

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ANÁLISIS DE COSTOS EN MONTAJE DE SUBESTACIONES DE  
TRANSMISIÓN DE POTENCIA (60 kV)  
CASO: USO DE MÓDULOS PASS-M00**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**LUIS ALBERTO DOMÍNGUEZ CALDERÓN**

**PROMOCIÓN  
2 001 - II**

**LIMA – PERÚ  
2 008**

**ANALISIS DE COSTOS EN MONTAJE DE SUBESTACIONES DE TRANSMISION DE  
POTENCIA (60 kV) - CASO: USO DE MODULOS PASS-M00**

**DEDICATORIA:**

A LOS SERES QUE MÁS AMO, QUIENES  
ME HAN IMPULSADO A CONCLUIR ESTE  
PROYECTO Y EN ESPECIAL A LA  
PERSONA QUE ILUMINA MI VIDA Y LA  
MOTIVA DIA A DIA, MI PEQUEÑA HIJA,  
LUCÍA ALEJANDRA

## SUMARIO

El presente trabajo busca determinar la conveniencia del uso de los equipos compactos PASS-M00 en el montaje de las nuevas subestaciones de transmisión de potencia y en la ampliación o repotenciación de las subestaciones existentes; considerando las exigencias actuales en términos de espacio, medio ambiente y disponibilidad.

El presente trabajo mostrará los resultados de la comparación de costos en el montaje de los equipos compactos PASS-M00 frente a los equipos denominados convencionales utilizados en celdas de transformación de potencia. Esta comparación estará basada en la técnica del WBS o EDT (estructura de descomposición del trabajo) que nos permitirá descomponer, la parte del proyecto por comparar, en elementos tales que nos faciliten la estimación de costos de cada elemento individual para luego incorporarlo al costo del sistema en su conjunto. El desarrollo del trabajo se ha subdividido en títulos tales que, comprenden los *capítulos del I al IV*, un título que engloba las *conclusiones y recomendaciones* obtenidas del presente informe y los títulos finales de *anexos y bibliografía*.

Las principales características técnicas de los módulos compactos son descritas en el *capítulo I*. Se enumeran y detallan los principales componentes mecánicos y eléctricos, su impacto sobre el medio ambiente, las principales pruebas de rutina y datos técnicos generales.

En el *capítulo II*, se describe la moderna herramienta del EDT o estructura de descomposición del trabajo como herramienta clave en la gerencia moderna de proyectos. En base a esta herramienta se desgagan las actividades asociadas a los dos casos de estudio del presente informe y el costeo correspondiente al montaje de ambas alternativas.

En el *capítulo III*, basándose en la descomposición del trabajo realizada en el capítulo previo se comparan los costos asociados a las actividades propias del montaje de celdas según los casos estudio seleccionados. Se pone especial énfasis en las actividades que particularizan cada uno de estos casos y se evita, por consiguiente, considerar en la comparación las actividades comunes en el montaje de ambas alternativas.

Las ventajas y desventajas encontradas en el uso de los equipos modulares compactos aislados en gas en el montaje de celdas de 60kV se describen en el *capítulo IV*.

En el siguiente título, se describen las *conclusiones y recomendaciones* logradas de la experiencia en el montaje de subestaciones de transmisión de potencia haciendo uso de equipos aislados en gas y en aire; y los cálculos obtenidos luego de la comparación de costos realizada en los capítulos previos.

Finalmente, bajo los títulos de *anexos y bibliografía*, se adjunta o se hace referencia a las fuentes bibliográficas que han sido consultadas para la elaboración del presente informe.

## INDICE

	Pág.
• <b>PROLOGO</b>	01
• <b>CAPITULO I: CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS PASS-M00</b>	02
1.1 Concepto	02
1.2 Descripción General .....	03
1.2.1 Interruptor .....	03
1.2.2 Seccionador / Seccionador de puesta a tierra combinados .....	03
1.2.3 Transformador de corriente .....	04
1.2.4 Aisladores Pasantes .....	04
1.2.5 Sistema de Gas SF6 .....	04
1.2.6 Estructura Soporte	05
1.2.7 Integración con el sistema secundario .....	05
1.2.8 Impacto Ambiental .....	05
1.2.9 Montaje en Obra .....	05
1.2.10 Pruebas de aceptación o de rutina .....	05
1.2.11 Datos técnicos de PASS-M00 .....	06
• <b>CAPITULO II: ANALISIS DE COSTOS DE MONTAJE DE UNA SUBESTACION CON APARATOS DE MANIOBRA AISLADOS EN AIRE Y AISLADOS EN GAS</b>	08
2.1 Estructura de descomposición del Trabajo (EDT) .....	08
2.2 Análisis de Costos de Montaje de una Subestación con Aparatos de Maniobra Aislados en Aire .....	09
2.3 Análisis de Costos de Montaje de una Subestación con Aparatos de Maniobra Aislados en Gas (PASS – M00) .....	19
• <b>CAPITULO III: COMPARACION DE COSTOS EN MONTAJE DE SUBESTACIONES ENTRE CELDA TIPO CONVENCIONAL Y PAS-M00...</b>	28
3.1 Tabla: Costeo por montaje de una celda de 60kV con equipos aislados	

en aire (caso 1) .....	29
3.2 Tabla: Costeo por montaje de una celda de 60kV con equipos de maniobra compacto (caso 2) .....	30
• <b>CAPITULO IV: VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE LOS MODULOS PASS-M00</b> .....	31
4.1 Ventajas .....	31
4.2 Desventajas .....	31
• <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	32
• <b>ANEXOS</b> .....	34
Anexo A: Instalation, commissioning and maintenace instructions.....	35
Anexo B: Technical specification – plug and switch system (pass m00).....	74
Anexo C: Environmental product declaration .....	86
Anexo D: Album fotográfico de equipos compactos Pass M00 instalados..	93
• <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	98

## **PROLOGO**

Para la elaboración del presente trabajo se presentará de modo descriptivo las experiencias que se tienen en el montaje, ampliación o repotenciación de subestaciones de transformación en 60kV haciendo uso tanto de equipos de maniobra convencionales como los módulos de tipo PASS-M00.

A fin de contar con un mayor criterio, antes de concluir las ventajas y desventajas en el uso de estos módulos se presentarán modelos de partidas y actividades empleadas en la elaboración de los presupuestos para sus montajes electromecánicos y se compararán los costos en que se incurre para la ejecución de estos montajes.



# CAPITULO I

## CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS PASS-M00

### 1.1 Concepto

En un mundo tan cambiante como el actual las subestaciones se están convirtiendo en un elemento clave para cubrir las exigencias de los usuarios finales. Actualmente se presenta la alternativa de reemplazar las subestaciones que han cumplido su vida útil de operación por equipos completamente nuevos y que cumplan con las condiciones de ocupación de mínimo espacio, afectar en lo mínimo el medio ambiente y total disponibilidad.

Los módulos PASS-M00 son equipos que, por la experiencia, cumplen los requisitos antes mencionados pensando en el funcionamiento de la subestación como un sistema completo. Este módulo limita el número de equipos a lo realmente necesario para asegurar la mejor funcionalidad de la celda o bahía. Su diseño permite lograr y se adapta a una variedad de configuraciones posibles permitiendo el uso eficiente del espacio con que se cuenta.

Su denominación proveniente del término en inglés **Plug And Switch System** describe claramente su versatilidad, lo cual sumado a su diseño compacto y modular que comprende varias funciones en un único módulo (lo que lo convierte prácticamente en una celda o bahía) contando con:

- Aisladores pasantes para conectar uno o dos sistemas de barra de distribución.
- Interruptor
- Seccionador/Seccionador de puesta a tierra combinados
- Transformador de medida

En estos módulos, todas las partes en tensión, excepto las barras de distribución, están encapsuladas en un tanque de aluminio conectado a tierra, lleno con gas SF6 presurizado. Cada polo tiene su propia carcasa, para aumentar la disponibilidad y seguridad. Las carcasas son de aluminio fundido y soldado.

La foto (Fig. 1.1) que se muestra a continuación permite apreciar un módulo PASS-M00.

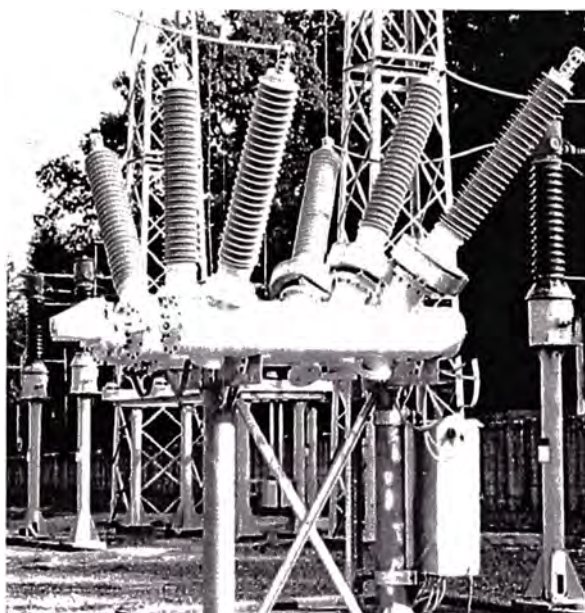


Fig. 1.1 Módulo PASS-M00

## 1.2 Descripción General

### 1.2.1 Interruptor

El interruptor de este módulo es de presión única que opera con el principio de interrupción por "autosoplado". La energía para interrumpir las corrientes de cortocircuito es provista parcialmente por el mismo arco, reduciendo así la energía requerida por el mecanismo de operación en un 50% aproximadamente (según lo indicado por el fabricante) respecto a un interruptor convencional tipo puffer.

### 1.2.2 Seccionador / Seccionador de puesta a tierra combinados

Este módulo cuenta con un seccionador / seccionador de puesta a tierra combinado tripolar. El principio operativo se basa en el movimiento rotativo del contacto que puede ser cerrado sobre la barra de distribución, puesto a tierra o dejado en posición neutral (abierto). El mecanismo de operación es del tipo a resorte. Este tipo de comando almacena energía en un resorte que es descargado durante el funcionamiento. El contacto está cerrado sobre la barra de distribución. La composición de su mecanismo lo convierte en un equipo prácticamente libre de mantenimiento.

La posición del seccionador / seccionador de puesta a tierra combinados está claramente indicada por un indicador que está mecánicamente acoplado al eje. Además es posible verificar visualmente la posición a través de un visor en la carcasa. Durante una emergencia el seccionador puede ser operado manualmente a través de una manivela.

### 1.2.3 Transformador de corriente

Este módulo cuenta con un transformador de corriente convencional, para satisfacer los requisitos del cliente, por ejemplo en el caso de un recambio. Se cuenta con varias alternativas de de núcleos para protección y medición con diferentes cargas. Pueden ser colocados hasta 5 núcleos dentro del transformador de corriente.

### 1.2.4 Aisladores Pasantes

Este módulo está conectado mediante los aisladores pasantes a las líneas aéreas y las barras de distribución. La aislación principal es gas SF6 comprimido. El aislador consiste en un tubo de fibra de vidrio impregnado con resina epoxy y recubierto por aletas de goma con siliconas. Las bridas están termocontraídas y pegadas sobre el tubo haciendo una junta extremadamente fuerte que garantiza la hermeticidad al gas. Las aletas de goma con siliconas están fundidas sobre el tubo y químicamente pegadas a él, de modo de no permitir el ingreso de humedad o contaminación entre ellos. Las aletas de goma con siliconas son hidrofóbicas y con buen comportamiento frente a lluvia o ambientes contaminados. Las características principales son: alta seguridad (resistente a rajaduras y explosión), bajo peso, buen comportamiento frente a lluvia, contaminación y frente a tormentas de arena; lo que lo hace prácticamente libre de mantenimiento.

### 1.2.5 Sistema de Gas SF6

La resistencia dieléctrica del SF6 en un campo homogéneo es aproximadamente 2,5 veces mayor que el aire a la misma temperatura y presión lo que se constituye en su mejor cualidad como medio de aislamiento. El diseño de los componentes bajo tensión es tal que produce una distribución de campo eléctrico homogénea, lo cual lleva a una utilización más eficiente de la resistencia intrínseca del gas aislante. La presión del gas SF6 en el módulo PASS-M00 a 20°C es:

- Presión de carga .....680 kPa
- Primer nivel de alarma .....620 kPa
- Presión nominal de aislación (presión de bloqueo) .....600 kPa

La presión de carga es aproximadamente 15% mayor respecto a la presión nominal de aislación. Esto garantiza una densidad de gas suficiente a través de un largo período de funcionamiento lo que se asegura mediante pruebas de estanqueidad del gas en las conexiones y válvulas.

Cada polo constituye un compartimento de gas individual. Dado que la resistencia dieléctrica de los aparatos de maniobra y el poder de interrupción del interruptor con SF6 dependen de la densidad del gas SF6, un relé está instalado en cada polo para controlar la densidad del gas y detectar pérdidas.

Para protección contra la sobrepresión excesiva debido a imprevistas fallas de arco interno tiene instalado un diafragma metálico (disco de ruptura). Cuando se alcanza una sobrepresión predeterminada el disco de ruptura se romperá, se abrirá y liberará la presión que de otro modo causaría la rotura de la carcasa. Deflectores colocados frente al diafragma garantizan la seguridad del personal.

### **1.2.6 Estructura Soporte**

La estructura soporte de este módulo está galvanizada en caliente y pintada como protección contra la corrosión. Su diseño busca ofrecer el máximo soporte y robustez reduciendo al mínimo las dimensiones y características de las bases de concreto necesarias para su anclaje.

### **1.2.7 Integración con el sistema secundario**

Este módulo está equipado con una conexión convencional al proceso: por ejemplo contactos auxiliares para las posiciones del interruptor y el seccionador / seccionador de puesta a tierra y salidas de relés para señalización (por ejemplo bloqueo de SF6).

Esta característica es fundamental para la modernización de subestaciones existentes ya que permite conectar el PASS-M00 con cualquier sistema de control y protección, requiriéndose prácticamente sólo una conexión mediante cables multipolares desde el tablero local del módulo hasta la sala de control para su interconexión con el sistema de control y protección.

