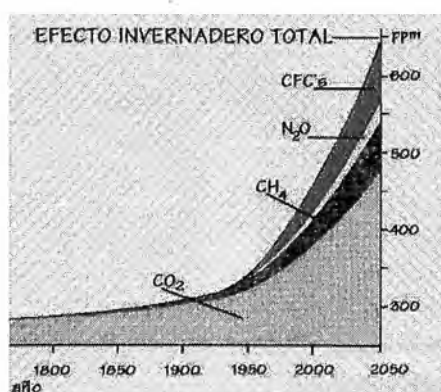


Fig. 5.1. Incremento de la temperatura por el calentamiento Global

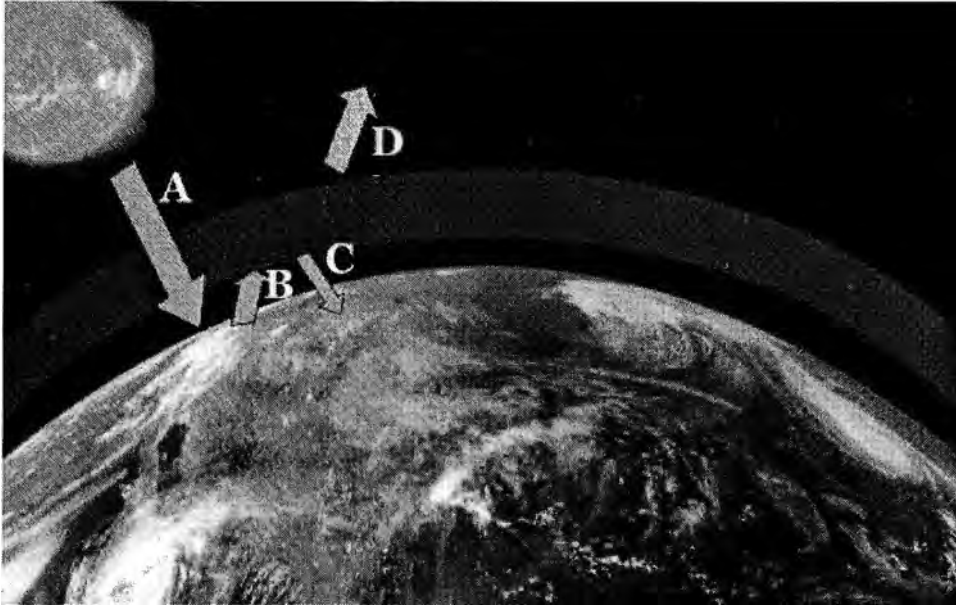


Fig. 5.2. Efecto Invernadero

- A:** Absorción de la radiación emitida por el Sol en las capas atmosféricas.
B: Reflexión de la radiación solar absorbida (aproximadamente un 30%).
C: Captación de la radiación solar reflejada por los gases invernaderos.
D: Expulsión de la radiación solar al espacio.

El ciclo formado por los puntos B y C, es el responsable del aumento en la temperatura de las capas más cercanas a la superficie terrestre.

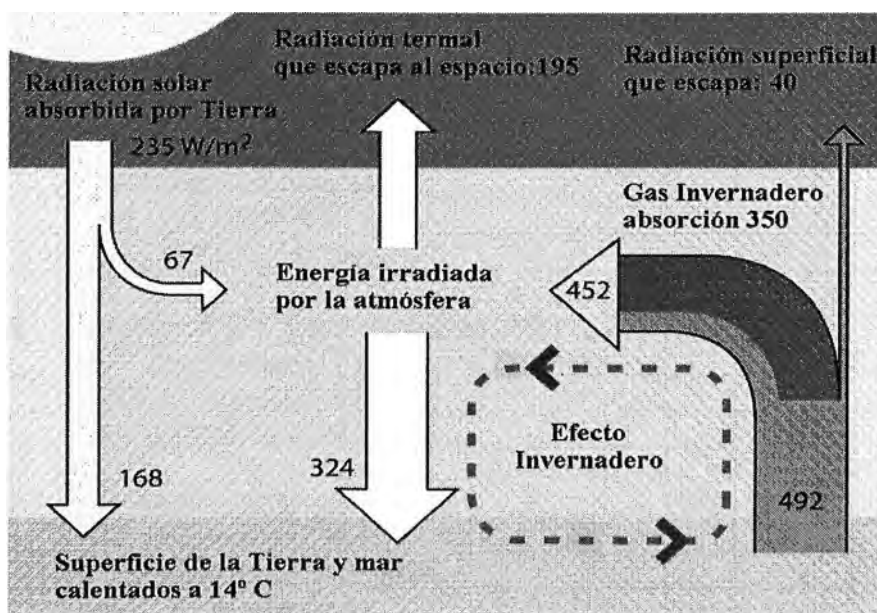


Fig. 5.3. Diagrama del ciclo Invernadero

Tabla 6.2. Equipamiento optimizado

1/3

Item	Cant.	Unit.	Descripción	PRECIOS VENTA (Lima-Perú)		
				Mon	Unit.	Total
			SUB ESTACIÓN SAN FRANCISCO			
			PATIO DE LLAVES 66kV			
1	3	Cjto.	Seccionador fusible de potencia (Power Fuse), unipolar, 69kV, 325kV BIL, 200A, 25kA, Adecuado para montaje vertical, apertura vertical, pudiendos ser operado con pertiga. Incluye:	USD	3100.00	9300.00
			- Base portafusible y aisladores de porcelana			
			- Kit fusible - 40A, 69kV			
			- Chicote fusible velocidad PS			
			- Marca : S&C Power Fuses / USA			
3	6	pza.	Pararrayo de Oxido Metálico (ZnO), MCOV: 48kV, 10kA, clase 3, aislador de porcelana, Incluye contador de descargas	USD	1850.00	11100.00
			- Marca : TRIDELTA / Alemania			
4	3	cjtos	Transformador de Tensión Capacitivo 72.5kV 325kV BIL; Relación: 66:√3 / 0.1: √3 / 0.10: √3 kV, 30VA / clase 0.2, 30VA / 3P	USD	5700.00	17100.00
			Ejecución inmerso en aceite, de sellado hermético,			
			- Marca : PFIFFNER / Suiza			
5	3	cjtos	Transformador de corriente 72.5kV 325kV BIL, Relación: 100- 200 / 1-1-1 A, 15VA / clase 0.2S, 2x 15VA / 5P20	USD	5300.00	15900.00
			Ejecución inmerso en aceite, de sellado hermético,			
			- Marca : PFIFFNER / Suiza			
			Sub Total.....	USD		53400.00
						+ IGV

(Equipamiento optimizado)

3/3

Item	Cant.	Unit.	Descripción	PRECIOS VENTA (Lima-Perú)		
				Mon	Unit.	Total
			SUB ESTACIÓN SAN FRANCISCO			
			PATIO DE LLAVES 22.9kV			
					109900.00
11	18	pza.	Pararrayo de Oxido Metálico (ZnO),	USD	1280.00	23040.00
			MCOV: 16.8kV, 10kA, clase 3, aislamiento polimérico,			
			Incluye contador de descargas			
			- Marca : TRIDELTA / Alemania			
14	3	cjtos	Transformador de corriente 24kV	USD	1250.00	3750.00
			125kV BIL, Relación: 100- 200 / 1-1-1 A,			
			15VA / clase 0.2S, 2x 15VA / 5P20			
			Aislador de Resina Cicloalifática,			
			- Marca : SOLTRAN / Brasil			
			Total.....	USD		136690.00
						+ IGV

6.2. Aspectos comerciales a ser tomados en consideración.-

Así como la correcta selección de los equipos es aspecto clave para la optimización de costos, un aspecto al que también debemos tener en cuenta es la manera como adquirimos los equipos que nos suministran los fabricantes de todo el mundo, el correcto proceso de nacionalización de los equipos nos garantiza un margen adicional en la optimización de costos.

6.2.1. Adquisición de equipos considerando las diferentes modalidades de entrega de equipos según los INCOTERMS 2000.-

Los INCOTERMS son términos definidos y elaborados por la Cámara Internacional de Comercio (CIC), con la finalidad de establecer un lenguaje estandarizado que pueda ser utilizado por los compradores y vendedores que participan en negocios internacionales.

Dentro de las diferentes modalidades de compra y venta de equipos, podemos optar por la alternativa que mas nos convenga tanto en el aspecto de costos como en el tiempo de entrega.

Las modalidades mas frecuentemente usadas en la adquisición de equipos según los **INCOTERMS 2000** son:

- **EXW: EX FÁBRICA** Significa que la única responsabilidad del vendedor, es poner su mercancía a disposición del comprador en su propio local.
- **FCA: FRANCO EN EL MEDIO DE TRANSPORTE**, El vendedor debe entregar la mercancía lista para su exportación al transportista en el lugar indicado en las condiciones de embarque.
- **FAS: FRANCO AL COSTADO DE LA NAVE**, El vendedor se hace responsable de colocar la mercancía al costado de la nave en el muelle o en las barcasas, en el lugar indicado en la cotización.
- **FOB: FRANCO A BORDO**, Cuando el vendedor se responsabiliza de colocar la mercancía a bordo de una nave en el puerto indicado en el contrato de venta.
- **CFR: COSTO Y FLETE**, El vendedor debe hacer el despacho de la mercancía para su exportación y pagar los Costos y el Flete necesario para transportarla al destino indicado.
- **CIF: COSTO, SEGURO Y FLETE**, Es un término similar al CFR, pero en este caso, el vendedor también debe contratar un seguro marítimo para la mercancía del comprador.
- **CIP: TRANSPORTE Y SEGURO PAGADO HASTA**, Es un término equivalente a CIF, pero se utiliza para el transporte que no sea marítimo.
- **DDP: ENTREGADO CON LOS DERECHOS ADUANEROS PAGADOS**, Significa que el vendedor se hace cargo de todo, incluyendo los procedimientos necesarios para el despacho de la mercancía y el pago de los derechos aduaneros.

Dentro de los INCOTERMS definidos líneas arriba, los términos que mas se usan en la adquisición de equipos de media y alta tensión son: El EXW, el FOB, el CIF, el CIP y el DDP; y dentro de estas cinco opciones, el termino que nos dará resultados mas satisfactorios en el aspecto de precios de compra/Venta es el FOB, esto debido a que fabrica al ponerlo a bordo de buque, ya han definido un tope maximo de comisión por la venta, en tal sentido no hay posibilidad cobros exagerados por transporte marítimo ni montos adicionales por nacionalización de equipos en el caso de optar por la adquisición de equipos en términos DDP (puesto en los almacenes del cliente).

6.2.2. Aspectos de globalización de mercado.-

El surgimiento de fábricas a nivel mundial, con nuevos diseños innovadores y mejorados, nos han brindado alternativas de soluciones integrales con equipos que nos brindan mayores prestaciones y a costos mínimos.

La aparición de estas fábricas han hecho que la implementación de un patio de llaves mejoren enormemente en diferentes aspectos tales como en flexibilidad, eficiencia y confiabilidad; cumpliendo de esta manera las rigurosas normativas vigentes que rigen la implementación de un patio de llaves de una Subestación.

En tal sentido hoy en día podemos encontrar una línea innumerable de fábricas que nos ofrecen equipos de última tecnología, con una calidad certificada internacionalmente y a precios competitivos en el mercado eléctrico mundial. Es así que en la actualidad, podemos implementar nuestras subestaciones a costos mínimos, manteniendo y hasta superando los estándares de seguridad, confiabilidad, robustez y calidad en el servicio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Los equipos de protección a ser implementados deben cumplir con los siguientes criterios:

- Seguridad : disminuir el riesgo de accidentes personales
- Protección: Evitar daño en los equipos ante presencia repentina de cortocircuitos
- Confiabilidad: Asegurar que la protección opere correctamente
- Selectividad: Asegurar la máxima continuidad de servicio
- Velocidad de operación para evitar el deterioro de equipos
- Simplicidad: Lograr los objetivos de protección con el menor equipamiento
- Flexibilidad: Funcionalidad y capacidad de acoplamiento a las variaciones de carga
- Economía: Máxima protección al menor costo total.

2. Para lograr la optimización Técnica en el equipamiento de un patio de llaves básicamente en Subestaciones eléctricas rurales con sistemas de simple barra, pasa fundamentalmente por la correcta selección y la adecuada aplicación que se le de al equipo para el que ha sido diseñado.

3. La adquisición de equipos de 4ta generación, con tecnología de punta, no solamente nos brindan mayores prestaciones con soluciones integrales a precios competitivos en el mercado eléctrico mundial, si no adicionalmente a ello, nos proporcionan un ahorro en la instalación y el mantenimiento sin poner en riesgo la confiabilidad, robustez y calidad del servicio que debe mantener y conservar el sistema eléctrico.

4. La cuantificación de la demanda actual y proyectada en potencia y energía es la variable más importante para la determinación de los equipos a ser utilizados, así como para la definición de las etapas de implementación.

5. La utilización de los Seccionadores fusibles de Potencia “POWER FUSE” se dan hasta potencias de 5MVA, debido a su robustez, practicidad, confiabilidad y cero

6. mantenimientos; ha sido una solución alternativa muy económica para la protección del transformador de potencia ante fallas de corto circuito en lado de alta tensión.
7. La aplicación de los POWER FUSE como equipo seccionador, deberá ser aperturado coordinadamente con la apertura del interruptor automático “RECLOSER” instalado aguas abajo del transformador de potencia, esto debido a que el Power Fuse no puede abrir con carga. En caso de un seccionamiento por parte del Power Fuse, tenemos la opción de mandar toda el área seccionada a tierra, utilizan las tierras temporarias; protegiendo así a todo personal que este realizando maniobras en el sector.
8. La utilización de los “RECLOSER”, han desplazado a los interruptores convencionales debido a sus mayores prestaciones y a sus menores costos; además no requieren de Reles de protección externos adicionales, ya que ellos tienen incorporado un rele que brinda funciones de protección y control a la Subestación, pudiendo ser utilizadas en subestaciones rurales como interruptor de barra, haciéndolo funcionar programado para un solo disparo “Lock Out”.
9. Las protecciones internas del transformador de potencia, como es la protección de sobrepresión; al igual que los relés térmicos y de temperatura, las cuales censan los incrementos de temperatura en los devanados ante sobrecargas prolongadas del transformador; pueden ser cumplidas con eficiencia por el Recloser implementado en el lado secundario del transformador.
10. Todas la ventajas que nos brindan tanto los Power Fuse instalados en el lado de alta tensión como los Reclosers en el lado de baja tensión, son para lograr diseñar patio de llaves autónomos y desatendidos, minimizando las inversiones en obras civiles y mantenimientos preventivos y predictivos.
11. Para el equipamiento optimo se ha tenido mucho cuidado en seleccionar equipos que contribuyan a la conservación del medio ambiente, prueba de ello lo tenemos en la implementación de los Seccionadores fusibles “Power Fuse”, quienes no utilizan gas SF6 como medio de aislamiento, y los Recloser quienes utilizan aislamiento sólido como medio de aislamiento, evitando así el uso del gas SF6 que es mas dañino y mortal que el gas CO2. Los cuales deterioran cada vez mas nuestra debilitada capa de ozono, contribuyendo así al sobrecalentamiento de la superficie de la tierra y con ello a un efecto invernadero que se hace inminente si no tomamos conciencia y no realizamos las mediadas correctivas correspondientes.

12. El uso de gas SF6 en los equipos de maniobra es muy perjudicial para el medio ambiente, debido a que dichos equipos siempre presentan fugas de gas en su tiempo de vida útil, por mas que su incidencia de fuga sea mínima igual contamina, **una molécula de gas SF6 es 15,000 veces mas perjudicial que una molécula de CO2.**

13. En lo que respecta a la parte de costos, la optimización de costos depende básicamente de la correcta selección de los equipos, teniendo presente las consideraciones y premisas ya indicadas en el correspondiente capítulo del presente trabajo; del conocimiento del mercado eléctrico internacional, referido fundamentalmente al conocimiento de fabricas que nos brinden soluciones integrales a costos mínimos, que mantienen un estándar optimo en calidad, eficiencia y confiabilidad en la fabricación de sus equipos; y esto ligado al correcto proceso de compra de a cuerdo a los INCOTERMS 2000, hacen una excelente optimización en lo que a costos se refiere.

14. El estudio de costos en el equipamiento convencional de un patio de llaves se ha hecho considerando equipos de muy buena calidad con precios mínimos debido a la globalización y competitividad en el mercado eléctrico internacional, pero Sin embargo ello no es suficiente para obtener una optimización de costos.

15. El estudio de costos en el equipamiento optimizado, adicionalmente al de contar con equipos de muy buena calidad a precios mínimos, se ha tenido en consideración la correcta selección de todos los equipos que conforman el patio de llaves, obteniendo así equipos que cumplen sus funciones para lo que han sido diseñados, sin la necesidad de sobredimensionarlos, evitando elevar considerablemente el costo de los equipos.

16. Según los resultados obtenidos en el estudio de costos, podemos asegurar un ahorro sustancial de casi el 50% con relación a lo presupuestado para un equipamiento de patio de llaves convencional.

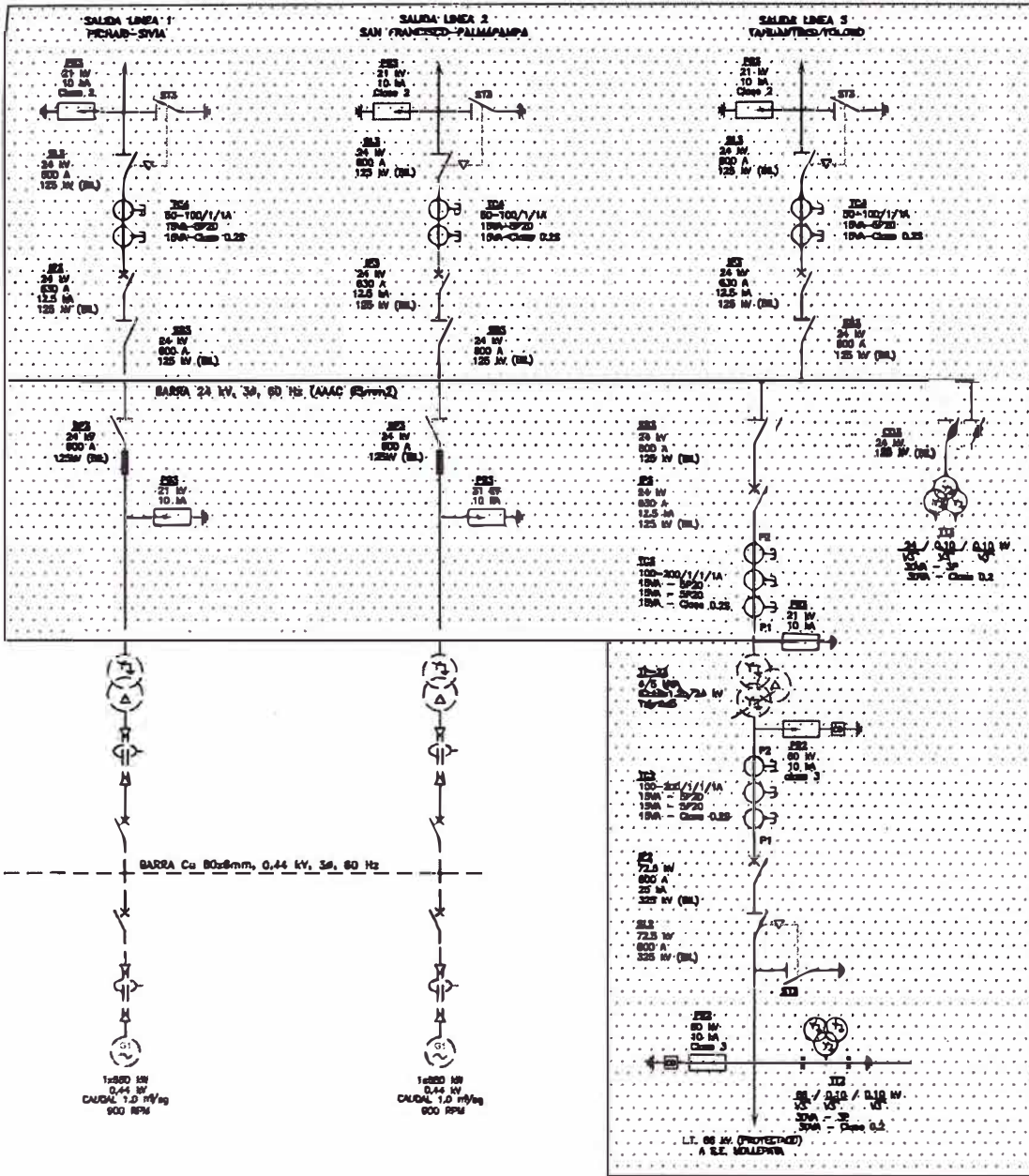
RECOMENDACIONES:

1. Coordinar con el responsable de la planificación y del proyecto de distribución, para determinar el equipamiento inicial de los equipos de salida, ya que muchas veces por ejemplo, se pueden apreciar subestaciones con consumos actuales inferiores a los proyectados, con cuatro o mas salidas completamente equipadas preparadas para la etapa final, lo que implica una sub utilización de estos, que se traduce muchas veces en falla de operación, ya que el equipo no logra sensibilidad para las potencias iniciales.

2. Tomar conciencia del uso de equipos que contaminan nuestro medio ambiente y contribuyen al calentamiento global del planeta.
3. Recomendamos no al uso de equipos que contengan gas SF₆, debido al problema de la fuga de gas; por más pequeña que sea, ello contribuye al efecto invernadero.
4. Es recomendable la adquisición de los equipos, en caso fuera de fabricas de procedencias internacionales, en condiciones o términos FOB, esto debido a que todos los equipos a importar serán entregados a bordo del buque, listos para ser transportados al país de destino, no hay riesgo de sobre valuación de costos en el proceso de nacionalización ni comisiones adicionales que pagar por el servicio de entrega puerta a puerta.
5. Recomendamos que, debido a la coyuntura nacional actual, en donde se tiene planificado dar una mayor incidencia a la electrificación rural, en donde los principales protagonistas son los gobiernos regionales y las corporaciones Eléctricas de Distribución, quienes manejan la mayor cantidad de proyectos rurales, crear un departamento logístico de importaciones, en las que se monitoreen, importen y nacionalicen los equipos provenientes de fabricas internacionales, ya que de esa manera podremos optimizar presupuestos en la implementación de un patio de llaves en una subestación eléctrica.

ANEXO A

**(DIAGRAMAS UNIFILARES, PATIO DE LLAVES COVENCIONAL Y PATIO
DE LLAVES OPTIMIZADO)**



LEYENDA		
SIMBOLO	CODIGO	DESCRIPCION
	II-	TRANSFORMADOR DE TENSION MONOFASICO, PARA INSTALACION EXTERIOR.
	III-	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE MONOFASICO, TIPO COLUMNA PARA INSTALACION EXTERIOR, TRES DEVANADOS SECUNDARIOS.
	E-	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR EN SU UNICO MOTORIZADO.
	II-	SECCIONADOR DE BARRA, UNICO MOTORIZADO.
	III-	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA.
	II-	TRANSFORMADOR DE TENSION MONOFASICO CON CONTADOR DE DESCARGA.
	III-	DECLARAMIENTO MEDICO.
	III-	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT, 24 kV.
	II-	TRANSFORMADOR DE TENSION MONOFASICO TIPO INDUCTIVO PARA INSTALACION EXTERIOR.
	II-	SECCIONADOR DE POTENCIA.
		TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULACION AUTOMATICA BAJO CARGA.
	III-	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE MONOFASICO, TIPO COLUMNA PARA INSTALACION EXTERIOR, DOS DEVANADOS SECUNDARIOS.

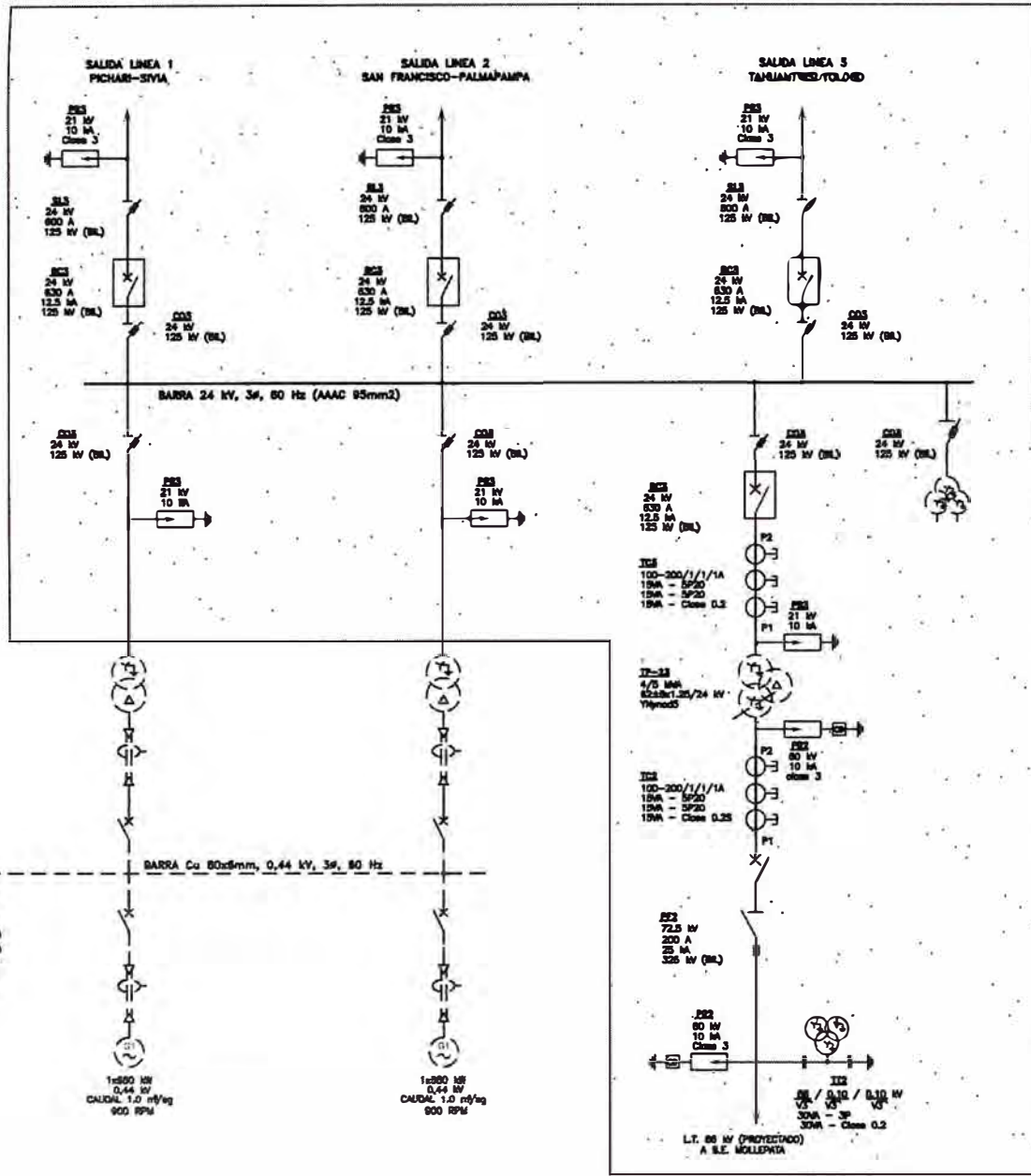
NOTAS:
 - - - - - INSTALACIONES NO CONSIDERADAS EN EL PROYECTO
 [Grid Pattern] INSTALACIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO

NO	FECHA	DESCRIPCION	POR	APRUB
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 OCTAVO CURSO DE TITULACION

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
 DIRECCION EJECUTIVA DE PROYECTOS

PROYECTO		UBICACION	
ESCALA	HOJA	ENCARGO	CUSCO
SUBESTACION SAN FRANCISCO 66/22kV		LA CONVENCION	
DIAGRAMA UNIFILAR "CONVENCIONAL"		KIMBIRI	
S-S-0100		AÑO 2007-2001	



LEYENDA		
SIMBOLO	CODIGO	DESCRIPCION
	IT-	TRANSFORMADOR DE TENSION MONOFASICO, PARA INSTALACION EXTERIOR.
	IT-	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE MONOFASICO, TIPO COLLARINA PARA INSTALACION EXTERIOR, TRES DEVANADOS SECUNDARIOS.
	IS-	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIFASICA, EN SF6 MANDO MOTOVIZADO.
	IS-	PARAVENTOS DE OXIDO METALICO CON CONTADOR DE OPERACION.
	IS-	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT, 24 kV.
	IT-	TRANSFORMADOR DE TENSION MONOFASICO TIPO INDUCTIVO PARA INSTALACION EXTERIOR.
	IS-	SECCIONADOR FUSIBLE DE POTENCIA "POWER FUSE"
		TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULACION AUTOMATICA BAJA CARGA.

NOTAS:
 - - - - - INSTALACIONES NO CONSIDERADAS EN EL PROYECTO
 [Hatched Box] INSTALACIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO

N°	FECHA	DESCRIPCION	FOR	APROB
1			FOR	APROB
2			FOR	APROB
3			FOR	APROB
4			FOR	APROB
5			FOR	APROB
6			FOR	APROB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 OCTAVO CURSO DE TITULACION

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
 DIRECCION EJECUTIVA DE PROYECTOS

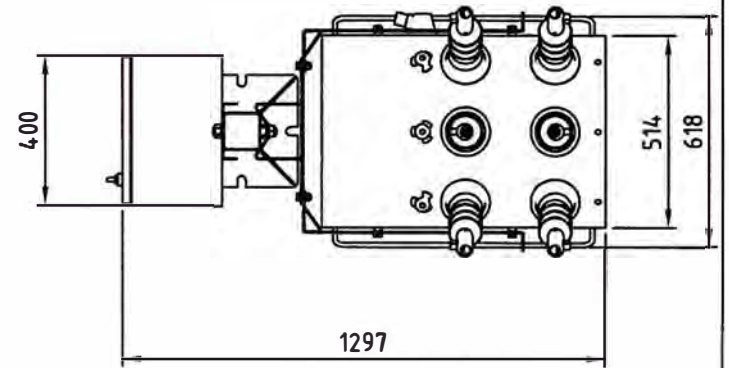
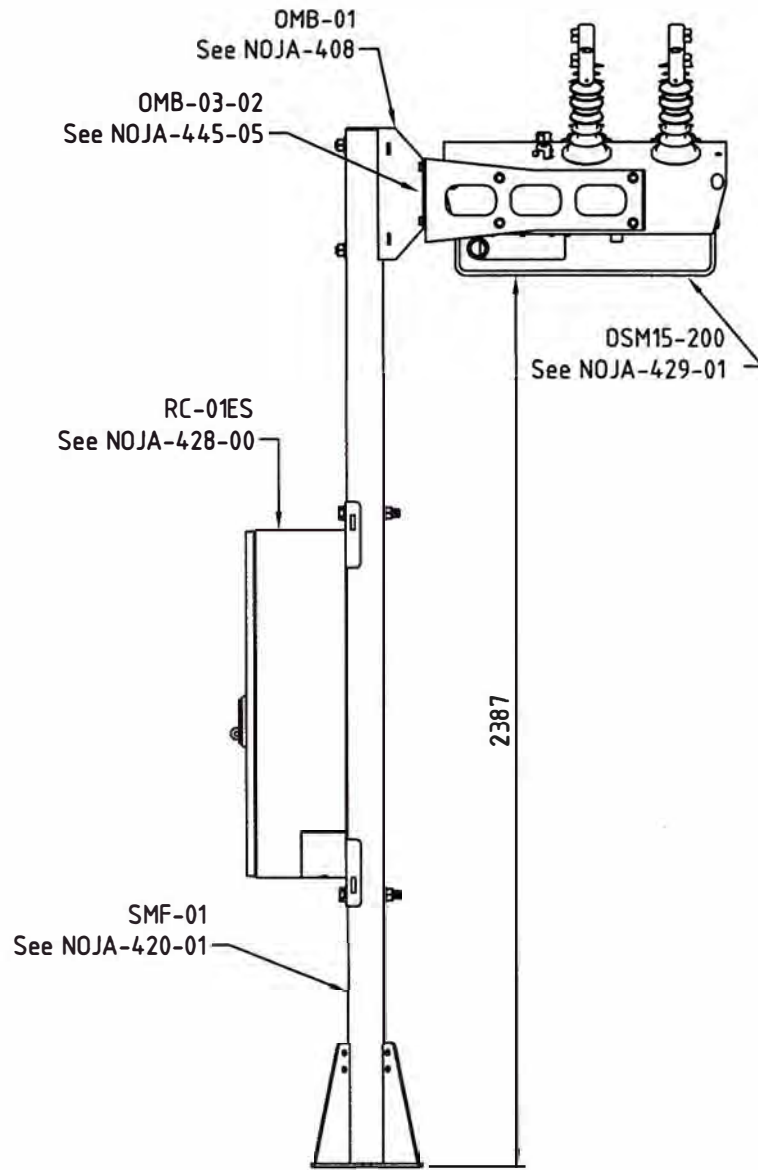
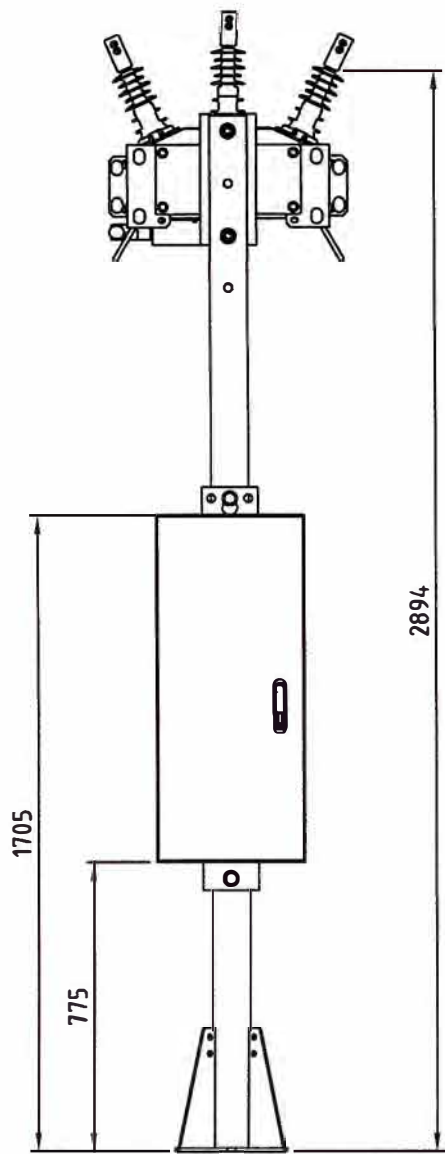
PROYECTO		UBICACION	
ESCALA	HOJA	PROYECTO	CUISCO
REV.	FORMATO	LA CONVENCIÓN	IGMBE
5-8-0100		PLANO N°	2007-8002

ANEXO B


(PLANOS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS)