### **1.2.8 Impacto Ambiental**

- El análisis medioambiental de este módulo consideró lo siguiente:
- La reducción del SF6, hasta en un 80%
- Sus costos de mantenimiento reducidos, alrededor del 38%
- El espacio ocupado se ha reducido hasta en un 70%

### **1.2.9 Montaje en Obra**

Una de las principales ventajas de estos módulos, además del reducido espacio que requieren, es que permiten la instalación de subestaciones en cortos períodos de tiempo. La instalación in-situ de los módulos PASS-M00 está simplificada consistiendo por lo tanto básicamente en su anclaje sobre su base y la carga del SF6.

### **1.2.10 Pruebas de aceptación o de rutina**

Pruebas en fábrica:

- Prueba de alta tensión en AC.
- Pruebas dieléctricas sobre las unidades de control auxiliares.
- Pruebas de presión sobre las carcasas de acuerdo con norma CENELEC-EN 50052 (1986) TC 17C WG MPE / IEC60517.
- Pruebas de estanqueidad del gas.

- Tests mecánicos funcionales de todas las partes móviles.
- Pruebas de todos los equipos y accesorios.
- Prueba de alta tensión de AC con medición de descargas parciales.

Pruebas in-situ:

Luego del montaje final o puesta en marcha de la subestación, se efectúan las siguientes pruebas:

- Prueba mecánica funcional del interruptor y del seccionador / seccionador de puesta a tierra combinados.
- Prueba de estanqueidad del gas SF<sub>6</sub>.
- Muestreo aleatorio del contenido de humedad en componentes individuales.
- Verificación y prueba de funcionamiento de los equipos de comando y auxiliar.

Después del cumplimiento satisfactorio de estos tests se efectúa un informe sobre la prueba y la entrega del equipo al cliente.

### 1.2.11 Datos técnicos de PASS-M00

#### Características generales

Frecuencia nominal 50/60Hz

Tensión nominal 72,5/123/145/170kV

Corriente nominal 2500A

Tensión máxima de prueba:

a) Entre fase y tierra:

Tensión nominal soportada de corta duración a frecuencia industrial 1 min. ....325 kV

.....140/230/275/275kV

Tensión soportada a impulso atmosférico 1,2/50  $\mu$ s.....750 kV

.....325/550/650/650kV

b) A través de la distancia de aislación (interruptor, seccionador):

Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial, 1 min..... 375 kV

.....160/265/315/315kV

Tensión soportada a impulso atmosférico 1,2/50  $\mu$ s.....860 kV

.....375/630/750/750kV

Corriente nominal soportada de breve duración (1s) 40 kA

Corriente nominal soportada de pico 100 kA

Temperatura ambiente:

Mín -25 °C .....- 30°C

Máx. +55°C

Pérdida anual de gas SF<sub>6</sub> <1%

Peso

Barra Simple	1900 Kg
Barra Doble	2150 Kg
Llegada y Salida	2300 Kg
<b>Presiones SF6 (20°C)</b>	
Presión de carga	700 kPa .....680kPa
Primer nivel de alarma	660 kPa .....620kPa
Presión nominal de operación (presión de bloqueo) 670 kPa	.....600kPa

### **Interruptor**

Unidad Interruptora unipolar, tipo LTB-D

Corriente máxima de apertura en corto circuito	40 kA / 50 Hz
Corriente nominal de apertura en corto circuito	40 kA / 60 Hz
Corriente máxima de cresta (cierre y apertura)	100 kA
Corriente máxima de carga /descarga de línea (170 kV)	63 A
Corriente máxima de carga /descarga de cable	160 A
Comando accionamiento tripolar a resorte tipo BLK 222	
Secuencia nominal de operación	O-0.3s-CO-1min.-CO
Tiempo de apertura	<= 25ms
Tiempo de interrupción (50 Hz)	<= 47 ms
Tiempo de interrupción (60 Hz)	<= 44 ms
Tiempo de cierre	<=42 ms
Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares	110 VDC
Posibilidad de funcionamiento manual en emergencia	
Posición de contacto visible a través del visor	

### **Seccionador / seccionador de puesta a tierra**

Comando accionamiento tripolar con motor	
Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares	110 VCC
Tiempo de maniobra de línea a tierra	5.5s
Posibilidad de funcionamiento manual en emergencia (manivela)	
Posición de contacto visible a través del visor	

### **Transformador de corriente**

Tipo anillo CT	
Clase de medición	0.2/0.5/1.0
Grado de protección conforme con todos los requisitos	

## **CAPITULO II**

### **ANALISIS DE COSTOS DE MONTAJE DE UNA SUBESTACION CON APARATOS DE MANIOBRA AISLADOS EN AIRE Y AISLADOS EN GAS**

En esta parte del trabajo se describirá cada uno de los casos a estudiar y se descompondrá la actividad de montaje de las celdas en actividades que sean fácilmente medibles, es decir, cuyos costos puedan ser fácilmente estimados.

A continuación se hace una breve síntesis de la metodología del EDT para mejor comprensión de los análisis de costos por desarrollarse.

#### **2.1 Estructura de descomposición del Trabajo (EDT)**

En vista del gran desarrollo y difusión de la metodología que establece el Project Management Institute (PMI®) en cuanto a conceptos, técnicas y herramientas de gestión de Proyectos; se hace hoy imprescindible el manejo de las buenas prácticas del PMI® en el trabajo cotidiano de la ejecución de proyectos.

Según el Project Management Body Of Knowledge (PMBOK®), impulsado por el PMI® la EDT se define como “un conjunto de elementos de proyecto orientado a los entregables que organiza y define el alcance total del trabajo del proyecto. Cada nivel descendente representa un incremento en el detalle de la definición del trabajo del proyecto”.

Los pasos para desarrollar eficientemente un EDT se describen a continuación:

- Identificar el producto final del proyecto.
- Definir los principales entregables del producto.
- Descomponer los principales entregables a un nivel de detalle que permita la dirección y el control integrado de la actividad (y por ende del proyecto).
- Revisar y redefinir la EDT hasta asegurar que la ejecución y control producirán los resultados esperados.

La elaboración de un buen EDT (o también denominado WBS por sus siglas en inglés de *Work Breakdown Structure*) ayudará a definir correctamente las actividades del proyecto,

a planificar los recursos necesarios, y a identificar adecuadamente los riesgos del proyecto. Todos estos elementos permiten preparar un buen plan, que es la base para la ejecución y control de cualquier proyecto.

## **2.2 Análisis de Costos de Montaje de una Subestación con Aparatos de Maniobra Aislados en Aire**

En el presente subtítulo se describirá el caso de una celda “convencional” para luego realizar la descomposición de sus actividades (EDT). Como caso particular, asumiremos el montaje de una celda en la zona del patio de llaves para una línea de 60kV que albergará los equipos de alta tensión que conformarán la Celda del Transformador de Potencia.

Esta celda estará compuesta por los equipos que a continuación se indican:

- 01 Interruptor de Potencia tripolar de 60kV, 2000A, marca Siemens, tipo 3AP1FG
- 01 Seccionador tripolar 60kV, 2000A, marca Coelme, tipo CBD 72.5
- 03 Transformadores de Corriente 60kV, 400/1-1A, marca Ritz, tipo OSKF 72.5
- 01 Tablero de Control y Protección para el Transformador de Potencia.

Además, se deberá realizar el tendido del conductor de AAAC de 304mm<sup>2</sup> para la conexión de los equipos de Alta Tensión con el Transformador de Potencia y el tendido de cable de control y fibra óptica para la comunicación de los equipos de control y protección con el RTU de la SET.

Como parte de los trabajos se ha previsto también dentro de la ingeniería de detalle del proyecto la fabricación metálica del soporte del Transformador de Corriente y su respectivo tratamiento anticorrosivo (en el caso de las estructuras soporte del Interruptor de potencia y seccionador Tripolar, estos serán proporcionados por los fabricantes).

Existen otras consideraciones a tenerse en cuenta puesto que este trabajo se realizó dentro de una subestación con instalaciones existentes las mismas que serán indicadas más adelante.

A continuación se mostrará el EDT (tablas 2.1, 2.2 y 2.3) de las actividades que se tuvieron en cuenta en el proyecto integral de Instalación de un Transformador de Potencia en una subestación con riesgo latente de electrocución ya que existían circuitos aledaños en servicio próximos a las zonas de trabajo.



TABLA N° 2.1 DESCOMPOSICION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (EDT) –  
PARTE 1

RESUMEN DE ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICION DEL TRABAJO (EDT) LISTADO DE ACTIVIDADES	
REFERENCIA:	SUBESTACIONES DE TRANSMISION 60KV - MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA 25/25/25 MVA, 60/22.9/10 KV Y MONTAJE DE CELDA DE 60KV EN PATIO DE LLAVES
AREA:	TRANSMISION / SUBESTACIONES
FECHA:	ENERO DEL 2007
CODIGO	DESCRIPCION DE LAS PARTIDAS
<b>1.0000</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>
<b>1.1000</b>	<b>Transportes</b>
1.1.1	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas
1.1.2	Inspecciones Técnicas/Previas
1.1.3	Carga, Traslado y Descarga de equipamiento de 60KV
<b>1.2000</b>	<b>Obras Civiles</b>
1.2.1	Trazos y Replanteos Con Corte de Energia
1.2.2	Trazos y Replanteos Sin Corte de Energia
1.2.3	<b>OBRAS CIVILES</b>
<b>1.2.3.1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>
1.2.3.1.1	Excavación
1.2.3.1.2	Relleno compactado material propio
1.2.3.1.3	Eliminación de desmonte
1.2.3.1.4	Acarreo de material
1.2.3.1.5	Solado de concreto
1.2.3.2	<b>Zapata</b>
1.2.3.2.1	Concreto f c=210 kg/cm <sup>2</sup> + aditivo impermeabilizante
1.2.3.2.2	Fierro fy= 4200 kg / cm <sup>2</sup>
1.2.3.3	<b>Pedestales</b>
1.2.3.3.1	Concreto f c=210 kg/cm <sup>2</sup> + aditivo impermeabilizante
1.2.3.3.2	Fierro fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>
1.2.3.3.3	Encofrado Pedestales
1.2.3.3.4	Plancha de fierro de 1 / 2 de 42 x 42 cms
1.2.3.3.5	Pernos galvanizados de anclaje de 1
1.2.3.3.6	Colocación de Grouting
1.2.3.3.7	Ensayos de compresion de concreto
<b>1.3000</b>	<b>Instalación de Campamentos Temporales</b>
<b>2.0000</b>	<b>MONTAJE MECANICO</b>
<b>2.2000</b>	<b>Exterior</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Montaje de Equipos y Soportes</b>
<b>2.2.1.1</b>	<b>Montaje de Transformador de Potencia</b>
2.2.1.1.1	Equipamiento y Montaje de Accesorios de Transformador de Potencia
2.2.1.1.1.1	Montaje de Bushing del Transformador de Potencia
2.2.1.1.1.2	Montaje de Radiadores del Transformador de Potencia
2.2.1.1.1.3	Montaje de Ventiladores del transformador de Potencia
2.2.1.1.1.4	Montaje de Equipos y Accesorios
2.2.1.1.1.5	Llenado de Aceite
2.2.1.1.1.6	Tratamiento del Aceite
2.2.1.1.1.7	Revisiones y Pruebas
2.2.1.1.2	Desplazamiento a Ubicación Final del Transformador de Potencia
<b>2.2.1.2</b>	<b>Montaje de Interruptor de Potencia</b>
2.2.1.2.1	Montaje de Soportes del Interruptor
2.2.1.2.2	Montaje del Interruptor
2.2.1.2.3	Montaje de Caja de Mando de Interruptor
2.2.1.2.4	Llenado de SF <sub>6</sub> de Interruptor
2.2.1.2.5	Colocación de Grouting en Base del Soporte del Interruptor
<b>2.2.1.3</b>	<b>Montaje de de Seccionador de Potencia</b>
2.2.1.3.1	Montaje de Soportes del Seccionador
2.2.1.3.2	Montaje de Seccionador de Barras
2.2.1.3.3	Montaje de Caja de Mando del Seccionador a nivel de Piso
2.2.1.3.4	Regulación, Calibración del Seccionador
2.2.1.3.5	Montaje de Seccionador de Linea con Puesta a Tierra
<b>2.2.1.4</b>	<b>Montaje de Transformador de Medida</b>
2.2.1.4.1	Montaje de Soportes de TC y TT
2.2.1.4.2	Montaje de TT/TC
2.2.1.4.3	Montaje de Caja de agrupamiento
<b>2.2.1.5</b>	<b>Montaje de Soportes Metálicos</b>
2.2.1.5.1	Montaje Vigas, Columnas, Sistemas de Barras y Pórticos
2.2.1.5.2	Montaje de Soportes de Aisladores Portabarras
2.2.1.5.3	Montaje de Soportes de Cascos de Energia
<b>2.2.2</b>	<b>Montaje de Tableros</b>
2.2.2.1	Montaje de Tableros en Canaletas
<b>2.2.3</b>	<b>Equipamiento y Montaje de Celda de 10/22.9 kV</b>
2.2.3.1	Montaje de Interruptor
2.2.3.2	Montaje de Transformador TC
2.2.3.3	Montaje de Transformador TT
2.2.3.4	Montaje de Barras de CU

TABLA N° 2.2 DESCOMPOSICION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (EDT) –  
PARTE 2