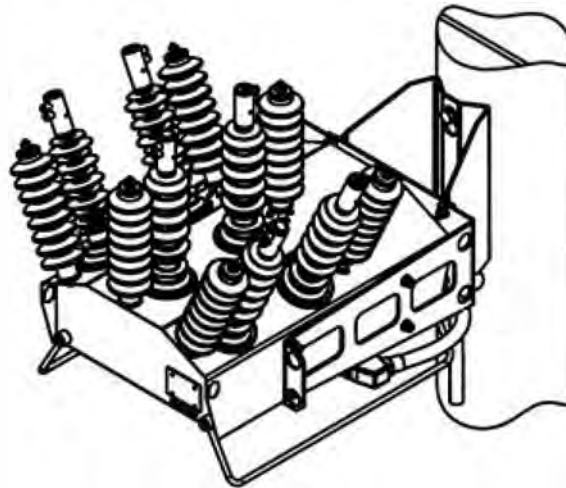
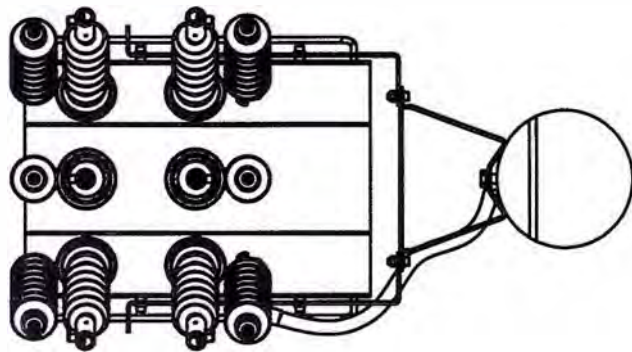
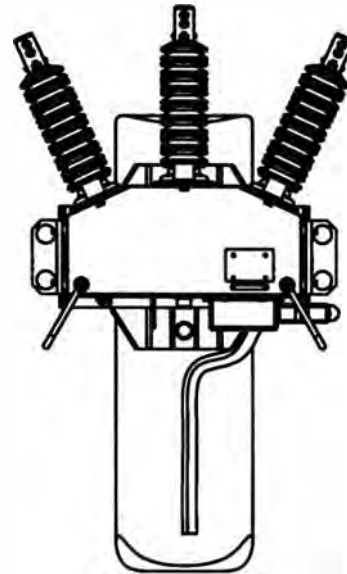
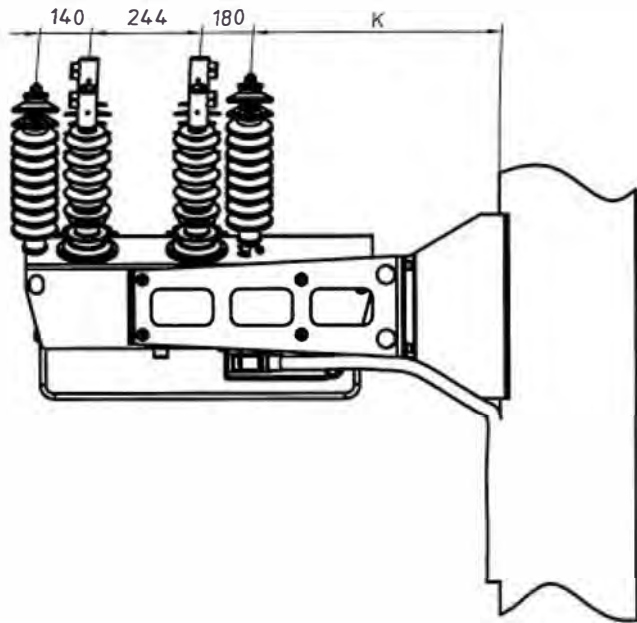
RECLOSER






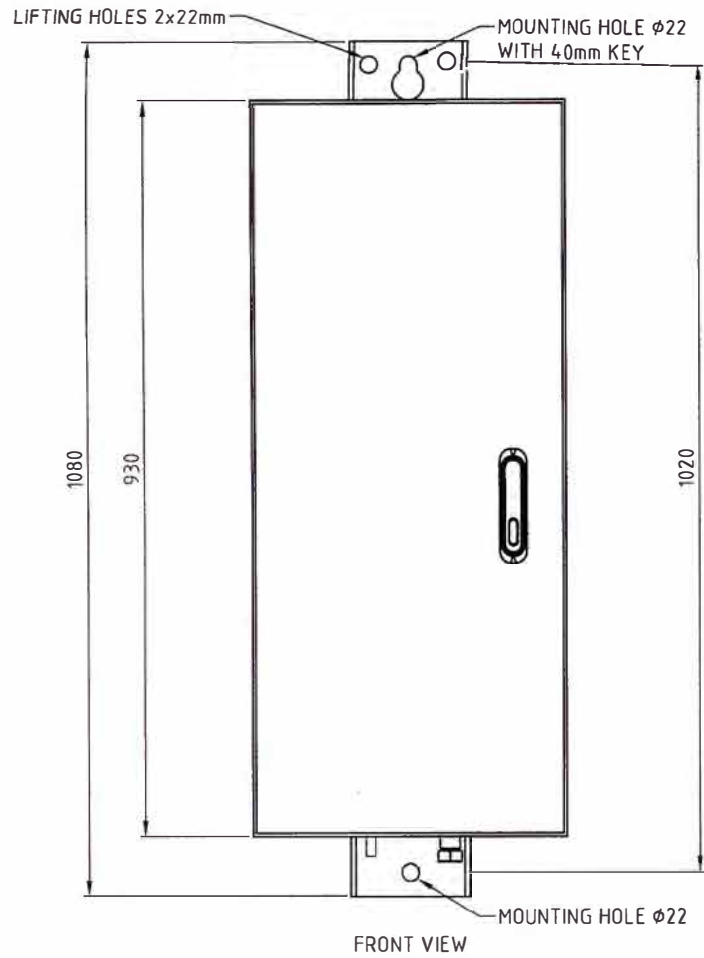
TOP VIEW

					PART NUMBER	DRN: OSU	NOJA POWER		
					MATERIAL	CKD:			TITLE: OSM15-200 MOUNTED ON SMF GENERAL ARRANGEMENT
				ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE STATED	FINISH	APP:	SCALE: 1:20	DRG No. NOJA-420-12	
				DRAFTING STANDARD AS 1100		ISSUED:	DATE: 24/04/04	A4	SHEET DF REV.
REF	DESCRIPTION	DATE	APP	REVISIONS					

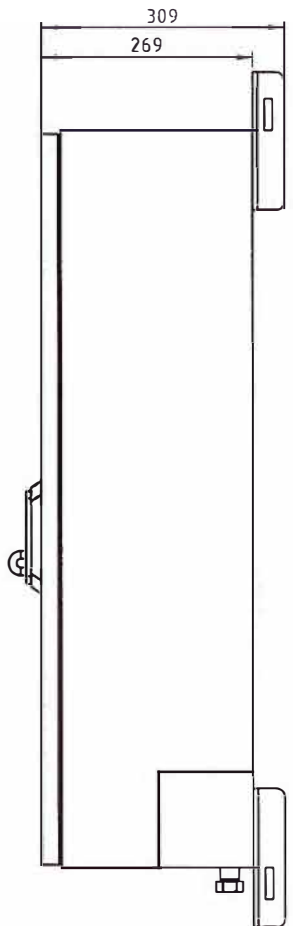


Rated voltage, kV	Dimensions, mm		
	K	Creepage	Taut String
12	360		
15.5		485	250
27	460	842	280

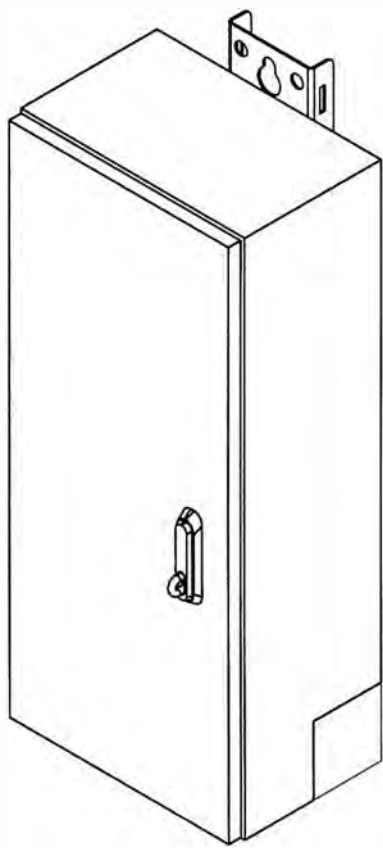
					PART NUMBER	DRN: OSU	NOJA POWER TITLE: OSM12-27 kV POLE INSTALLATION DETAILS
					MATERIAL	CKD: JM	
1	DIMENSIONS UPDATED - CREEPAGE & TAUT STRING ADDED	2/08/06	JM	ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE STATED		APP: NOS	
REF	DESCRIPTION	DATE	APP	DRAFTING STANDARD AS 1100	FINISH	ISSUED: OSU	SCALE: NTS
REVISIONS						DATE: 11/08/03	DRG No. NOJA-429-11
							A4
							SHEET DF
							REV. 1



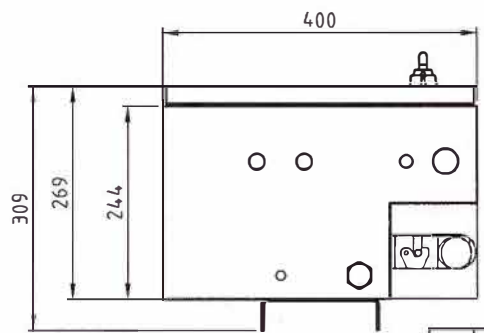
FRONT VIEW



SIDE VIEW



ISOMETRIC VIEW



BOTTOM VIEW

REF	DESCRIPTION	DATE	APP
REVISIONS			

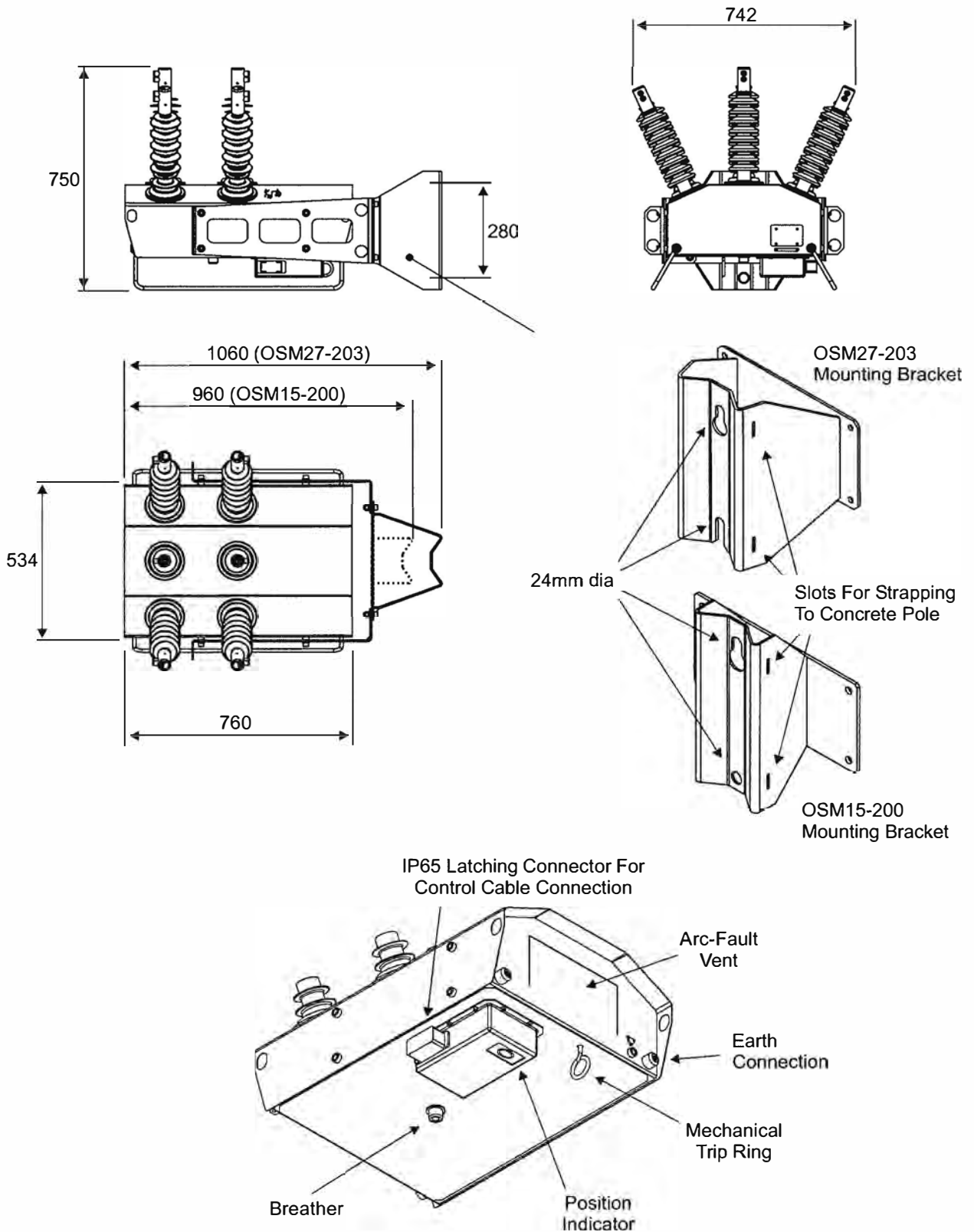
	ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE STATED
DRAFTING STANDARD AS 1100	

PART NUMBER RC-01ES	DRN: 05U
MATERIAL SS 304	CKD: 05U
FINISH Powder Coating	APP: JM
	ISSUED: 05U
	DATE: 29/09/03

NOJA POWER			
TITLE: RC-01ES		GENERAL ARRANGEMENT	
SCALE: NTS	DRG No. NOJA-428-00	SHEET OF	REV. 1
A3			

3.1.4 Dimensions: OSM15-200 and OSM27-203

The OSM15-200 and OSM27-203 Auto Circuit Recloser is illustrated in the diagram below. The OSM Control Cable are common to both models. Earthing is by an M12 bolt into the tank.



SECCIONADOR FUSIBLE DE POTENCIA
(POWER FUSE)

S&C Power Fuses

Types SMD-1A, SMD-2B, SMD-2C, SMD-3, and SMD-50

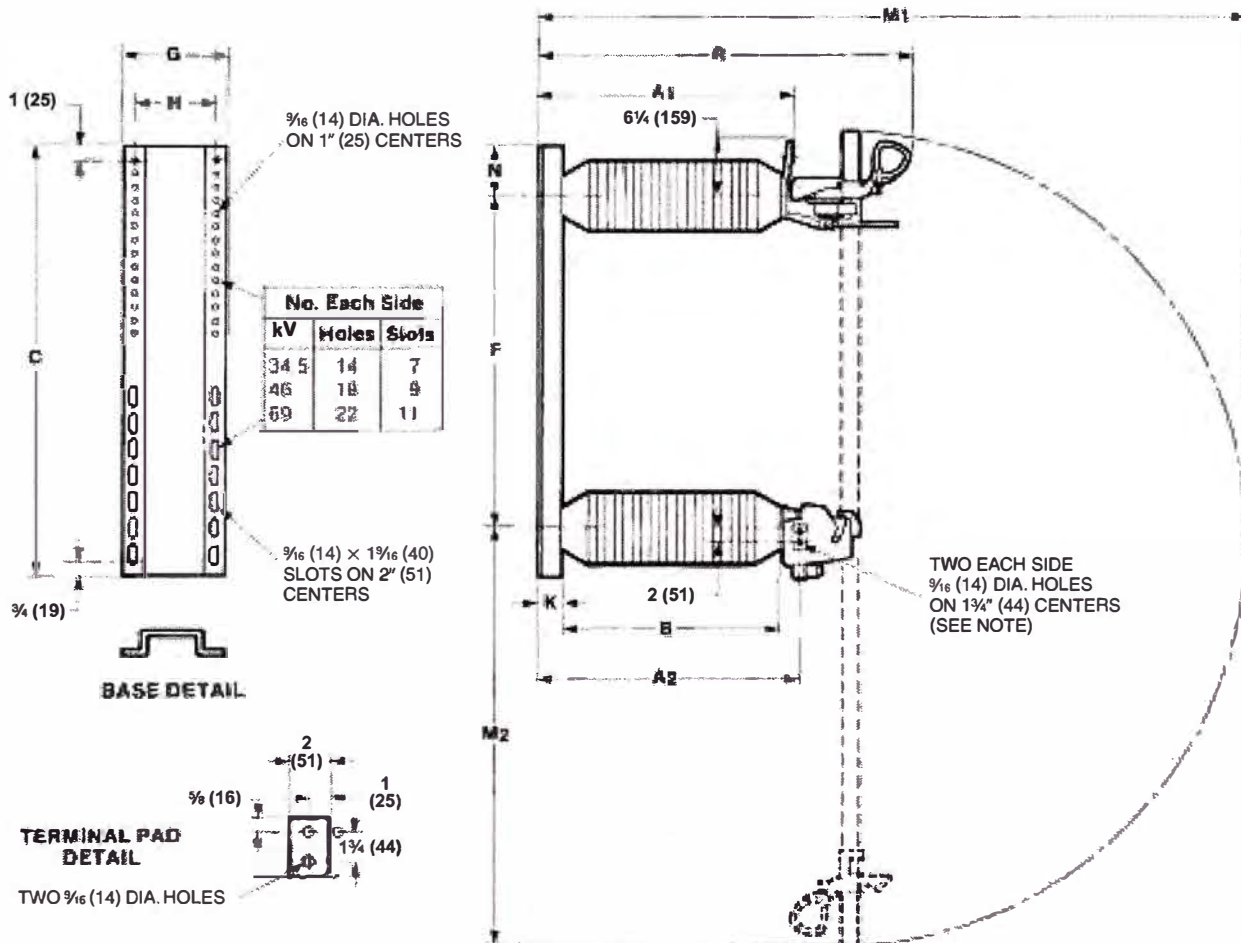
Outdoor Transmission (34.5 kV through 138 kV)

Vertical, 180° Opening Style

SMD-50

34.5, 46, and 69 kV

Dimensions in inches (mm)

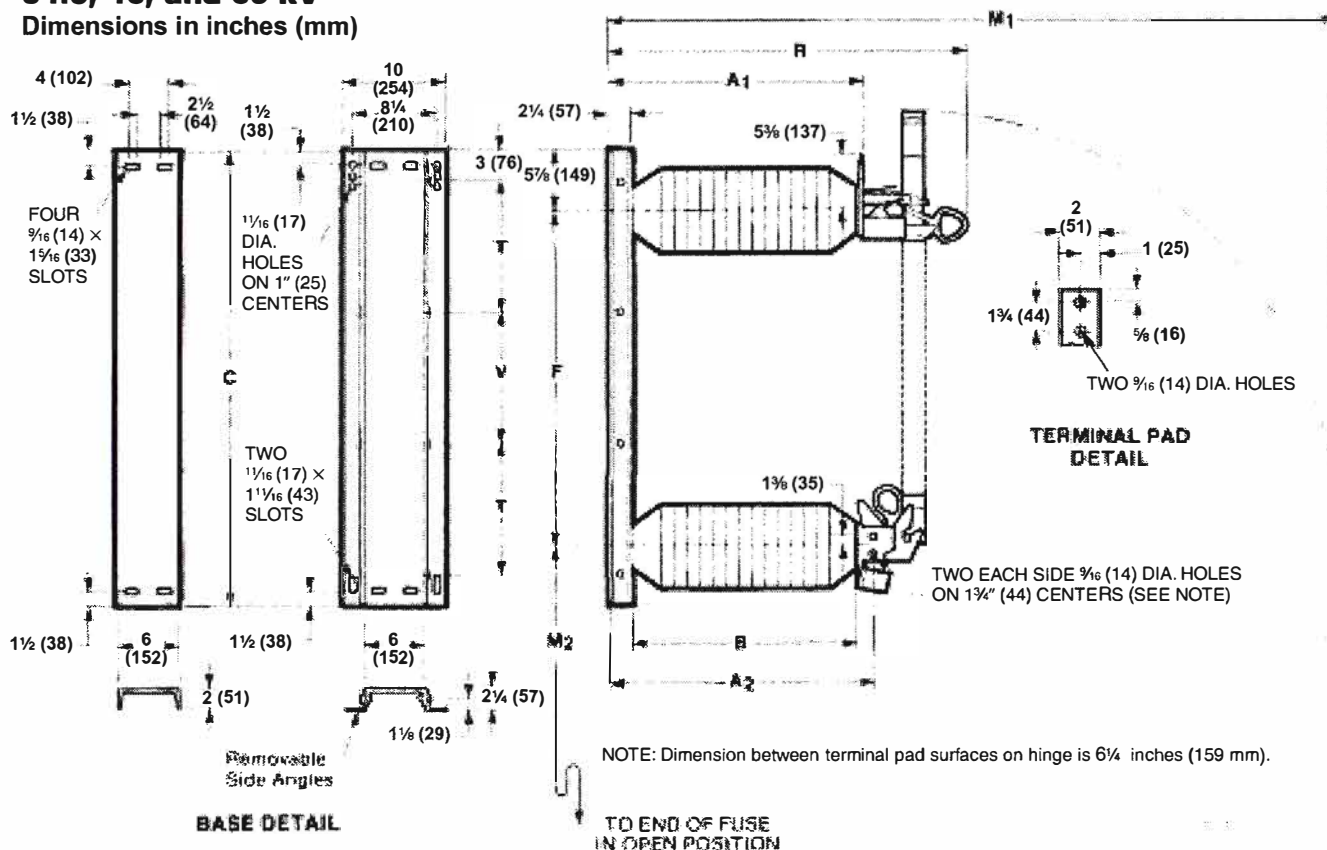


Rating			Catalog Number		Dimensions in Inches (mm)												Net Wt., Lbs. (Kg.)	
kV			Amps, Max	Complete Mounting (Including Live Parts)	Live Parts (Including End Fittings)	A ₁	A ₂	B	C	F	G	H	K	M ₁	M ₂	N		R
Nom.	Max	BIL				A ₁	A ₂	B	C	F	G	H	K	M ₁	M ₂	N		R
34.5	38	200	100E	86534R3	3500R2	20 7/8 (530)	22 (559)	18 (457)	35 1/2 (902)	29 1/4 (743)	8 7/8 (225)	7 (178)	2 (51)	62 5/8 (1591)	38 1/8 (968)	3 1/8 (79)	31 3/4 (806)	120 (54)
46	48.3	250	100E	86535R3	3500R2	25 1/8 (638)	26 1/4 (667)	22 (559)	43 (1092)	33 3/4 (845)	10 (254)	8 1/4 (210)	2 1/4 (57)	70 7/8 (1800)	42 1/8 (1070)	4 7/8 (124)	36 (914)	165 (75)
69	72.5	350	100E	86536R3	3500R2	33 3/8 (841)	34 1/4 (870)	30 (762)	52 (1321)	41 1/4 (1048)	10 (254)	8 1/4 (210)	2 1/4 (57)	86 7/8 (2207)	50 5/8 (1273)	5 3/8 (137)	44 (1118)	240 (109)

212-31 SPECIFICATION BULLETIN



**Vertical, 180° Opening Style
SMD-1A, SMD-2B, SMD-2C, and SMD-3
34.5, 46, and 69 kV
Dimensions in inches (mm)**



For Fuse Unit	Rating				Catalog Number		Dimensions in Inches (mm)										Net Wt., Lbs. (Kg.)
	kV			Amps, Max	Complete Mounting (including Live Parts)	Live Parts (including End Fittings)	A ₁ ▲	A ₂ ▲	B	C	F	M ₁ ▲	M ₂	R▲	T	V	
	Nom.	Max	BIL														
SMD-1A	34.5	38	200	200E	186704R1	3700R3	20 $\frac{3}{4}$ (527)	21 $\frac{7}{8}$ (556)	18 (457)	41 (1041)	29 $\frac{1}{4}$ (743)	61 $\frac{7}{8}$ (1572)	36 $\frac{1}{4}$ (921)	31 $\frac{1}{8}$ (791)	17 $\frac{1}{2}$ (445)	- (-)	145 (66)
	46	48.3	250	200E	186705R1	3700R3	24 $\frac{3}{4}$ (629)	25 $\frac{7}{8}$ (657)	22 (559)	45 (1143)	33 $\frac{3}{4}$ (845)	70 $\frac{7}{8}$ (1781)	40 $\frac{1}{4}$ (1022)	35 $\frac{1}{8}$ (892)	13 (330)	13 (330)	200 (91)
	69	72.5	350	200E	186706R1	3700R3	32 $\frac{3}{4}$ (832)	33 $\frac{7}{8}$ (860)	30 (762)	53 (1346)	41 $\frac{1}{4}$ (1048)	86 $\frac{7}{8}$ (2188)	48 $\frac{1}{4}$ (1226)	43 $\frac{1}{8}$ (1095)	15 (381)	17 (432)	315 (143)
SMD-2C	34.5	38	200	300E	186924R1	3600R1	20 $\frac{3}{4}$ (527)	21 $\frac{7}{8}$ (556)	18 (457)	41 (1041)	29 $\frac{1}{4}$ (743)	63 $\frac{3}{8}$ (1603)	37 $\frac{1}{2}$ (953)	31 $\frac{1}{8}$ (791)	17 $\frac{1}{2}$ (445)	- (-)	145 (66)
	46	48.3	250	300E	186925R1	3600R1	24 $\frac{3}{4}$ (629)	25 $\frac{7}{8}$ (657)	22 (559)	45 (1143)	33 $\frac{3}{4}$ (845)	71 $\frac{1}{8}$ (1813)	41 $\frac{1}{2}$ (1054)	35 $\frac{1}{8}$ (892)	13 (330)	13 (330)	200 (91)
SMD-2B	69	72.5	350	300E	186926R1	3600R1	32 $\frac{3}{4}$ (832)	33 $\frac{7}{8}$ (860)	30 (762)	53 (1346)	41 $\frac{1}{4}$ (1048)	87 $\frac{3}{8}$ (2219)	49 $\frac{1}{2}$ (1257)	43 $\frac{1}{8}$ (1095)	15 (381)	17 (432)	315 (143)
SMD-3	69	72.5	350	300E	192086	3610	32 $\frac{3}{4}$ (832)	33 $\frac{7}{8}$ (860)	30 (762)	53 (1346)	41 $\frac{1}{4}$ (1048)	94 $\frac{1}{4}$ (2394)	56 $\frac{1}{8}$ (1438)	43 $\frac{1}{8}$ (1095)	15 (381)	17 (432)	315 (143)

▲ These dimensions decrease $\frac{1}{16}$ inch (6 mm) when side angles are removed from base.



S&C ELECTRIC COMPANY

SPECIFICATION BULLETIN 212-31

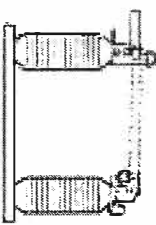
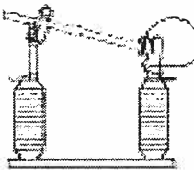
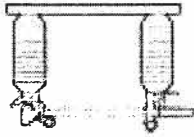
Page 11 of 20
March 24, 2003

S&C Power Fuses

Types SMD-1A, SMD-2B, SMD-2C, SMD-3, and SMD-50

Outdoor Transmission (34.5 kV through 138 kV)

MOUNTINGS—Less Connectors^①

Style	For Fuse Unit	Rating					Catalog Number			Page Reference for Dimensional Information
		kV			Amperes, RMS Symmetrical		Insulator T.R. No.	Complete Mounting (including Live Parts)	Live Parts (including End Fittings)	
		Nom.	Max	BIL	Max	Interrupting ^②				
Vertical 180° Opening 	SMD-50	34.5	38	200	100E	6 700	210	86534R3	3500R2	10
		46	48.3	250	100E	5 000	214	86535R3	3500R2	
		69	72.5	350	100E	3 350	216	86536R3	3500R2	
	SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	210	186704R1	3700R3	11
		46	48.3	250	200E	13 100	214	186705R1	3700R3	
	SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	210	186924R1	3600R1	11
46		48.3	250	300E	31 500	214	186925R1	3600R1		
SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	216	186926R1	3600R1	11	
	115	121	550	250E	10 500	286	186518	3980		
	138	145	650	250E	8 750	288	186519	3980		
SMD-3	138	145	750	250E	8 750	291	186619	3980	12	
	69	72.5	350	300E	25 000	216	192086	3610		
Vertical 45° Opening	SMD-2B	115	121	550	250E	10 500	286	186428R3	3900R3	12
		138	145	650	250E	8 750	288	186829R3	3900R3	
		138	145	750	250E	8 750	291	186429R3	3900R3	
Upright 	SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	210	186724R1	3974■	13
		46	48.3	250	200E	13 100	214	186725R1	3975■	
		69	72.5	350	200E	8 750	216	186726R1	3976■	
	SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	210	186994R1	3994★	13
		46	48.3	250	300E	31 500	214	186995R1	3995★	
	SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	216	186996R1	3996★	13
115		121	550	250E	10 500	286	186498R3	3948R3▲		
138		145	650	250E	8 750	288	186899R3	3949R3▲		
SMD-3	138	145	750	250E	8 750	291	186499R3	3949R3▲	14	
	69	72.5	350	300E	25 000	216	192096	3656◆		
Inverted 90° Opening 	SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	210	186714R1	3720R1	15
		46	48.3	250	200E	13 100	214	186715R1	3720R1	
		69	72.5	350	200E	8 750	216	186716R1	3720R1	
	SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	210	186944R1	3620R1	15
		46	48.3	250	300E	31 500	214	186945R1	3620R1	
	SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	216	186946R1	3620R1	15
115		121	550	250E	10 500	286	186448R3	3920R3		
138		145	650	250E	8 750	288	186849R3	3920R3		
SMD-3	138	145	750	250E	8 750	291	186449R3	3920R3	16	
	69	72.5	350	300E	25 000	216	192326	3630		

① For available connectors, refer to page 7.

② Symmetrical ratings assigned are based on available short-circuit current at locations where the X/R ratio is 15. The interrupting ratings expressed in amperes RMS asymmetrical are 1.6 times the symmetrical ratings listed. Higher symmetrical ratings have been determined for these fuses applied at lower system voltages and in locations where $X/R = 10$ and $X/R = 5$. These higher ratings as well as asymmetrical ratings are given in S&C Descriptive Bulletin 212-30.

■ Where the hinge-end portions of the live parts are to be mounted on transformer bushings, specify Catalog No. 3744R1, 3745R1, or 3746R1, rated 34.5, 46, and 69 kV respectively. For information on bushing mounting of fuses, see S&C Information Sheet 212-450.

★ Where the hinge-end portions of the live parts are to be mounted on

transformer bushings, specify Catalog No. 3644R1, 3645R1, or 3646R1, rated 34.5, 46, and 69 kV respectively. **Note:** For such applications the interrupting duty must be limited to 16,700, 12,500, or 8,400 amperes three-phase symmetrical at 34.5 kV, 46 kV, and 69 kV, respectively. For more information on bushing mounting of fuses, see S&C Information Sheet 212-450.

▲ Not recommended for mounting on transformer bushings; however, when absolutely required, the main-contact-end portions of the live parts must be mounted on the transformer bushings and the interrupting duty must be limited to 5,000 or 4,200 amperes three-phase symmetrical at 115 kV and 138 kV, respectively. For more information on bushing mounting of fuses, see S&C Information Sheet 212-450.

◆ Not recommended for mounting on transformer bushings.

TABLE CONTINUED ►

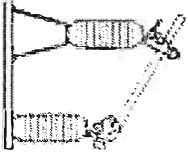


212-31 SPECIFICATION BULLETIN

Page 2 of 20
March 24, 2003

S&C ELECTRIC COMPANY



MOUNTINGS—Less Connectors^①—continued

Style	For Fuse Unit	Rating					Catalog Number			Page Reference for Dimensional Information
		kV			Amperes, RMS Symmetrical		Insulator T.R. No.	Complete Mounting (including Live Parts)	Live Parts (including End Fittings)	
		Nom.	Max	BIL	Max	Inter-rupting ^②				
 Vertical-Offset	SMD-50	34.5	38	200	100E	6 700	210	92044R3	3550R2	17
		46	48.3	250	100E	5 000	214	92045R3	3550R2	
		69	72.5	350	100E	3 350	216	92046R3	3550R2	
	SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	210	192054	3790	18
46		48.3	250	200E	13 100	214	192055	3790		
 Right-Angle	SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	210	192064	3780R2	18
		46	48.3	250	300E	31 500	214	192065	3780R2	
		69	72.5	350	300E	17 500	216	192066	3780R2	
	SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	216	192066	3780R2	18
 Right-Angle	SMD-50	34.5	38	200	100E	6 700	210	92024R3	3564R2	19
		46	48.3	250	100E	5 000	214	92025R3	3565R2	
		69	72.5	350	100E	3 350	216	92026R3	3566R2	
	SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	210	192004R2	3754R2	20
		46	48.3	250	200E	13 100	214	192005R2	3755R2	
SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	210	186864R2	3764R2	20	
	46	48.3	250	300E	31 500	214	186865R2	3765R2		
SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	216	186866R2	3766R2	20	
SMD-3	69	72.5	350	300E	25 000	216	192346	3686	20	

① For available connectors, refer to page 7.

② Symmetrical ratings assigned are based on available short-circuit current at locations where the X/R ratio is 15. The interrupting ratings expressed in amperes RMS asymmetrical are 1.6 times the symmetrical

ratings listed. Higher symmetrical ratings have been determined for these fuses applied at lower system voltages and in locations where X/R = 10 and X/R = 5. These higher ratings as well as asymmetrical ratings are given in S&C Descriptive Bulletin 212-30.

S&C Power Fuses

Types SMD-1A, SMD-2B, SMD-2C, SMD-3, and SMD-50

Outdoor Transmission (34.5 kV through 138 kV)

SMD-1A FUSE UNITS

Rating, Amperes ↓	34.5 kV Nominal			46 kV Nominal			69 kV Nominal		
	Catalog Number			Catalog Number			Catalog Number		
Speed →	S&C Std. TCC 115-1			S&C Std. TCC 115-1			S&C Std. TCC 115-1		
1	444001R1			445001R1			446001R1		
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1
3E	444003R2			445003R2			446003R2		
5E	444005R1			445005R1			446005R1		
7E	444007R1			445007R1			446007R1		
10E	444010R1			445010R1			446010R1		
13E	444013R1			445013R1			446013R1		
15E	444015R1	454015R1		445015R1	455015R1		446015R1	456015R1	
20E	444020R1	454020R1		445020R1	455020R1		446020R1	456020R1	
25E	444025R1	454025R1		445025R1	455025R1		446025R1	456025R1	
30E	444030R1	454030R1		445030R1	455030R1		446030R1	456030R1	
40E	444040R1	454040R1		445040R1	455040R1		446040R1	456040R1	
50E	444050R1	454050R1	564050	445050R1	455050R1	565050	446050R1	456050R1	566050
65E	444065R1	454065R1	564065	445065R1	455065R1	565065	446065R1	456065R1	566065
80E	444080R1	454080R1	564080	445080R1	455080R1	565080	446080R1	456080R1	566080
100E	444100R1	454100R1	564100	445100R1	455100R1	565100	446100R1	456100R1	566100
125E	444125R1	454125R1	564125	445125R1	455125R1	565125	446125R1	456125R1	566125
150E	444150R1	454150R1	564150	445150R1	455150R1	565150	446150R1	456150R1	566150
175E	444175R1	454175R1	564175	445175R1	455175R1	565175	446175R1	456175R1	566175
200E	444200R1	454200R1	564200	445200R1	455200R1	565200	446200R1	456200R1	566200

SMD-1A FUSE UNITS

Rating, Amperes ↓	115/138 kV Nominal	
	Catalog Number	
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1
20E	529020R2	539020R2
25E	529025R2	539025R2
30E	529030R2	539030R2
40E	529040R2	539040R2
50E	529050R2	539050R2
65E	529065R2	539065R2
80E	529080R2	539080R2
100E	529100R2	539100R2



SMD-2C FUSE UNITS

Rating, Amperes ↓	34.5 kV Nominal			46 kV Nominal		
	Catalog Number			Catalog Number		
Speed →	S&C Std. TCC 115-1			S&C Std. TCC 115-1		
1	464001R3			465001R3		
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1
3E	464003R3			465003R3		
5E	464005R3			465005R3		
7E	464007R3			465007R3		
10E	464010R3			465010R3		
13E	464013R3			465013R3		
15E	464015R3	484015R3		465015R3	485015R3	
20E	464020R3	484020R3		465020R3	485020R3	
25E	464025R3	484025R3		465025R3	485025R3	
30E	464030R3	484030R3		465030R3	485030R3	
40E	464040R3	484040R3		465040R3	485040R3	
50E	464050R3	484050R3	574050R3	465050R3	485050R3	575050R3
65E	464065R3	484065R3	574065R3	465065R3	485065R3	575065R3
80E	464080R3	484080R3	574080R3	465080R3	485080R3	575080R3
100E	464100R3	484100R3	574100R3	465100R3	485100R3	575100R3
125E	464125R3	484125R3	574125R3	465125R3	485125R3	575125R3
150E	464150R3	484150R3	574150R3	465150R3	485150R3	575150R3
175E	464175R3	484175R3	574175R3	465175R3	485175R3	575175R3
200E	464200R3	484200R3	574200R3	465200R3	485200R3	575200R3
250E	464250R3	484250R3	574250R3	465250R3	485250R3	575250R3
300E	464300R3	484300R3		465300R3	485300R3	

SMD-2B FUSE UNITS

Rating, Amperes ↓	69 kV Nominal			115 kV Nominal			138 kV Nominal	
	Catalog Number			Catalog Number			Catalog Number	
Speed →	S&C Std. TCC 115-1			S&C Std. TCC 115-1			S&C Std. TCC 115-1	
1	466001R4			468001R4			469001R5	
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1
3E	466003R4			468003R4			469003R5	
5E	466005R4			468005R4			469005R5	
7E	466007R4			468007R4			469007R5	
10E	466010R4			468010R4			469010R5	
13E	466013R4			468013R4			469013R5	
15E	466015R4	486015R4		468015R4	488015R4		469015R5	489015R5
20E	466020R4	486020R4		468020R4	488020R4		469020R5	489020R5
25E	466025R4	486025R4		468025R4	488025R4		469025R5	489025R5
30E	466030R4	486030R4		468030R4	488030R4		469030R5	489030R5
40E	466040R4	486040R4		468040R4	488040R4		469040R5	489040R5
50E	466050R4	486050R4	576050R4	468050R4	488050R4	578050R4	469050R5	489050R5
65E	466065R4	486065R4	576065R4	468065R4	488065R4	578065R4	469065R5	489065R5
80E	466080R4	486080R4	576080R4	468080R4	488080R4	578080R4	469080R5	489080R5
100E	466100R4	486100R4	576100R4	468100R4	488100R4	578100R4	469100R5	489100R5
125E	466125R4	486125R4	576125R4	468125R4	488125R4	578125R4	469125R5	489125R5
150E	466150R4	486150R4	576150R4	468150R4	488150R4	578150R4	469150R5	489150R5
175E	466175R4	486175R4	576175R4	468175R4	488175R4	578175R4	469175R5	489175R5
200E	466200R4	486200R4	576200R4	468200R4	488200R4	578200R4	469200R5	489200R5
250E	466250R4	486250R4	576250R4	468250R4	488250R4	578250R4	469250R5	489250R5
300E	466300R4	486300R4						

SPECIFICATION BULLETIN 212-31



S&C ELECTRIC COMPANY

Page 5 of 20
March 24, 2003

S&C Power Fuses

Types SMD-1A, SMD-2B, SMD-2C, SMD-3, and SMD-50

Outdoor Transmission (34.5 kV through 138 kV)

SMD-3 FUSE UNITS

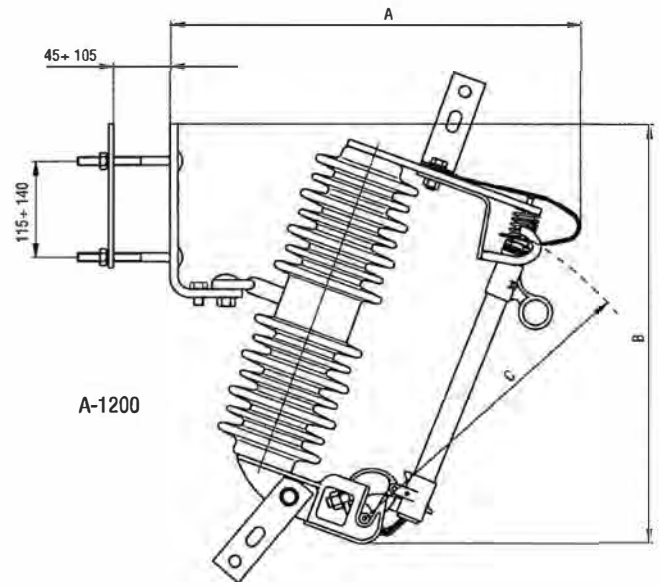
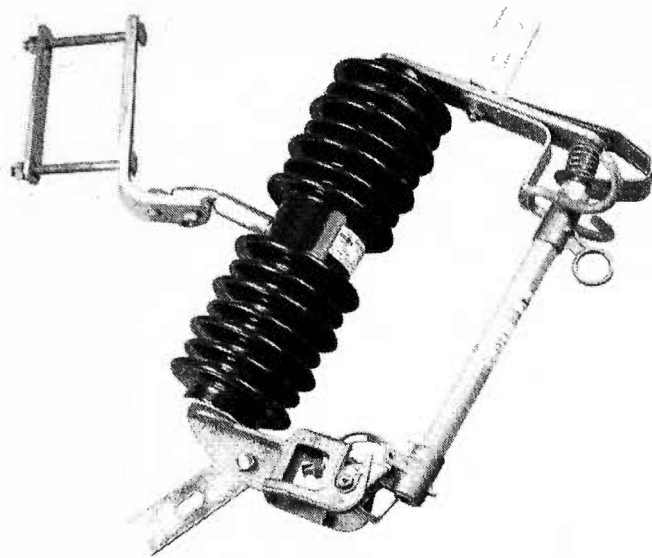
Rating, Amperes ↓	69 kV Nominal		
	Catalog Number		
Speed →	S&C Std. TCC 115-1		
1	676001		
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Very Sl. TCC 176-1
3E	676003		
5E	676005		
7E	676007		
10E	676010		
13E	676013		
15E	676015	686015	
20E	676020	686020	
25E	676025	686025	
30E	676030	686030	
40E	676040	686040	
50E	676050	686050	696050
65E	676065	686065	696065
80E	676080	686080	696080
100E	676100	686100	696100
125E	676125	686125	696125
150E	676150	686150	696150
175E	676175	686175	696175
200E	676200	686200	696200
250E	676250	686250	696250
300E	676300	686300	

SMD-50 FUSE UNITS

Rating, Amperes ↓	34.5 kV Nominal		46 kV Nominal		69 kV Nominal	
	Catalog Number		Catalog Number		Catalog Number	
Speed →	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1	S&C Std. TCC 153-1	S&C Slow TCC 119-1
5E	474005		475005		476005	
7E	474007		475007		476007	
10E	474010		475010		476010	
13E	474013		475013		476013	
15E	474015	494015	475015	495015	476015	496015
20E	474020	494020	475020	495020	476020	496020
25E	474025	494025	475025	495025	476025	496025
30E	474030	494030	475030	495030	476030	496030
40E	474040	494040	475040	495040	476040	496040
50E	474050	494050	475050	495050	476050	496050
65E	474065	494065	475065	495065	476065	496065
80E	474080	494080	475080	495080	476080	496080
100E	474100	494100	475100	495100	476100	496100



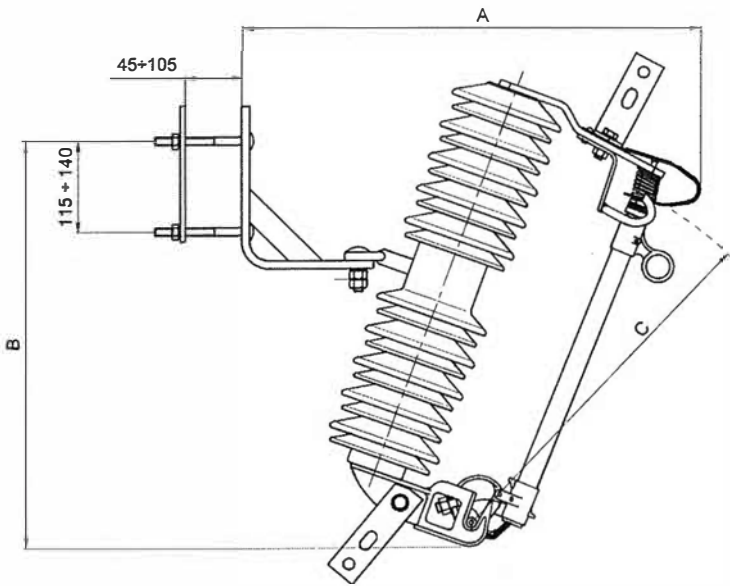
**SECCIONADOR FUSIBLE TYPO
EXPULSIÓN
(CUT OUT)**



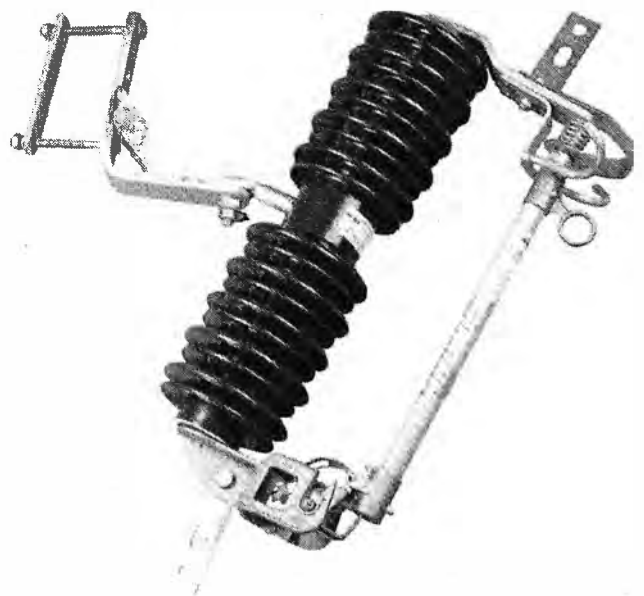
A-1200

Dimensiones
Dimensions
Dimensions

Tipo Type Type	Codigo Code Code	U _r kV	Línea de fuga Creepage distancia Ligne de fuites mm	Dimensiones • Dimensions • Dimensions mm.			Peso Weight Poids kg
				A	B	C	
A-1000	3A151000	15	300	420	450	275	9.4
A-1200	3A241000	24	480	507	495	380	13.8
A-1200/36	3A301000	36	744	600	570	468	14.8
A-1200/36/GL	3A3610GL	36	860	600	570	468	15.1



A1200/36/GL





S&C ELECTRIC MEXICANA

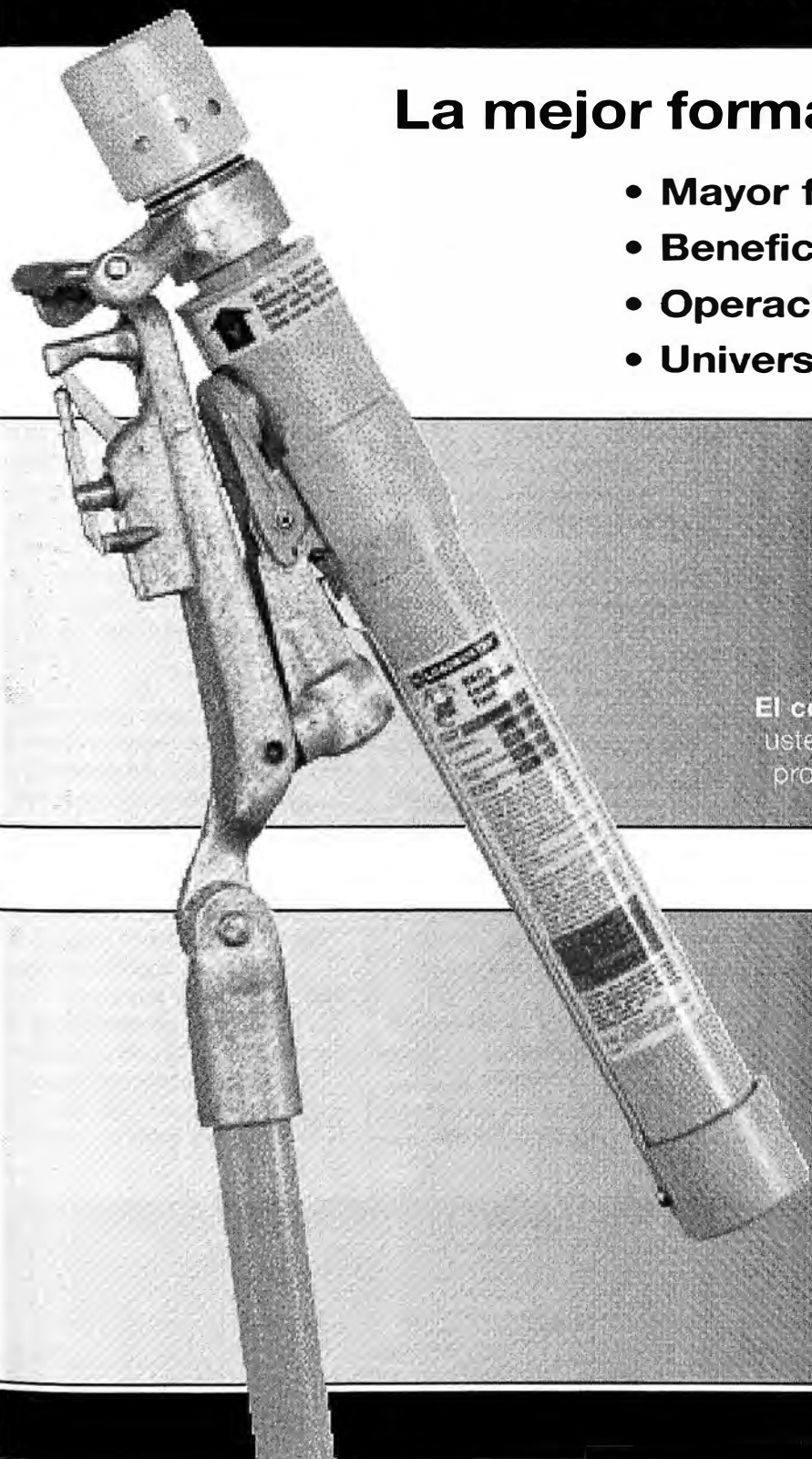
Especialistas en Protección y Seccionamiento de Sistemas Eléctricos de Potencia



Loadbuster®

La mejor forma para seccionar

- Mayor flexibilidad a bajo costo
- Beneficios para clientes
- Operación a prueba de errores
- Universalidad

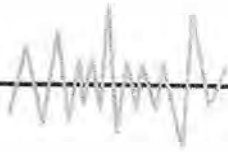


El **contador de operaciones** le permite a usted decidir en forma precisa respecto al programa de inspección y mantenimiento.



Estuche opcional - Su construcción de doble pared de polietileno de alta densidad proporciona una protección extraordinaria para el Loadbuster.

811-32S
Abril 12, 2004



Loadbuster®

LA MEJOR FORMA DE SECCIONAR
El Loadbuster de S&C es la herramienta original, ligera y fácil de usar, para apertura con carga de seccionadores, cortacircuitos y fusibles de potencia. Tiene la capacidad de seccionar hasta 34.5kV y 600 Amperes de corriente nominal (900A máximos) para una amplia variedad de dispositivos del sistema de distribución.

MAYOR FLEXIBILIDAD A BAJO COSTO

El tener un dispositivo interruptor de arco fijo, colocado en cada desconectador, cortacircuito y fusible de potencia en su sistema de distribución, es innecesariamente costoso. Loadbuster, la herramienta portátil de S&C, lleva un interruptor al seccionador, cortacircuito o fusible de potencia, cada vez que se necesite la capacidad de abrir con carga... pero solo cuando se necesite. Los costos se limitan a una Loadbuster por cada camión de servicio. Esto es un costo mínimo y muy aceptable cuando se considera el sistema entero.

BENEFICIOS PARA CLIENTES

La herramienta Loadbuster ayuda a mantener las interrupciones de servicio en un mínimo. No hay necesidad de procedimientos complejos que involucren apertura y cierre de línea e interruptores de cabecera para permitir un seccionamiento sin carga. No hay necesidad de que una o más cuadrillas viajen millas del sistema. Cada seccionador, cortacircuito y fusible de potencia se convierte en un punto de seccionamiento. El seccionamiento en vivo, se puede hacer en un punto que minimice la

duración de una interrupción planeada y así afectar el menor número de los consumidores.

OPERACIÓN A PRUEBA DE ERRORES

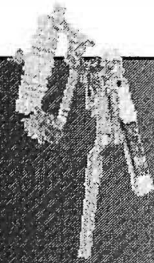
La operación es simple y cierta. El ancla de la Loadbuster simplemente se cuelga en el gancho de anclaje del seccionador, cortacircuito o fusible de potencia; después el anillo del jalador se engancha con el gancho del anillo de la Loadbuster retenido por el picaporte del anillo. Un jalón firme y rápido hacia abajo abre el dispositivo de seccionamiento y lleva a la Loadbuster a interrumpir el circuito, sin haber arcos externos, sin flameo en los contactos. El Loadbuster puede restablecerse instantáneamente para la siguiente operación. No hay trampas, canales de arco y cuchillas auxiliares, en el dispositivo de seccionamiento Loadbuster, ni mecanismos adicionales que hagan difícil su operación.

Loadbuster puede soportar de 1,500 a 2,000 operaciones entre cada inspección. Sólo un mínimo de atención la mantiene en la mejor condición. Y con el contador de operaciones de Loadbuster, el monitoreo de su uso es más fácil.

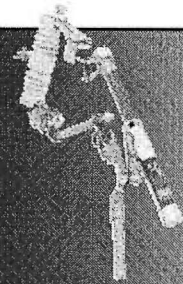
UNIVERSALIDAD

La Loadbuster no solo puede seccionar corrientes de carga de 600 Amperes nominales (900A máximo) en un sistema de distribución con voltajes de hasta 34.5kV... puede interrumpir la corriente de magnetización del transformador, líneas y cables. También puede seccionar los bancos de capacitores que se encuentran en los sistemas de distribución, dentro de sus capacidades de voltaje.

APRENDER A OPERAR EL Loadbuster ES MUY RÁPIDO...
su sencillez se ilustra aquí con un Cortacircuito Fusible Tipo XS de S&C y un Seccionador Loadbuster. El mismo proceso se aplica con el Fault Tamer® y los fusibles de potencia.



ENGANCHAR el ancla del Loadbuster en el gancho más alejado del cortacircuito o de la cuchilla seccionadora. Luego enganche el anillo con el gancho del anillo del Loadbuster. El diseño de seguro del anillo del Loadbuster previene desacoplamiento inadvertidos.



JALAR del Loadbuster hasta que esté extendido a su máxima elongación—abriendo el dispositivo de interrupción de la forma normal para interrumpir el circuito positivamente.



RETIRAR el ancla del Loadbuster del gancho de anclaje y girar ligeramente la pértiga para desengancharlo del anillo del dispositivo de interrupción. El Loadbuster puede ser restablecido fácilmente para la siguiente operación.

“Los únicos fabricantes y comercializadores directos de los equipos S&C en México”

Jesús María Romo No. 143, Ciudad Industrial,
Aguascalientes, Ags, C.P. 20290
Tels.: (449) 971-0800 / 0802, Fax: (449) 971-0805

Av. Gustavo Baz 275-C, Fracc. Hacienda de Echegaray
Naucalpan, Estado de México, C.P. 53300
Tels.: (55) 5560-3993 / 0985, Fax: (55) 5560-3778

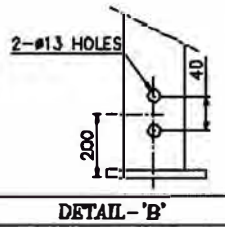
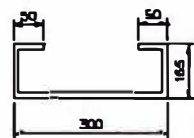
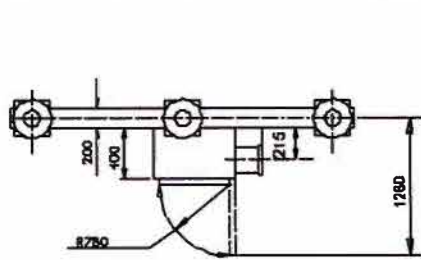
www.sandc.com.mx sandc_mexicana@sandc.com

811-325
Abril 12, 2004

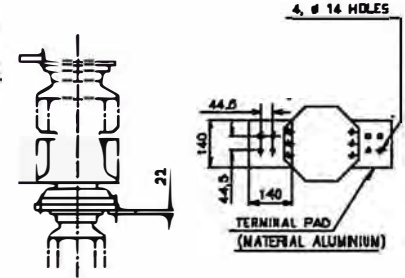
INTERRUPTOR DE POTENCIA

DRG.NO. SX-902-01 R1

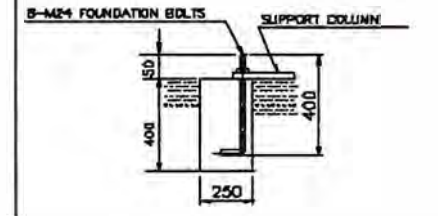
IF IN DOUBT ASK



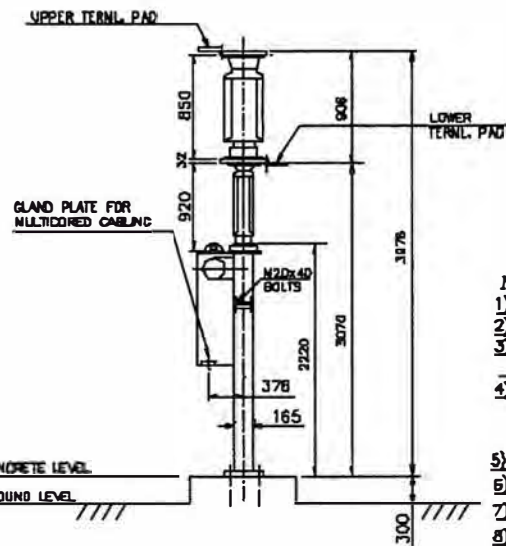
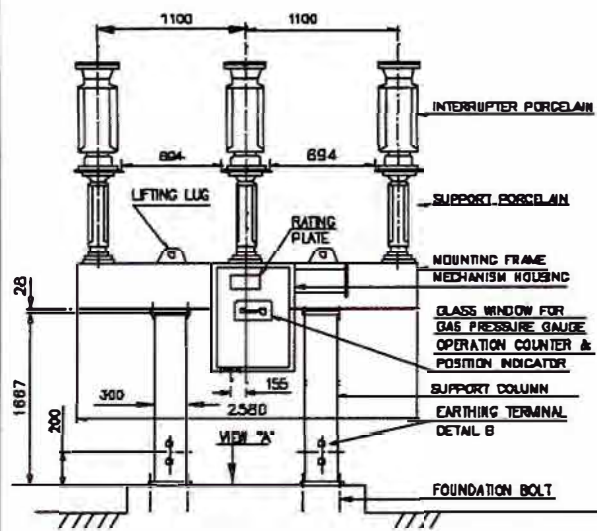
NOTE:- CLEAN BOTH CONNECTING SURFACES OF TERMINAL PADS AND TERMINAL FLANGE WITH SAND PAPER AND COAT SUPPLIED COMPOUND JOINTAL-Z (GREEN) BEFORE CONNECTING.



DETAIL OF UPPER AND LOWER TERMINAL PADS



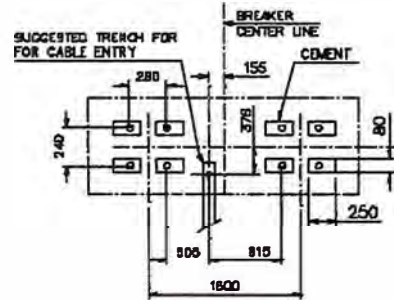
DETAIL OF FOUNDATION BOLT



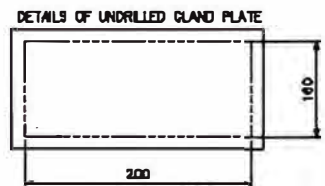
CONCRETE LEVEL
GROUND LEVEL

- NOTE :-
- 1) TOTAL WEIGHT INCLUSIVE OF COLUMN-1000 Kg.(APPROX.)
 - 2) TOTAL GAS WEIGHT-4.5 Kg. (APPROX.)
 - 3) MAXIMUM SHOCK LOAD UPWARD & DOWNWARD INCLUSIVE OF DEAD WEIGHT- EQUIVALENT STATIC LOAD-2000Kg
 - 4) FINISH :- ALL EXPOSED FERROUS PARTS ARE SHOT BLASTED ,ZINC SPRAYED AND PAINTED WITH SHADE MUNSSELL 6.5
 - 5) CREEPAGE DISTANCE FROM LINE PART TO EARTH - 2248 mm.
 - 6) HARDWARES EXPOSED TO ATMOSPHERE ARE H.O.G./S.S.
 - 7) MECHANISM HOUSING IS SUITABLE FOR IP:54
 - 8) MECHANISM HOUSING DOOR EARTHING IS PROVIDED

All information contained in this document is confidential and should not be used without prior consent of CROMPTON GREAVES LTD.



FOUNDATION DESIGN (DETAILS OF VIEW "A")

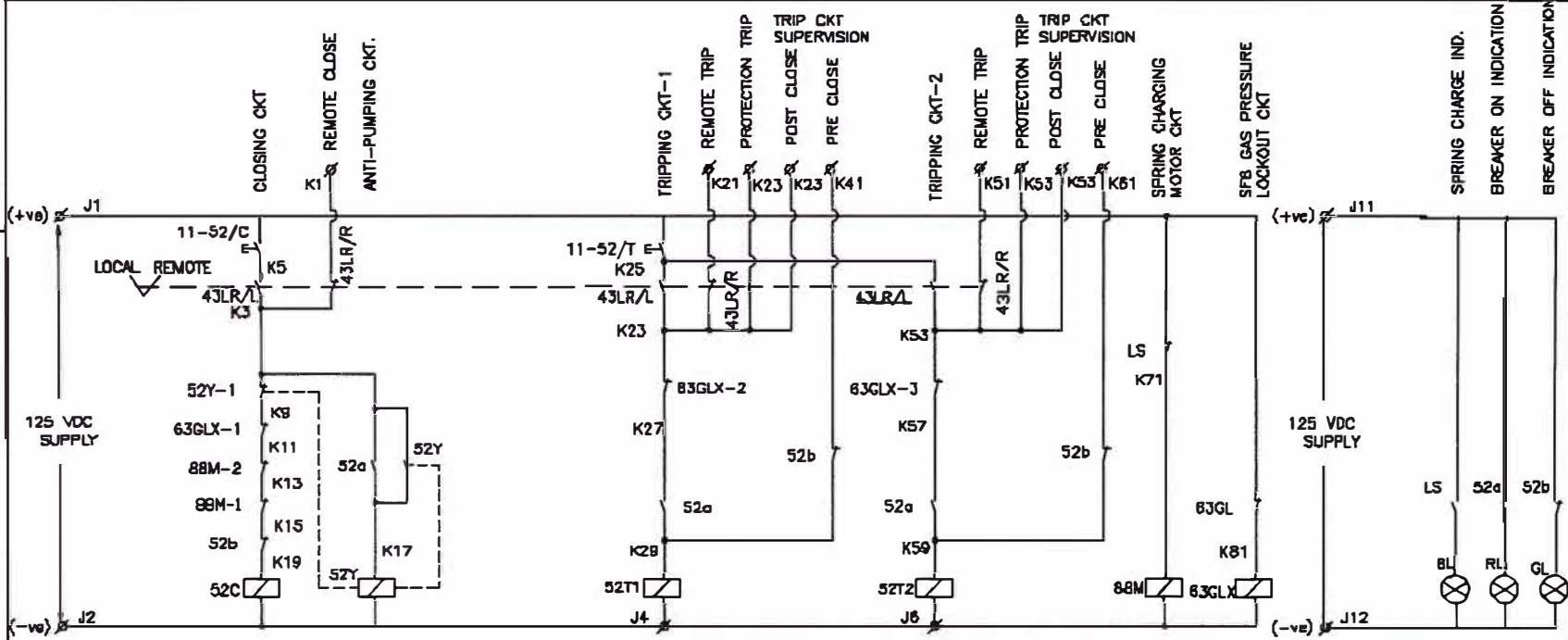


CUSTOMER :- EDELNOR , PERU.
Cust.ORDER Ref : LOI CAM/APROV/147-04 Dated 14/05/2004

2				SIGN	NAME	THIRD ANGLE PROJECTION		
1	REVISED AS PER COMMENTS.	SSS	DRN CHD		JPH SSS	GENERAL ARRANGEMENT FOR 72.6KV-31.5KA SP-8P GCB TYPE 70-SFM-32B		
NO	REVISION	SIGN	DATE	SCALE	N.T.S.	DATE 25.05.04		
							ALL DIMENSIONS ARE IN mm	DRG.NO. SX-902-01 R1

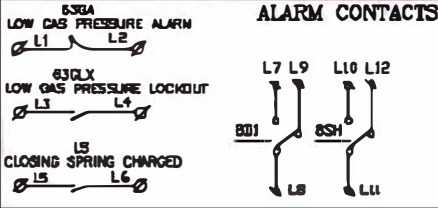
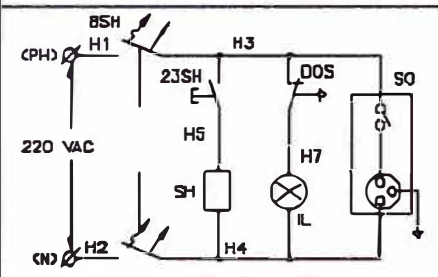
DRG. NO. SX-902-02 R1

G. C. B. CONTROL CIRCUIT

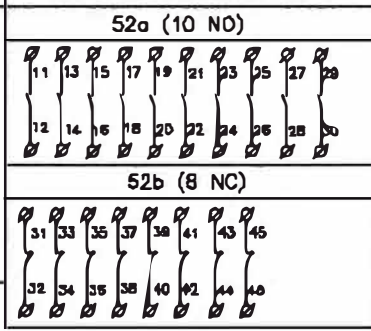


IF IN DOUBT ASK

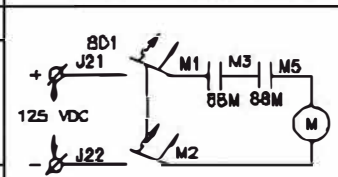
LAMP & HEATER CONTROL CIRCUIT



SPARE AUXILIARY CONTACTS



MOTOR CONTROL CIRCUIT



NOTES:

- 1) BILL OF MATERIAL AS PER DRG. NO. SX-902-03
- 2) TERMS SHOWN 'Ø' ARE WIRED UP TO TERMINAL BLOCKS
- 3) THIS DIAGRAM IS SHOWN IN THE FOLLOWING CONDITIONS.
 - a) GCB OPEN
 - b) SFB GAS PRESSURE IS ZERO
 - c) 43LR SWITCH IS IN REMOTE POSITION
 - d) CONTROL & AUXILIARY SUPPLY IS NOT APPLIED
 - e) CLOSING SPRING IS DISCHARGED
- 4) CONTROL WIRING WILL BE DONE WITH 2.5 SQ.MM, 7-STRAND PVC WIRES.

CUSTOMER :- EDELNOR , PERU.