2.2.3.4	Montaje de Barras de CU
<b>2.2.4</b>	<b>Montaje de Cables de Energia</b>
2.2.4.1	<b>Movimientos de Tierras</b>
2.2.4.1.1	Excavaciones
2.2.4.1.2	Rellenos y Compactación
2.2.4.1.3	Eliminación de Desmonte
2.2.4.1.4	Acarreo de Material
2.2.4.1.5	Solados de Concreto
2.2.4.1.6	Colocación de Ladrillo
2.2.4.1.7	Colocación de Cintas de Señalización
2.2.4.2	Tendido de Cables de Energia
2.2.4.3	Montaje de Terminales
2.2.4.4	Colocación de Sellos
<b>2.2.5</b>	<b>Interconexión Mecánica de Equipos y Sistemas de Barras</b>
2.2.5.1	Suministro, fabricación y Montaje de Juntas de Dilatación
2.2.5.2	Montaje de Conectores y accesorios
2.2.5.4	Montaje de Barras Rectangulares
2.2.5.5	Montaje de Conductor Aldrey
2.2.5.6	Montaje de Aisladores
2.2.5.7	Forrados de Barras
2.2.5.8	Colocación de Mantas Termocontraíbles
2.2.6	Control de Calidad
<b>3.0000</b>	<b>MONTAJE ELECTRICO</b>
<b>3.1000</b>	<b>Interior / Exterior</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Apertura de Canaletas</b>
3.1.1.1	Apertura de Canaletas con tapas de Concreto
<b>3.1.2</b>	<b>Revisiones e Identificaciones de Circuitos Eléctricos</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Tendidos de Cables de Control y Fuerza</b>
3.1.3.1	Tendidos de Cables de Fuerza
3.1.3.2	Tendidos de Cables de Control Hasta 4 hilos
3.1.3.3	Tendidos de Cables de Control Hasta 8 hilos
3.1.3.4	Tendidos de Cables de Control Mas de 8 hilos
3.1.3.5	Instalación de Alzapobina para tendido de cable de control
<b>3.1.4</b>	<b>Conexiónados Eléctricos de Tableros y Celdas</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Conexiónado eléctrico de equipos en B.T.</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Control de Calidad</b>
3.1.6.1	Pruebas Eléctricas en Blanco
3.1.6.2	Pruebas Eléctricas Funcionales
3.1.6.3	Calibraciones y Configuraciones
<b>4.0000</b>	<b>INSTALACIONES GENERALES</b>
<b>4.1000</b>	<b>Sistema de Puesta a Tierra Superficial</b>
4.1.1	Sistema de Puesta a Tierra Superficial en Conductor
4.1.2	Sistema de Puesta a Tierra Superficial Con Pletina
4.1.3	Sistema de Puesta a Tierra Superficial con Colocación Trenzas en Tableros y Celdas
4.1.4	Aterramientos de Pantallas Cables de Control
4.1.5	Aterramientos de Pantallas de Cables de Energia 10/22,9 kV
<b>4.2000</b>	<b>Pintados</b>
<b>4.3000</b>	<b>Tratamientos de Estructuras Metálicas</b>
4.3.1	Tratamientos de Estructuras Metálicas - Arenado
4.3.3	Tratamientos de Estructuras Metálicas - Galvanizado
<b>4.4000</b>	<b>Rotulaciones</b>
<b>4.5000</b>	<b>Acabados, Hermetizaciones y Limpieza</b>
4.5.1	Acabados en Resanes de concreto
4.5.2	Acabados en Resanes de Pintura
4.5.3	Acabados en Hermetizaciones para filtros, empaquetaduras y siliconeados
4.5.4	Limpieza General
<b>4.9000</b>	<b>Montaje de Accesorios en Tableros y Celdas Interior/ Exterior</b>
4.9.6	Montaje de equipos de ET
4.9.7	Calados para montaje de accesorios electricos en plancha fija
4.9.7.1	Calados para montaje de Reles
4.9.7.2	Calados para montaje llaves de mando
4.9.7.3	Calados para montaje pulsadores
4.9.8	Montaje de reles
4.9.9	Montaje de medidores
4.9.10	Montaje de llave de mandos o pulsadores
4.9.11	Montaje de Tubería flexible. Incluye Calado
4.9.12	Montaje de Tubería PVC. Incluye Calado

TABLA N° 2.3 DESCOMPOSICION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (EDT) –  
PARTE 3

5.0000	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>
5.1	Pruebas Funcionales
5.2	Pruebas a Local Distancia
5.3	Pruebas Remotas
6.0000	<b>DESMONTAJE Y DESCONEXIONES DE INSTALACIONES ELECTRICAS</b>
6.1000	<b>Desmontaje de Equipos</b>
6.1.2	Desmontaje de Interruptor de Potencia
6.1.3	Desmontaje de Seccionadores
6.1.4	Desmontaje de TT/TC
6.2000	<b>Desmontaje de Elementos en CU</b>
6.2.1	Desmontaje de Barras de Cu
6.2.2	Desmontaje de Pleintas de Tierra
6.3000	<b>Desmontaje de Cables y Conductores</b>
6.3.1	Desmontaje de Cables de Control
6.3.2	Desmontaje de Cable de Energia
6.3.3	Desmontaje de Conductor Alerey
6.4000	<b>Desmontaje de Tableros</b>
6.4.1	Desmontaje de Tableros
6.5000	<b>Desmontaje de Celdas de 10/22,9 kV</b>
6.5.1	Desmontaje de Celdas
6.6000	<b>Desmontaje de Estructuras Metálicas</b>
6.6.3	Desmontaje de Soportes de Equipos
3 6.7000	<b>Desconexiones eléctricas de cables de control</b>

Este listado es aún de uso general, puesto que corresponde a una labor previa que hemos realizado en la empresa en la que laboro a fin de tener el listado detallado de las actividades propias de los montajes electromecánicos de líneas y subestaciones de transmisión. El listado específico que emplearemos para el análisis de los costos asociados al montaje se mostrará posteriormente.

Como puede apreciarse en la estructura de actividades del proyecto, estas se pueden agrupar en cinco grupos muy diferenciados entre sí:

- Actividades preliminares y Obras Civiles.
- Actividades de montaje mecánico y eléctrico, de los nuevos equipos a instalar.
- Actividades de desmontaje mecánico y eléctrico, ya que se trata de una instalación existente.
- Instalaciones generales.
- Pruebas y puesta en servicio.

Para la comparación que buscamos realizar como objetivo principal del presente Informe son sólo dos de estos grupos de actividades los que nos interesan: el montaje electromecánico de los equipos de la celda (bahía) de 60kV y las obras civiles asociadas al montaje de estos equipos (cimentación de los equipos). Las demás actividades son propias del proyecto de instalación de un transformador de potencia y no incidirían sobre

los costos asociados al montaje de los equipos de la celda en estudio. Salvo algunas actividades de las obras preliminares cuyos costos serán estimados en función a la experiencia que se tiene, tales como el traslado de los equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta a continuación el costeo de las actividades para la ejecución del proyecto en estudio (subtítulo 2.2.). Ver tabla N° 2.4 , 2.5 , 2.6 y 2.7

TABLA N° 2.4 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 1

PRESUPUESTO						
OBRA: INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA II 25/25 MVA, 60/22.9/10 Kv						
UBIC.: Distrito de Huachipa - LIMA						
FECHA: MAYO 2007						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U.	PARCIAL	TOTAL
<b>I OBRAS PRELIMINARES</b>						9 092.67
1.01	TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE ALMACENES DE LDS A OBRA	GLB	1.00	2 195.33	2195.33	
1.02	CASETA PARA LA OBRA	GLB	1.00	600.00	600.00	
1.03	SEÑALIZACION Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1.00	502.24	502.24	
1.04	TRAZO Y REPLANTEO	GLB	1.00	580.39	580.39	
1.05	SERVICIO HIGIENICO (3 limpiezas semanales)	MES	0.00	374.37	0.00	
1.06	AGUA DE BEBER PARA EL PERSONAL	GLB	1.00	300.00	300.00	
1.07	TRASLADO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00	988.32	988.32	
1.08	DEVOLUCION DE EQUIPOS Y MATERIALES DESMONTADOS A ALMACENES LDS	GLB	1.00	190.333	190.333	
1.09	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	4.50	227.16	1022.21	
1.10	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICION 60% DE ESPONJAMIENTO	m3	5.85	1914	11195	
1.11	RETIRO Y REPOSICION DE RIPIO	m2	40.00	3.66	146.40	
1.12	REPOSICION DE MAMELUCOS ANTIFLAMA POR EJECUCION DE ACTIVIDADES CIVILES	Un	5.00	14850	74250	
<b>II OBRAS CIVILES</b>						
<b>2.00 BASE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA ( 1 und )</b>						3 577.70
2.01	Excavación	m3	7.18	22.96	164.88	
2.02	Relleno compactado material propio	m3	5.28	2158	11395	
2.03	Eliminación de desmonte	m3	9.33	1914	17855	
2.04	Acarreo de material	m3	1500	9.86	14790	
2.05	Solado de concreto	m2	6.42	10.91	70.02	
<b>2.06 Zapata</b>						
2.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	151	232.32	350.80	
2.06.02	Fierro fy = 4200 kg / cm2	kg	16985	3.25	552.03	
<b>2.07 Pedestales</b>						
2.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	1.23	252.85	311.01	
2.07.02	Fierro fy=4200 kg/cm2	kg	10802	3.25	351.08	
2.07.03	Encofrado Pedestales	m2	7.54	26.31	198.34	
2.07.04	Plancha de fierro de 1/2" de 42 x 42 cms	und	2.00	145.00	290.00	
2.07.05	Pernos galvanizados de anclaje de 1"	und	8.00	85.00	680.00	
2.07.06	Colocación de Grouting	M2	0.72	157.15	113.15	
2.07.07	Ensayos de compresion de concreto	und	8.00	7.00	56.00	
<b>3.00 BASE DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ( 1 und )</b>						2 348.53
3.01	Excavación	m3	3.33	22.96	76.47	
3.02	Relleno compactado	m3	2.42	2158	52.23	
3.03	Eliminación de desmonte	m3	4.33	1914	82.87	
3.05	Solado de concreto	m2	2.18	1091	23.78	
<b>3.06 Zapata</b>						
3.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	0.83	232.32	192.82	
3.06.02	Fierro fy 0 4200 kg / cm2	kg	68.75	3.25	223.44	
<b>3.07 Pedestales</b>						
3.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	0.63	252.85	159.30	
3.07.02	Fierro fy=4200 kg/cm2	kg	6595	3.25	2143.4	
3.07.03	Encofrado	m2	7.00	26.31	184.14	
3.07.04	Plancha de fierro de 1/2" de 42 x 42 cms	und	2.00	145.00	290.00	
3.07.05	Pernos galvanizados de anclaje de 1"	und	8.00	85.00	680.00	
3.07.06	Colocación de Grouting	M2	0.72	157.15	113.15	
3.07.07	Ensayos de compresion de concreto	und	8.00	7.00	56.00	
<b>4.00 BASE DE SECCIONADOR DE BARRA ( 1 und )</b>						3 317.52
4.01	Excavación	m3	5.36	22.96	123.08	
4.02	Relleno compactado	m3	3.11	2158	67.12	
4.03	Eliminación de desmonte	m3	6.66	1914	127.46	
4.05	Solado de concreto	m2	5.59	1091	60.97	
<b>4.06 Zapata</b>						
4.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	1.26	232.32	292.72	
4.06.02	Fierro fy 0 4200 kg / cm2	kg	94.55	3.25	307.30	
<b>4.07 Pedestales</b>						
4.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 - aditivo impermeabilizante	m3	0.94	252.85	237.68	
4.07.02	Fierro fy=4200 kg/cm2	kg	97.68	3.25	317.47	
4.07.03	Encofrado	m2	7.50	26.31	197.29	
4.07.04	Plancha de fierro de 1/2" de 30 x 30 cms	und	3.00	145.00	435.00	
4.07.05	Pernos galvanizados de anclaje de 3/4"	und	12.00	85.00	1020.00	
4.07.06	Colocación de Grouting	M2	0.48	157.15	75.43	
4.07.07	Ensayos de compresion de concreto	und	8.00	7.00	56.00	

TABLA N° 2.5 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 2

PRESUPUESTO						
OBRA: INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA II 25/25/25 MVA. 60/22.9/10 KV						
UBIC.: Distrito de Huachipa - LIMA						
FECHA: MAYO 2007						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U.	PARCIAL	TOTAL
5.00	PANTALLA DE CONCRETO ( 2 unds )					17 205.17
5.01	Excavación	m3	27.30	22.96	626.90	
5.02	Relleno compactado	m3	16.38	21.58	353.52	
5.03	Eliminación de desmonte	m3	25.48	19.14	679.00	
5.05	Soldado de concreto	m2	16.00	10.91	174.50	
5.06	<b>Zapata</b>					
5.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 + aditivo impermeabilizante	m3	10.40	259.60	2699.83	
5.06.02	Fierro fs = 4200 kg/cm2	kg	169.52	3.25	550.96	
5.07	<b>Pedestales</b>					
5.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	5.00	232.32	1161.58	
5.07.02	Encofrado	m2	22.00	26.31	578.72	
5.08	<b>Pantalla de concreto</b>					
5.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	12.25	256.12	3137.52	
5.08.02	Encofrado y desencofrado caravista	m2	98.00	35.65	3493.78	
5.08.03	Fierro fs 0.4200 kg/cm2	kg	1037.66	3.25	3372.50	
5.09	<b>Calzadas</b>					
5.09.01	Excavación	m3	1.27	22.96	29.16	
5.09.02	Eliminación de desmonte	m3	1.25	19.14	23.92	
5.09.03	Concreto f'c= 100 Kg/Cm2	m3	1.27	166.36	211.28	
5.09.04	Ensayos de compresion de concreto	Und	16.00	7.00	112.00	
6.00	CAJAL DE INGRESO DE CABLES					3 828.09
6.01	<b>DEMOLICIONES</b>					
6.01.01	Picar muro de ingreso a sotano de edificio	m3	1.20	227.16	272.59	
6.01.02	Picar techo para anclaje de muros	m3	0.35	227.16	79.51	
6.02	Excavación	m3	3.45	22.96	79.22	
6.03	Eliminación de desmonte	m3	6.97	19.14	133.29	
6.05	Soldado de concreto	m2	3.45	10.91	37.63	
6.06	<b>Zapata</b>					
6.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 con aditivo impermeabilizante	m3	1.38	232.32	320.60	
6.06.02	Fierro fs = 4200 kg/cm2	kg	67.52	3.25	219.45	
6.07	<b>Muro de contención</b>					
6.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	3.36	252.85	1001.30	
6.07.02	Encofrado	m2	18.29	35.65	652.05	
6.07.03	Fierro fs 4200 kg/cm2	kg	300.44	3.25	976.46	
6.07.04	Ensayos de compresion de concreto	Und	8.00	7.00	56.00	
7.00	Canaletas					5 458.59
7.01	<b>Demoliciones</b>					
7.01.01	Demoliciones de losa e=0.30m	m3	1.15	227.16	261.23	
7.01.02	Demolicion de canaletas para empalme	m3	0.11	227.16	24.99	
7.02	<b>Excavación vias de rodamiento</b>					
7.02.01	Excavación debajo de vias de rodamiento	m3	6.33	22.96	145.36	
7.02.02	Excavación para colocac. de tubos 2"	m3	3.45	22.96	79.22	
7.02.03	Excavación para colocac. de tubos 4"	m3	3.00	22.96	68.88	
7.02.04	Excavación para buzón llegada de cables	m3	1.50	22.96	34.45	
7.02.05	Excavación para canaletas	m3	2.56	22.96	58.79	
7.03	<b>Eliminación de desmonte</b>					
7.03.01	Eliminación de desmonte de excavación	m3	21.42	19.14	409.93	
7.03.02	Eliminación de desmonte de demolición losa y canaletas	m3	2.02	19.14	38.66	
7.04	<b>Soldado de concreto</b>					
7.04.01	Soldado en cruce de tubos, canaletas y buzones	m2	11.10	10.91	121.06	
7.05	<b>Buzon de cables</b>					
7.05.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 in situ	m3	0.74	252.85	187.11	
7.05.02	Encofrado y desencofrado	m2	4.42	26.31	116.27	
7.05.03	Aceero fs = 4200 kg/cm2	kg	23.00	3.25	74.75	
7.06	<b>Canaletas</b>					
7.06.01	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	1.15	252.85	290.78	
7.06.02	Encofrado y desencofrado	m2	12.97	26.31	341.18	
7.06.03	Aceero fs = 4200 kg/cm2	kg	115.00	3.25	373.76	
7.06.04	Concreto Fluido f'c = 30 kg/cm2	m3	13.00	160.27	2083.45	
7.06.05	Tubos de PVC de 6"	m	11.00	38.95	428.44	
7.06.06	Tubos de PVC de 4"	m	10.00	19.74	197.45	
7.06.07	Tubos de PVC de 2"	m	5.00	8.65	43.23	
7.06.08	Ensayos de compresion de concreto	und	12.00	7.00	84.00	
8.00	Carpintería Metálica					2 139.15
8.01	Escalera de gaco	Und	1.00	464.00	464.00	
8.02	Tapas de plancha metálica de 1/4" de 0.80*0.80 mcl/marcos (refuerzo de planchas de 3/4"x1/4". El marco será de ángulo de 7"x13/16)	Und	1.00	755.00	755.00	
8.03	Tapas de plancha metálica de 1/4" de 1.40*0.50 mcl/marcos (refuerzo de planchas de 3/4"x1/4". El marco será de ángulo de 7"x13/16)	Und	1.00	920.16	920.16	