Cust. ORDER Ref : LOI CAM/APROV/147-04 Dated 14/05/2004

All information contained in this document is confidential & should not be used without prior consent of CROMPTON GREAVES LIMITED

NO	REVISION	SIGN	DATE	DATE	25.05.04
2					
1	REVISED AS PER COMMENT	SSS	CHD	APPD	SSS

SCHEMATIC DIAGRAM FOR 72.5 KV SP-SF GCB



DRG. NO. SX-902-02 R1



DRG. NO. SX-902-03 RI

IF IN DOUBT ASK


CROMPTON GREAVES LIMITED

MARK	DESCRIPTION	QTY	RATINGS
52C	CLOSING COIL	1	125 VDC.2+ OHM.
52T1/52T2	TRIPPING COILS	2	125 VDC.24 OHM.
63CA	LOW GAS PRESSURE ALARM SWITCH	1	RATING 0.1 A AT 125 VDC ; ON-4.5 Kg/sq.cm, OFF-5.0 Kg/sq.cm AT 20°C.
63GL	LOW GAS PRESSURE LOCKOUT SWITCH	1	RATING 0.1 A AT 125 VDC; ON-4.0 Kg/sq.cm, OFF-4.5 Kg/sq.cm AT 20°C.
63GLX	CONTACTOR FOR 63GL	1	125 VDC, Ith=10A, DC BREAK CAP. 1 A AT 12D VDC, 1NO + 3 NC.
M	MOTOR	1	125 VDC, 650 W INPUT.
BBM	CONTACTOR FOR MOTOR	1	125 VDC, Ith 20A, DC BREAKING CAP. BA, 2NO+2NC
52Y	ANTIPUMPING CONTACTOR	1	125 VDC, Ith 10A, DC BREAK CAP 1 A AT 120 VDC, 1NO+1NC.
11-52C	CLOSING PUSH BUTTON	1	125 VDC.
11-52T	TRIPPING PUSH BUTTON	1	125 VDC.
43LR	LOCAL REMOTE CHANGEOVER SWITCH .	1	125 VDC, 16A, 2 POSITION, 90° ANGLE, 3L+3R,
B5H	CIRCUIT BREAKER FOR HEATER/ILLUMINATION CKT.	1	220 VAC, 18A, 8KA.
8D1	CIRCUIT BREAKER FOR MOTOR CKT.	1	125 VDC, 15A, 9KA.
23SH	THERMOSTAT	1	220 VAC, 15A, (30°C TO 80°C)
SH	SPACE HEATER	1	220 VAC, 320W.
S0	SWITCH SOCKET UNIT	1	220 VAC, 15A.
52a/52b	AUXILIARY SWITCH.	1 SET	125 VDC, 15A.
IL	ILLUMINATION LAMP(FLUORESCENT LAMP)	1	220 VAC, 8W
SW	DOOR OPERATED SWITCH	1	220 VAC, 5A.
L5	LIMIT SWITCH FOR BBM	1	125VDC, 1A, 1NO+1NC.
RL/GL	BKR.ON/OFF INDICATING LAMP	2	125V DC,LED TYPE
BL	SPRING CHARGE INDICATING LAMPS	1	125V DC,LED TYPE

NOTES:-

- 1) AUXILIARY SWITCHES ARE SHOWN FOR OPEN BREAKER.
- 2) AUXILIARY CONTACTORS CONTACTS ARE SHOWN IN DE-ENERGISED POSITION.
- 3) GAS PRESSURE SWITCH IS SHOWN FOR NO GAS PRESSURE.
- 4) LOCAL REMOTE CHANGEOVER SWITCH IS SHOWN IN REMOTE POSITION.
- 5)  ARE OPEN CONTACTS
 ARE CLOSE CONTACTS.
- 6) SIZE OF WIRE =2.5 sq.mm. ANNEALED BARE COPPER CONDUCTOR PVC INSULATED.(TINNED).
- 7) COLOUR OF WIRE FOR AC CIRCUIT-BLACK, FOR DC CIRCUIT & SPARE CONTACTS-GRAY & FOR EARTHING-GREEN.
- 8) CLIP ON TYPE TERMINAL BLOCKS TYPE CTS10U/EQ. ARE PROVIDED.
- 9) CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY OF TRIP COIL IS 50mA TO CATER FOR TRIP COIL SUPERVISION.
- 10) 52a CONTACTS ARE OPEN WHEN BREAKER IS OPEN.
- 11) 52b CONTACTS ARE CLOSE WHEN BREAKER IS OPEN.
- 12) *# TERMINAL ARE WIRED UPTO TERMINAL BLOCKS FOR REMOTE CONTROL PANEL OF CIRCUIT BREAKER.
- 13) REFER SCHEMATIC DIAGRAM NO. DRG.NO. DRG.NO. SX-902-02

All information contained in this document is confidential & should not be used without prior consent of CROMPTON GREAVES LIMITED

CUSTOMER :- EDELNOR , PERU.			
Cust.ORDER Ref : LOI CAM/APROV/147-04 Dated 14/05/2004			
4		SIGN	NAME
		DRN	JPH
3		CHD	SSS
		APPD	SSS
2		DATE	25.05.04
1	REVISED AS PER COMMENTS	SSS	27/08/04
INC	REVISION	SIGN	DATE
			BILL OF MATERIAL FOR 72.5 KV SP-SP CCB
			
DRG.NO. SX-902-03			RI



INTERRUPTOR A GAS SF6

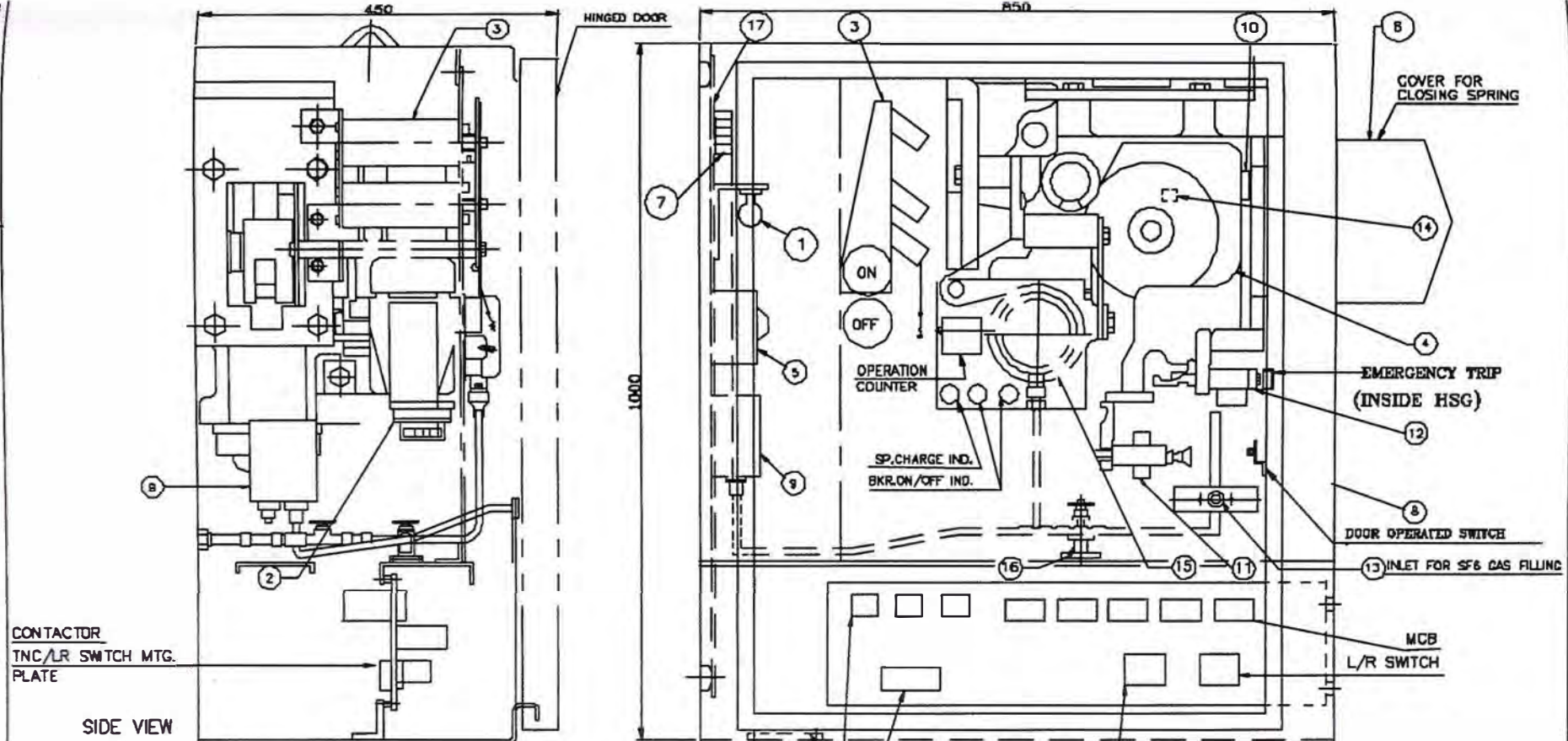
TIPO 70-SFM-32B	NORM: IEC 60058/62271-100	NUMERO DE SERIE : *	AND 2004
VOLTAJE NOMINAL DEL EQUIPO 72.5 KV	FRECUENCIA NOMINAL		60 Hz
CORRIENTE NOMINAL 1250 A	PODER DE CIERRE EN CORTO CIRCUITO 80 KA		
CORRIENTE CORTO CIRCUITO 31.5 KA	DURACION NOMINAL DE LA INTENSIDAD DE CORTO CIRCUITO 31.5 KA POR 3 SEG.		
VOLTAJE SOPORTADO IMPULSO RAYO 325 KV _{cresta}	FACTOR DE DESPEJE DEL PRIMER POLO 1.5		
PRESION NOMINAL DEL GAS A 20 C 5 kg/cm ² (AT 20°C)	CICLO DE OPERACION 0-0.3SEC-CO-3MIN-CO		
	PESO TOTAL	1000 Kg	
	PESO DEL GAS	4.5 Kg	
VOLTAJE NOMINAL DE BOBINAS-CERRAR-125VCC APERTURA-125 VCC.			
VOLTAJE DE MOTOR 125 VCC		VOLTAJE AUXILIARES 220V AC,60 Hz.	
ACELERACION SISMICA HORIZONTAL 0.5g			

MATERIAL: STAINLESS STEEL 0.5THK

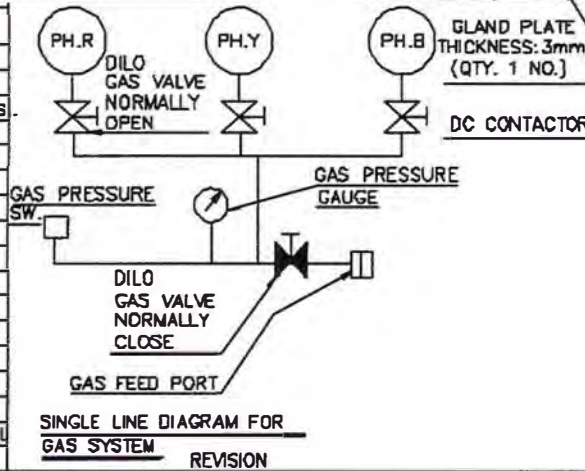
* :- SR. NO - 19362C

CUSTOMER :- EDELNOR , PERU.			
Cust.ORDER Ref : LOI CAM/APROV/147-04 Dated 14/05/2004			
4			SIGN NAME
3		DRN	JPH
		CHD	SSS
		APPD	SSS
2		DATE	25.05.04
		SCALE	NTS
1	REVISED AS PER COMMENTS.	SSS	
		ITAM	
NO	REVISION	SIGNATURE	
			DRG. NO. SX-902-04 RI

IF IN DOUBT ASK



SRNO	DESCRIPTION	MAKE
1	ILLUM-LAMP	CGL
2	MOTOR	KPT
3	AUX.SWITCHES ASSY	H.K.INDUSTRIES
4	MECHANISM BASE	CGL
5	THERMOSTAT	VILECO
6	SPRING COVER	CGL
7	TERMINAL BLOCKS	VINPAR
8	SPACE HEATER	VILECO
9	GAS PRESSURE SWITCH	SAGINOMYA
10	SHOCK ABSORBER	CGL
11	CLOSING COIL	CGL
12	TRIPPING COIL	CGL
13	GAS FILLING PORT	CGL
14	LIMIT SWITCH	BCH
15	GAS PRESS. GAUGE	MASS/WIKA
16	GAS STOP VALVE	SAMEER METAL
17	CONTROL PANEL	CGL

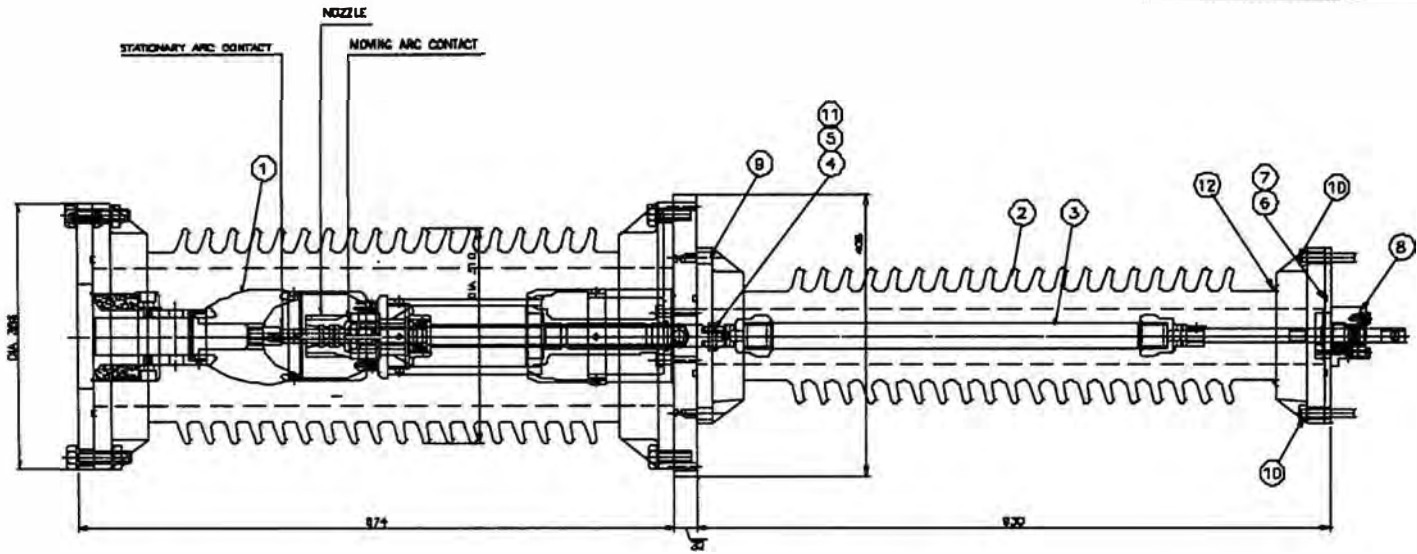


CUSTOMER :- EDELNOR , PERU.				
Cust.ORDER Ref : LOI CAM/APROV/147-04 Dated 14/05/2004				
3		DRN	JPH	MECH. HSG DETAIL FOR 72.5 KV SP-SP GCB TYPE:70-SFM-32B
2		CHD	SSS	
		APPD	SSS	
		DATE	26/05/2004	
1	REVISED AS PER CUSTOMER COMMENTS	KSP		Crompton Greaves AMBRO, MUMBAI.
NO	REVISION	SIGN/DATE	21.07.04	
				DRG.NO.SX-902-05 R1

All information contained in this document is confidential & should not be used without prior consent of CROMPTON GREAVES LIMITED

DRG NO. :- 31-003-08 REV.0

DATE: / /



IF IN DOUBT ASK

12	SILICON SEALANT (ANABOND 680)
11	DARINA GREASE -2
10	HEX NUT M12 HDG.
9	HEX BOLT M12X30 HDG.
8	SLIDE SEAL ASSLY.
7	GAS SEALER (ANABOND-681)
6	O RING P-105
5	SHAFT C RING 13
4	BAR PIN (Ø13 , L=30)
3	OPERATING ROD ASSEMBLY
2	SUPPORT PORCELAIN
1	INTERRUPTER ASSEMBLY
ITEM	DESCRIPTION

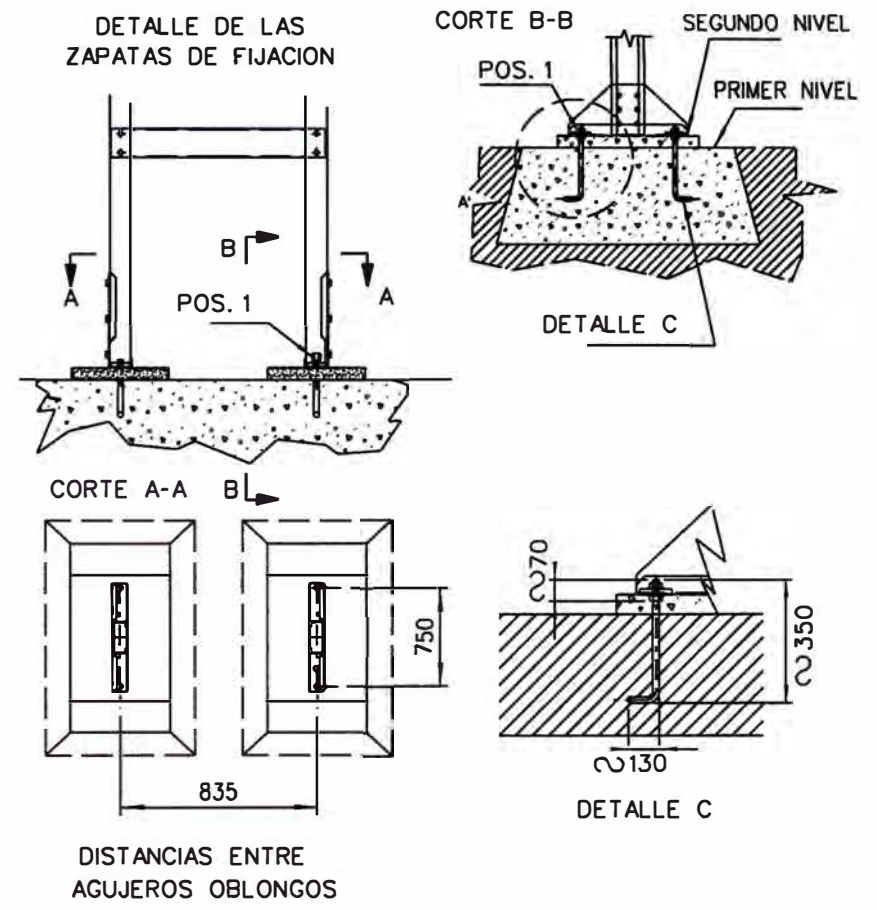
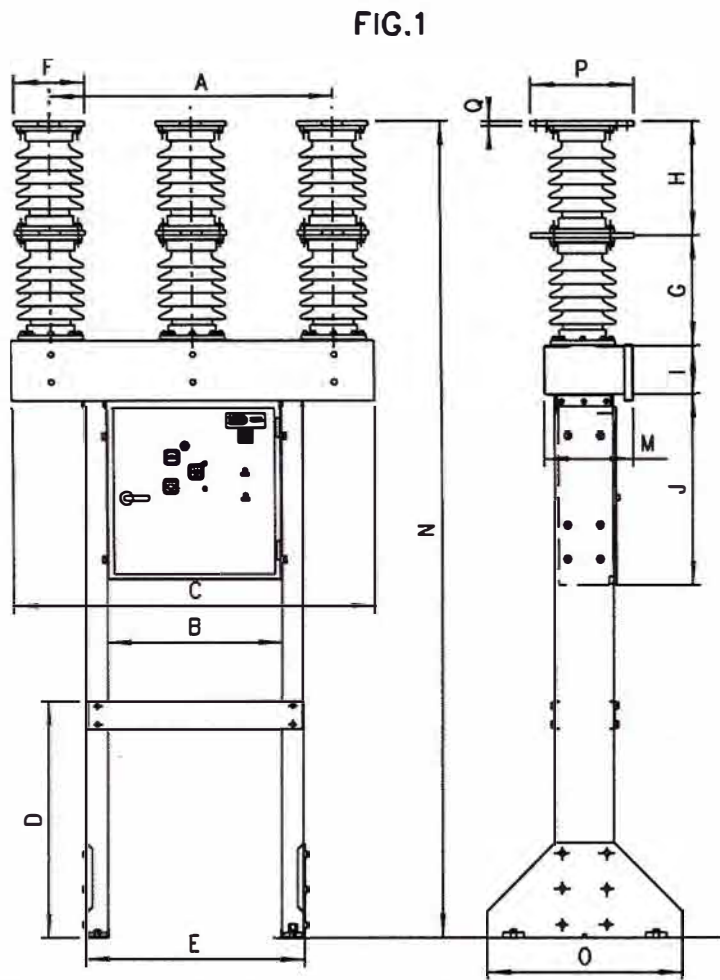
All information contained in this document is unclassified and should not be used for any purpose other than that for which it was originally prepared.

CUSTOMER :- EDELNOR . PERU.
Customer Order Ref : 101 CAM/APROV/147-04 Dated 14/06/2004

4						THIRD ANGLE PROJECTION
3						SECTIONAL VIEW OF FILE
2						UNIT 78.5KVSP-SP GCB
1						

NO	REVISION	DATE	ALL DIMENSIONS IN mm UNLESS NOTED OTHERWISE	DRG NO. :- 31-003-08	1/01
----	----------	------	---	----------------------	------

Crompton Greaves Ltd.



LOS INTERRUPTORES DE LA SERIE "VEE" SON DESPACHADOS DE LA FABRICA EN POSICION "abierto" CON LOS RESORTES DE CIERRE DESCARGADOS. VERIFICAR QUE DURANTE EL MANIPULEO SE CUMPLA SIEMPRE ESTA CONDICION PARA EVITAR ACCIDENTES INVOLUNTARIOS.

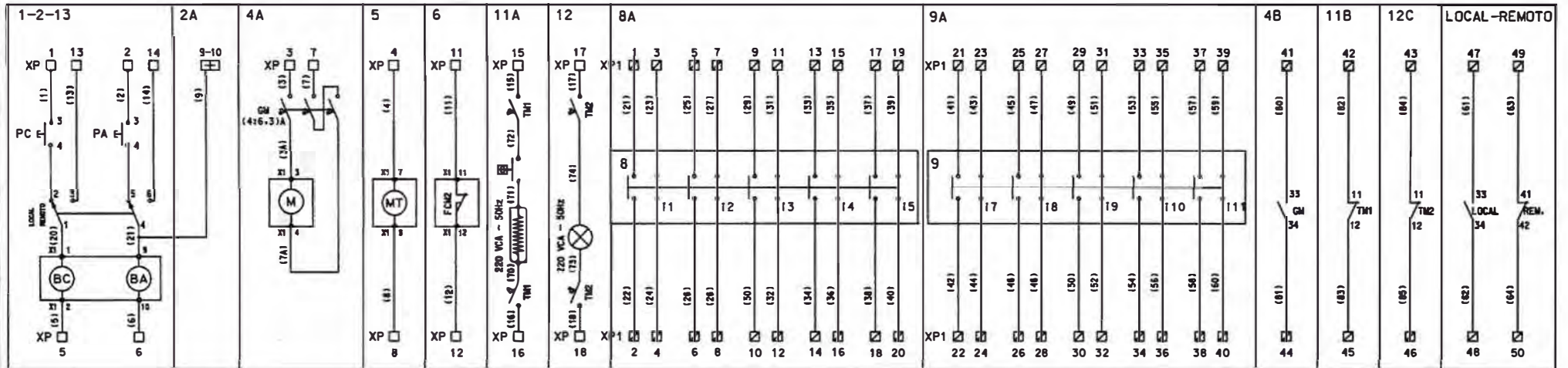
LAS COTAS SON ORIENTATIVAS Y ESTAN SUJETAS A POSIBLES MODIFICACIONES

PESO (Interruptor) 400Kg. APROX
 PESO (Soporte) 190Kg. APROX

COTAS (mm)																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1200	745	1540	350	935	273	450	450	205	607	360	400	250	3450	830	444	20

CANT.	DESCRIPCION		PLANO N°	POS.
ESCALA S/E	MATERIAL	PROTECCION	EMD	
DELUJO:	CODIGO:	CODIGO:		
CONTROL:		UTILIZACION EN: VARIOS	PROHIBIDA LA REPRODUCCION Y/O COMUNICACION A TERCEROS SIN N/AUTORIZACION ESCRITA	
INTERRUPTOR DE CORTE EN VACIO SIN T.I. DE USO INTEMPERIE				
SERIE V.E.E.				
SUSTITUIDO POR:				

CIRCUITO ELECTRICO SERIE VEE



FIGURAS:

- 1: CIERRE ELECTRICO + SISTEMA ANTIBOMBEO EN 110VCC
- 2: APERTURA ELECTRICA EN 110VCC
- 2A: APERTURA ELECTRICA DIRECTA DESDE PROTECCION EXTERNA EN 110VCC
- 4A: CARGA DE RESORTES ELECTRICA CON PROTECCION POR GUARDAMOTOR EN 220VCA
- 4B: SEÑALIZACION DE ABIERTO POR
- 5: ACTUACION DEL GUARDAMOTOR
- 6: BLOQUEO POR MINIMA TENSION EN 110VCC
- 8: SEÑALIZACION DE RESORTE CARGADO
- 9: BLOQUE DE CONTACTOS LIBRES (5NA+5NC)
- 8A/9A: BLOQUE DE CONTACTOS LIBRES (5NA+5NC)
- 11A: CONTACTOS CABLEADOS A BORNERA XP1
- 11B: A
- 12: SEÑALIZACION DEL INT. TERMOMAG. DE LA CALEFACCION
- 12C: ILUMINACION CON PROTECCION TERMOMAGNETICA DE 2A
- 13: SEÑALIZACION DEL INT. TERMOMAG. DE LA ILUMINACION
- COMANDO LOCAL - REMOTO (P/ APERTURA y CIERRE)

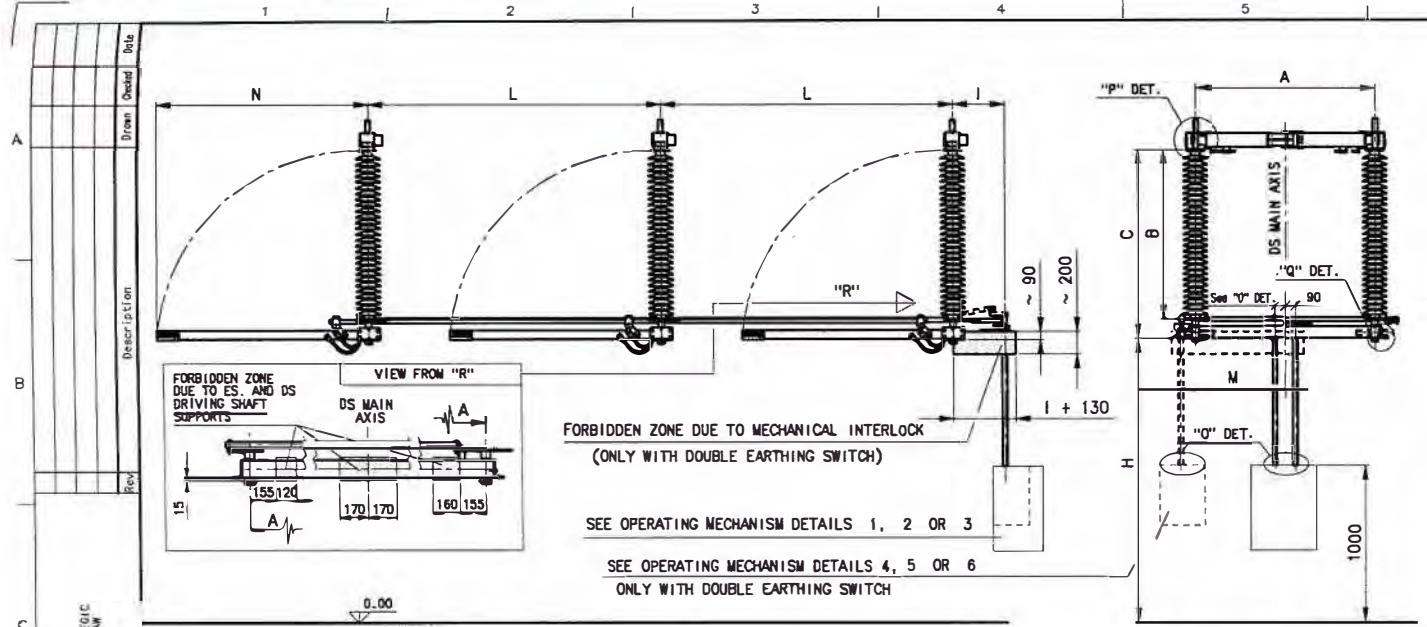
NOTA:

-Los circuitos están representados con el interruptor abierto, y el resorte cargado.



INTERRUPTOR TRIPOLAR INTEMPERIE EN VACIO
 MODELO VEE PARA 13.2 HASTA 36 kV
 ESQUEMA ELECTRICO

SECCIONADOR DE POTENCIA



"P" DETAIL: TYPE OF TERMINALS ACCORDING TO THE CURRENTS

Aluminium alloy	Copper	Copper	Copper	Aluminium alloy

MAIN DIMENSIONS (mm IF NOT SPECIFIED)

"Q" DETAIL	RATED VOLTAGE (kV)				
	IEC	ANSI	IEC/ANSI	IEC/ANSI	IEC/ANSI
	RATED VOLTAGE (kV)				
	72.5	72.5	123	145	170
BIL (kV)					
325					
RATED NORMAL CURRENT (A)					
1250-4000					
1200-3000					
A	IEC	ANSI	1250-1500	1600	1800
B	IEC	ANSI	1220	1500	1700
C	IEC	ANSI	1143	1372	1575
D	IEC	ANSI	940	1390	1670
E	IEC	ANSI	932	1313	1542
F	IEC	ANSI	500	550	800
G	IEC	ANSI	400	440	600
H	max 4500 mm				
I	310	310	500	500	500
L (**)	1350	1350	2000	2500	2800
M	780	780	890	990	1090
N	1100	1100	1500	1900	2000

(**) Minimum distance without optional devices, according to IEC standard

MECHANICAL TERMINAL LOADS

Rated voltage -BIL- (kV)	Rated normal current (A)	Straight load		Cross load	
		F _a (N)	F _b (N)	F _a (N)	F _b (N)
72.5	1250-2000	1400	1280		
123	1250-2000	1300	1040		
145	1250-2000	1200	960		
170	1250-2000	1150	920		

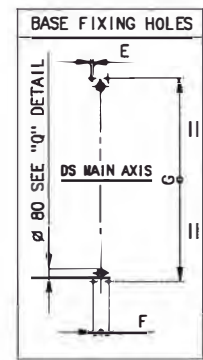
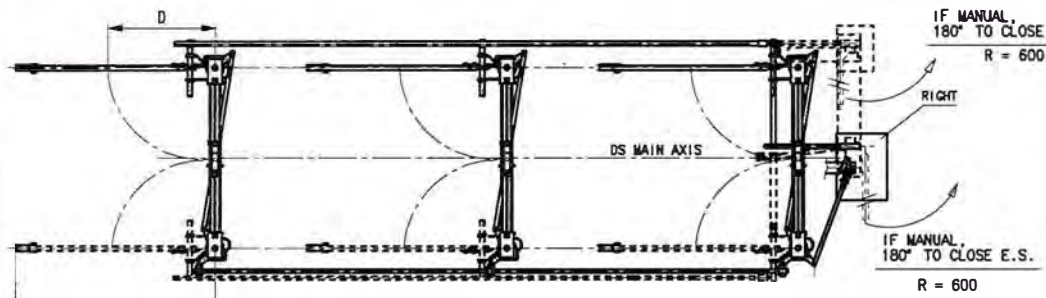
APPROXIMATE WEIGHTS (kg)

NOTE(a): The weight of disconnecter is approximate because it changes with a different dimension and with a different rated normal current, by the same rated voltage.	00-72.5	00-123	00-145	00-170
Approximate weight of disconnecter without insulator, with one E. S. - 1 pole - (kg) (a)	~140	~185	~195	~205
Approximate weight of insulator type C4 (kg) (b)	~21	~40	~60	~70
NOTE(b): The weight of insulator is approximate because it changes with a different supplier.				
Approximate weight of insulator type C6 (kg) (b)	~34	~47	~70	~85

INSULATOR DATA

Type	Minimum falling load of insulator (kN)	Creepage distance - mm/kV - Pollution level			
		Light	Medium	Heavy	Very heavy
C4	4	16	20	25	31
C6	8				

N.B.: L, H, TO BE DEFINED WHEN ORDERING
FINAL DATA PROVIDED AFTER CONTRACT ISSUING



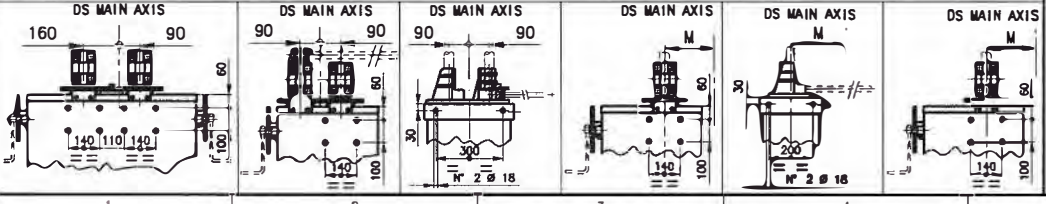
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF COELME-EGIC
ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO L.M.F.

Rev	Description	Date
000	0000	00/00/00
000	0000	00/00/00
000	0000	00/00/00
000	0000	00/00/00
000	0000	00/00/00

OPERATING MECHANISM DETAILS

- 1 - MOTOR CD 212	- 2 - MOTOR CD 201	- 3 - MANUAL CM 202	- 4 - MOTOR CD 101	- 5 - MANUAL CM 102	- 6 - MANUAL CM 113
APPROXIMATE WEIGHT = 100 kg	APPROXIMATE WEIGHT = 60 kg	APPROXIMATE WEIGHT = 20 kg	APPROXIMATE WEIGHT = 50 kg	APPROXIMATE WEIGHT = 10 kg	APPROXIMATE WEIGHT = 45 kg

"Q" DET. FIXING POINTS (BACK VIEW)



DISCONNECTOR CBD-E-(EE) 72,5/170-1250/4000
CENTER BREAK DISCONNECTOR
PARALLEL ARRANGEMENT

Format: **A3** Standard: _____ Scale: _____ Language: **ENG**

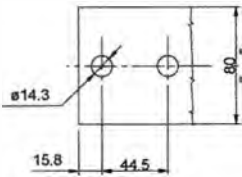
Revision: **D** Sheet/of: **1/1**

COELME **egic** **IM000208**

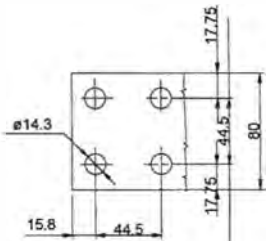
COELME COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE-SPA

TERMINAL PADS

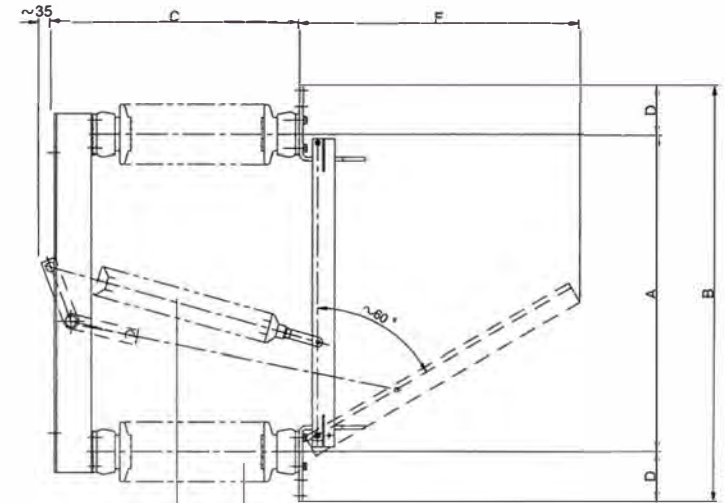
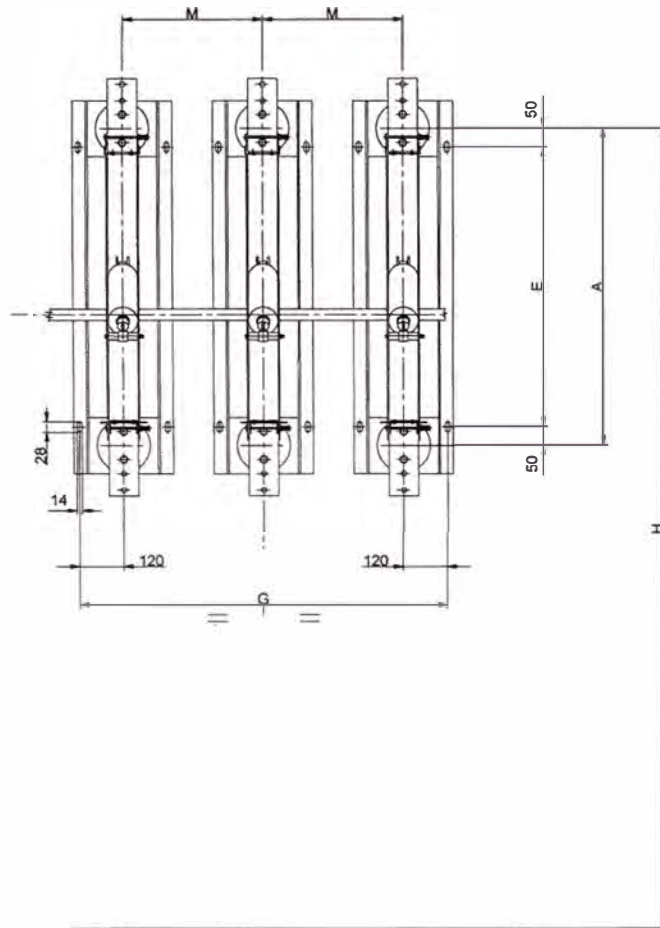
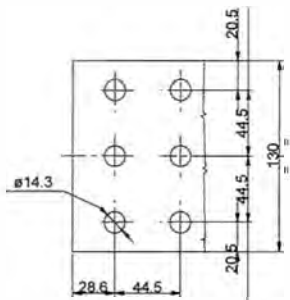
630-800 A



1250-1600 A



2000-2500 A



INSULATOR

EPOXY FIBERGLASS + SILICONIC RUBBER
OPERATING INSULATOR

0.00

N.B. H-M TO BE DEFINED WHEN ORDERING

RATED NORMAL CURRENT: 630-1600 A

RATED VOLTAGE	BIL	A	B	C	D	E	F	Gmin.	H min.	M min.
52	250	850	1120	665	135	750	750	1540	2500	650
72.5	325	1000	1270	875	135	900	880	1840	2500	800

N.B. H-M TO BE DEFINED WHEN ORDERING

RATED NORMAL CURRENT: 2000-2500 A

RATED VOLTAGE	BIL	A	B	C	D	E	F	Gmin.	H min.	M min.
52	250	850	1170	665	160	750	760	1540	2500	650
72.5	325	1000	1320	875	160	900	890	1840	2500	800



COELME
COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE S.p.A.

DISEGNO: **IM152**

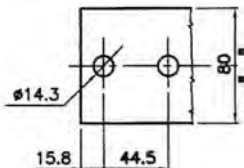
* TOLLERANZE GENERALI SECONDO NIC 002 *

TITOLO: **VERTICAL BREAK ISOLATOR**
SERIES SHD
(OUTDOOR USE - ACCORDING TO IEC)

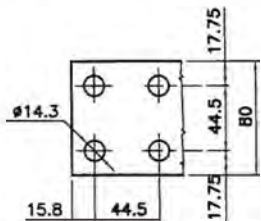
Disegn. S.A.	Scala
Revisioni	Control.
Disegnatore E.H.	Verificato del N.

TERMINAL PADS

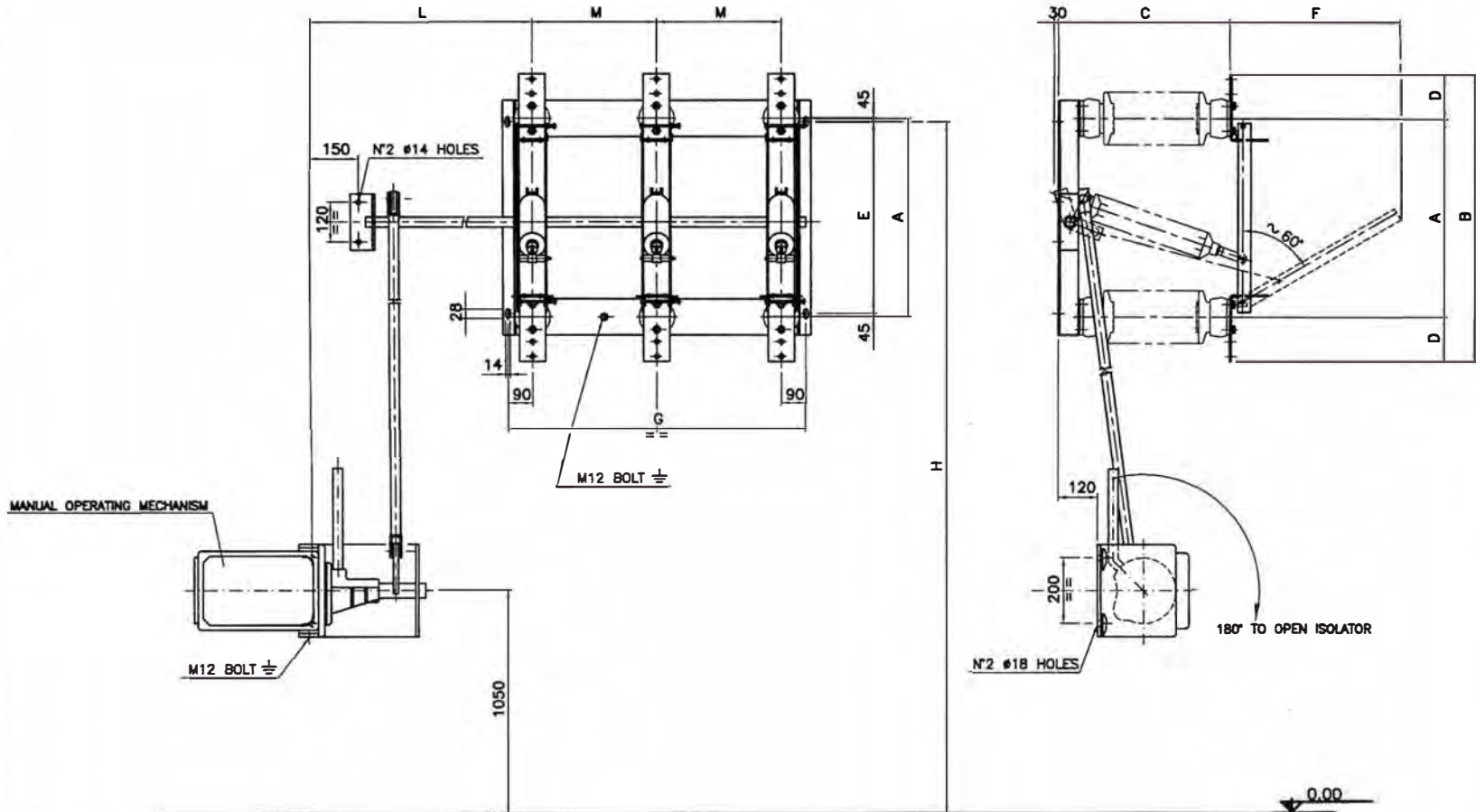
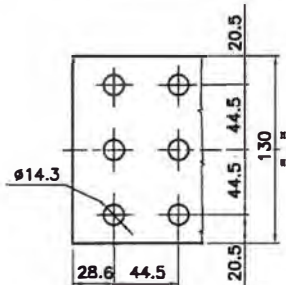
630÷800 A



1250÷1600 A



2000÷2500 A




N.B. H-L-M TO BE DEFINED WHEN ORDERING

RATED NORMAL CURRENT: 630÷1600 A											
RATED VOLTAGE	BIL	A	B	C	D	E	F	Gmin.	Hmin.	L min.	M min.
17.5	95	500	770	320	135	410	425	940	2500	550	380
24	125	550	820	370	135	460	470	1040	2500	590	430
36	170	700	970	510	135	610	580	1340	2500	730	580

N.B. H-L-M TO BE DEFINED WHEN ORDERING

RATED NORMAL CURRENT: 2000÷2500 A											
RATED VOLTAGE	BIL	A	B	C	D	E	F	Gmin.	Hmin.	L min.	M min.
17.5	95	500	820	320	160	410	465	940	2500	550	380
24	125	550	870	370	160	460	510	1040	2500	590	430
36	170	700	1020	510	160	610	620	1340	2500	730	580

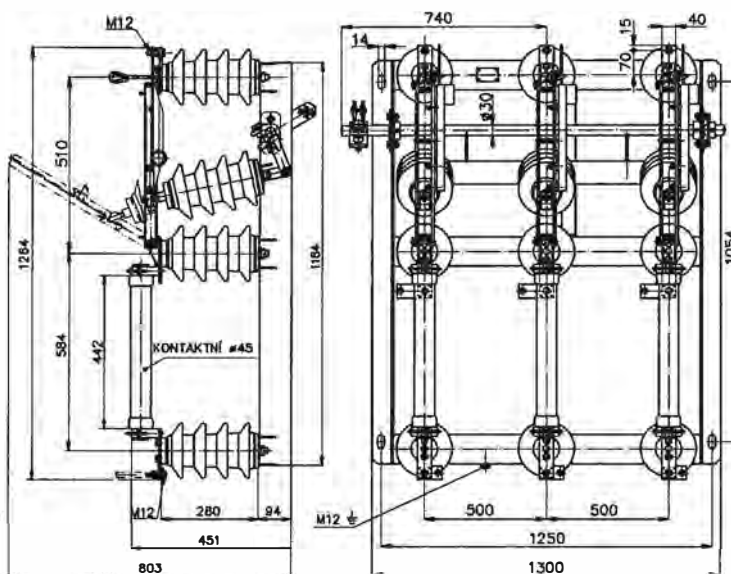
 COELME COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE S.p.A.	DISEGNO:	IM150	
	* TOLLERANZE GENERALI SECONDO NIC 002 *		
	TITOLO:	VERTICAL BREAK ISOLATOR SERIES SHD (ACCORDING TO IEC)	
	Data: 13-05-93 Scale: / Disegn: [Signature] Control: Firmato: A Scritto: E.H. Scritto: del M.		

MODIFICHE - A - CHANGED DIMENSION FROM 30 TO 45, 07.11.94 B.M.

SECCIONADOR FUSIBLE TRIFASICO

**TŘÍPÓLOVÝ VENKOVNÍ ODPÍNAČ typ KBE 3SP 25 kV
THREE-POLE OUTDOOR LOAD DISCONNECTOR OF KBE 3SP 25 kV**

kombinace odpínače KBE 3S a pojistkového spodku
a combination of the KBE 3S load-disconnector with fuse base



Kóty platí pro porcelánové izolátory.
Valid for porcelain insulator

Hlavní proudovodná dráha venkovních odpínačů typů KBE 3S a KBE 3SP přenáší v zapnutém stavu jmenovité proudy. Je tvořena paralelními kontaktními noži, opatřenými kontaktními pružinami a pevnými kontakty s připojovacími praporky.

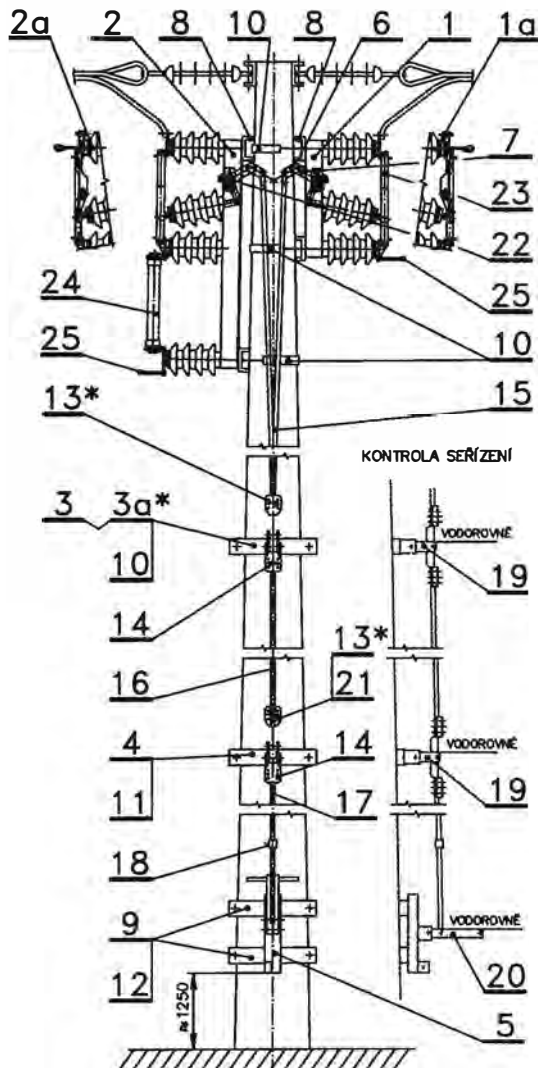
Vedlejší proudovodná dráha, sestává ze západky a vypínacího prutu, tvoří zhašecí mechanismus přístroje, který zabezpečuje vypínání provozních proudů do výše dle technických údajů.

In on state the main current carrying path of the disconnecter is capable of conveying the rated currents of the system. The current carrying path consists of contact knives connected in parallel and provided with contacts springs and fixed contacts with connecting flags. The supplementary current carrying path consists of a ratchet and breaking pin, and represents the arc-quenching mechanism of the switching device, in which all the necessary breaking of currents may occur, up to the specified engineering level.

**SEZNAM NÁHRADNÍCH DÍLŮ
LIST OF APARE PARTS**

Název ND	Name of the spare part	Číslo dílu nebo výkresu	
		Part number of drawing number	
Izolátor pevný	Fixed insulator	490.101	490.101
Izolátor pohyblivý	Movable insulator	490.101	490.101
Nůž (Cu profil)	Contact knife (Cu profile)	32-2366	32-2366
Držák (kontakt s praporkem)	Holder (contact with connecting flag)	42-4311/c	42-4311/c
Držák pojistky pod ložisko	Fuse holder placed below the bearing	-	32-2569
Držák pojistky	Fuse holder	-	32-2568
Zařezávací páka	Penetrating lever	42-2489//B	42-2489//B
Ložisko	Bearing	42-4310/c	42-4310/c
Pružina	Spring	42-2491	42-2491
Miska pružiny	Spring dish	42-2425/a	42-2425/a
Pojistka	Fuse	42-2424/a	42-2424/a
Čep pružinový	Spring-type pin	42-4305	42-4305
Rožpěrná trubka	Spacing tube	42-4304/a	42-4304/a

ODPÍNAČ NEBO ODPOJOVAČ TYP KBE 3 –montáž na sloup s ručním pohonem
KBE 3 LOAD DISCONNECTOR OR DISCONNECTOR – with hand operated drive and mounted to a pole



- 1 - odpojovač KBE 3D
- 2 - odpojovač KBE 3P
- 1a - odpínač KBE 3S
- 2a - odpínač KBE 3SP
- 3 - kyvné ložisko horní
- 3a - kyvné ložisko horní (pro KBE 3S 38,5 kV)
- 4 - kyvné ložisko
- 5 - ruční pohon
- 6 - svěrná koncovka s klemou se soudečkem
- 7 - zařezávací páčka na hřídeli odpojovače
- 8 - nosník U8
- 9 - upevňovací třmen
- 10 - objímka R130
- 11 - objímka R155
- 12 - objímka R178
- 13 - svěrná koncovka jednoramenná se soudečkem
- 13a - svěrná koncovka jednoramenná se soudečkem (pro KBE 3S 38,5 kV)
- 14 - svěrná koncovka dvouramenná
- 15 - ovládací táhlo horní
- 16 - ovládací táhlo střední
- 17 - ovládací táhlo spodní
- 18 - spojka (nátrubek) na táhle pohonu
- 19 - kyvná páčka ložiska
- 20 - ruční páčka pohonu
- 21 - svěrná koncovka jednoramenná bez soudečku
- 22 - vačka odpojovače
- 23 - proudovodné nože
- 24 - pojistka 2 - 100 A (není součástí dodávky)
- 25 - uzemňovací svorník

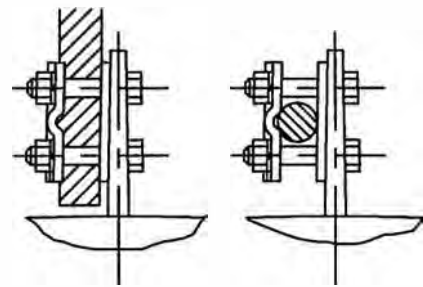
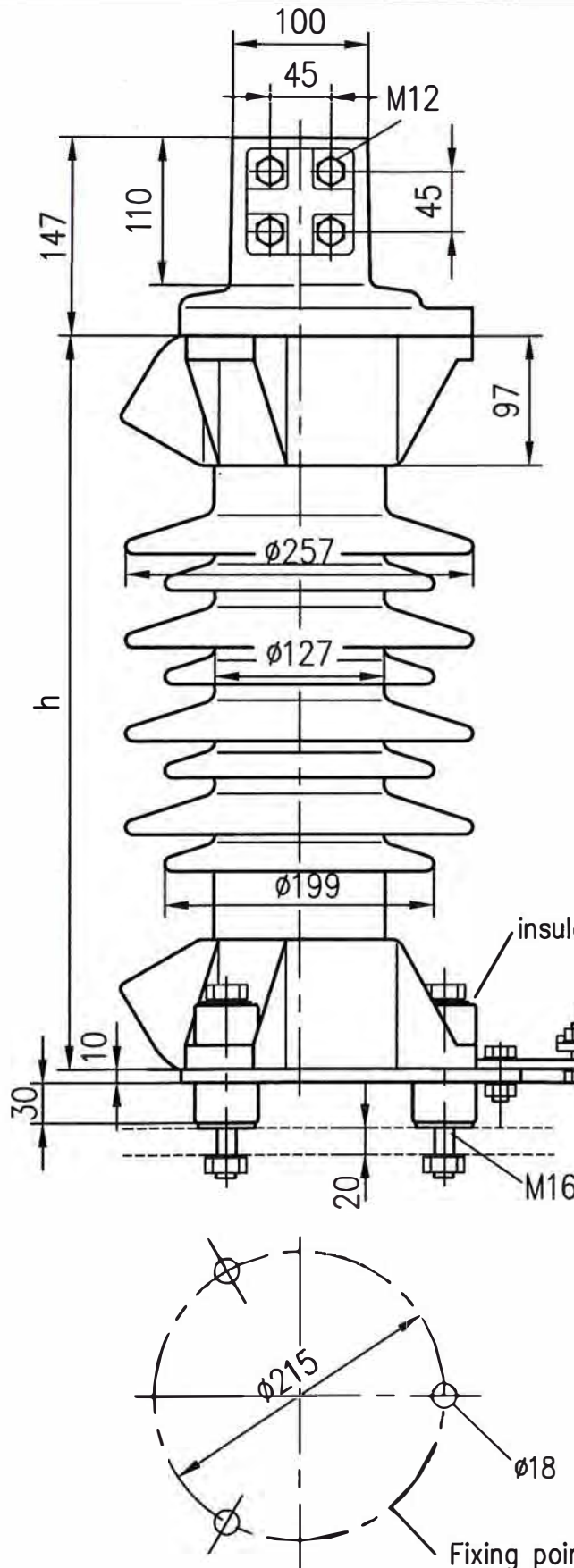
- 1 - KBE 3D disconnecter
- 2 - KBE 3P disconnecter
- 1a - KBE 3S load-disconnector
- 2a - KBE 3SP load-disconnector
- 3 - upper rocker bearing
- 3a - upper rocker bearing (for KBE 3S 38,5 kV)
- 4 - rocker bearing
- 5 - hand operated drive
- 6 - inclined clamping terminal with barrel
- 7 - penetrating lever on disconnector shaft
- 8 - U8 holder
- 9 - fastening yoke
- 10 - R130 sleeve
- 11 - R155 sleeve
- 12 - R178 sleeve
- 13 - single-arm clamping terminal with barrel
- 13a - single-arm clamping terminal with barrel (for KBE 3S 38,5 kV)
- 14 - double-arm clamping terminal
- 15 - upper position operating pull rod
- 16 - medium position operating pull rod
- 17 - bottom position operating pull rod
- 18 - coupling piece on the drive pull rod
- 19 - swinging handle of the bearing
- 20 - drive operating manual handle
- 21 - single-arm clamping terminal without barrel
- 22 - disconnector cam
- 23 - current carrying knives
- 24 - fuse 2A to 100A (not part of the disconnector delivery)
- 25 - earthing clamping terminal

PARARRAYOS



Surge arrester

974 Dr (E)



line connection type A

SB 60/10.3-0

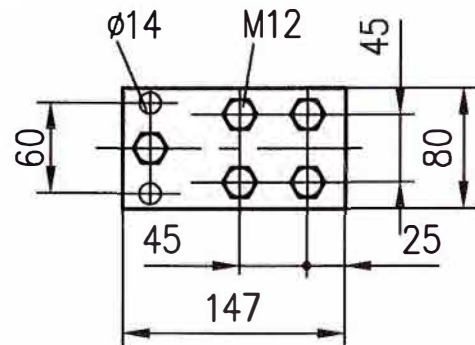
h = 1185 mm

creepage distance: 3075 mm

weight: app. 63 kg

ground connector

earth connection type X



Fixing point of ground connector

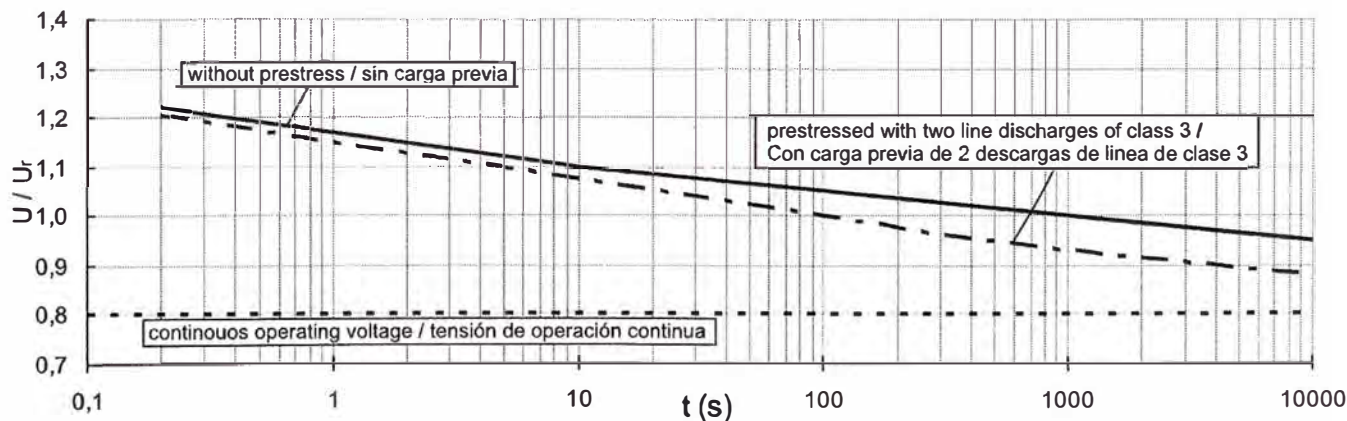
Bearbeit.	15.04.99	Löscher
Geprüft	12.11.04	Engelhardt

TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH

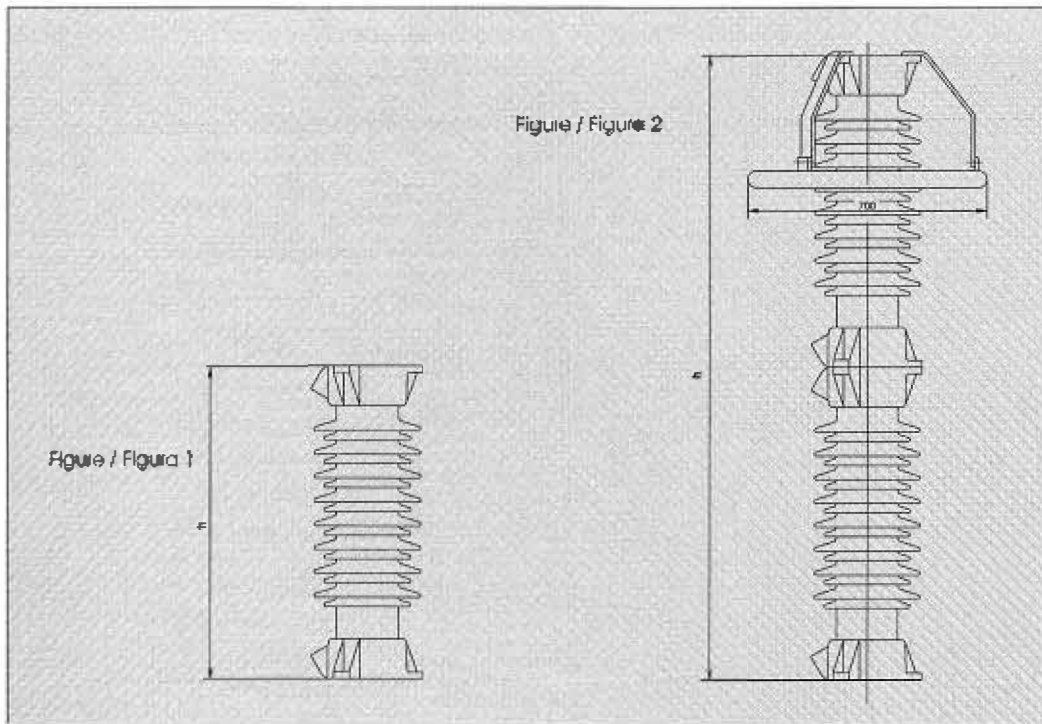
type / Tipo	rated voltage / Tensión asignada	continuous operating voltage / Tensión de operación continua	temporary overvoltage/ Sobrestensión temporal TOV ¹⁾		residual voltage at steep and lightning impulse current / Tensión residual con impulso de corriente de frente escarpado y tipo rayo					residual voltage at switching impulse current / Tensión residual con impulso de maniobra				min. housing size / Tamaño mínimo de la envolvente
			U _{10s}	U _{10s}	10 kA (1/2)	5 kA (8/20)	10 kA (8/20)	20 kA (8/20)	40 kA (8/20)	250 A (30/70)	500 A (30/70)	1000 A (30/70)	2000 A (30/70)	
	Ur	Uc	U _{10s}	U _{10s}										
	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
SB 6/10.3-0	6	4,8	6,9	6,5	16,6	14,4	15,2	16,6	17,6	12,2	12,5	12,9	13,3	1
SB 9/10.3-0	9	7,2	10,4	9,7	24,9	21,7	22,8	24,9	26,4	18,2	18,8	19,4	20,0	1
SB 12/10.3-0	12	9,6	13,8	13,0	33,1	28,9	30,4	33,1	35,3	24,3	25,1	25,8	26,7	1
SB 18/10.3-0	18	14,4	20,7	19,4	49,6	43,2	45,5	49,6	52,8	36,4	37,5	38,7	39,9	1
SB 21/10.3-0	21	16,8	24,2	22,7	57,9	50,4	53,1	57,9	61,6	42,5	43,8	45,1	46,6	2
SB 27/10.3-0	27	21,6	31,1	29,2	74,4	64,9	68,3	74,4	79,2	54,6	56,3	58,1	59,9	2
SB 30/10.3-0	30	24,0	34,5	32,4	78,5	68,4	72,0	78,5	83,5	57,6	59,4	61,2	63,1	2
SB 33/10.3-0	33	26,4	38,0	35,6	86,3	75,2	79,2	86,3	91,9	63,4	65,3	67,3	69,5	2
SB 36/10.3-0	36	28,8	41,4	38,9	94,2	82,1	86,4	94,2	100,2	69,1	71,2	73,4	75,8	2
SB 42/10.3-0	42	33,6	48,3	45,4	109,9	95,8	100,8	109,9	116,9	80,6	83,1	85,7	88,4	3
SB 48/10.3-0	48	38,4	55,2	51,8	125,6	109,4	115,2	125,6	133,6	92,2	95,0	97,9	101,0	3
SB 51/10.3-0	51	41	59	55	133	116	122	133	142	98	101	104	107	4
SB 54/10.3-0	54	43	62	58	142	124	130	142	151	104	107	111	114	4
SB 60/10.3-0	60	48	69	65	157	137	144	157	167	115	119	122	126	4
SB 63/10.3-0	63	50	72	68	165	143	151	165	175	121	124	128	132	4
SB 66/10.3-0	66	53	76	71	172	150	158	172	183	126	130	134	139	4
SB 72/10.3-0	72	58	83	78	189	164	173	189	201	138	143	147	152	4
SB 75/10.3-0	75	60	86	81	196	171	180	196	209	144	148	153	158	5
SB 84/10.3-0	84	67	97	91	220	192	202	220	234	162	167	172	177	5
SB 90/10.3-0	90	72	104	97	235	205	216	235	251	173	178	184	189	5
SB 96/10.3-0	96	77	110	104	251	219	230	251	267	184	190	196	202	5
SB 99/10.3-0	99	79	114	107	259	226	238	259	276	190	196	202	209	6
SB 102/10.3-0	102	82	117	110	267	233	245	267	284	196	202	208	215	6
SB 108/10.3-0	108	86	124	117	282	246	259	282	300	207	214	220	227	6
SB 120/10.3-0	120	96	138	130	314	274	288	314	334	230	237	245	253	6
SB 123/10.3-0	123	98	141	133	322	280	295	322	342	236	243	251	259	7
SB 132/10.3-0	132	106	152	143	346	301	317	346	368	254	261	269	278	7
SB 138/10.3-0	138	110	159	149	361	314	331	361	384	265	273	281	290	7
SB 144/10.3-0	144	115	166	156	377	329	346	377	401	277	285	294	303	7
SB 150/10.3-0	150	123	173	162	400	349	367	400	426	294	303	312	322	7
SB 168/10.3-0	168	134	193	181	439	383	403	439	467	322	332	343	353	2x5
SB 186/10.3-0	186	149	214	201	486	424	446	486	517	357	368	379	391	2x6
SB 192/10.3-0	192	154	221	207	502	438	461	502	535	369	380	392	404	2x6
SB 198/10.3-0	198	158	228	214	518	451	475	518	551	380	392	404	417	2x6
SB 210/10.3-0	210	168	242	227	549	479	504	549	585	403	416	428	442	2x6
SB 214/10.3-0	214	171	246	231	560	488	514	560	596	411	424	437	451	2x6
SB 228/10.3-0	228	182	262	246	596	520	547	596	635	438	451	465	480	2x6
SB 240/10.3-0	240	192	276	259	628	547	576	628	668	461	475	490	505	2x6

1) With a prior energy stress of two line discharges of class 3 / Con carga previa de 2 descargas de línea de clase 3

Power frequency voltage versus time characteristic (TOV) (initial temperature +60°C)
Curva característica tensión a.c. - tiempo (TOV) (Temperatura inicial + 60°C)



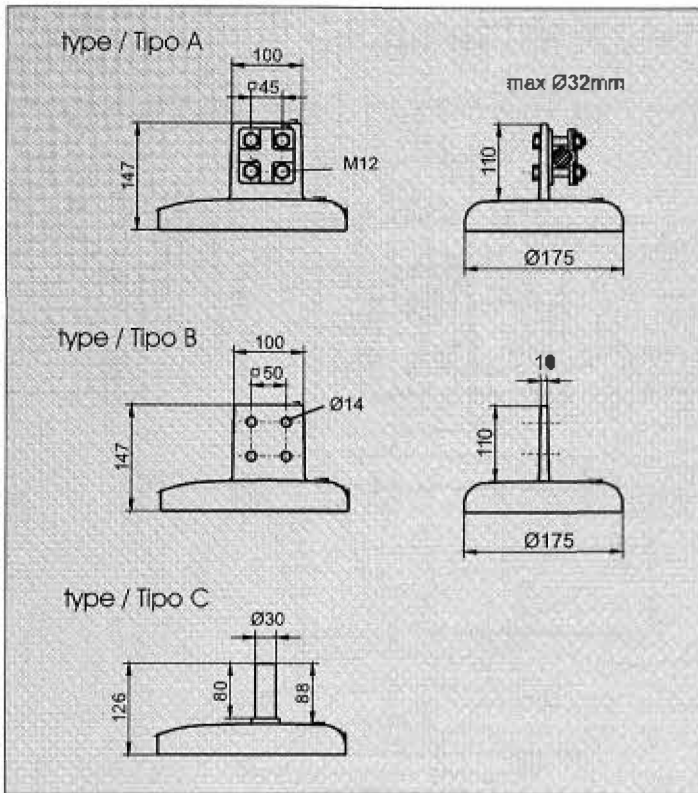
housing size Tamaño la envolvente	height Altura ≈h mm	creepage distance Distancia de fuga ± 5% mm	weight Peso ≈m kg	insulation of arrester housing (applied to 1000m a.s.l.) Aislamiento exterior de la envolvente			figure Figura
				a frecuencia industrial	a impulso de rayo	a impulso de maniobra	
				PFWL 50 Hz kV	LIWL 1.2/50 kV	SIWL 250/2500 kV	
1	415	530	25	55	120	95	1
2	555	990	33	90	190	150	1
3	695	1440	38	125	260	205	1
4	835	1900	46	155	325	255	1
5	1045	2590	59	210	435	340	1
6	1325	3500	72	275	575	450	1
7	1535	4190	88	325	675	530	1
8	1535	4495	93	325	675	530	1
9	1185	3075	63	240	505	395	1
10	1395	3730	76	290	605	475	1
2x5	2090	5180	160	355	735	580	2
2x6	2650	7000	181	455	945	740	2



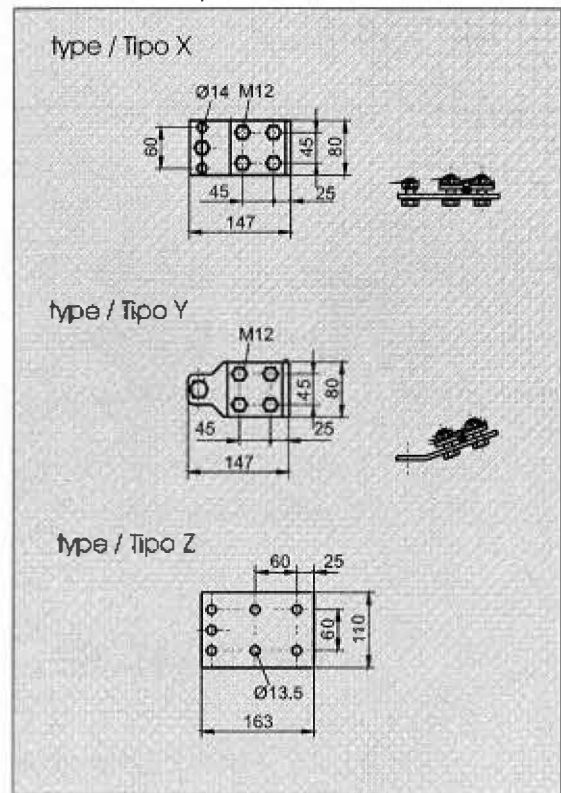
**Mechanical withstand in acc. to IEC 60099-4 /
Propiedades mecánicas según IEC 60099-4**

	Max. permissible dynamic service load Máxima carga dinámica permisible MPDSL	Permissible static service load Carga estática permisible PSSL
C 120	6500 Nm	2600 Nm

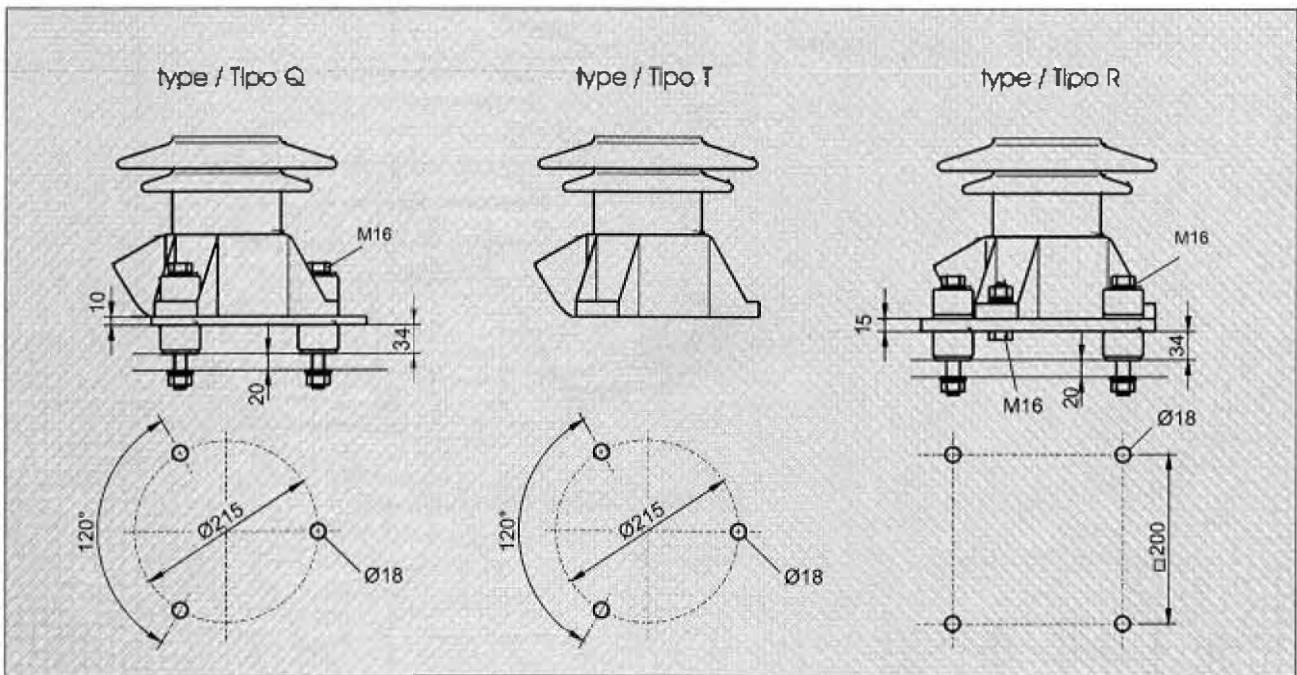
line terminals / Terminales de linea



earth terminals / Terminales de tierra



Variants of installation and drilling plan / Variantes de instalación y ubicación de orificios



How to order / Ejemplo de pedido

Metal oxide surge arrester with porcelain housing / Pararrayos de ZnO con envolvente en porcelana

SB 120/10.3-0

Housing / Envolvente

6

line connection / Terminales de linea
variant of installation / Variante de instalación
earth connection / Terminales de tierra

A

Q

X

Specifications in this leaflet are subject to change without notice. / Especificaciones sujetas a modificación sin previo aviso

address / Dirección:

TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH
Marie-Curie-Str. 3
07629 Hermsdorf

e-mail: vertrieb.ableiter@tridelta-hermsdorf.de

Teléfono: (+49 3 66 01) 6-19 51
Telefax: (+49 3 66 01) 6-40 48

www.tridelta.de

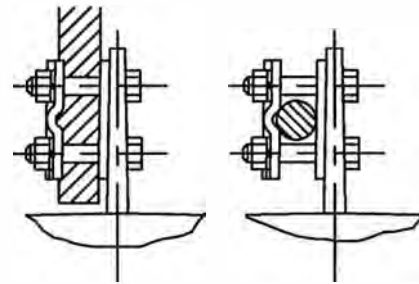
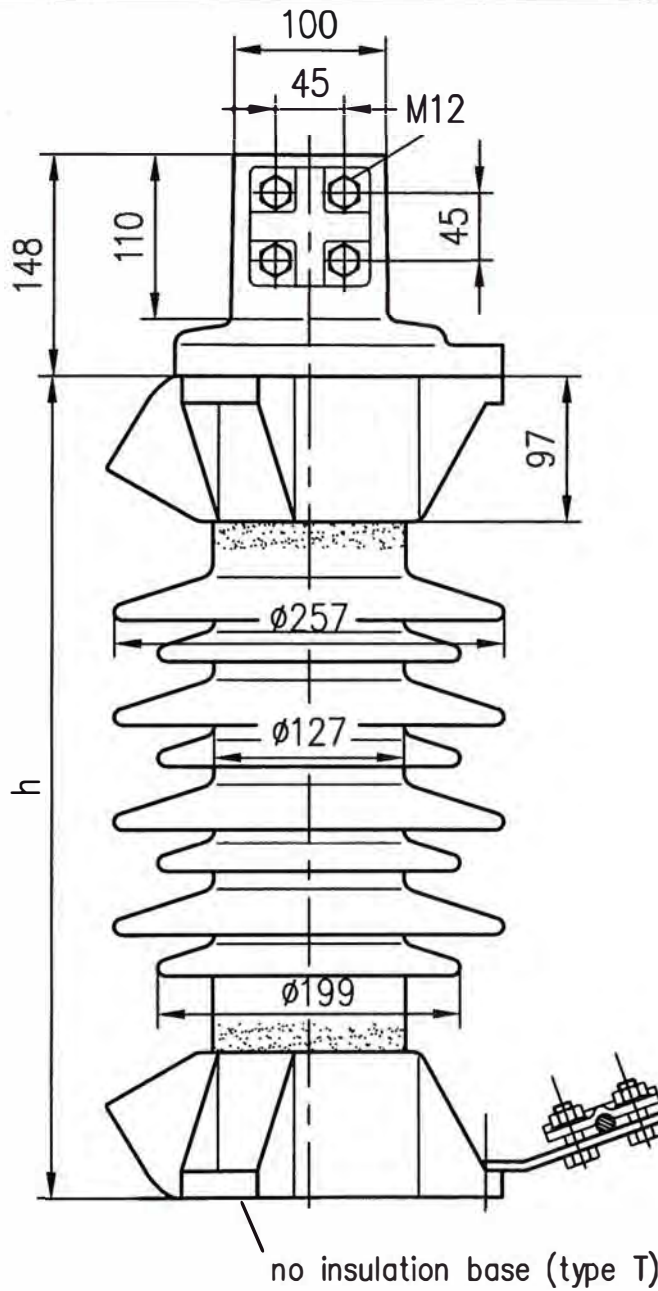


Reg Nr. 3453 - 01



Surge arrester

851 Dr (E)



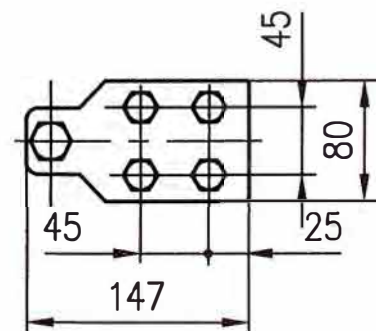
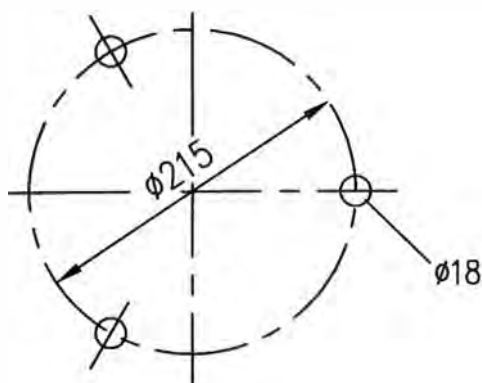
line connection A

SB 24/10.2-0

h = 555 mm

creepage distance : 990 mm

weight : app. 33 kg



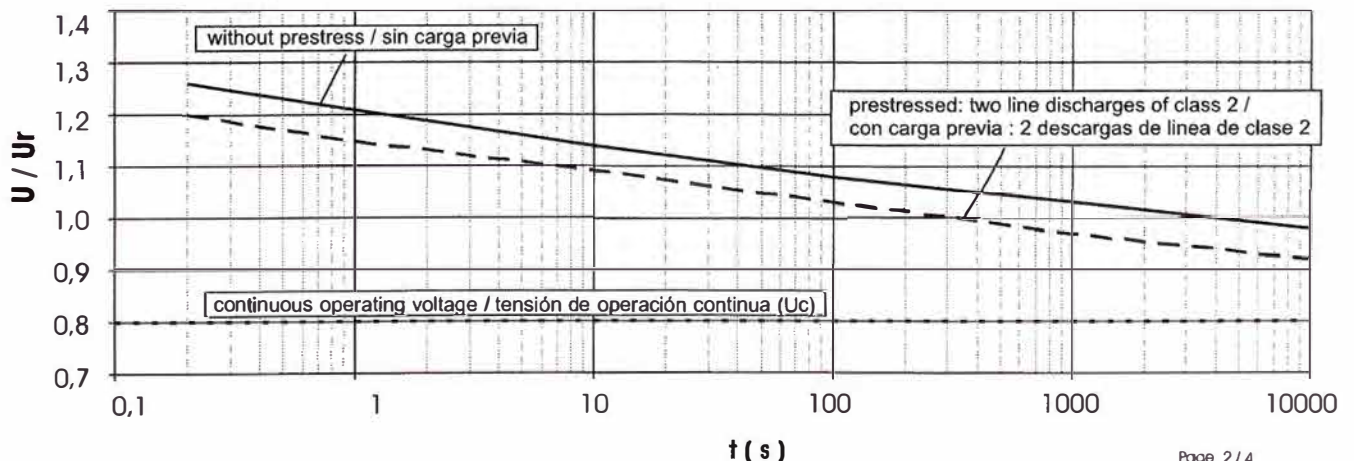
Bearbeit.	07.07.97	Lucke
Geprüft	30.11.06	Blöthner

TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH

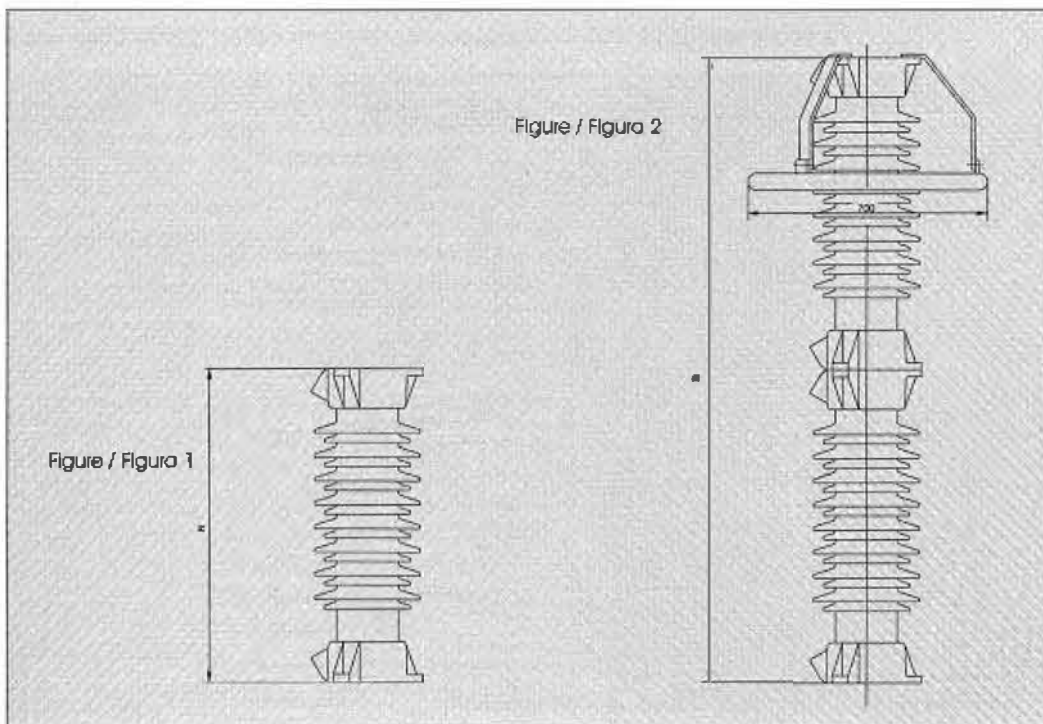
type / Tipo	rated voltage / Tensión asignada U_r kV	continuous operating voltage / Tensión de operación continua U_c kV	temporary overvoltage TOV ¹⁾ / Sobretensión temporal ¹⁾		residual voltage at steep, lightning and switching impulse current / Tensión residual con impulso de corriente de frente escarpado, de maniobra y tipo rayo									min. housing size / Tamaño mínimo de la en- volvente
			U_{1s} kV	U_{10s} kV	10 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA	250 A	500 A	1000 A	2000 A	
					(1/2 μ s) kV	(8/20 μ s) kV	(8/20 μ s) kV	(8/20 μ s) kV	(8/20 μ s) kV	(30/70 μ s) kV	(30/70 μ s) kV	(30/70 μ s) kV	(30/70 μ s) kV	
SB 6/10.2-0	6	4,8	6,9	6,5	17,6	15,0	16,0	17,6	20,2	12,5	12,9	13,5	14,1	1
SB 9/10.2-0	9	7,2	10,4	9,8	26,3	22,5	23,9	26,3	30,1	18,7	19,3	20,1	21,1	1
SB 12/10.2-0	12	9,6	13,8	13,0	35,1	30,0	31,9	35,1	40,2	24,9	25,8	26,9	28,1	1
SB 15/10.2-0	15	12,0	17,3	16,3	43,9	37,5	39,9	43,9	50,3	31,2	32,2	33,6	35,2	1
SB 18/10.2-0	18	14,4	20,7	19,6	52,7	45,0	47,9	52,7	60,4	37,4	38,7	40,3	42,2	1
SB 21/10.2-0	21	16,8	24,2	22,8	61,5	52,5	55,9	61,5	70,4	43,7	45,2	47,1	49,3	2
SB 24/10.2-0	24	19,2	27,6	26,1	70,2	60,0	63,8	70,2	80,4	49,8	51,6	53,7	56,3	2
SB 27/10.2-0	27	21,6	31,1	29,4	79,0	67,5	71,8	79,0	90,5	56,1	58,0	60,5	63,3	2
SB 30/10.2-0	30	24,0	34,5	32,7	87,8	75,0	79,8	87,8	100,5	62,3	64,5	67,2	70,4	2
SB 33/10.2-0	33	26,4	38,0	35,9	96,6	82,5	87,8	96,6	110,6	68,6	70,9	73,9	77,4	2
SB 36/10.2-0	36	28,8	41,4	39,2	105,4	90,1	95,8	105,4	120,7	74,8	77,4	80,7	84,5	2
SB 39/10.2-0	39	31,2	44,9	42,5	114,2	97,6	103,8	114,2	130,8	81,1	83,9	87,4	91,6	3
SB 42/10.2-0	42	33,6	48,3	45,7	123,0	105,1	111,8	123,0	140,9	87,3	90,3	94,1	98,6	3
SB 48/10.2-0	48	38,4	55,2	52,3	140,5	120,0	127,7	140,5	160,9	99,7	103,2	107,5	112,6	3
SB 51/10.2-0	51	41	59	55	150	128	136	150	171	106	110	115	120	4
SB 54/10.2-0	54	43	62	58	158	135	144	158	181	112	116	121	127	4
SB 60/10.2-0	60	48	69	65	176	150	160	176	202	125	129	135	141	4
SB 63/10.2-0	63	50	72	68	185	158	168	185	212	131	136	141	148	4
SB 66/10.2-0	66	53	76	71	194	165	176	194	222	137	142	148	155	4
SB 72/10.2-0	72	58	83	78	211	180	192	211	242	150	155	162	169	4
SB 75/10.2-0	75	60	86	81	220	188	200	220	252	156	162	168	176	5
SB 84/10.2-0	84	67	97	91	245	210	223	245	281	174	180	188	197	5
SB 90/10.2-0	90	72	104	98	263	225	239	263	301	187	193	201	211	5
SB 96/10.2-0	96	77	110	104	281	240	255	281	321	199	206	215	225	5
SB 99/10.2-0	99	79	114	107	289	247	263	289	331	205	213	221	232	6
SB 102/10.2-0	102	82	117	111	298	255	271	298	341	212	219	228	239	6
SB 108/10.2-0	108	86	124	117	316	270	287	316	362	224	232	242	253	6
SB 120/10.2-0	120	96	138	130	351	300	319	351	402	249	258	269	281	6
SB 123/10.2-0	123	98	141	134	360	307	327	360	412	255	264	275	288	7
SB 132/10.2-0	132	106	152	143	386	330	351	386	442	274	284	296	310	7
SB 138/10.2-0	138	110	159	150	404	345	367	404	462	287	297	309	324	7
SB 144/10.2-0	144	115	166	156	421	360	383	421	483	299	309	322	338	7
SB 150/10.2-0	150	123	173	163	447	382	406	447	512	317	328	342	358	7
SB 168/10.2-0	168	134	193	183	492	420	447	492	563	349	361	376	394	2x5
SB 186/10.2-0	186	149	214	202	545	465	495	545	624	387	400	417	437	2x6
SB 192/10.2-0	192	154	221	209	562	480	511	562	644	399	413	430	451	2x6
SB 198/10.2-0	198	158	228	215	580	495	527	580	664	412	426	444	465	2x6
SB 210/10.2-0	210	168	242	228	615	525	559	615	704	437	452	471	493	2x6
SB 214/10.2-0	214	171	246	233	626	535	569	626	717	444	460	479	502	2x6
SB 228/10.2-0	228	182	262	248	667	570	606	667	764	473	490	510	534	2x6
SB 240/10.2-0	240	192	276	261	702	600	638	702	804	498	516	537	563	2x6

1) With a prior energy stress of two line discharges of class 2 / Con una carga previa de 2 descargas de línea de clase 2

Power frequency voltage versus time characteristic (TOV) (initial temperature +60°C)
Curva característica tensión - tiempo (TOV) (Temperatura inicial + 60°C)



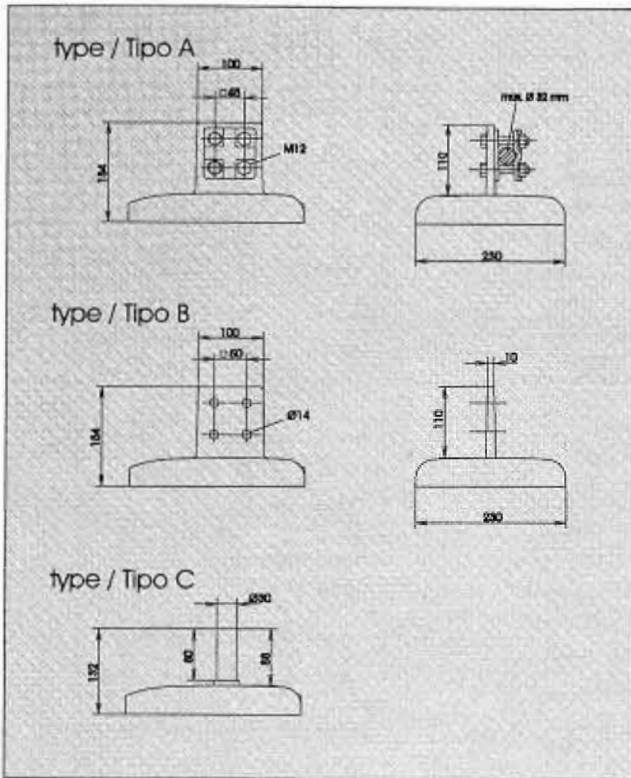
housing size Tamaño la envolvente	height de Altura ≈h mm	creepage distance Distancia de fuga ± 5% mm	weight Peso ≈m kg	insulation of arrester housing (applied to 1000m a.s.l.) Aislamiento exterior de la envolvente			figure Figura
				a frecuencia industrial	a impulso de rayo	a impulso de maniobra	
				PFWL 50 Hz kV	LIWL 1.2/50 kV	SIWL 250/2500 kV	
1	415	530	25	55	120	95	1
2	555	990	33	90	190	150	1
3	695	1440	38	125	260	205	1
4	835	1900	46	155	325	255	1
5	1045	2590	59	210	435	340	1
6	1325	3500	72	275	575	450	1
7	1535	4190	88	325	675	530	1
8	1535	4495	93	325	675	530	1
9	1185	3075	63	240	505	395	1
10	1395	3730	76	290	605	475	1
2x5	2090	5180	160	355	735	580	2
2x6	2650	7000	181	455	945	740	2



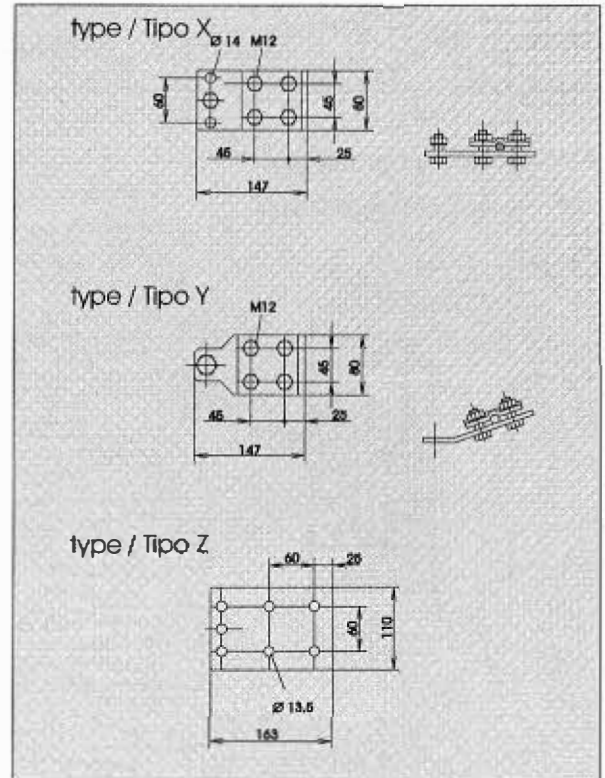
Mechanical withstand in acc. to IEC 60099-4 /
Propiedades mecánicas según IEC 60099-4

	Max. permissible dynamic service load Máxima carga dinámica permisible MPDSL	Permissible static service load Carga estática permisible PSSL
C 120	6500 Nm	2600 Nm

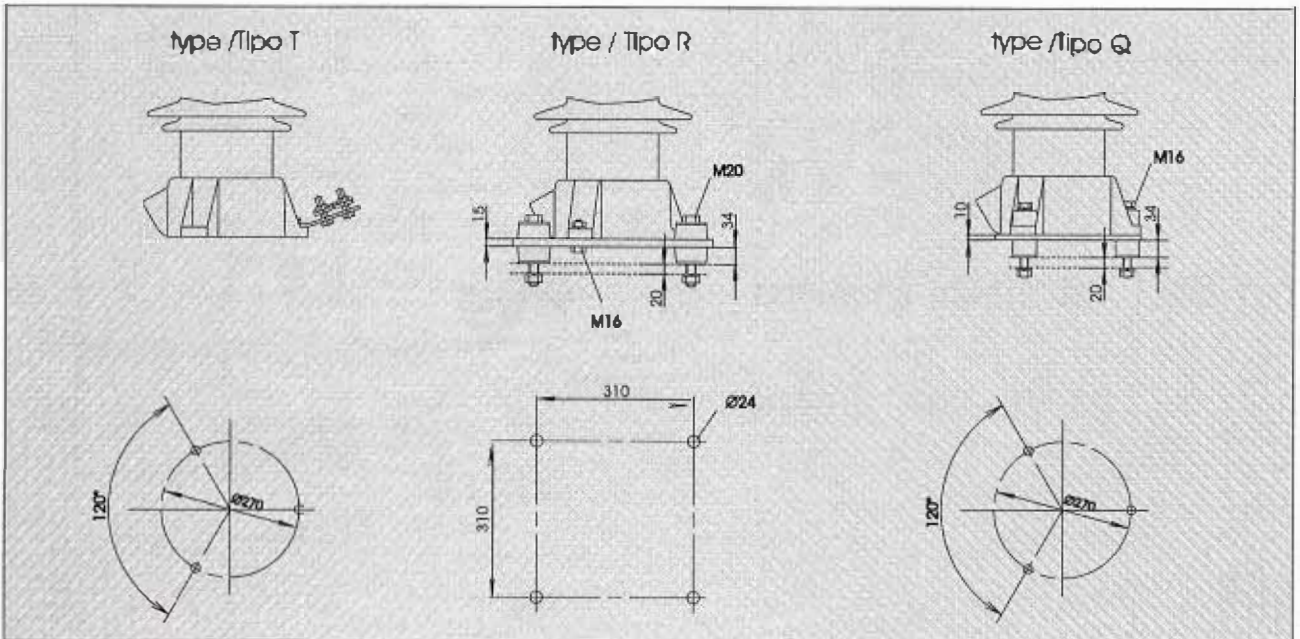
line terminals / Terminales de linea



earth terminals / Terminales de tierra



Variants of installation and drilling plan / Variantes de instalación y ubicación de orificios



How to order / Ejemplo de pedido

Metal oxide surge arrester with porcelain housing /
Pararrayos de ZnO con envoltente en porcelana SB 120/10.2-0

Housing / Envoltente 6

line connection / Terminales de linea A

variant of installation / Variante de instalación Q

earth connection / Terminales de tierra X

Specifications in this leaflet are subject to change without notice. /
Especificaciones sujetas a modificación sin previo aviso

address / Dirección:

TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH
Marie-Curie-Str. 3
07629 Hermsdorf

e-mail: vertrieb.ableiter@tridelta-hermsdorf.de

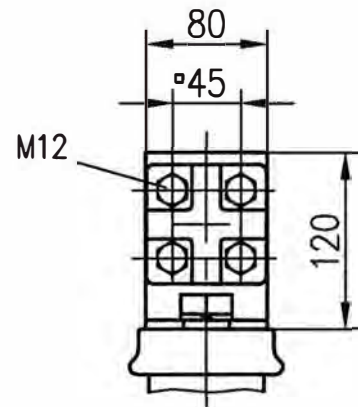
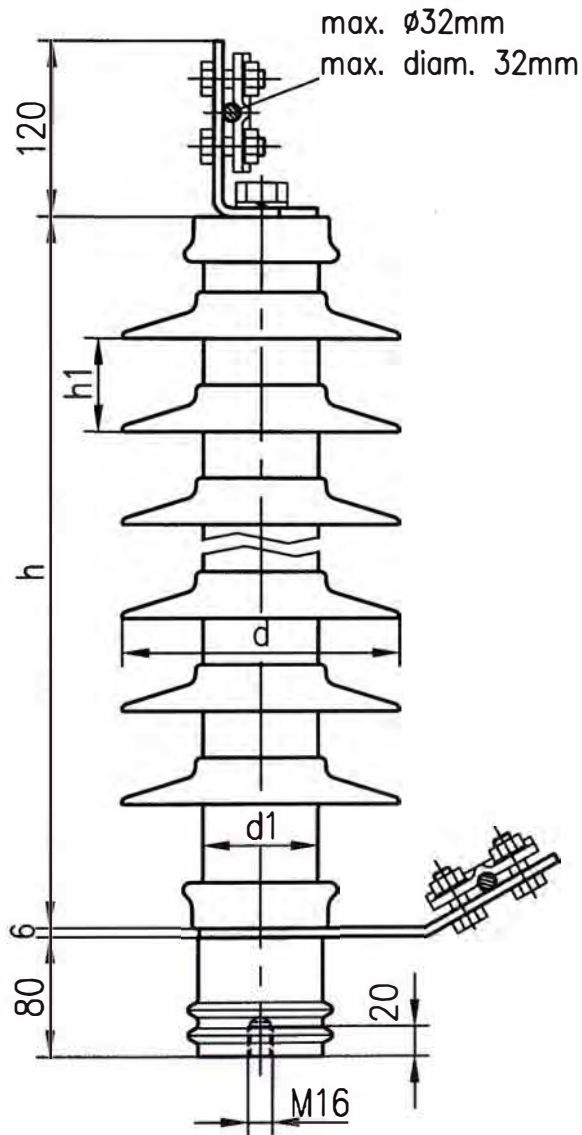
Teléfono: (+49 3 66 01) 6-19 51
Telefax: (+49 3 66 01) 6-40 48

www.tridelta.de





Spannungsanschluß
line connections



SBK-IV 30/20.3M

$h = 446 \text{ mm}$

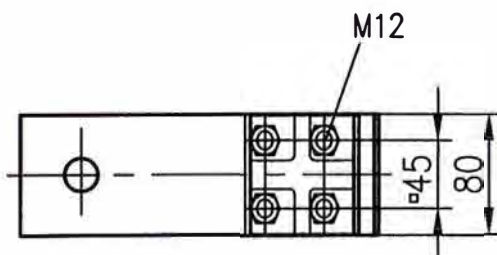
$h1 = 51 \text{ mm}$

$d = 182 \text{ mm}$

$d1 = 75 \text{ mm}$

creepage distance: 1205 mm

weight: app. 10 kg

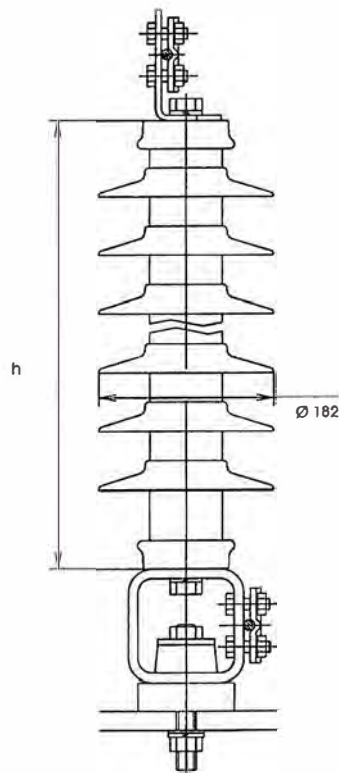


Erdanschluß
earth connections

Bearbeit.	03.04.03	Lucke
Geprüft	21.07.06	Blöthner

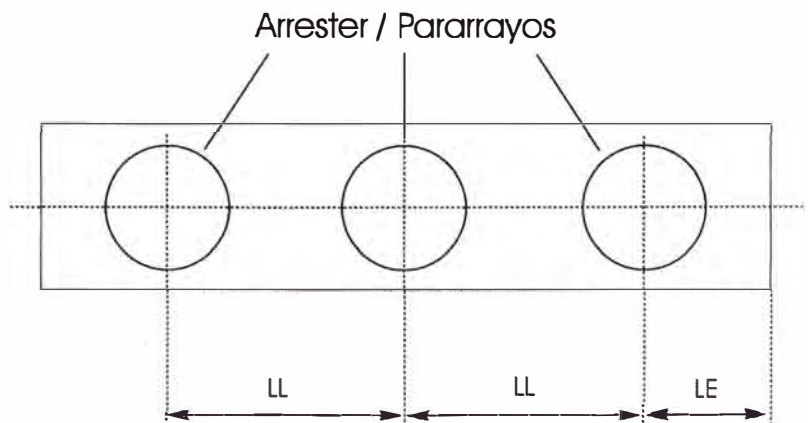
type / Tipo	rated voltage/ Tensión asignada	continuous operating voltage/ Tensión de operación continua	temporary overvoltage TOV / 1)		residual voltage at steep, lightning and switching impulse current / Tensión residual con impulso de corriente de frente escarpado e impulso tipo rayo									
			Sobretensión temporal 1)		10 kA (1/2 μs)	5 kA (8/20 μs)	10 kA (8/20 μs)	20 kA (8/20 μs)	40 kA (8/20 μs)	250 A (30/70 μs)	500 A (30/70 μs)	1000 A (30/70 μs)	2000 A (30/70 μs)	
Ur	Uc	U _{1s}	U _{10s}											
kV	kV	kV	kV											
SBK-... 6/10.3	6	4,8	6,9	6,5	16,6	14,4	15,2	16,6	17,6	12,2	12,5	12,9	13,3	
SBK-... 9/10.3	9	7,2	10,4	9,7	24,9	21,7	22,8	24,9	26,4	18,2	18,8	19,4	20,0	
SBK-... 12/10.3	12	9,6	13,8	13,0	33,1	28,9	30,4	33,1	35,3	24,3	25,1	25,8	26,7	
SBK-... 15/10.3	15	12,0	17,3	16,2	41,4	36,1	38,0	41,4	44,1	30,4	31,3	32,3	33,3	
SBK-... 18/10.3	18	14,4	20,7	19,4	49,6	43,2	45,5	49,6	52,8	36,4	37,5	38,7	39,9	
SBK-... 21/10.3	21	16,8	24,2	22,7	57,9	50,4	53,1	57,9	61,6	42,5	43,8	45,1	46,6	
SBK-... 24/10.3	24	19,2	27,6	25,9	66,2	57,7	60,7	66,2	70,4	48,6	50,0	51,6	53,2	
SBK-... 27/10.3	27	21,6	31,1	29,2	74,4	64,9	68,3	74,4	79,2	54,6	56,3	58,1	59,9	
SBK-... 30/10.3	30	24,0	34,5	32,4	78,5	68,4	72,0	78,5	83,5	57,6	59,4	61,2	63,1	
SBK-... 33/10.3	33	26,4	38,0	35,6	86,3	75,2	79,2	86,3	91,9	63,4	65,3	67,3	69,5	
SBK-... 36/10.3	36	28,8	41,4	38,9	94,2	82,1	86,4	94,2	100,2	69,1	71,2	73,4	75,8	
SBK-... 39/10.3	39	31,2	44,9	42,1	102,0	88,9	93,6	102,0	108,6	74,9	77,2	79,6	82,1	
SBK-... 42/10.3	42	33,6	48,3	45,4	109,9	95,8	100,8	109,9	116,9	80,6	83,1	85,7	88,4	
SBK-... 48/10.3	48	38,4	55,2	51,8	125,6	109,4	115,2	125,6	133,6	92,2	95,0	97,9	101,0	
SBK-... 51/10.3	51	41	59	55	133	116	122	133	142	98	101	104	107	
SBK-... 54/10.3	54	43	62	58	142	124	130	142	151	104	107	111	114	
SBK-... 60/10.3	60	48	69	65	157	137	144	157	167	115	119	122	126	
SBK-... 63/10.3	63	50	72	68	165	143	151	165	175	121	124	128	132	
SBK-... 66/10.3	66	53	76	71	172	150	158	172	183	126	130	134	139	
SBK-... 72/10.3	72	58	83	78	189	164	173	189	201	138	143	147	152	
SBK-... 75/10.3	75	60	86	81	196	171	180	196	209	144	148	153	158	
SBK-... 78/10.3	78	62	90	84	204	178	187	204	217	150	154	159	164	
SBK-... 84/10.3	84	67	97	91	220	192	202	220	234	162	167	172	177	
SBK-... 90/10.3	90	72	104	97	235	205	216	235	251	173	178	184	189	
SBK-... 96/10.3	96	77	110	104	251	219	230	251	267	184	190	196	202	
SBK-... 99/10.3	99	79	114	107	259	226	238	259	276	190	196	202	209	
SBK-...102/10.3	102	82	117	110	267	233	245	267	284	196	202	208	215	
SBK-...108/10.3	108	86	124	117	282	246	259	282	300	207	214	220	227	
SBK-...120/10.3	120	96	138	130	314	274	288	314	334	230	237	245	253	
SBK-...123/10.3	123	98	141	133	322	280	295	322	342	236	243	251	259	
SBK-...132/10.3	132	106	152	143	346	301	317	346	368	254	261	269	278	
SBK-...138/10.3	138	110	159	149	361	314	331	361	384	265	273	281	290	
SBK-...144/10.3	144	115	166	156	377	329	346	377	401	277	285	294	303	
SBK-...150/10.3	150	123	173	162	400	349	367	400	426	294	303	312	322	

1) With a prior energy stress of two line discharges of class 3. / Con una carga previa de dos descargas de línea de clase 3.