TABLA N° 2.6 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 3

PRESUPUESTO						
OBRA: INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA II 25/25 MVA, 60/22.9/10 kv						
UBIC.: Distrito de Huachipa - LIMA						
FECHA: MAYO 2007						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U.	PARCIAL	TOTAL
<b>III OBRAS ELECTROMECANICAS</b>						
11.00	DESMONTAJE DE EQUIPOS 60 kV (LINEA 712 EXISTENTE)					562.33
11.1	Corte y retiro de cable Aldrey derivación 60 kV ( con corte de energía)	Glb	100	0.00	0.00	
11.2	Corte y retiro de cable Aldrey Línea L-712 ( de pórtico Set a primer poste CAC con corte de energía)	Glb	100	0.00	0.00	
11.3	Desmontaje de interconexiones entre equipos	Glb	100	0.00	0.00	
11.4	Desmontaje de caja de control, tuberías y accesorios de seccionadores 60 kV	JGD	200	58.03	116.06	
11.5	Desmontaje de tuberías y accesorios del transformador de corriente 60 kV	Glb	100	27.04	27.04	
11.6	Desmontaje de caja de control, soportes y accesorios de interruptor tripolar 60 kV	CJTO.	100	178.86	178.86	
11.7	Apertura de canaletas y retiro de cables de control de equipos (Línea 712)	Glb	100	183.46	183.46	
11.8	Retiro de pletinas de Cu sistema de puesta a tierra superficial para demoliciones	Glb	100	56.91	56.91	
12.00	DESMONTAJE DE EQUIPOS 10 kV (CELDA FUTURA TR-III)					464.87
12.1	Desmontaje de transformadores de corriente tipos pasamuros 10 kV (incluye barras derivación)	Glb	100	103.72	103.72	
12.2	Desmontaje de compartimento cajuela de B.T. Celda futura TR-II (lado 10 kV), (incluye limpieza para montaje de equipos y puertas metálicas)	Glb	100	114.19	114.19	
12.3	Desconexión y retiro de cables de control de equipos (Celda de Acoplamiento 10 kV)	Glb	100	119.33	119.33	
12.4	Desconexión y retiro de pletinas de Cu sistema de puesta a tierra superficial	Glb	100	47.14	47.14	
12.5	Retiro y mantenimiento de interruptor 10 kV existente (celda futura TR-II, incluye solo limpieza)	Glb	100	80.49	80.49	
13.00	MONTAJE DE CONDUCTOR, FERRETERIA Y EQUIPOS 60 kV					10 528.54
13.1	Preparación Cable Aldrey Celda TR-II 60 kV	Glb	100	694.68	694.68	
13.2	Tendido de cable Aldrey Red Aerea y derivación equipos 60 kV ( con corte de energía)	Glb	100	2281.27	2281.27	
13.3	Interconexiones entre equipos 60 kV	Glb	100	265.21	265.21	
13.4	Montaje de seccionador 60 kV (incluye soporte metálico, caja de control y regulación)	UN	100	2431.35	2431.35	
13.5	Montaje de transformador de corriente 60 kV (incluye soporte metálico)	UN	300	642.25	1923.74	
13.6	Montaje de interruptor 60 kV (incluye soporte metálico y caja de control)	UN	100	2202.59	2202.59	
13.7	Revisión y conexonado de cables de control de equipos Celda TR-II	Glb	100	723.70	723.70	
14.00	TRABAJOS EN ZONA TRANSFORMADOR DE POTENCIA TR-II					29 826.53
14.1	Suministro, fabricación y montaje de soporte de cables energía en TR-II (en pared y muro de protección transformador de potencia)	Glb	100	4175.25	4175.25	
14.1.1	Suministro, fabricación y montaje de soporte metálico de bandejas de cables de energía	Glb	100	3674.82	3674.82	
14.2	Suministro, fabricación y montaje de bandejas de cables de energía 10 kV de TR-II	GLB	100	3367.97	3367.97	
14.3	Fabricación y montaje de barras sáblado 10 kV de Transformador TR-II (incluye suministro de portabarras 10 kV)	GLB	100	2296.34	2296.34	
14.4	Suministro, fabricación y montaje de juntas de dilatación (03 Unid.)	GLB	100	1586.47	1586.47	
14.5	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS CELDA 60 kV TR-II	GLB	100	4104.52	4104.52	
14.6	PICADO DE LOSA BASE DEL TRANSFORMADOR E INSTALACION DE FRENSOS DEL TR-II	GLB	100	431.75	431.75	
14.7	ADECUACIONES DE LAS TIERRAS DEL TRANSFORMADOR (incluye el neutro)	GLB	100	653.28	653.28	
14.8	ADECUACIONES EN CAJUELA PARA INGRESO DE CABLES DE CONTROL (colocación de tubos Conduct)	GLB	100	977.82	977.82	
14.9	REVISION Y CONEXIONADO DE LA CAJA DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR	GLB	100	575.56	575.56	
14.10	MONTAJE, REVISION Y CONEXIONADO DEL GABINETE DE CONTROL Y PROTECCION DEL TR-II (LADO 60 kV)	GLB	100	1562.02	1562.02	
14.11	TRASLADO Y RETORNO DEL EQUIPO DE SILICONEADO	GLB	100	1301.85	1301.85	
14.12	PREPARACION DE LOS BUSHINGS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA PARA SILICONEADO (incluye limpieza)	GLB	100	307.2	307.2	
14.13	PREPARACION DE LOS AISLADORES DEL SISTEMA DE BARRAS LADO 10 kV TR-II PARA SILICONEADO (incluye limpieza)	GLB	100	208.27	208.27	
14.14	GALVANIZADO DE FABRICACIONES METALICAS	GLB	100	4599.89	4599.89	
15.00	TRABAJOS EN SALA DE CONTROL					5 344.66
15.1	REVISION Y CONEXIONADO DE CABLES EN PANELES ESTRUCTURA DE RELES	GLB	100	882.55	882.55	
15.2	REVISION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL EN EL PANEL DE SSAA	GLB	100	475.48	475.48	
15.3	REVISION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL EN EL GABINETE RTU	GLB	100	447.54	447.54	
15.4	Montaje y conexonado del cuadro de señalización y alarmas (SACD)	GLB	100	645.03	645.03	
15.5	Adecuaciones en panel de mando TR-II (incluye calados y modificación del mismo en alto relieve)	GLB	100	776.84	776.84	
15.6	MONTAJE DEL GABINETE DE REGULACION DEL TR-II	GLB	100	2117.22	2117.22	
16.00	TRABAJOS EN SALA DE CELDAS DE 10 kV					8 414.03
16.1	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS LADO 10 kV TR-II	GLB	100	3855.03	3855.03	
16.2	Montaje de Transformadores de Corriente tipos pasamuros 10 kV (incluye barras derivación)	GLB	100	953.48	953.48	
16.3	MONTAJE Y CONEXIONADO DE LA CAJUELA DE B.T. CELDA LLEGADA TR-II (incluye calados en puerta)	GLB	100	2336.84	2336.84	
16.4	Fabricación y montaje soporte metálico en compartimento de cables de energía 10 kV (incluye suministro de portabarras 10 kV)	GLB	100	970.96	970.96	
16.5	Montaje de Portafusible y Transformadores de Tensión 10 kV (incluye fabricación soporte y derivación barras Cu)	GLB	100	0.00	0.00	
16.6	COLOCACION DE SELLOS RAYCHEN (hermetización de ducto de cables de energía)	UN	1800	16.54	2977.2	

TABLA N° 2.7 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 4

<b>PRESUPUESTO</b>						
OBRA: INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA II 25/25/25 MVA, 60/22.9/10 KV						
UBIC.: Distrito de Huachipa - LIMA						
FECHA: MAYO 2007						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U.	PARCIAL	TOTAL
17.00	TENDIDO DE CABLE DE ENERGIA Y TERMINACIONES					4 176.03
17.1	Tendido de cables de energía de 500 mm <sup>2</sup> enlace TR II - Celda de Llegada TR II 10 KV	m	27000	5.05	1363.50	
17.2	Ejecución y Montaje de Terminaciones de cable de energía 10 kV. (No incluye suministro de conector, terminación termocontraíble y supervisión externa)	UN	18.00	99.28	1787.04	
17.3	COLOCACION DE MANGAS EN LAS BARRAS DE CU (no incluye suministro de mangas)	GLB	100	391.88	391.88	
17.4	COLOCACION DE MANTAS EN LAS JUNTAS DE CU (no incluye suministro de mantas)	GLB	1.00	633.61	633.61	
18.00	TENDIDO Y COHEXIONADO DE CABLES DE CONTROL					4 710.46
18.1	Tendido de cables de control	GLB	1.00	246.15	246.15	
18.2	Tendido de Cable de Fibra optica	GLB	1.00	460.19	460.19	
18.3	Instalación de tubería flexible y colocación de cajas de paso	GLB	1.00	1789.12	1789.12	
19.00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL					2 251.81
19.1	Fabricación y montaje de pletinas de Cu sistema de puesta a tierra superficial.	GLB	1.00	1746.14	1746.14	
19.2	Empalmes con soldadura Cadwekl, incluye excavación y relleno para conexión a tierra superficial	GLB	1.00	288.43	288.43	
19.3	Instalación de tierras tipo trenza de Cu, incluye acondicionamiento en puerta de tablero	GLB	1.00	217.24	217.24	
20.00	TRABAJOS DE PINTURA.					4 157.69
20.1	Pintado de fabricaciones metálicas	GLB	1.00	3576.27	3576.27	
20.2	Pintado de elementos de cobre	GLB	1.00	581.42	581.42	
21.00	ROTULACIONES					2 657.15
21.1	Rotulaciones de equipos 60 kV y gabinetes.	GLB	1.00	2657.15	2657.15	
22.00	PRUEBAS DE RECEPCION					3 951.17
22.1	Revisión y pruebas mecánicas	GLB	1.00	1988.99	1988.99	
22.2	Revisión y pruebas eléctricas	GLB	1.00	1962.18	1962.18	
IV	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS					6 315.86
23.1	PLANOS REPLANTEADOS	Gib	1.00	1454.22	1454.22	
23.2	HORAS EXTRAS POR TRABAJOS CON CORTE DE ENERGIA EN DIA DOMINGO EN HORARIOS ESPECIALES (fuera de horario de trabajo) - Horas extras al 100%	DIA	1.00	1793.72	1793.72	
23.3	TRABAJOS CON CORTE DE ENERGIA PARA PUESTA EN SERVICIO	DIA	1.00	3067.92	3067.92	
	COSTO DIRECTO		C. D.		S/	130.328.55
	GASTOS GENERALES		G. G.	10.00%	S/	13.032.85
	UTILIDADES		UT.	10.00%	S/	13.032.85
	SUB TOTAL I				S/	156.394.25



Algunas observaciones a actividades inusuales del listado presentado son: el uso de equipos de protección ante riesgo eléctrico (antiflama) por ejecución de trabajos electromecánicos y de obras civiles en zonas aledañas a circuitos energizados, demolición bases de equipos existentes (ya que los equipos de maniobra existentes tenían bases de concreto – ver figura 2.1) y las horas extras al personal por trabajo en día domingo (ya que al trabajarse en instalaciones en servicio se requiere cortes previos para toma de medidas; e incluso la misma puesta en servicio, siendo una condición de operación que los circuitos sólo podían liberarse en días domingo).