Mechanical guarantee data / Propiedades mecánicas garantizadas

torsional strength / Carga de torsión permisible	: 100 Nm
maximum permissible service load / Carga de flexión permisible (MPSL)	: 800 Nm
tensile strength / Carga de tensión permisible	: 20 kN

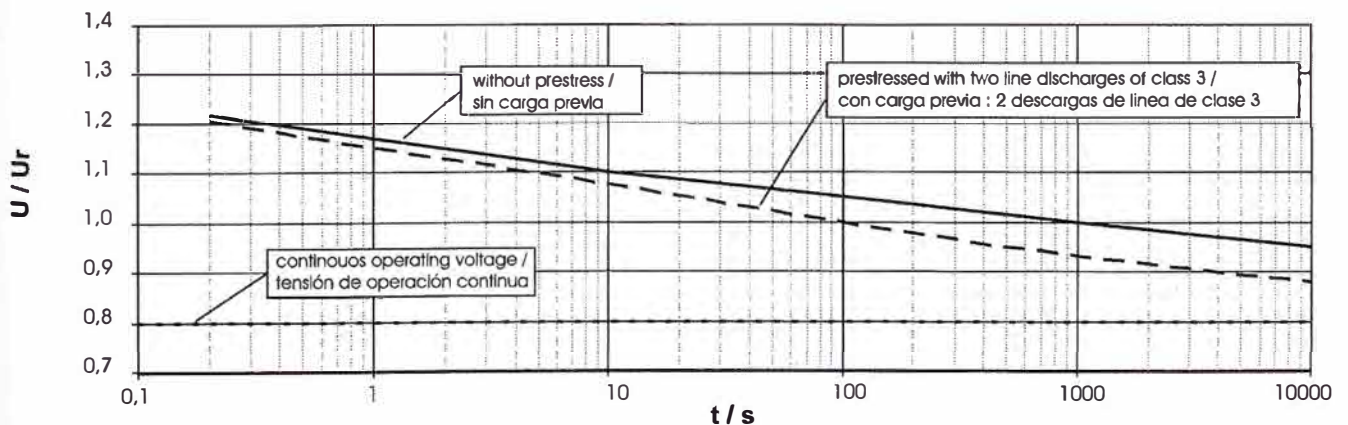


LE : minimum distance line to earth /
Distancia mínima línea-tierra
LL : minimum distance line to line /
Distancia mínima línea-línea

type / Tipo	height / Altura	creepage distance / Distancia de fuga				weight / Peso	insulation of arrester housing (applied to 1000m a.s.l.n) / Aislamiento exterior de la envolvente (a 1000 msnm)			installation plan ^{2) / 2)} Distancia de seguridad	
		± 5%					without insulation base / sin base aislante	p.f. withstand voltage (wetted) / a frecuencia industrial (húmedo)	lightning impulse withstand voltage / a impulso de rayo	switching impulse withstand voltage / a impulso tenue au choc de maniobra	LL mm
	≈ h mm	I mm	II mm	III mm	IV mm	≈ m kg	PFWL kV	LIWL kV	SIWL kV		
SBK-... 6/10.3	146	203	-	-	-	5	40	68	52	230	180
SBK-... 9/10.3	169	226	-	-	-	5	42	74	58	250	200
SBK-... 12/10.3	192	249	-	-	366	5	46	80	62	275	220
SBK-... 15/10.3	216	-	-	390	-	6	52	88	68	300	240
SBK-... 18/10.3	239	413	-	-	530	6	56	96	76	325	260
SBK-... 21/10.3	263	437	-	554	-	7	62	106	82	350	280
SBK-... 24/10.3	286	460	-	577	694	7	68	116	90	375	300
SBK-... 27/10.3	311	-	602	-	719	8	74	126	98	395	315
SBK-... 30/10.3	311	-	602	-	719	8	74	126	98	420	335
SBK-... 33/10.3	334	625	-	742	859	9	80	136	106	445	355
SBK-... 36/10.3	446	854	-	1088	1205	10	110	190	148	470	375
SBK-... 39/10.3	470	878	995	1112	1229	10	118	202	156	495	395
SBK-... 42/10.3	493	1018	-	1135	1369	11	124	212	166	520	415
SBK-... 48/10.3	540	1065	1182	1299	1533	12	138	236	184	565	450
SBK-... 51/10.3	564	1089	1206	1440	1557	12	144	246	192	590	470
SBK-... 54/10.3	587	1229	-	1463	1697	13	150	258	202	615	490
SBK-... 60/10.3	635	1277	1394	1628	1862	14	164	282	220	665	530
SBK-... 63/10.3	635	1277	1394	1628	1862	14	164	282	220	685	545
SBK-... 66/10.3	658	1300	1417	1651	1885	15	172	294	228	710	565
SBK-... 72/10.3	794	1670	1787	2021	2372	17	210	360	282	760	605
SBK-... 75/10.3	817	1693	1810	2161	2395	17	218	372	290	785	625
SBK-... 78/10.3	888	1881	1998	2349	2583	18	238	406	318	810	645
SBK-... 84/10.3	935	2045	2045	2513	2747	19	252	430	336	855	680
SBK-... 90/10.3	935	2045	2045	2513	2747	19	252	430	336	905	720
SBK-... 96/10.3	1037	2264	2381	2732	3083	20	282	482	376	955	760
SBK-... 99/10.3	1037	2264	2381	2732	3083	21	282	482	376	975	780
SBK-... 102/10.3	1094	2321	2438	2906	3374	22	298	510	398	1000	800
SBK-... 108/10.3	1141	2485	2602	3070	3421	23	312	532	416	1050	840
SBK-... 120/10.3	1236	2697	2814	3282	3750	25	340	580	454	1145	915
SBK-... 123/10.3	1259	2720	2837	3422	3890	26	346	592	462	1170	935
SBK-... 132/10.3	1306	2884	3001	3586	4054	27	360	616	480	1245	995
SBK-... 138/10.3	1442	3137	3371	3956	4424	29	400	682	534	1290	1030
SBK-... 144/10.3	1489	3301	3418	4120	4588	30	414	706	552	1340	1070
SBK-... 150/10.3	1560	3372	3606	4308	4893	31	434	742	580	1390	1110

2) For installation please consider national standards / Para instalación, favor observar normas nacionales.

Power frequency voltage versus time characteristic (TOV) (initial temperatur +60°C)
Curva característica Tensión - Tiempo (TOV) (Temperatura inicial + 60°C)

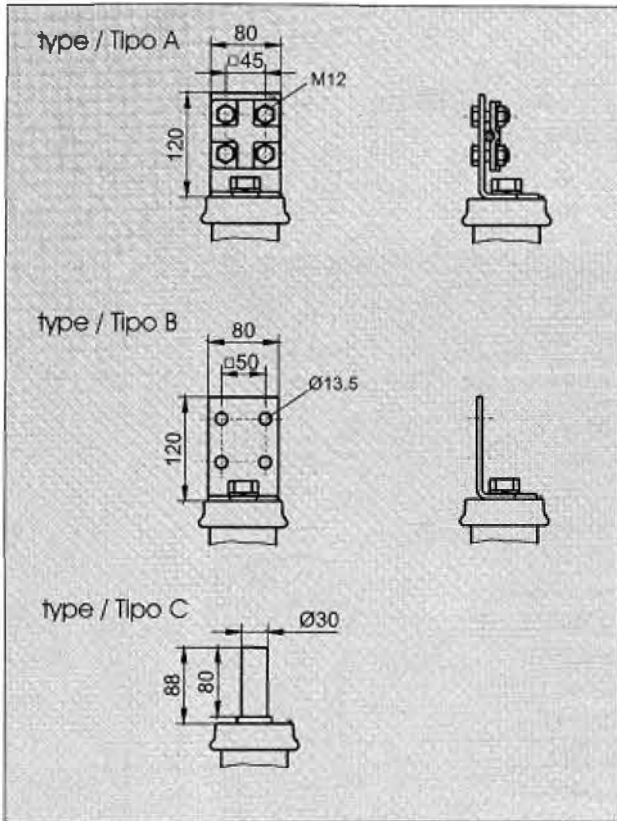


Designation of types /
Denominación:

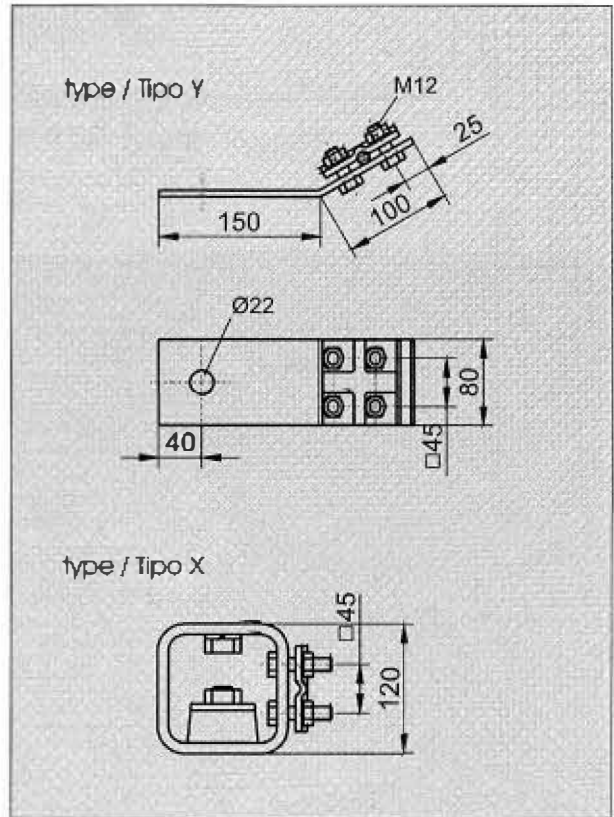
SBK - I 6 / 10.3 M
 :
 IV 150

- modified arrester / Tipo modificado
- line discharge class / Clase de descarga de linea
- nom. discharge current / Corriente nominal de descarga
- rated voltage of the arrester / Tensión asignada del pararrayos
- I...IV shed distance 90, 82, 62 and 51 mm /
Distancia entre caperuzas 90, 82, 62 y 51 mm
- polymer arrester / Pararrayos de ZnO con envolvente polimérica

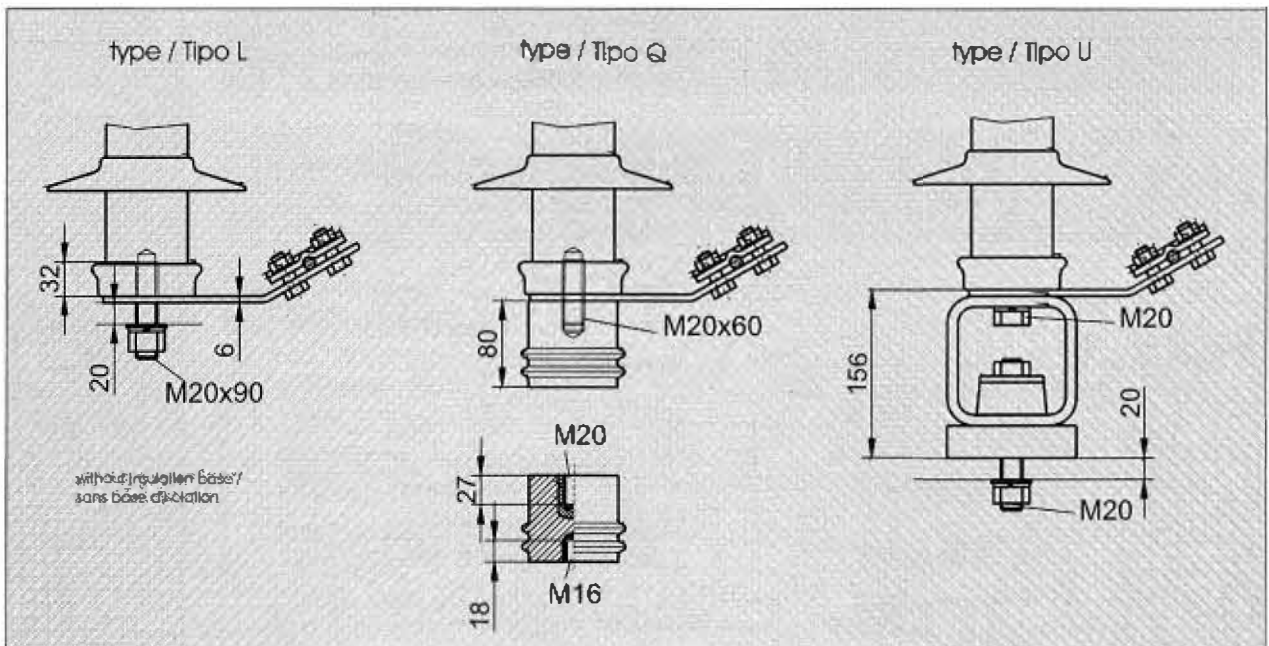
line terminals / Terminales de linea



earth terminals / Terminales de tierra



variants of installation / Variantes de instalación y ubicación de orificios



How to order / Ejemplo de pedido

Metal oxide surge arrester with polymer insulator / Pararrayos de ZnO con envoltente polimérica

SBK - IV 60/10.3

Shed distance / Distancia entre caperuzas

51 mm

Tensión asignada

60 kV

line connection / Terminal de linea

A

variant of installation / Variante de instalación

Q

earth connection / Terminal de tierra

Y

address / Dirección :

TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH
Marie-Curie-Str. 3
07629 Hermsdorf

e-mail: vertrieb.ableiter@tridelta-hermsdorf.de

Teléfono: (+49 3 66 01) 6-19 51
Fax: (+49 3 66 01) 6-40 48



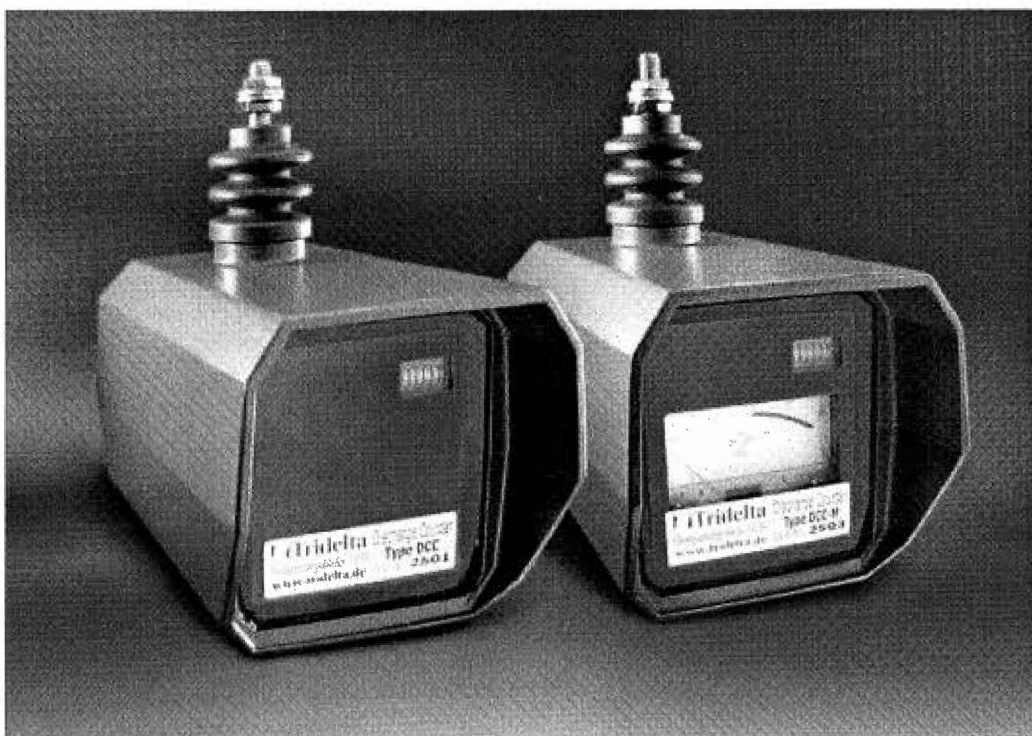
Reg.Nr. 3453 - 01

www.tridelta.de

Specifications in this leaflet are subject to change without notice. / Especificaciones sujetas a modificación sin previo aviso



TRIDELTA Überspannungsableiter GmbH
Ein Unternehmen der Tridelta Gruppe



Contador de descargas Tipo DCC y DCC-M
Surge counter type DCC and DCC-M

Datos técnicos
technical parameters

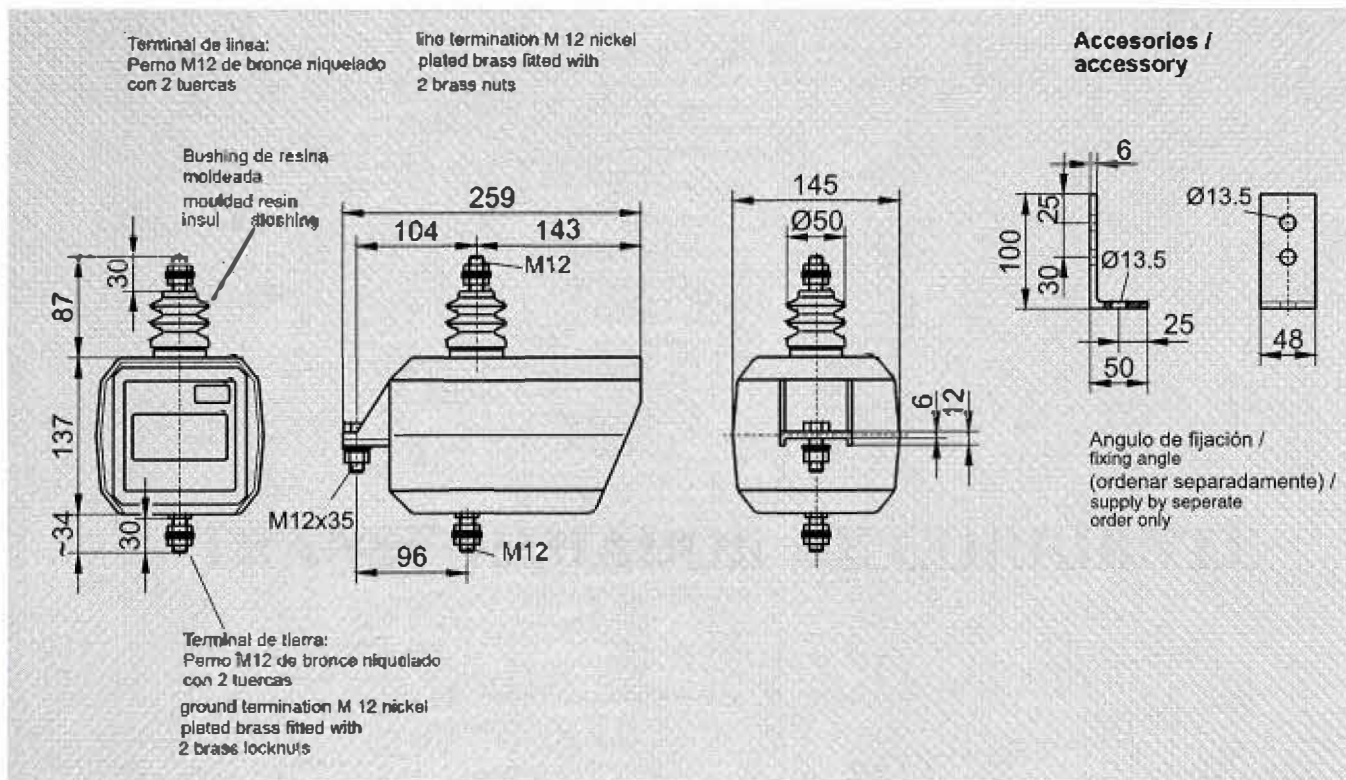
Indicador: meter:		Ciclómetro de 6 dígitos 6 digit cyclometer
Corriente de choque mínima: / minimum count current:		200 A (8/20 μ s)
Máxima alta corriente soportable: / maximum high current withstand:		100 kA (4/10 μ s)
Voltaje residual nominal a 100 kA (4/10 μ s): nominal residual voltage at 100 kA (4/10 μ s):		5 kV _{pico} 5 kV _{peak}
Escala de medición: (type DCC-M) meter scale: (type DCC-M)		0 ... 30 mA _{pico} / $\sqrt{2}$ 0 to 30 mA _{peak} / $\sqrt{2}$
	(type DCC-ML) (type DCC-ML)	0 ... 50 mA _{pico} / $\sqrt{2}$ 0 to 50 mA _{peak} / $\sqrt{2}$
Velocidad de conteo: maximum count rate:		5 registros por segundo at least 5 counts/ sec.

Los dos modelos pueden ser equipados con un contacto auxiliar (0,5A/250V) para señalización remota. En este caso adicione el sufijo RC, por ejemplo DCC/RC

Both counters can be supplied with an auxiliary contact rated 0,5A/250 V for connection to remote signalling equipment. If required put suffix RC e.g. DCC/RC.

Diseño / Campo de aplicación

Nuestros contadores de descarga pueden ser utilizados con pararrayos de diferentes fabricantes para constituir un completo sistema de monitoreo. Los contadores no requieren alimentación externa y están diseñados para ser instalados ya sea en la conexión a tierra de un pararrayos o en la conexión común a tierra de tres pararrayos. La unidad de registro está contenida en una carcasa de aluminio, la cual ha sido previamente sometida a un proceso de recubrimiento por pulverización para garantizar una elevada resistencia a la corrosión. Para obtener una hermeticidad total, la ventana de visualización está sellada con un adhesivo de resina de silicona. En la carcasa está depositada una sustancia de absorción que elimina cualquier humedad residual. El montaje del contador de descargas se puede realizar con el tornillo M12 (incluido) destinado al orificio en la parte posterior, o con un ángulo de fijación que se asegura con tornillos 2 x M12x25. Los contadores de descarga DCC y DCC-M están equipados con circuitos eléctricos de alta confiabilidad y además de la limpieza de la ventana de visualización y de los terminales de resina epóxica no requieren mantenimiento adicional.



Design/field of application

Our surge counters are fully tested for use with any manufacturers surge arresters to provide a comprehensive monitoring system. These instruments, which require no auxiliary supply, are designed for installation in the earth connection of a single surge arrester or alternatively the DCC may be used with the common earth of a three phase set.

Fully weatherproofed and sealed for life they are housed in a one piece casted aluminium case, powder coated to enhance its already high degree of resistance to surface corrosion.

The glass viewing window is sealed in place, using a silicon rubber adhesive, a desiccator is enclosed to ensure any residual moisture trapped during sealing is absorbed for the service life of the counter.

Mounting is effected by means of an integrally cast lug at the rear of the case providing a single clearance hole for the galvanised steel M12 bolt supplied. A fixing angle can additionally be installed by screws 2x M12x25. DCC and DCC-M use service proven electrical circuits.

No special maintenance or service apart from general cleaning of the glass viewing window and of the molded epoxy resin line terminal bushing is necessary.

Datos válidos solamente como base para pedido.
Especificaciones sujetas a modificación sin previo aviso.
Validez con correspondiente confirmación de pedido.

Data apply only limitend as a basis for orders.
The confirmation of the order is binding.
We reserve the right to make changes.

address / Dirección



TRIDELTA
Überspannungsableiter GmbH
Marie-Curie-Str. 3
07629 Hermsdorf

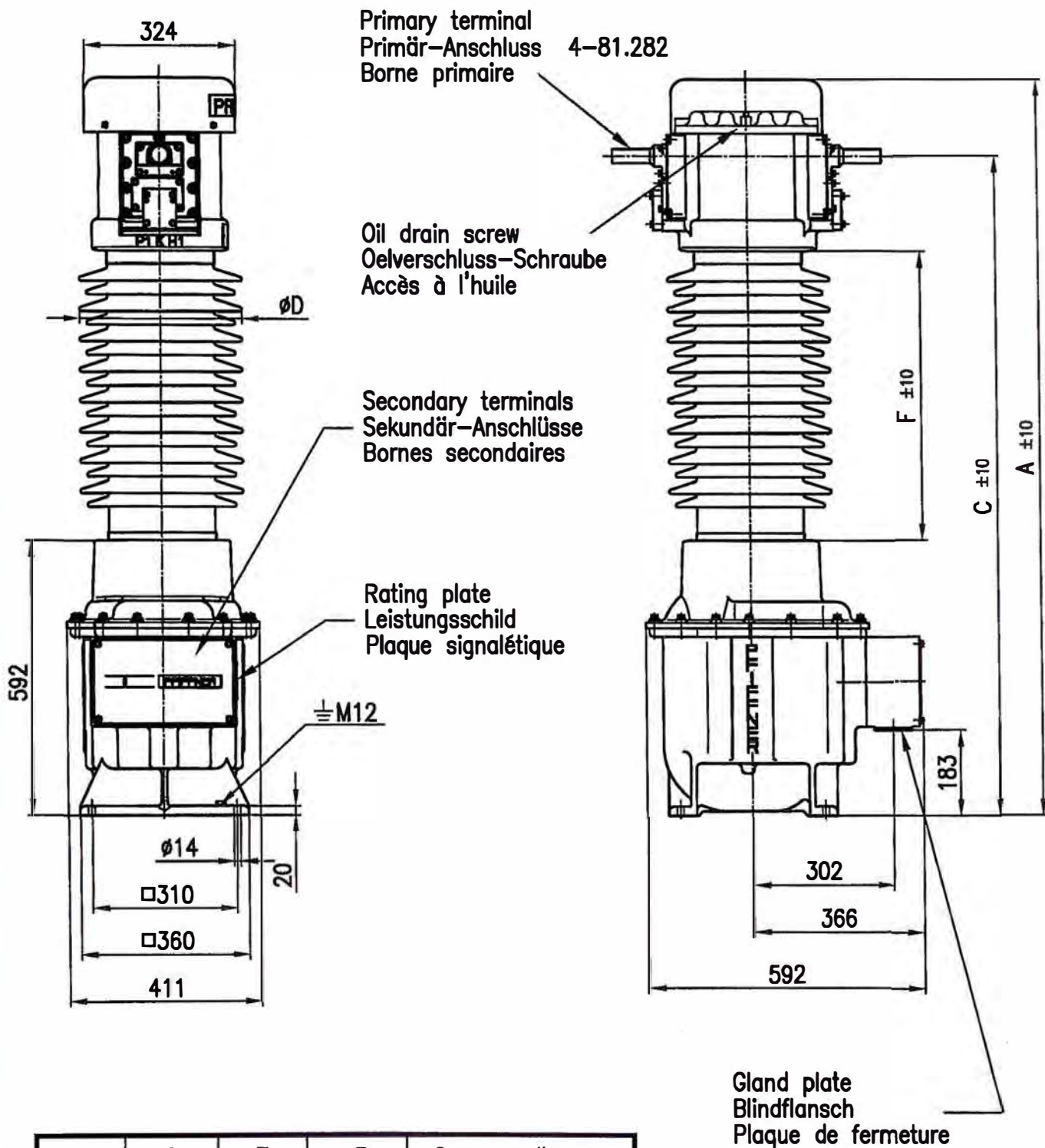
e-mail: vertrieb.ableiter@tridelta-hermsdorf.de



Teléfono: (+49 3 66 01) 6-19 51
Fax: (+49 3 66 01) 6-40 48

www.tridelta.de

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE



A	C	F	ϕD	Creepage distance Kriechweg Ligne de fuite
1386	1221	424	337	1090

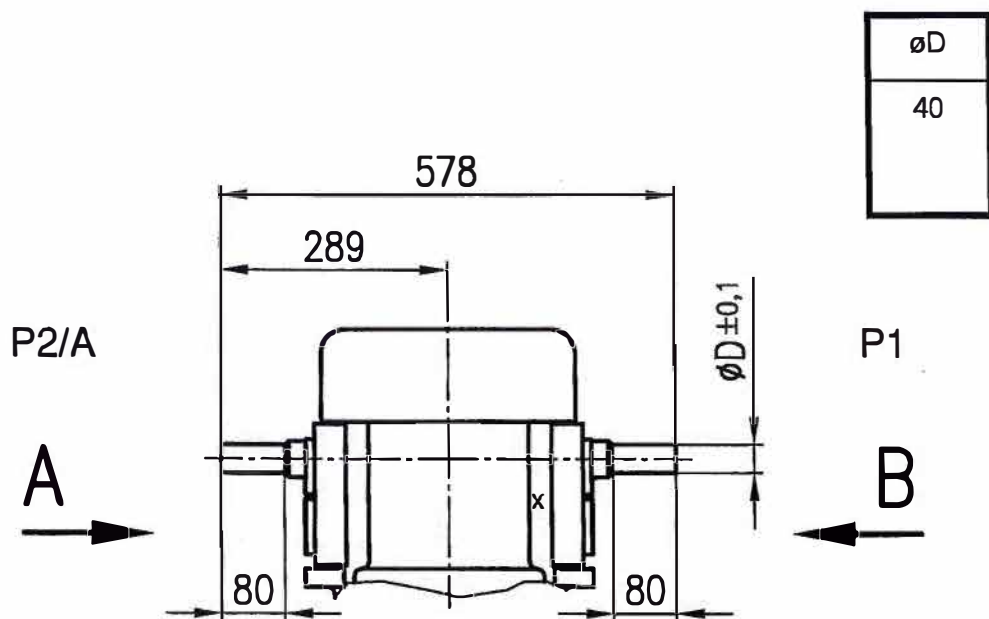
Current Transformer
 Stromwandler
 Transformateur de courant

JOF 24 ... 123 T

PIFFNER Messwandler AG
 CH-5042 Hirschthal

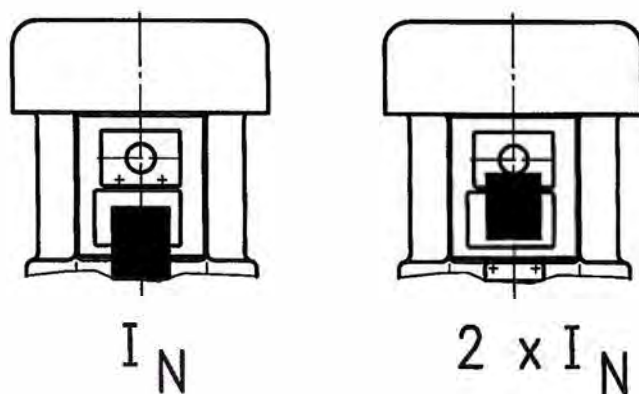
	Dat.	Sign.
Ind. 7	18.05.05	RA
Mod. 0	12.10.06	RR

4-81.437.99
2006.17162.05



$\varnothing D$
40

A,B



Primary change-over
 Primärumschaltung
 Commutation primaire

Primary Connection
 Primäranschluss
 Connexion primaire

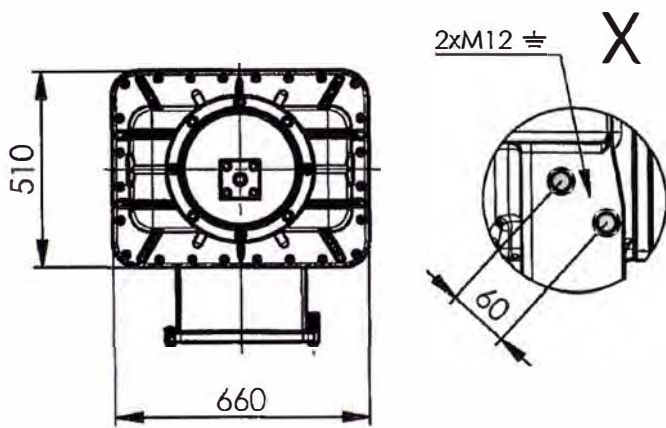
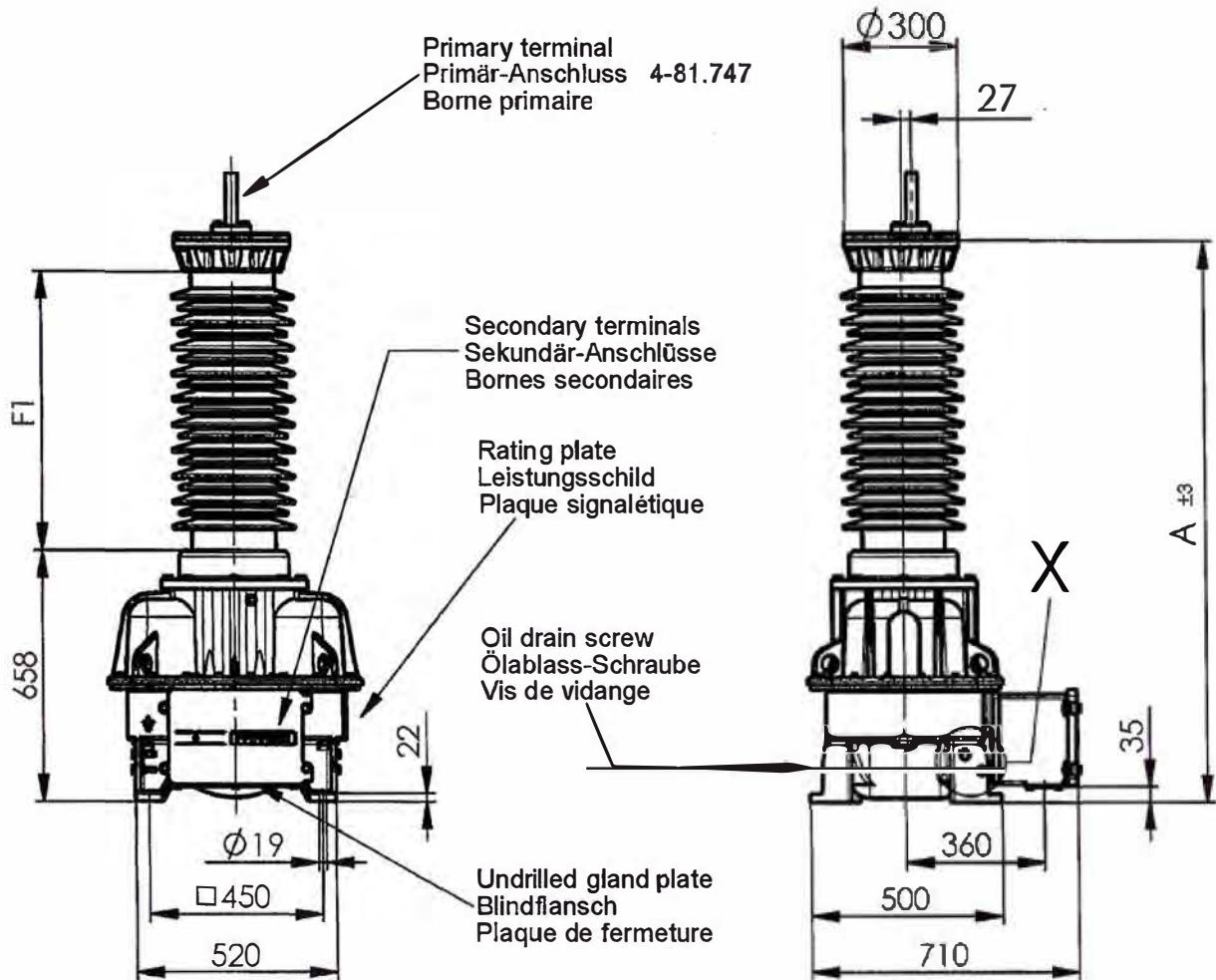
JOF 24 ... 123 T

PIFFNER Messwandler AG
 CH-5042 Hirschthal

	Dat.	Sign.
Ind. 10	24.05.05	RA
Mod. 0	12.10.06	RR

4-81.282.93
2006.17162.05

TRANSFORMADOR DE TENSION



A	F1	Creepage distance Kriechweg Ligne de fuite
1468	730	2300

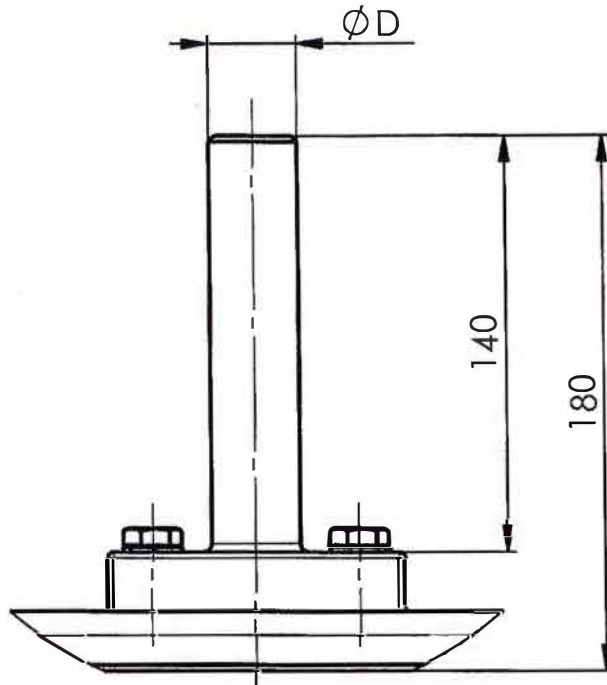
Capacitor Voltage Transformer
Kap. Spannungswandler
Transformateur condensateur de tension

ECF 72

PIFFNER Messwandler AG
CH-5042 Hirschthal

	Dat.	Sign.
Ind. 2	01.03.05	MK
Mod. 0	12.10.06	RR

4-81.822.99
2006.17162.04



ϕD
30

Primary Connection
 Primäranschluss
 Connexion primaire

ECF 72 ... 525

PIFFNER Messwandler AG
 CH-5042 Hirschthal

	Dat.	Sign.
Ind. 2	01.03.05	MK
Mod. 0	12.10.06	RR

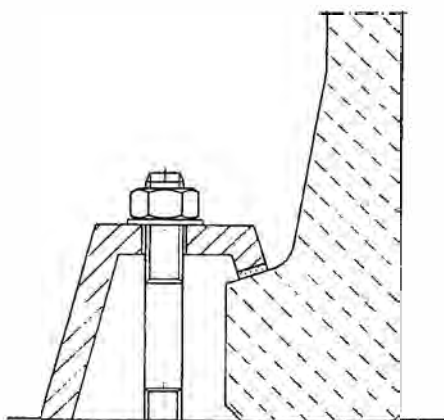
4-81.747.91
2006.17162.04

ANEXO C

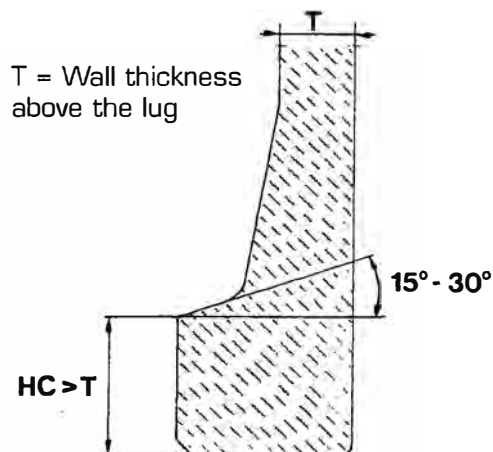
(NIVELES DE CONTAMINACIÓN SEGÚN LA NORMA IEC Report 815)

Clamping arrangement

As an alternative to cemented fittings it is also possible to use a clamping arrangement. For the performance of the fixing lugs it is important that the forces from the clamping jaws are evenly distributed and that the grip is very firm. It is essential that the clamping arrangement is not allowed to bend backwards.