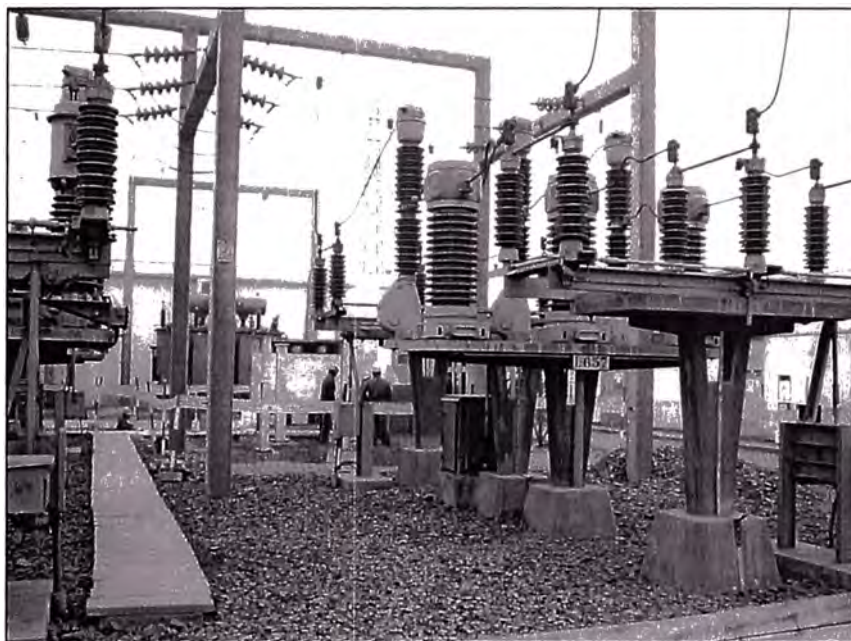


Fig. 2.1 Soportes de equipos existentes de concreto, tuvieron que ser demolidas

De la estructura de costos mostrada en las tablas precedentes se concluye que los costos con mayor influencia asociados al montaje de la celda de 60kV haciendo uso de equipos de maniobra convencionales están definidos por las siguientes actividades:

- Obras preliminares: traslado de equipos de almacenes a obra.
- Trazo y replanteo.
- Obras civiles para ejecución de bases del interruptor de potencia tripolar (y su caja de control), seccionador tripolar (y su caja de control y regulación) y transformadores de corriente.
- Montaje del interruptor de potencia tripolar (y su caja de control), seccionador tripolar (y su caja de control y regulación) y transformadores de corriente.
- Tendido de conductor AAAC para bajadas e interconexión entre equipos.

- Tendido y conexionado de cable de control a Sala de Control (sistema de control y protección).
- Sistema de puesta a tierra superficial.
- Rotulaciones.
- Pruebas y recepción.

### **2.3 Análisis de Costos de Montaje de una Subestación con Aparatos de Maniobra Aislados en Gas (PASS – M00)**

En el presente subtítulo se describirá el caso de una celda usando un equipo compacto del tipo Pass – M00 para luego realizar la descomposición de sus actividades (EDT). Como caso particular, asumiremos el montaje electromecánico de tres bahías compactas en 60 kV (dos de líneas, una de transformación y una de acoplamiento de barras) y del sistema de barraje también en 60 kV.

Estas celdas estará compuesta por los equipos que a continuación se indican:

- 02 Equipos de maniobra tipo PASS MOO 72,5 kV, para bahía de línea, 60 kV-325 kV-BIL-2000 A, simple barra
- 01 Equipo de maniobra tipo PASS MOO 72,5 kV, para bahía de transformador, 60 kV-325 kV-BIL-2000 A., simple barra

Nótese que cada celda consta de un único equipo de (Pass – M00) maniobra, a diferencia del caso anterior en que se tenía varios elementos (interruptor, seccionar y transformador de medida).

Además, el sistema de barras 60 kV será rígido de aluminio. Las barras 60 kV estarán fijadas sobre aisladores portabarras de silicona, los soportes metálicos en forma de “T” serán de perfil estructural de alma llena. El control y protección de las celdas compactas 60 kV y el transformador de potencia serán a través de controladores de bahía instalados en los gabinetes exteriores ubicados frente a las celdas.

Existen otras consideraciones a tenerse en cuenta puesto que este trabajo se realizó dentro de una subestación con instalaciones existentes las mismas que serán indicadas más adelante. Sin embargo, para la comparación de costos en el montaje de equipos se obviará las actividades que no influyan directamente en dicho costo.

A continuación se mostrará el EDT (tablas 2.8 y 2.9) de las actividades de montaje en patio de llaves que se tuvieron en cuenta en el proyecto descrito. Este proyecto también

se desarrolló en una subestación con riesgo latente de electrocución ya que existían circuitos aledaños en servicio próximos a las zonas de trabajo.

TABLA N° 2.8 DESCOMPOSICION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (EDT) –  
PARTE 1

RESUMEN DE ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICION DEL TRABAJO (EDT) LISTADO DE ACTIVIDADES	
REFERENCIA:	SUBESTACIONES DE TRANSMISION 50KV - USO DE EQUIPOS DE MANIOBRA COMPACTOS PASS - M00
AREA:	TRANSMISION / SUBESTACIONES
FECHA:	ENERO DEL 2007
CODIGO	DESCRIPCION DE LAS PARTIDAS
<b>1.0000</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>
<b>1.1000</b>	<b>Transportes</b>
1.1.1	Mobilización y desmovilización de equipos y herramientas
1.1.2	Inspecciones Técnicas/Previas
1.1.3	Carga, Traslado y Descarga de equipamiento de 50KV
<b>1.2000</b>	<b>Trazos y Replanteos</b>
1.2.1	Trazos y Replanteos Con Corte de Energía
1.2.2	Trazos y Replanteos Sin Corte de Energía
<b>1.2.3</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>
<b>1.2.3.1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>
1.2.3.1.1	Excavación
1.2.3.1.2	Relleno compactado material propio
1.2.3.1.3	Eliminación de desmonte
1.2.3.1.4	Acarreo de material
1.2.3.1.5	Solado de concreto
<b>1.2.3.2</b>	<b>Zapata</b>
1.2.3.2.1	Concreto f c=210 kg/cm <sup>2</sup> + aditivo impermeabilizante
1.2.3.2.2	Fierro fy = 4200 kg / cm <sup>2</sup>
<b>1.2.3.3</b>	<b>Pedestales</b>
1.2.3.3.1	Concreto f c=210 kg/cm <sup>2</sup> + aditivo impermeabilizante
1.2.3.3.2	Fierro fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>
1.2.3.3.3	Encofrado Pedestales
1.2.3.3.4	Plancha de fierro de 1/2 de 42 x 42 cms
1.2.3.3.5	Pernos galvanizados de anclaje de 1
1.2.3.3.6	Colocación de Grouting
1.2.3.3.7	Ensayos de compresión de concreto
<b>1.3000</b>	<b>Instalación de Campamentos Temporales</b>
<b>2.0000</b>	<b>MONTAJE MECANICO</b>
<b>2.2000</b>	<b>Exterior</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Montaje de Equipos y Soportes</b>
<b>2.2.1.1</b>	<b>Montaje de Transformador de Potencia</b>
<b>2.2.1.1.1</b>	<b>Equipamiento y Montaje de Accesorios de Transformador de Potencia</b>
2.2.1.1.1.1	Montaje de Bushing del Transformador de Potencia
2.2.1.1.1.2	Montaje de Radiadores del Transformador de Potencia
2.2.1.1.1.3	Montaje de Ventiladores del transformador de Potencia
2.2.1.1.1.4	Montaje de Equipos y Accesorios
2.2.1.1.1.5	Llenado de Aceite
2.2.1.1.1.6	Tratamiento del Aceite
2.2.1.1.1.7	Revisiones y Pruebas
<b>2.2.1.1.2</b>	<b>Desplazamiento a Ubicación Final del Transformador de Potencia</b>
<b>2.2.1.5</b>	<b>Montaje de Soportes Metálicos</b>
2.2.1.5.1	Montaje Vigas, Columnas, Sistemas de Barras y Pórticos
2.2.1.5.2	Montaje de Soportes de Aisladores Portacarros
2.2.1.5.3	Montaje de Soportes de Cables de Energía
<b>2.2.1.7</b>	<b>Montaje del Modulo del Pass M00</b>
2.2.1.7.1	Montaje de Soporte de Pas M00
2.2.1.7.2	Montaje de Modulo de Interruptor Pass M00
2.2.1.7.3	Montaje de TT del Pass M00
2.2.1.7.4	Montaje de la caja de Control del Pass M00
2.2.1.7.5	Llenado de SF6 en Pass M00
2.2.1.7.6	Instalación del Grouting en la Base del Pass M00
2.2.1.8	Montaje de Banco de Compensación Reactiva
2.2.1.10	Montaje de Aisladores Portacarros
<b>2.2</b>	<b>Montaje de Tableros</b>
2.2.2.1	Montaje de Tacleros en Canaletas
<b>2.2.4</b>	<b>Montaje de Cables de Energia</b>
<b>2.2.4.1</b>	<b>Movimientos de Tierras</b>
2.2.4.1.1	Excavaciones
2.2.4.1.2	Rellenos y Compactación
2.2.4.1.3	Eliminación de Desmonte
2.2.4.1.4	Acarreo de Material
2.2.4.1.5	Solados de Concreto
2.2.4.1.6	Colocación de Ladrillo
2.2.4.1.7	Colocación de Cintas de Señalización
2.2.4.2	Tendido de Cables de Energia
2.2.4.3	Montaje de Terminales
2.2.4.4	Colocación de Sellos
<b>2.2.5</b>	<b>Interconexión Mecánica de Equipos y Sistemas de Barras</b>

TABLA N° 2.9 DESCOMPOSICION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (EDT) –  
PARTE2

2.2.5	<b>Interconexión Mecánica de Equipos y Sistemas de Barras</b>
2.2.5.1	Suministro, fabricación y Montaje de Juntas de Dilatación
2.2.5.2	Montaje de Conectores y accesorios
2.2.5.3	Montaje de Barras Tucleulares
2.2.5.4	Montaje de Barras Rectangulares
2.2.5.5	Montaje de Conductor Aldréy
2.2.5.6	Montaje de Aisladores
2.2.5.7	Ferrados de Barras
2.2.5.8	Colocación de Mantas Termcontraibles
2.2.6	Control de Calidad
2.2.7	Apantallamientos
3.0000	<b>MONTAJE ELECTRICO</b>
3.1000	<b>Interior / Exterior</b>
3.1.1	Apertura de Canaletas
3.1.2	Revisiones e Identificaciones de Circuitos Eléctricos
3.1.3	Tendidos de Cables de Control y Fuerza
3.1.3.1	Tendidos de Cables de Fuerza
3.1.3.2	Tendidos de Cables de Control Hasta 4 hilos
3.1.3.3	Tendidos de Cables de Control Hasta 8 hilos
3.1.3.4	Tendidos de Cables de Control Mas de 8 hilos
3.1.3.5	Instalación de Alzabocina para tendido de cable de control
3.1.4	Conexionados Eléctricos de Tableros y Celdas
3.1.5	Conexionado eléctrico de equipos en B.T.
3.1.6	Control de Calidad
3.1.6.1	Pruebas Eléctricas en Blanco
3.1.6.2	Pruebas Eléctricas Funcionales
3.1.6.3	Calibraciones y Configuraciones
4.0000	<b>INSTALACIONES GENERALES</b>
4.1000	<b>Sistema de Puesta a Tierra Superficial</b>
4.1.1	Sistema de Puesta a Tierra Superficial en Conductor
4.1.2	Sistema de Puesta a Tierra Superficial Con Pletina
4.1.3	Sistema de Puesta a Tierra Superficial con Colocación Trenzas en Tableros y Celdas
4.1.4	Aterramientos de Pantallas Cables de Control
4.1.5	Aterramientos de Pantallas de Cables de Energía 10/22.9 KV
4.2000	<b>Pintados</b>
4.3000	<b>Tratamientos de Estructuras Metálicas</b>
4.3.1	Tratamientos de Estructuras Metálicas - Arenado
4.3.3	Tratamientos de Estructuras Metálicas - Galvanizado
4.4000	<b>Rotulaciones</b>
4.5000	<b>Acabados, Hermetizaciones y Limpieza</b>
4.5.1	Acabados en Resanes de concreto
4.5.2	Acabados en Resanes de Pintura
4.5.3	Acabados en Hermétizaciones para filtros, empaquetaduras y siliconados
4.5.4	Limpieza General
4.9000	<b>Montaje de Accesorios en Tableros y Celdas Interior/ Exterior</b>
4.9.1	Colocacion de bornes.
4.9.2	Colocacion de elementos de anclajes soldados
4.9.3	Colocacion de elementos de anclajes empernados
4.9.4	Colocacion de canaletas de plastico PVC
4.9.5	Colocacion de espiral PVC
4.9.6	Montaje de equipos de BT
4.9.7	Calados para montaje de accesorios electricos en plancha fija
4.9.8	Montaje de reles
4.9.9	Montaje de medidores
4.9.10	Montaje de llave de mandos o pulsadores
4.9.11	Montaje de Tuberia flexible. Incluye Calado
4.9.12	Montaje de Tuberia PVC. incluye Calado
5.0000	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>
5.1	Pruebas Funcionales
5.2	Pruebas a Local Distancia
5.3	Pruebas Remotas

Este listado es aún de uso general. El listado específico que emplearemos para el análisis de los costos asociados al montaje se mostrará posteriormente.

Como puede apreciarse en la estructura de actividades del proyecto, de modo similar que en el caso anterior, estas se pueden agrupar en cuatro grupos muy diferenciados entre sí:

- Actividades preliminares y Obras Civiles.
- Actividades de montaje mecánico y eléctrico, de los nuevos equipos a instalar.
- Instalaciones generales.
- Pruebas y puesta en servicio.

En este caso, aún cuando se tienen instalaciones en servicio, estas se encuentran fuera del área de trabajo del presente proyecto. No es necesario el desmontaje previo de equipos (ni demolición alguna como si ocurrió en el caso anterior).

Para la comparación que buscamos realizar como objetivo principal del presente Informe, y al igual que en el caso del subtítulo 2.2, son sólo dos de estos grupos de actividades los que nos interesan: el montaje electromecánico de los equipos de la bahía compacta de 60kV y las obras civiles asociadas al montaje de estos equipos (cimentación de los equipos). Las demás actividades son propias del proyecto de instalación de un transformador de potencia, su respectiva bahía de transformador y las bahías de línea. Por similitud con el caso anterior, la bahía que debería compararse es la del transformador. En foto adjunta se muestra el montaje de dicha bahía (fig. 2.2)



Fig. 2.2 Montaje con grúa tipo HIAB del modulo compacto Pass – M00

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta a continuación el costeo de las actividades para la ejecución del proyecto en estudio (subtítulo 2.3.). Ver tablas N° 2.10 y 2.11

**TABLA N° 2.10 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 1**

PRESUPUESTO						
OBRA: MONTAJE DE EQUIPOS DE MANO EN PATIO DE 60 KV - INCLUIDO EL PORTICO DE 40 KV Y LOS GABINETES DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA						
UBIC.: Distrito de Lurin - LIMA						
FECHA Julio 2006						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)	SUBTOTAL (SOLES)	PARCIAL (SOLES)
<b>1 PRIMERA ETAPA</b>						
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE ALMACENES LOS A OBRA	OM	1	7668.31	7668.31	18887.83
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION (TRASLADO DE EQUIPOS HERRAMIENTAS Y MATERIALES)	OM	1	1000.00	1000.00	
1.2	CASETA DEL CONTRATISTA	OM	1	825.29	825.29	
1.3	BAÑO PORTATIL	MES	2	329.68	659.36	
1.4	MOVILIDAD DE EMERGENCIA	Cu	0	918.00	0.00	
1.5	SEÑALIZACION	OM	1	632.00	632.00	
1.6	AGUA PARA EL PERSONAL	OM	1	140.00	140.00	
1.7	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	OM	1	220.00	220.00	
1.8	TRASLADO DIARIO DEL PERSONAL LIMA-LURIN-LIMA	OM	0	2499.00	0.00	
<b>2 MONTAJE DEL TRANSFORMADOR</b>						
2.1	MONTAJE DEL TRANSFORMADOR EN SU BASE (considera anclaje de ruedas y acondicionamiento de cimbra y caudales)	OM	1	2119.26	2119.26	5088.10
2.2	FABRICACION Y SUMINISTRO DEL SOPORTE DE BARRAS LADO 22.9 KV (incluye montaje del soporte)	UM	1	3395.27	3395.27	
2.3	FABRICACION Y SUMINISTRO DEL SISTEMA DE BARRAS DE 22.9 KV (incluye forjado de barras no incluye suministro de mantas mangas de tiras de Cu)	OM	1	3341.30	3341.30	
2.4	FABRICACIONES METALICAS DEL SOPORTE DE CABLES LADO 22.9 KV (incluye montaje)	UM	1	8217.00	8217.00	
2.5	FABRICACION Y SUMINISTRO DEL SOPORTE DE BARRAS DE LADO DE 10 KV (incluye montaje del soporte)	UM	1	887.63	887.63	
2.6	FABRICACION Y SUMINISTRO DEL SISTEMA DE BARRAS DE 10 KV (incluye forjado de barras no incluye suministro de mantas mangas de tiras de Cu)	OM	1	1547.27	1547.27	
2.7	FABRICACION Y SUMINISTRO DEL SOPORTE DE CABLES LADO 10 KV (incluye montaje)	UM	1	8147.62	8147.62	
2.8	EJECUCION DE TERMINALES DE 10 KV EN EL LADO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA (no incluye suministro de conector terminal terminación termoc o suspensión externa)	UM	12	89.22	1102.64	
2.9	EJECUCION DE TERMINALES DE 22.9 KV EN EL LADO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA (no incluye suministro de conector terminal terminación termoc o suspensión externa)	UM	8	93.21	822.99	
2.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE LAS TIERRAS SUPERFICIALES DEL TRANSFORMADOR	OM	1	1007.18	1007.18	
2.11	TRASLADO DEL TRANSFORMADOR HASTA SU POSICION DEFINITIVA (no inc. Póliza de Seguro durante traslado)	UM	1	0.00	0.00	
2.12	SUMINISTRO Y MONTAJE DE LAS JUNTAS DE OLACION (09 UNIDADES)	OM	1	2691.61	2691.61	
2.13	COLOCACION DE JUNTAS EN LAS JUNTAS DE CU (no incluye suministro de mantas)	OM	1	802.14	802.14	
2.14	COLOCACION Y SUMINISTRO DE AREIA FINA PARA BUZONES DE SOPORTE DE CABLE DE ENERGIA 10 Y 22.9 KV	M3	8	22.47	182.12	
<b>3 MONTAJE ELECTROMECANICO EN EL PATIO DE 60 KV</b>						
3.1	MONTAJE DE PASS MOO DE LINEA 1	UM	1	2129.52	2129.52	18967.86
3.2	MONTAJE DE PASS MOO DE LINEA 2	UM	1	2129.52	2129.52	
3.3	MONTAJE DE PASS MOO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	UM	1	2129.52	2129.52	
3.4	MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS PARA EL SISTEMA DE BARRAS	OM	1	847.82	847.82	
3.5	MONTAJE DEL SISTEMA DE BARRAS	UM	1	719.08	719.08	
3.6	INTERCONEXION ENTRE BARRAS Y PASS MOO DE LINEA	UM	2	829.48	1658.96	
3.7	INTERCONEXION ENTRE BARRAS Y PASS MOO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	UM	1	829.48	829.48	
3.8	MONTAJE REVISION Y CONEXIONADO DEL PANEL DE CONTROL DEL PASS MOO DE LINEA	UM	2	1024.88	2049.76	
3.9	MONTAJE REVISION Y CONEXIONADO DEL PANEL DE CONTROL Y PROTECCION DEL PASS MOO DEL TRANSFORMADOR	UM	1	1024.88	1024.88	
3.10	MONTAJE DE PORTICO DE LINEA 60 KV	UM	1	1784.72	1784.72	
3.11	EJECUCION Y OSEJECUCION PARA APLICACION DE GROUTING	M3	1.32	27.87	36.79	
3.12	COLOCACION DE GROUTING (altura = 0.05m)	M3	8.7	182.71	1589.58	
3.13	APOYO DE PERSONAL PARA SILENCIADO	OM	1	312.25	312.25	
<b>4 TENDIDO DE CABLES DE ENERGIA 10 KV</b>						
4.1	EXCAVACION DE ZALUA	M3	432	32.61	14177.52	18886.86
4.2	NIVELACION DE FONDO DE ZALUA	M3	420	4.18	1755.60	
4.3	SOLADO DE COHCRETO DE 10 CM	M3	74	174.81	12936.92	
4.4	CAMA DE AREIA	M3	38	34.34	1304.92	
4.5	TENDIDO DE CABLE DE ENERGIA	M	720	1.85	1332.00	
4.6	COLOCACION DE SELLOS RYCHEI (no incluye suministro de sellos de ductos el equipo de llenado será proporcionado por L.D.S)	UM	48	11.82	567.36	
4.7	COLOCACION DE LADRILLO	UM	2400	0.24	600.00	
4.8	COLOCACION DE LA CINTA SEÑALIZADORA (no incluye suministro de cinta)	M	922	0.24	221.28	
4.9	RELLENO Y COMPACTACION DE LA ZALUA CON MATERIAL PROPIO	M3	14	28.00	392.00	
4.10	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION	M3	16.34	134.34	2195.34	
4.11	RETRO Y REPOSICION DE RIPIO	M3	200	2.80	560.00	
4.12	ACARREO DE MATERIAL DE EXCAVACION	M3	132.00	2.70	356.40	
4.13	PRUEBAS DE COMPACTACION	UM	2	380	760.00	
<b>5 PINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS (INCLUYE PORTICO DE LLEGA)</b>						
5.1	PINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS (INCLUYE PORTICO DE LLEGA)	OM	1	8954.51	8954.51	8954.51
<b>6 ROTULACIONES</b>						
6.1	ROTULACIONES	OM	1	1009.82	1009.82	1009.82
<b>7 PUESTA A TIERRA</b>						
7.1	PUESTA A TIERRA	OM	1	1910.9	1910.9	1910.90
<b>8 REPLANTEO DE PLANOS</b>						
8.1	REPLANTEO DE PLANOS	OM	1	1174.72	1174.72	1174.72
				COSTO DIRECTO	51615.09	
				GASTOS GENERALES	3161.39	
				UTILIDADES	3161.39	
				<b>SUB TOTAL DE LA PROYECTA</b>	<b>100938.07</b>	



TABLA N° 2.11 COSTEO DE ACTIVIDADES EDT ESPECIFICAS PARA EL PROYECTO – PARTE 2

<b>PRESUPUESTO</b>						
OBRA: MONTAJE DE EQUIPOS DE MANIOBRA EN PATIO DE 60 KV - INCLUIDO EL PORTICO DE 60 KV Y LOS GABINETES DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA						
UBIC.: Distrito de Lurín - LIMA						
FECHA Julio 2006						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)	SUBTOTAL (SOLES)	PARCIAL (SOLES)
	<b>PRIMERA ETAPA</b>					
<b>4</b>	<b>TENDIDO DE CABLES DE ENERGIA 10 KV</b>					<b>18086.55</b>
4.1	EXCAVACION DE ZANJA	m3	132	22.51	2971.32	
4.2	NIVELACION DE FONDO DE ZANJA	m2	120	4.18	501.60	
4.3	SOLADO DE CONCRETO DE 10 CM	m3	12	174.51	2098.52	
4.4	CAMA DE ARENA	m3	36	34.24	1235.24	
4.5	TENDIDO DE CABLE DE ENERGIA	m	720	5.05	3636.00	
4.6	COLOCACION DE SELLOS RYCHEN (no incluye suministro de sellos de ductos) el equipo de llenado será proporcionado por LDS)	Un	45	11.85	533.25	
4.7	COLOCACION DE LADRILLO	Un	3600	0.25	900.00	
4.8	COLOCACION DE LA CINTA SEÑALIZADORA (no incluye suministro de cinta)	m	720	0.24	172.80	
4.9	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LA ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	64	28.02	2353.68	
4.10	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	62.40	19.14	1194.34	
4.11	RETIRO Y REPOSICION DE RIPIO	m2	200	2.90	580.00	
4.12	ACARREO DE MATERIAL DE EXCAVACION	m3	132.00	8.70	1148.40	
4.13	PRUEBAS DE COMPACTACION	DIA	2	380	760.00	
<b>5</b>	<b>PINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS(INCLUYE PORTICO DE LLEGADA)</b>	Glb	1	6934.51	6934.51	<b>6934.51</b>
<b>6</b>	<b>ROTULACIONES</b>	Glb	1	1669.82	1669.82	<b>1669.82</b>
<b>7</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>	Glb	1	1910.9	1910.9	<b>1910.90</b>
<b>8</b>	<b>REPLANTEO DE PLANOS</b>	Glb	1	1174.72	1174.72	<b>1174.72</b>
COSTO DIRECTO						<b>91615.89</b>
GASTOS GENERALES						<b>9161.59</b>
UTILIDADES						<b>9161.59</b>
<b>SUB TOTAL DE LA PROPUESTA</b>						<b>109939.07</b>

De la estructura de costos mostrada en las tablas precedentes se concluye que los costos con mayor influencia asociados al montaje de la bahía del transformador de 60kV haciendo uso de equipos de maniobra compactos están definidos por las siguientes actividades:

- Obras preliminares: traslado de equipos de almacenes a obra.
- Obras civiles para ejecución de una base (bahía del transformador de potencia).
- Montaje del Pass – M00 del transformador de potencia.
- Tendido de barraje para bajadas y conexión al equipo.
- Tendido y conexionado de cable de control al gabinete de Control (sistema de control y protección).
- Sistema de puesta a tierra superficial.
- Rotulaciones.
- Pruebas y recepción.

### **CAPITULO III**

#### **COMPARACION DE COSTOS EN MONTAJE DE SUBESTACIONES ENTRE CELDA TIPO CONVENCIONAL Y PAS-M00**

En esta parte del trabajo se muestra numéricamente la diferencia de costos en el montaje de una celda de 60kV usando equipos de maniobra convencionales versus otra celda usando un solo equipo de maniobra compacto (Pass – M00).

**Caso 1: Montaje de una subestación con aparatos de maniobra aislados en aire**

Considerando las actividades que influyen en el montaje de la celda del transformador, de las tablas 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 , y teniendo en cuenta los porcentajes de influencia según la magnitud del proyecto. Para el montaje de la celda de 60kV se obtiene el siguiente resultado: ver Tabla 3.1

**Caso 2: Montaje de una subestación con aparatos de maniobra compacto (Pass – M00)**

Considerando las actividades que influyen en el montaje de la celda del transformador, de las tablas 2.10, y 2.11 , y teniendo en cuenta los porcentajes de influencia según la magnitud del proyecto. Para el montaje de la celda de 60kV se obtiene el siguiente resultado: ver Tabla 3.2

Haciendo la comparación de costos entre ambos casos se obtiene que al usar equipos de maniobra compactos (tipo Pass M00) se logra un ahorro de alrededor del 55% (en nuestro caso ejemplo el costo en caso 2 representa el 42.75% del costo en el caso 1).

Este ahorro en el caso proviene de:

- La cantidad de equipos a trasladar es menor.
- La cantidad de equipos a instalar es menor.
- La cantidad de bases (movimiento de tierras y cimentación) es menor.
- La cantidad de equipos a interconectar es menor.
- La cantidad de equipos (cajas de mando) es menor.
- Menor tiempo de montaje en esta etapa de la obra.

Todo esto debido a que se logra reemplazar la celda “convencional” de varios equipos aislados en aire por un solo equipo compacto.