Ceram advises that the design of the fixing lugs should be according to the sketch below.



In this way grinding of the fixing lugs can be avoided.

Shed Design

Creepage Distance

IEC Report 815 gives guidance on the design and selection of creepage distance with respect to environmental conditions.

Below four levels of pollution are qualitatively defined with examples of typical environment situations. For each level of pollution, the corresponding minimum nominal specific creepage distance in mm/kV is given.

Level 1 Light Pollution

Minimum nominal specific creepage distance 16 mm/kV

- Areas without industry and with low housing density equipped with heating plants
- Areas with low density of industry or houses but subjected to frequent winds and/or rainfall
- Agricultural areas
- Mountainous areas

All these areas should be situated at least 10 km to 20 km from the sea and should not be exposed to winds directly from the sea.

Level 2 Medium Pollution

Minimum nominal specific creepage distance 20 mm/kV

- Industrial areas not producing particularly polluting smoke and/or with average housing density equipped with heating plants
- Areas with high density of houses and/or industry but subjected to frequent winds and/or rainfall
- Areas exposed to wind from the sea but not too close to the coast (at least several kilometres distant).

Level 3 Heavy Pollution

Minimum nominal specific creepage distance 25 mm/kV

- Areas with high density of industries and suburbs of large cities with high density of heating plants producing pollution
- Areas close to the sea or in any case exposed to relatively strong winds from the sea.

Level 4 Very Heavy Pollution

Minimum nominal specific creepage distance 31 mm/kV

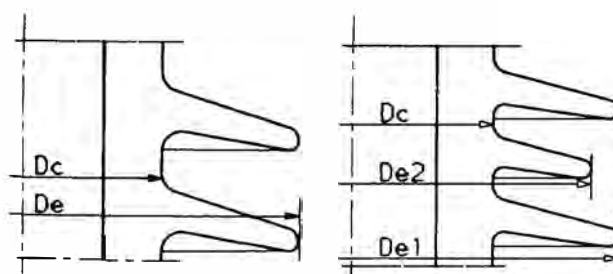
- Areas generally of moderate extent, subjected to conductive dusts and to industrial smoke producing particularly thick conductive deposits
- Areas generally of moderate extent, very close to the coast and exposed to sea-spray or to very strong and polluting winds from the sea
- Desert areas, characterized by no rain for long periods, exposed to strong winds carrying sand and salt, and subjected to regular condensation.

The creepage distance should be increased in relation to the average diameter, D_m , by the following ratio, RD:

- $D_m < 300$ mm: RD=1
- 300 mm $\leq D_m$ 500 mm: RD=1.1
- $D_m > 500$ mm: RD=1.2

- 1) regular sheds $D_m = \{D_e + D_c\} / 2$
- 2) alternating sheds $D_m = \{D_{e1} + D_{e2} + (2 \times D_c)\} / 4$

- D_e – shed diameter
- D_c – core diameter
- D_{e1} – greater shed diameter
- D_{e2} – smaller shed diameter

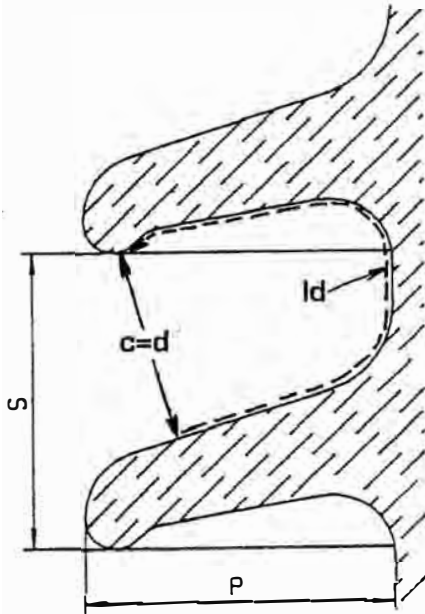


Regular shed

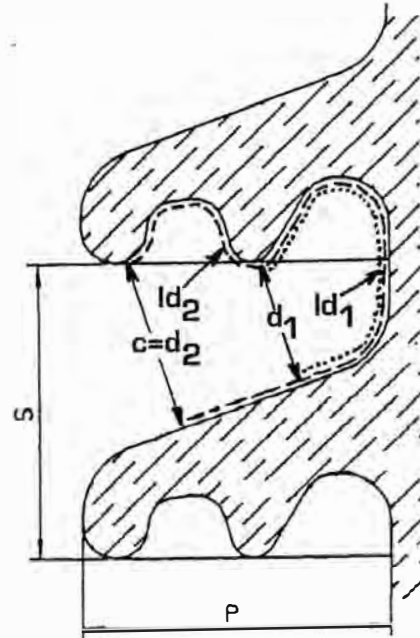
Alternating shed

Types 1, 3 and 4 offer better performance than number 2
Generally they also are more cost effective solutions.

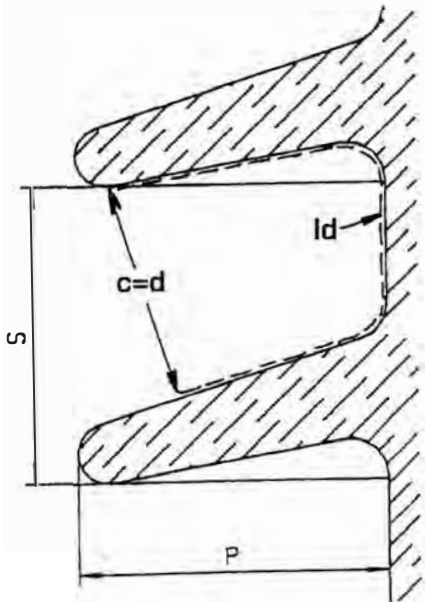
1 Standard shed



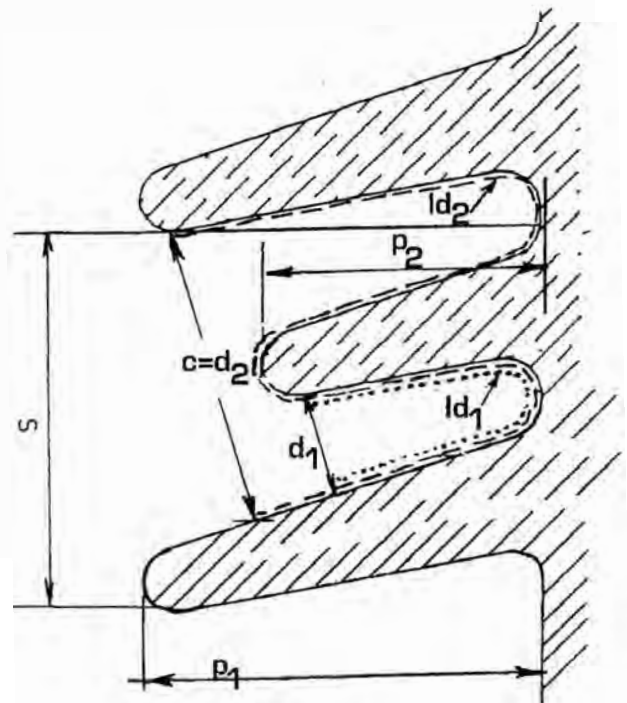
2 Fog shape



3 Plain shed



4 Alternating shed



ANEXO D

(CORRECCION POR ALTURA SEGÚN NORMA IEEE PC 37 100.1)

Annex E

(informative)

Altitude correction factors

E.1 Introduction

Altitude correction factors have been removed from this standard due to the current controversy regarding their use, particularly in the range of sea level to 1000 m. Altitude correction factors are being studied by the Switchgear Committee and will be adopted by issuance of a supplement or revision to this standard when they are approved. At that time, this informative annex will be removed. The following information presents the altitude correction factor proposal from the initial draft of IEEE PC37.100.1, Draft Standard Requirements for Power Switchgear. The information is provided for reference only.

E.2 Altitude correction factors

Most switchgear is tested with reference to Normal Temperature and Pressure at Sea Level (NTP) (25°C, 298°K, and 101.3 kPa, 1.013mbar). An added safety factor allows normal use at altitudes up to 1000 m. For installation of switchgear, rated for up to 1000m, at altitudes above 1000m, the insulation level of external insulation under the standardized reference atmospheric conditions shall be determined by multiplying the insulation withstand voltages by a factor K .

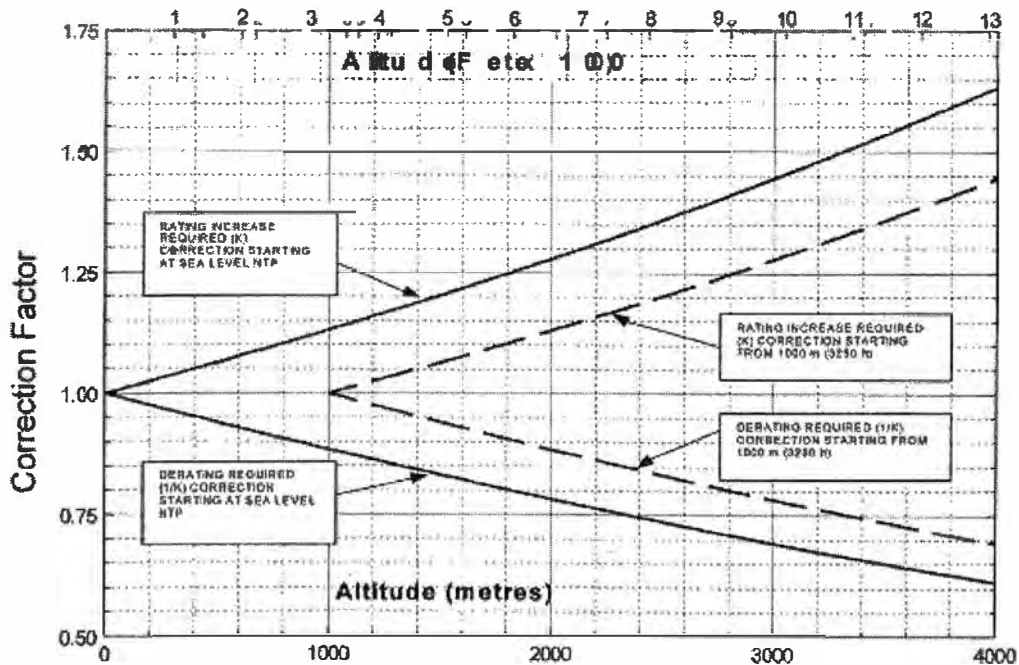


Figure E.1—Altitude correction factors

Table E.1—Altitude correction factors

Altitude in metres (ft)	Rating increase required starting from 1000 m ($M = 1$)	Derating required starting from 1000 m ($M = 1$)	Rating increase required starting from sea level ($M = 1$)	Derating required starting from sea level ($M = 1$)
0			1.000	1.000
500 (1641)			1.063	0.940
1000 (3281)	1.000	1.000	1.131	0.885
1500 (4923)	1.063	0.940	1.202	0.832
2000 (6562)	1.131	0.885	1.278	0.782
2500 (8203)	1.202	0.832	1.359	0.736
3000 (9843)	1.278	0.782	1.445	0.692
3500 (11 484)	1.359	0.736	1.536	0.651
4000 (13 124)	1.445	0.692	1.634	0.612

NOTE—At a 1000 m application altitude, if not already rated for 1000 m, there is a 13.1% increase in withstand requirement or 11.5% decrease in withstand capability from sea-level NTP rating.

Table E.2—Correction factors

For correction factor starting at 1000 m	For correction factor starting at sea level
$k = e^{M(H - 1000)/8150}$	$k = e^{M(H)/8150}$
<p>$H =$ altitude (metres)</p> <p>$M = 1$ for power-frequency, lightning impulse, and phase-to-phase switching impulse voltages</p> <p>$M = 0.9$ for longitudinal switching impulse voltage</p> <p>$M = 0.75$ for phase-to-ground switching impulse voltage</p>	

NOTES

- 1—Switchgear rated for up to 1000 m will also be capable of higher withstand voltage when used at less than 1000 m.
- 2—For insulation not exposed to ambient atmospheric pressure, the dielectric characteristics are identical at any altitude and no special precautions need to be taken.
- 3—For low-voltage auxiliary and control equipment, no special precautions need to be taken if the altitude is 2000 m or less. For higher altitude, see IEEE Std C37.20.1™-2002 [B9].

There is no requirement to confirm the test at the required altitude.

- The factor K for the required *increase* in insulation withstand rating for equipment *already* rated for up to 1000 m is $K = e^{M(H - 1000)/8150}$.
- The factor K for the required *decrease* in insulation withstand rating for equipment *already* rated for up to 1000 m is $K = (1/K_{1000\text{ m}})$ in accordance with Figure E.1 and Table E.1.

These correction factors are further defined in Table E.2.

Figure E.1 is based on:

- $M = 1$ for power-frequency, lightning impulse and phase-to-phase switching impulse voltages.
- $M = 0.9$ for longitudinal switching impulse voltage.
- $M = 0.75$ for phase-to-ground switching impulse voltage.

ANEXO E

(DISTANCIAS DE GUARDA, NORMA IEC “DIN 57101 / VDE0101)

Tensión nominal	Distancias mínimas		Altura mínima		Distancias entre dispositivos de protección y partes activas									
					Interior a la instalación					En la valla exterior				
					A ^a		B ^b		C ^c		D ^d		E ^e	
U _N kV	N mm	S mm	H ^h Distancias mínimas según serie		A ^a Distancias mínimas según serie		B ^b Distancias mínimas según serie		C ^c Distancias mínimas según serie		D ^d Distancias mínimas según serie		E ^e Distancias mínimas según serie	
			N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm
3	150	150	2600	2600	150	150	250	250	600	600	1150	1150	1650	1650
6	150	150	2600	2600	150	150	250	250	600	600	1150	1150	1650	1650
10	150	150	2600	2600	150	150	250	250	600	600	1150	1150	1650	1650
20	215	160	2600	2600	215	160	315	260	600	600	1215	1160	1720	1660
30	325	270	2625	2600	325	270	425	370	625	600	1325	1270	1825	1770

^h H = Altura mínima de partes activas por encima de áreas accesibles (sin altura de capa de nivel).
 H = N+2300 mm o S+2300mm, respectivamente, pero mínimo 2600 mm. El contratista y el cliente habrán de acordar si ha de considerarse la altura de una capa de nieve. Por razones económicas se recomienda basarse en nieve pisada.

^a A = distancia a dispositivos de protección en caso de paredes o puertas macizas y de una altura mínima de 1800mm.
 A = N o S. La distancia A se cuenta a partir del lado interior de la pared o puerta correspondiente

^b B = distancias o dispositivos de protección en caso de paredes o puertas de rejillas y una altura mínima de 1800mm. B = N+100 mm o S+100mm.

Tensión nominal	Distancias mínimas		Altura mínima		Distancias entre dispositivos de protección y partes activas									
					Interior a la instalación					En la valla exterior				
					A ^a		B ^b		C ^c		D ^d		E ^e	
U _N kV	N mm	S mm	H ^h Distancias mínimas según serie		A ^a Distancias mínimas según serie		B ^b Distancias mínimas según serie		C ^c Distancias mínimas según serie		D ^d Distancias mínimas según serie		E ^e Distancias mínimas según serie	
			N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm	N mm	S mm
45	520	-	2820	-	520	-	620	-	820	-	1520	-	2020	-
60	700	-	3000	-	700	-	600	-	1000	-	1700	-	2200	-
110	1100	950	3400	3250	1100	950	1200	1050	1400	1250	2100	1950	2600	2450
150	1550	1350	3850	3650	1550	1350	1650	1450	1850	1650	2550	2350	3050	2850
220	2200	1850	4500	4150	2200	1850	2300	1950	2500	2150	3200	2850	3700	3350
380	2900	-	5200	-	2900	-	3000	-	3200	-	3900	-	4400	-

^c C = distancia a dispositivos de protección en caso de paredes o puertas macizas y de una altura mínima de 1800mm, así como en caso de barandillas, cadenas o cables. C = N+300mm, pero mínimo 600mm. Al usarse cadenas o cables debe aumentarse la distancia al dispositivo de protección por el valor de la flecha de aquellos.

^d D = distancias o dispositivos de protección en caso de paredes macizas con una altura mínima de 1800mm. D = N+1000mm o S+1000mm.

^e E = distancias o dispositivos de protección en caso de rejillas con una altura mínima de 1800mm. E = N+1500mm o S+1500mm.

^h H' = altura mínima de líneas aéreas en la valla exterior al cruzarse con otros objetos:

ANEXO F

(CAPACIDAD DE ABSORCION DE ENERGIA, NORMA IEC 60099-44)

**Table 5 – Parameters for the line discharge test
on 20 000 A and 10 000 A arresters**

Arrester classification	Line discharge class	Surge impedance of the line Z Ω	Virtual duration of peak T μs	Charging voltage U_L kV d.c.
10 000 A	1	$4,9 U_r$	2 000	$3,2 U_r$
10 000 A	2	$2,4 U_r$	2 000	$3,2 U_r$
10 000 A	3	$1,3 U_r$	2 400	$2,8 U_r$
20 000 A	4	$0,8 U_r$	2 800	$2,6 U_r$
20 000 A	5	$0,5 U_r$	3 200	$2,4 U_r$

U_r is the rated voltage of the test sample in kilovolts r.m.s.

NOTE Classes 1 to 5 correspond to increasing discharge requirements. The selection of the appropriate discharge class is based on system requirements and is dealt with in Annex E.

The energy (W) injected into the test sample is determined from the parameters of Table 5 by the formula:

$$W = U_{\text{res}} \times (U_L - U_{\text{res}}) \times 1/Z \times T$$

where U_{res} is the lowest value of the switching impulse residual voltage measured on the three test samples for the lower current value of Table 4.

The test may be carried out with any generator fulfilling the following requirements.

- The virtual duration of the peak of the current impulse shall be between 100 % and 120 % of the value specified in Table 5.
- The virtual total duration of the current impulse shall not exceed 150 % of the virtual duration of the peak.
- Oscillations or initial overshoot shall not exceed 10 % of the peak of the current value. If oscillations occur, a mean curve shall be drawn for the determination of the peak value.
- The energy for each impulse on each tested sample shall lie between 90 % and 110 % of the above calculated value for the first impulse and between 100 % and 110 % of this value for the following impulses.

The current generator shall be disconnected from the test sample later than once and earlier than twice the virtual total duration of the current impulses after passing through zero.

An example of a suitable test circuit is described in Annex I.

8.4.3 Long-duration current requirements for 5 000 A and 2 500 A arresters

The generator used in this test shall deliver a current impulse fulfilling the following requirements.

- The virtual duration of the peak shall lie between 100 % and 120 % of the value specified in Table 6.
- The virtual total duration shall not exceed 150 % of the virtual duration of the peak.

Annex E (informative)

Guide to selection of line discharge class

The parameters for the line discharge test in Table 5 have been specified to obtain increasing energies with increasing discharge class for arresters having a given ratio of switching impulse residual voltage to rated voltage. The energy generated in the arrester during the test, however, is strongly dependent on the actual switching impulse residual voltage of the tested resistors. This energy can be determined with sufficient accuracy from the following formula:

$$W' = \frac{U_{res}}{U_r} \left[\frac{U_L}{U_r} - \frac{U_{res}}{U_r} \right] \times \frac{U_r}{Z} \times T \quad (\text{E.1})$$

where

U_r is the rated voltage (r.m.s. value);

U_L is the charging voltage of the generator;

W' is the specific energy equal to the energy divided by the rated voltage;

U_{res} is the residual voltage at switching impulse current (see 7.3.3);

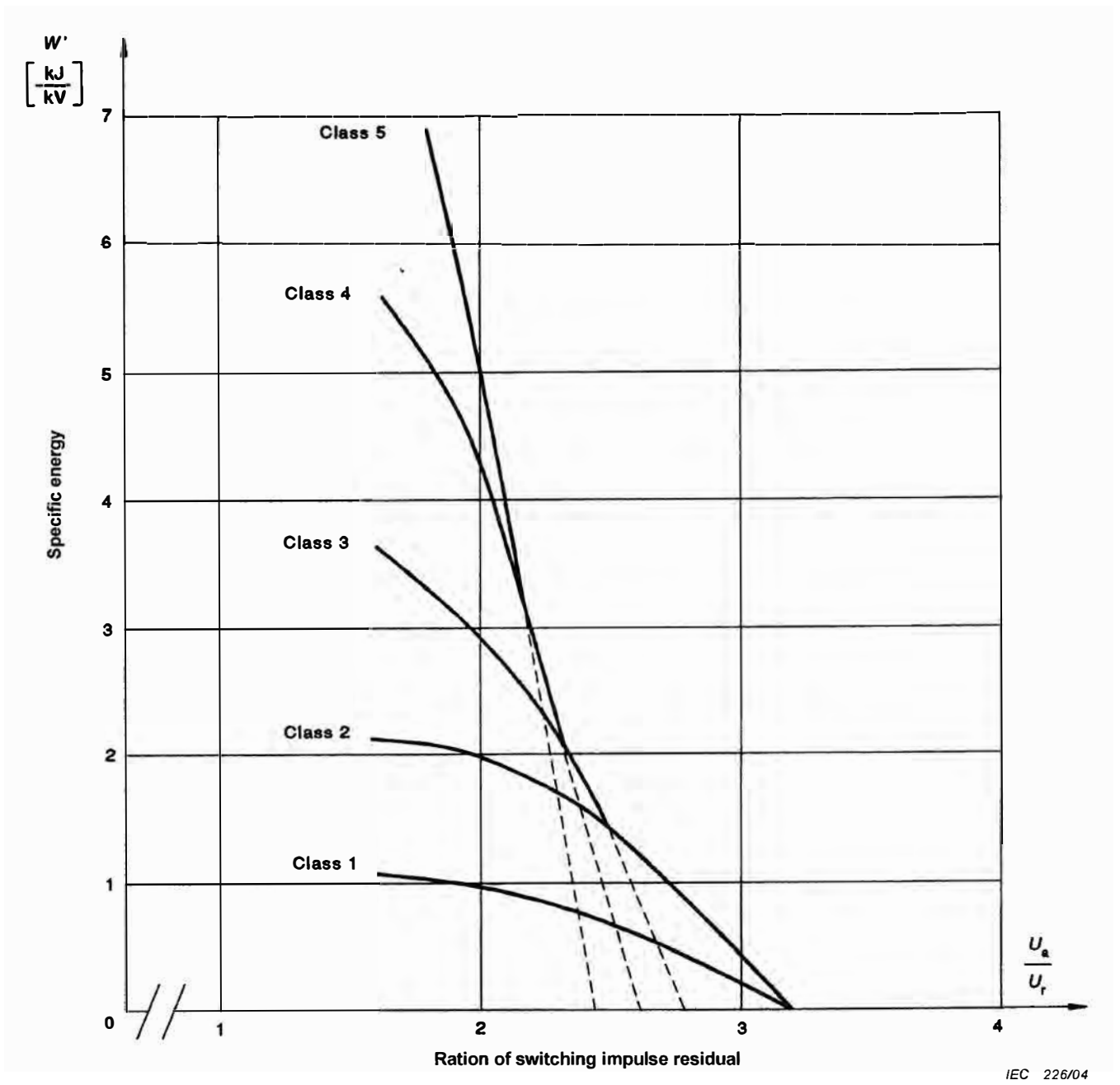
Z is the surge impedance of the line;

T is the virtual duration of the current peak.

The dependence of the specific energy on the switching impulse residual voltage is shown in Figure E.1.

The selection of the line discharge class is done in the following sequence.

- a) Determine the energy which is generated in the metal-oxide arrester in service, taking into account possible events caused by lightning and/or switching.
- b) Determine the specific energy by dividing the energy by the r.m.s. value of the rated voltage.
- c) Compare this specific energy with the specific energy generated in the test using equation (E.1) or Figure E.1 and select the next higher line discharge class.



IEC 226/04

Parameter: line discharge class.

Figure E.1 – Specific energy in kJ per kV rating dependant on the ratio of switching impulse residual voltage (U_a) to the r.m.s. value of the rated voltage U_r of the arrester

level, sometimes while using the same MO resistors. It is, however, for the most part not technically necessary.

Selecting the Line Discharge Class

The line discharge class is the actual determining characteristic of a high-voltage arrester. Presently it is the only way of specifying the energy absorption capability of an arrester in accordance with IEC 60099-4. It is, however, only indirectly found within the value of the line discharge class. The relationship is relatively difficult to understand. This has, in the end, prompted almost all the manufacturers to include more details on the energy absorption capability in their catalogues, than those provided in IEC standards¹.

The definition of the line discharge class is based on the assumption that a long transmission line, charged to a certain overvoltage during a switching operation, will discharge into a connected arrester in the form of a traveling wave process. Assuming the equivalent circuit diagram of a line is an iterative network of π -elements, formed by inductances and capacitances, the current will flow at a value which is determined by the voltage value and the surge impedance of the line, for a duration given by the length of the line and the propagation speed of an electro-magnetic wave. Ideally, it adjusts to a rectangular-shaped current impulse. This process must be simulated in a laboratory in a line discharge test. In this case the current impulse is normally generated with the help of a distributed constant impulse generator, which is nothing more than the line simulation made up of a series connection of a finite number – about 20 to 30 – of π -elements. The IEC standard 60099-4 now defines five different line discharge classes. Increasing demands are made on the arrester from class one to class five, in which the electrical parameters of the impulse generator are established for the test:

¹ The line discharge class system actually was first used for gapped arresters with current-limiting series gaps. At the beginning of the 1980's – when MO arrester technology was still in its infancy – a testing standard for MO arresters was developed, and the existing system was adopted, since there were no better alternatives. After such a system is introduced, it is difficult to change it again. In some cases new definitions for energy absorption capability are, however, being considered. These are more appropriate for stresses associated with today's arrester applications (see the chapter on energy absorption capability in part 2).

Line discharge class	Surge impedance of the line Z in Ω	Virtual duration of peak T in μs	Charging voltage U_L in kV (d.c.)
1	$4.9 \cdot U_r$	2000	$3.2 \cdot U_r$
2	$2.4 \cdot U_r$	2000	$3.2 \cdot U_r$
3	$1.3 \cdot U_r$	2400	$2.8 \cdot U_r$
4	$0.8 \cdot U_r$	2800	$2.6 \cdot U_r$
5	$0.5 \cdot U_r$	3200	$2.4 \cdot U_r$

U_r = rated voltage of the test sample as an r.m.s. value in kV

These parameters are derived from typical characteristic values of high-voltage transmission lines¹. No direct conclusions about the energy stress which is imposed on the arrester during a test can be drawn from this table. For that reason the IEC standard 60099-4 provides an additional diagram which represents the converted energy in a test object, with reference to its rated voltage², which occurs during a single line discharge³. This energy is not a fixed value, but instead depends on the arrester protective level, or more precisely, on the switching impulse residual voltage. The higher the residual voltage, the less energy the arrester absorbs during the line discharge, since the line will discharge less intensely when the residual voltage is higher. The diagram referred to is depicted in Figure 20. It is now possible to easily identify the problem when the energy absorption capability is specified with the help of the line discharge class. If MO resistors are applied with a given amount of specific energy absorption capability, then the arrester can, depending on the residual voltage it has, be assigned to different line discharge classes. The following example proves this (the dashed lines in Figure 20): when using MO resistors, which can absorb 2 kJ/kV of energy per line discharge (i.e., double the value, namely 4 kJ/kV, during the operating duty test – performed with two successive line discharges – without becoming thermally unstable), the arrester has a line discharge class of two at a ratio of $U_{res}/U_r = 2$. However, with the same MO resistors it

¹ Also see IEC 60099-1, Table C.1 or IEC 60099-5, Table 1, as well as the chapter on energy absorption capability in part 2.

² It is common – in the standard IEC 60099-4 as well – to use the rated voltage when referring to specific energy. Some manufacturers, however, use the continuous operating voltage as the reference value, due to, among other things, the fact that the rated voltage is not defined in the US arrester standard, IEEE C62.11 (instead, a "duty cycle voltage rating" is specified there, whose definition is different from that of the rated voltage in the IEC standard).

³ During the switching surge operating duty test, which has to be performed on arresters of line discharge classes 2 to 5, the test object is subjected to **two** of these discharges within an interval of about one minute. That means an arrester can absorb at least twice the amount indicated in the diagram, without becoming thermally unstable.

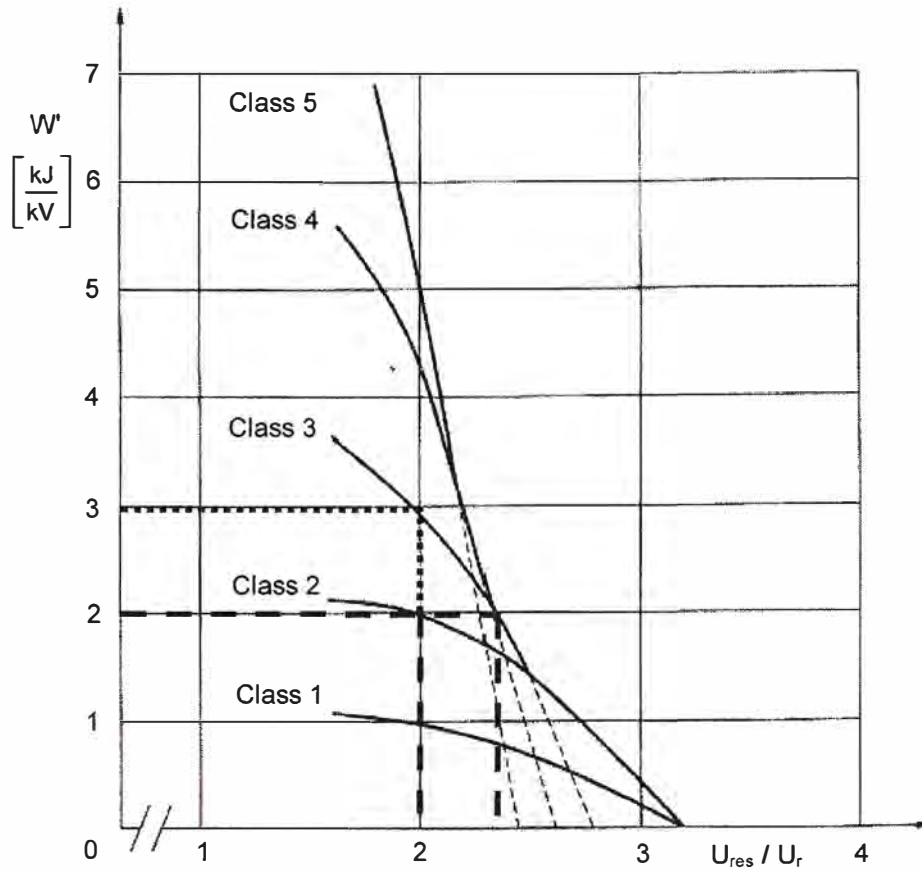


Fig. 20: Specific energy in kJ/kV of rated voltage dependent on the ratio of switching impulse residual voltage U_{res} to the r.m.s. value of the rated voltage U_r of the arrester (from IEC 60099-4)

already can be assigned to line discharge class three at the ratio of $U_{res}/U_r = 2.35$. But the seemingly "better" arrester with the line discharge class of three might possibly be worse for the planned application, since its protective level is higher! In order to reach the line discharge class of three while maintaining a ratio of $U_{res}/U_r = 2$, MO resistors must be used with an energy absorption capability of almost 6 kJ/kV (about 3 kJ/kV per discharge: the dotted lines in Figure 20), that means those with greater diameters.

Inversely, one can only draw conclusions from the line discharge class in connection with the residual voltage as to the energy absorption capability of an arrester, and thus about the used MO resistors. It is important to make these interdependencies clear when selecting an arrester.

As long as there are no particularly easy or difficult requirements originating from the system, the following line discharge classes, depending on the system voltage, are recommended¹:

Line discharge class	U_s (kV)
1	≤ 245
2	≤ 300
3	≤ 420
4	≤ 550
5	≤ 800

In practice, however, one tends to select the next higher line discharge class, respectively, in the table. That leads to the problem of current line discharge class five frequently not meeting the demands of the extra-high-voltage systems with $U_s > 550$ kV. In fact, at this voltage level, and sometimes even at the 550-kV-level itself, MO resistor diameters and/or parallel connections of resistors are used, which yield much greater energy absorption capability than is necessary for line discharge class 5. For these systems it is, however, common to determine the requirements on the energy absorption capability with detailed system studies, so that an exact value for the energy absorption capability, instead of the line discharge class, is specified by the user here.

When deciding on a definite line discharge class – and thereby indirectly on a definite energy absorption capability – the required MO resistor diameter has also automatically been selected. The following classification is a rough orientation:

MO resistor diameter (mm)	Line discharge class
50	1 and 2
60	2 and 3
70	3 and 4
80	4 and 5
100 (or 2 · 70 in parallel)	5 and higher

After determining the rated voltage and subsequently choosing the MO resistor diameter, the protective characteristic of the arrester has been completely established. All residual voltage values result from the U-I-characteristic of the selected type of MO

¹ According to IEC 60099-5, Table 1.

BIBLIOGRAFÍA

1. **NOJA Power, “OSM Automatic Circuit Recloser 15kV & 27kV ”**, User’s Manual, NOJA Power Switchgear Pty Ltd Australia – 2005,
2. **IVEP, “Outdoor Load Disconnectors and disconnectors”**, User`s Manual, Videnska 117a, 619 00 Brno. Czench Replublic – 2001,
3. **COELME Costruzioni ectromeccaniche, “HV Disconnectors”**, User’s Manual, Via G. Galilei, 1/2 – 30036 Santa Maria de Sala (VE) – Italia,
4. **Ein Unternehmen der TRIDELTA Gruppe, “Pararrayos”**, User’s Manual, Marie-Curie-Str.3, D-07629 Hermsdorf – Alemania,
5. **Southern States, “High Voltaje Switching”** User’s Manual, 30 Georgia Avenue, Hampton, Georgia 30228 – USA,
6. **WIRGES GmbH, “Outdoor – Voltage and Current Transformers”**, User’s Manual, Postfach 1245 D-56419 Wirges / Westerwald – Alemania
7. **PIFFNER, “Instrument Transformers”**, User’s Manual, CH-5042 Hirschthal – Suiza
8. **TRENCH Limited, “Instrument Transformer”**, User’s Manual, 390 Midwest Road, Scarborough Ontario – Canada
9. **CROMPTON Greaves, “SF6-Gas Circuit Breakers”**, User’s Manual, A-3, MIDC, Ambad, Nashik – 422 010 - India
10. **Jose Raul Martín, “Diseño de Subestaciones Eléctricas”**, Ed.Mc. Graw Hill - México, C.V., 1987
11. **Gonzalo Prieto, “Diseño de Subestaciones Eléctricas”**, Prieto Ingenieros Consultores S.A., Lima-Perú
12. **Norma IEEE C 37.112 and IEC 255-3**
13. **Norma IEC 60099-44**
14. **Norma ANSI C 37.60; 61**
15. **Norma ANSI C 37.63**
16. **KYOTO PROTOCOL on Climate Change**