**TABLA N° 3.1 COSTEO POR MONTAJE DE UNA CELDA DE 60kV CON EQUIPOS AISLADOS EN AIRE (CASO 1)**

<b>PRESUPUESTO - COMPARACION MONTAJE DE CELDA (CASO 1)</b>							
OBRA: MONTAJE DE EQUIPOS DE MANIOBRA: INTERRUPTOR, SECCIONADOR Y TRANSF. MEDIDA (CASO 1)							
UBIC.: Distrito de Huachipa - LIMA							
FECHA: MAYO 2007							
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U.	PARCIAL	% INCIDENCIA	PARCIAL
<b>I OBRAS PRELIMINARES</b>							
1.01	TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE ALMACENES DE LDS A OBRA	GLB.	1.00	2 195.33	2195.33	0.50	1097.67
<b>II OBRAS CIVILES</b>							
2.00	BASE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA ( 1 und )	GLB.			3577.70	1.00	3577.70
3.00	BASE DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ( 1 und )	GLB.			2348.53	1.00	2348.53
4.00	BASE DE SECCIONADOR DE BARRA ( 1 und )	GLB.			3317.52	1.00	3317.52
<b>III OBRA ELECTROMECANICAS</b>							
13.00	MONTAJE DE CONDUCTOR, FERRETERIA Y EQUIPOS 60 kV						
13.1	Preparación Cable Aldrey Ceida Tr-II 60 kV	Glb.	1.00	694.68	694.68	0.75	521.01
13.3	Interconexiones entre equipos 60 kV	Glb.	1.00	265.21	265.21	1.00	265.21
13.4	Montaje de seccionador 60 kV (incluye soporte metálico, caja de control y regulación)	UN	1.00	2431.35	2431.35	1.00	2431.35
13.5	Montaje de transformador de corriente 60 kV (incluye soporte metálico)	UN	3.00	643.25	1929.74	3.00	5789.22
13.6	Montaje de interruptor 60 kV (incluye soporte metálico y caja de control)	UN	1.00	2202.59	2202.59	1.00	2202.59
15.00	TRABAJOS EN SALA DE CONTROL						
15.1	REVISION Y CONEXIONADO DE CABLES EN PANELES ESTRUCTURA DE RELES.	GLB	1.00	882.55	882.55	0.25	220.64
15.3	REVISION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL EN EL GABINETE RTU	GLB	1.00	447.54	447.54	0.25	111.89
18.00	TENDIDO Y COHEXIONADO DE CABLES DE CONTROL						
18.1	Tendido de cables de control	GLB	1.00	2461.15	2461.15	0.15	369.17
18.3	Instalación de tubería flexible y colocación de cajas de paso	GLB	1.00	1789.12	1789.12	0.25	447.28
19.00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUPERFICIAL						
19.1	Fabricación y montaje de pletinas de Cu sistema de puesta a tierra superficial.	GLB	1.00	1746.14	1746.14	0.35	611.15
20.00	TRABAJOS DE PINTURA.						
20.1	Pintado de fabricaciones metálicas	GLB	1.00	3576.27	3576.27	0.10	357.63
20.2	Pintado de elementos de cobre	GLB	1.00	581.42	581.42	0.15	87.21
21.00	ROTULACIONES						
21.1	Rotulaciones de equipos 60 kV y gabinetes.	GLB	1.00	2657.15	2657.15	0.10	265.72
22.00	PRUEBAS DE RECEPCION						
22.1	Revisión y pruebas mecánicas	GLB	1.00	1988.99	1988.99	0.30	596.70
22.2	Revisión y pruebas electricas	GLB	1.00	1962.18	1962.18	0.20	392.44
<b>CELDA 60kV HACIENDO USO DE EQUIPOS DE MANIOBRA AISLADOS EN AIRE (CONVENCIONALES) - CASO 1: SUB-TOTAL</b>							<b>25010.61</b>

TABLA N° 3.2

COSTEO POR MONTAJE DE UNA CELDA DE 60KV CON EQUIPO DE MANIOBRA COMPACTO (CASO2)

**PRESUPUESTO - COMPARACION MONTAJE DE CELDA (CASO 2)**

OBRA: MONTAJE DE EQUIPOS DE MANIOBRA EN PATIO DE 60 KV (CASO 2) - USO DE PASS M00  
 UBIC.: Distrito de Lurin - LIMA  
 FECHA: Julio 2006

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)	PARCIAL (SOLES)	% INCIDENCIA	PARCIAL
<b>PRIMERA ETAPA</b>							
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE ALMACENES LDS A OBRA	Gb	1	7666.21	7666.21	0.15	162.95
<b>2</b>	<b>OBRAS CIVILES (BASE PARA PASS M00)</b>	Gb	1	3577.70	3577.70	1.00	3577.70
<b>3</b>	<b>MONTAJE ELECTROMECANICO EN EL PATIO DE 60 KV</b>						
3.3	MONTAJE DE PASS M00 DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	Un	1	2229.52	2229.52	1.00	2229.52
3.7	INTERCONEXION ENTRE BARRAS Y PASS M00 DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	Un	1	629.46	629.46	1.00	629.46
3.9	MONTAJE REVISION Y CONEXIONADO DEL PANEL DE CONTROL Y PROTECCION DEL PASS M00 DEL TRANSFORMADOR	Un	1	1604.86	1604.86	1.00	1604.86
<b>5</b>	<b>PIINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>	Glb	1	6934.51	6934.51	0.15	1040.18
<b>6</b>	<b>ROTULACIONES</b>	Glb	1	1669.82	1669.82	0.10	166.98
<b>7</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>	Glb	1	1910.9	1910.9	0.10	191.09

\* SIMILAR A BASE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA DEL CASO 1

CELDA 60KV HACIENDO USO DE UN EQUIPOS DE MANIOBRA COMPACTO (PASS - M00) - CASO 2: SUB-TOTAL 10692.74

## **CAPITULO IV**

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE LOS MODULOS PASS-M00**

Con base en los resultados obtenidos en la comparación práctica de dos casos reales en los que se han instalado bahías de 60kV en patios de llave a la intemperie, se puede indicar las siguientes ventajas y desventajas al usar los equipos compactos Pass-M00:

#### **4.1 Ventajas**

- Menor tiempo de instalación que los equipos convencionales, tanto en el montaje electromecánico como en las obras civiles.
- Menor área necesaria para la instalación de una bahía de 60kV en una subestación a la intemperie.
- Menor costo de instalación. En nuestros casos (reales) se ha visto que el costo de instalación es menos de la mitad que el de una celda con equipos de maniobra convencionales.

#### **4.2 Desventajas**

- La principal desventaja es que al tratarse de un solo equipo, si por algún motivo este equipo fallara se tendría toda la celda de 60kV perdida. Mientras que con equipos de maniobra convencionales se tendría que cambiar sólo uno de los equipos que conforman la celda.
- La contraparte es que en cualquiera de los casos es poco probable que una empresa distribuidora mantenga stock para reemplazar todos sus equipos de maniobra ante una falla.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Los equipos de maniobra compactos tipo Pass-M00 constituyen una solución práctica e inmediata para la repotenciación o renovación de las subestaciones de transformación tanto por sus bajos costos de montaje como por la facilidad de su instalación.
2. El mínimo espacio ocupado le otorga una máxima flexibilidad de utilización. Como experiencia propia, se puede comentar que en una subestación de Lima este tipo de equipo ha sido instalado en el techo de la subestación que es del tipo edificio.
3. Se verifica por la experiencia que se tiene en el montaje de nuevas subestaciones, o en la repotenciación de subestaciones existentes, que los costos de montaje son menos de la mitad que con equipos de maniobra tradicionales. En este informe se obtuvo que era de sólo 42.75%.
4. El mantenimiento de estos equipos es mínimo por las características de sus aisladores y su mínima área de exposición.
5. Este equipo tiene certificación medioambiental por lo que se constituye en una alternativa de vanguardia en protección del medioambiente.

### RECOMENDACIONES

1. Promover que se compartan las experiencias entre las distintas empresas del sector eléctrico, industriales y mineras a fin de abrir a la comunidad del sector el conocimiento de estas nuevas tecnologías de punta; las mismas que normalmente no son de conocimiento general.
2. Recomendar a la Universidad Nacional de Ingeniería una mejor gestión en la búsqueda de una verdadera alianza empresa-universidad. Esto con la finalidad de

que los futuros egresados tengan opción de ampliar sus conocimientos al uso de nuevas tecnologías, ya que esto no se logra sólo con los conocimientos impartidos en las aulas.

3. Solicitar a los profesionales egresados de nuestra Universidad buscar una mayor comunicación entre sus centros laborales y la Universidad, a fin de compartir las experiencias personales y las nuevas innovaciones tecnológicas.

----- o00o00o -----



## **ANEXOS**

**ANEXO A: PASS M00 – INSTALATION, COMMISSIONING AND MAINTENNACE  
INSTRUCTIONS**



# Content

0.	BASIC DOCUMENTATION.....	pag. 4
1.	INTRODUCTION.....	pag. 5
2.	MAIN FEATURES AND ADVANTAGES OVER CONVENTIONAL DEVICES.....	pag. 5
3.	DESCRIPTION OF DEVICE.....	pag. 5
3.1.	Accessories	
3.2.	Circuit Breaking Chamber	
3.2.1.	General	
3.2.2.	Description	
3.3.	Combined line / earth disconnecter	
3.3.1.	General	
3.3.2.	Description	
3.4.	SF <sub>6</sub> /air bushings	
3.4.1.	Description	
3.5.	Current transformers	
3.5.1.	Description	
3.6.	BLK82 Type Motor Charged Spring Operating Device	
3.7.	Disconnecter drive	
3.7.1.	General	
3.7.2.	Description	
3.7.3.	Operation	
3.7.3.1.	Electrical operation	
3.7.3.2.	Manual operation	
4.	RUPTURE DISC.....	pag. 7
4.1.	Description	
4.2.	Packaging	
4.3.	Assembly	
4.4.	Check to be made during operation	
5.	DENSITY SWITCH.....	pag. 8
6.	CABINET.....	pag. 8
6.1.	General	
6.2.	Description	
7.	SHIPPING.....	pag. 8
8.	INCOMING CHECK.....	pag. 9
9.	STORAGE.....	pag. 9
10.	INSTALLATION.....	pag. 9
10.1.	Introduction	
10.2.	Fixing the vertical frames	
10.3.	Mounting the transportable assembly unit	
10.4.	VT assembly on pole	
10.4.1.	Assembly density switch on VT	
10.5.	Laying the L.V. cables and connections	
10.6.	Connecting the earth cables	
10.7.	Filling at rated SF <sub>6</sub> pressure	
10.7.1.	Checking the SF <sub>6</sub> gas seal	
10.8.	Gas filling for VT	
10.8.1.	Checking the SF <sub>6</sub> gas seal	
11.	CHECKS TO BE MADE AFTER ASSEMBLY AND COMMISSI.....	pag. 11
11.1.	Apparatus for site tests.	
11.2.	Special tools	
12.	SET OF SPARE PARTS FOR OPERATION.....	pag. 12
13.	SPECIAL TOOLS, APPLIANCES AND SF <sub>6</sub> GAS HANDLING EQUIPMENT.....	pag. 12
14.	PREVENTIVE MAINTENANCE GUIDE.....	pag. 12
15.	LOGISTICS.....	pag. 13
15.1.	Information for ordering	
15.2.	Expendable material	
15.2.1.	SF <sub>6</sub> insulating gas	
15.2.2.	Cleaning material	
15.2.3.	Cleaning agents	
15.2.4.	Greases and oils	

15.2.5.	Adhesives	
15.3.	Tools and equipment	
15.3.1.	Standard tools	
15.3.2.	Special tools	
15.3.3.	Equipment	
16.	TORQUE VALUES FOR THREADED SCREWS AND PINS.....	pag. 15

## Content of figures

fig. 1	Layout.....	pag. 16
fig. 1a	Gas diagram.....	pag. 17
fig. 2	Circuit Breaking Chamber.....	pag. 18
fig. 3	Combined disconnecter.....	pag. 19
fig. 3a	Disconnecter signal indication.....	pag. 20
fig. 4	SF <sub>6</sub> /air bushings.....	pag. 21
fig. 5	Current transformer.....	pag. 22
fig. 6	Disconnecter drive.....	pag. 23
fig. 7	Manual operation and mechanical blocks.....	pag. 24
fig. 8	Rupture disc.....	pag. 25
fig. 9	Cabinet.....	pag. 26
fig. 9a	Synoptic.....	pag. 27
fig. 10	Shipping.....	pag. 28
fig. 11	Fixing the vertical frames.....	pag. 29
fig. 12	Positioning the Assembly Unit.....	pag. 30
fig. 13	Installing the Assembly Unit .....	pag. 31
fig. 14	L bar for transportation.....	pag. 32
fig. 15	Density switch on VT.....	pag. 33
fig. 16	L.V. cables.....	pag. 34
fig. 17	Earth connections.....	pag. 35
fig. 18	SF <sub>6</sub> gas filling.....	pag. 36

## Content of tables

tab. 1	Basic documentation.....	pag. 4
tab. 2	PASS M00 filling pressure.....	pag. 10
tab. 3	VT filling pressure.....	pag. 11
tab. 4	Spare parts kit.....	pag. 12
tab. 5	Special tools, appliances and handling equipment.....	pag. 12
tab. 6	Expendable and auxiliary material : SF <sub>6</sub> insulating gas.....	pag. 13
tab. 7	Expendable and auxiliary material : cleaning materials.....	pag. 13
tab. 8	Expendable and auxiliary material : cleaning agents.....	pag. 13
tab. 9	Expendable and auxiliary material : greases and oils.....	pag. 13
tab. 10	Expendable and auxiliary material : adhesives.....	pag. 13
tab. 11	Tools and equipment : standard tools.....	pag. 14
tab. 12	Tools and equipment : special tools.....	pag. 14
tab. 13	Tools and equipment : equipment.....	pag. 14
tab. 14	Torque wrench settings.....	pag. 15

## 0. BASIC DOCUMENTATION

The complete series of operating instructions for SF<sub>6</sub> multifunctional, compact prefabricated, type PASS M00 equipment, consists in basic documentation and quoted documentation. The complete list of such documentation, relating to these instructions, is shown in the table below:

Title	Volume identification
SF <sub>6</sub> multifunctional compact prefabricated equipment for distribution substations up to 72.5kV type PASS M00	2GJA700129 (E)
BLK82 type motor charged spring operating device	FM 445E
Density switch type MDS 100	MDS 100
Instructions for erection and maintenance voltage transformer TVB72-420	FD 634E
Preventive Maintenance Guide	2GJA600065 (E)
OPERATIONAL INSTRUCTION FOR STORAGE AND PRESERVATION OF SF <sub>6</sub> MULTIFUNCTIONAL PREFABRICATED HYBRID DEVICE	2GJA700116 (E)
Sulphur hexafluoride (SF <sub>6</sub> ) and its usage in HV electric equipment	FD 217E

tab.1

## 1. INTRODUCTION

The PASS M00 is a compact multifunctional unit (**fig.1, fig.1a**) consisting of a limited number of subassemblies, designed and tested at the factory and fully transportable to the site where it may be installed quickly and safely.

## 2. MAIN FEATURES AND ADVANTAGES COMPARED TO CONVENTIONAL EQUIPMENT

- reduced weight and dimensions;
- reduced amount of SF<sub>6</sub> inside the active parts;
- fewer building works necessary;
- reduction in major maintenance operations;
- simple and fast to install
- simple to maintain.

## 3. DESCRIPTION OF DEVICE (fig. 1)

The PASS M00 consists of three separate switching poles (C), with the circuit breaking chamber set horizontally.

The combined double disconnecter (B) is housed inside the casing of each switching pole.

The BLK82 (F) drive controls the three switching poles and the BES7 (D) drive controls the combined disconnecter.

The SF<sub>6</sub>/air bushings (A) for connection with the overhead lines and busbar system, are installed at the input/output.

On request, conventional multi-ratio current transformers, with multiple windings, can be installed on these bushings. All the equipment is normally assembled on a frame on which the control cabinet (M) is also fitted.

### 3.1. Accessories

The PASS M00 is equipped with the following accessories:

- two DN8 gas inlets, for filling and control (L);
- one density switch fitted with three contacts (G) (for PASS M00):  
1 contact for alarm, 2 contacts for lock. This instrument provides pressure indication in coloured sectors and measures the actual density of the SF<sub>6</sub> gas irrespective of changes in room temperature, since the instrument is equipped with a temperature compensation system;
- one density switch fitted with three contacts (G) (for VT):  
1 contact for alarm, 2 contacts for lock. This instrument provides pressure indication in coloured sectors and measures the actual density of the SF<sub>6</sub> gas irrespective of changes in room temperature, since the instrument is equipped with a temperature compensation system;
- three rupture discs (I);
- three inspection windows for checking the position of the mobile contact of the combined disconnecter (E);
- one three-pole device for signalling the position of the circuit breaker (red-closed/green-open) (3\*);
- one three-pole device for signalling the position of the combined disconnecter (red-closed/green-open: for the line disconnecter; consequently green-open/red-closed: for the earthing switch (4\*).

### 3.2. Circuit Breaker Chamber (fig. 2)

#### 3.2.1. General

The circuit chamber used in the PASS M00 is of the self-blast or self-generation type.

The energy required for closure is stored in the coil spring of the BLK82 drive (**see FM 445E**).

The opening spring connected directly to the mechanical transmission of the BLK82 drive is tensioned when the circuit breaker is closed and is therefore always ready to supply energy for opening.

Rotating on its own axis, the circuit breaker chamber also functions as a disconnecter by connecting/disconnecting the contacts in line or earth clamps.

### 3.2.2. Description

The circuit breaker chamber, housed inside the cylindrical casing, consists essentially of:

- fixed contact (1)
- mobile contact (2);
- nozzle (3);
- switching fingers (4);
- upper shield (5);
- lower shield (6);
- molecular filters (7);
- port hole (8);
- rupture disk (9);
- insulating disk (10);
- connecting bar for VT (11);
- involucre T (12).

### 3.3. Combined line/earth disconnecter (fig.3-3a)

#### 3.3.1. General

The three-pole PASS M00 device is equipped with a three-pole combined disconnecter. When the mobile contact (1) rotates 45° in a clockwise or anti-clockwise direction, the disconnecter on side L1-L2 opens and then closes the circuit side to earth after another 45° (the indication of the disconnecter drive indicator, in relation to the position of the 189L1-189L2 line and 189TL1-189TL2 earth disconnecters, is illustrated in fig.3a).

#### 3.3.2. Description

The combined disconnecter is essentially composed of a mobile contact (1), by fixed contacts on side L1-L2 (2) and earth side (3), rotating chamber (4), inspection window (5).

### 3.4. SF<sub>6</sub>/air bushings (fig.4)

#### 3.4.1. Description

The SF<sub>6</sub>/air bushings consist of a robust internal bottle (1) with epoxy resin impregnated fibreglass, which serves the function of withstanding mechanical load (internal pressure, cantilever operation load, etc.). The base flange (2) and the upper lid (3) are fixed to this bottle by means of a heat treatment and gluing process. The terminal (4) is screwed to the outer part of the lid, and the primary bus bar (5) to the inner part. The silicone rubber (6) is moulded to the outside of this bottle and binds with the inner bottle to form a single component, preventing contamination between the two materials.

The main characteristics of these insulators are:

- extreme safety since there is no risk of explosion;
- excellent performance, in the case of a polluted environment and the presence of rain;
- resistance to sand storms;
- low weight;
- maintenance-free.

### 3.5. Current transformers (fig.5)

#### 3.5.1. Description

The current transformer is composed of a metal casing (1) containing the secondary windings (2) immersed in resin (3), the secondary windings box (4), secondary terminals (5) and the earth terminal (6). The primary circuit is composed of the bus-bar inside the SF<sub>6</sub>/air bushing.

### 3.6. BLK82 type motor charged spring operating device (see document FM 445E).



### 3.7. Disconnecter drive

#### 3.7.1. General

The BES7 disconnecter drive is a manual and electrical control unit for driving the PASS M00 connectors.

#### 3.7.2. Description (fig. 6)

This drive consists essentially of:

- electric motor (1);
- gear reduction motor (2);
- main shaft (3);
- secondary contacts box (4);
- position indicator (5), red-closed, green-open;
- electromagnet to handle manual operation (6);
- mechanical unlock for manual operation (7);
- crank for manual operation (8);
- connectors for electrical connection (9).

#### 3.7.3. Operation

##### 3.7.3.1. Electrical operation

When the open/close button is pressed on the control cabinet, or remotely, the disconnecter rotates. The disconnecter drive is situated on the side pole and motion is transmitted to the other two poles by transmissions.

##### 3.7.3.2. Manual operation (fig.7)

For manual operation the electromagnet (6) must be energised, i.e. the conditions that enable this operation to be performed must exist. Therefore pull the mechanical unlock lever (7), inserting its end into the disc (10); turn the crank (8) two or three revolutions, release the unlock lever (7) that will remain inserted in the disc (10); continue turning the crank (8) until the unlock lever (7) is released from the disc (10). Check the position, reached by the disconnecter, on the indicator.

#### **NB:**

**in order to carry out the manual operation correctly, pay attention to the direction in which the disconnecter rotates. This depends on the position of the disconnecter and can be kept under control by the rotation of the disc (10), which, since it is fitted with indicator plates, defines the position of the disconnectors. See figure 7a for a detailed definition of the disconnecter positions.**

### 4. RUPTURE DISC (fig.8)

#### 4.1. Description

The rupture disc (or membrane) consists of a convex metal plate, pressed between the two flanges so that it is gas tight, and constitutes a separation barrier between the gas compartment and the atmosphere. It has special rupture points that break when a specific pressure value is reached that does not compromise the integrity of the circuit breaker casing in any way.

- one ring (1) to fix the disc;
- one seal (2);
- the disc itself (3);
- the bolts (4) to fasten the ring (1);
- one protective cover (5) in order to avoid damaging persons or equipment if the disc should open;
- one aerator (6).

#### **WARNING:**

**whenever the safety device has to be removed, it must be replaced together with its seals.**

## 4.2. Packaging

Each fracture disc is packed individually in polystyrene containers. The bursting pressure and manufacturing number is indicated externally on its side.

## 4.3. Assembly

The rupture disc device is completely assembled in the factory and must be replaced only for servicing or overhauling.

Proceed as follows to replace it, after having completely evacuated the SF<sub>6</sub> and brought the compartment to atmospheric pressure:

- remove the cover (5) by removing the silicone cord;
- unscrew the M8 bolts (4);
- remove the ring (1);
- remove the disc (3) and the seal (2);
- replace the disc (3) with the new seal (2) proceeding in reverse order for mounting, after perfectly cleaning the seal surfaces and lightly greasing the seal;
- apply the new disc with the convex side facing towards the inside of the gas compartment;
- assemble the ring (1) with the bolts M8 (4) tightening them alternately in a cross arrangement, applying the specified torque;
- mount the protective cover (5) until beat, sealing with a silicone cord all around and with the aerator turned down.

## 4.4. Check to be made during operation

The only check to be made during operation is the SF<sub>6</sub> seal, using the special instrument.

## 5. DENSITY SWITCH (SEE DOCUMENT MDS100/EX)

## 6. CABINET STANDARD (FIG.9 & FIG.9A)

### 6.1. General

All command and control apparatus of PASS M00 are flowing together to only one cabinet.

### 6.2. Description

Inside the cabinet are fitted all apparatus for command, control and signalling, as following description:

- push\_buttons to operate the double disconnector, in local, and signalling of their positions;
- push\_buttons to operate the circuit breaker, in local, and signalling of its position;
- interlocks, control contactors for manoeuvre of isolators, signalling of their positions and running condition, unlocking coil, various alarms;
- closing and opening (I - II) circuit for C.B., interlocking and lock-out for SF<sub>6</sub> gas;
- various allarms of SF<sub>6</sub> (lock-out and minimum pressure), not manoeuvrability and various anomalous situations of double disconnector, circuit breaker and heating circuit;
- circuits for automatism joined with alarm functions, block and signalling;
- connecting terminals to existing panels of customer;
- the relays for pilotage of motors that controls disconnectors and circuit breaker;
- heating circuit of module and cabinet;
- connecting terminals to existing panels of customer for amperomentering circuits.

## 7. SHIPPING (FIG.10)

The PASS M00 is completely tested at the factory. The mechanical and dielectric tests are carried out on the whole module completely assembled. The PASS M00 device is shipped with the circuit breaker open, its closing springs unloaded and the combined disconnector closed on the earth side. The poles are already conditioned and filled with SF<sub>6</sub> gas at a pressure of 0.02-0.03 MPa rel. at 20°C. The weight of the transport unit is approximately 1920kg

**WARNING:**

do not operate the circuit breaker at this low pressure. Only operate when the pressure is at least 0.57 MPa relative (at 20°C).

The circuit breaker is shipped completely assembled; packing consists in positioning on supports.

**NOTE:** for other special cases, on request, shipping units and their treatment will be studied separately.

## **8. INCOMING CHECK**

On receipt of the material, check the entire module in detail, especially the density switches, the controls of the circuit breaker and the disconnecter and the bushings. Check that the equipment shows no signs of breakage or tampering: If any problems are found, inform the: **Shipping Office of ABB PT U.O. ADDA** immediately.

## **9. STORAGE**

If the equipment is stored before assembly, it must be kept in a dry and covered place. If this equipment is stored outside, it must be placed in a dry, drained place and all the packages must be carefully covered with water-proof tarpaulins. We recommend checking periodically to make sure that the packages and their respective covers are intact. (see also document 2GJA700116).

## **10. INSTALLATION**

### **10.1. Introduction**

The following main operations must be carried out to install this equipment:

- check the building works (if it is to be assembled on plinths, or a platform, made of reinforced concrete);
- fix the vertical platform to the reinforced concrete plinths (if present) using the chemical or expansion plugs;
- position and assemble the main shipping unit;
- lay and connect up the L.V. cables;
- connect the earth cables;
- fill with SF<sub>6</sub> at rated pressure.

**NOTE:** Special cases will be studied on request.

### **10.2. Fixing the vertical frame (fig. 11)**

After checking the foundation works, the supporting structure can be positioned using a crane. Make four holes, for each frame (A), after previously checking that the foundations are perfectly level. Once the operations have been completed, fill the space below the concrete plate. In any case, you are advised to observe the measurements given in fig.11 (see civil work), strictly. After drilling the four holes, each support structure can be finally fixed to the foundation plinths (B). The frame B1 holds the whole module, the frame B2 stiffens the Voltage Transformers.

### **10.3. Assembling the main shipping unit**

Lift the module using a crane, as indicated in fig.12: weight of module 1920kg (N.B. all lifting accessories such as belts, shackles, eyebolts, belt tighteners etc. are NOT included in the supply.)

Move it close to the vertical frame taking care to line up the 8 holes on the upper frame plate with the 8 holes on the two C-crosspieces. (fig.13).

Insert the 8 M16 bolts and tighten the respective nuts with torque 14 daNm.

Unhook all the lifting accessories.

Remove the bolts and the L bar that secure VT, for transportation (fig.14)

#### 10.4. VT (see document FD 634E)

##### 10.4.1. Assembly density switch on VT (fig.15)

#### 10.5. Laying the L.V. cables and connections (fig.16)

In standard conditions, the cables are completely wired on the cabinet side and are equipped at the other end with a connector. Only the current transformer cables are not fitted with a connector.

Insert and lay the cable neatly inside the channels, avoiding excessive bending and tugging of the cable; tie the cables together with bands. The cables with a connector bear a label on the mobile part, with the connector abbreviation. This abbreviation is also indicated on the fixed part to which the connector will be connected (see wiring diagram).

For wiring the HV cables, remove the cover by unscrewing the screws, unscrew the cable gland and insert the cable that has already had its sheath removed; connect up the wires as shown in the electric circuit diagram, choosing the desired ratio; tighten the cable gland and put the cover back on. Repeat the operation for all the HV cables present.

#### 10.6. Connecting the earth cables (fig.17)

The vertical frame must be connected to earth with minimum M12 (1) bolts. Check the presence of the earth cable in the module cabinet, the circuit breaker box and the metal casing of the HV cable.

#### 10.7. Filling at rated pressure with SF<sub>6</sub> (fig.18)

The PASS M00 already contains a slight overpressure of SF<sub>6</sub>, so it simply has to be filled as described below:

- unscrew the cap (1) from the valve (2);
- insert the sample pressure gauge (3) in this valve and secure it in position with the nut (4);
- check the pressure value;
- unscrew the cap (5) from the valve (6) ;
- completely unscrew the reduction knob (7);
- open the tap (8) on the bottle (9) and read the pressure inside the bottle on the high-pressure gauge;
- tighten the reduction knob (7) until the low-pressure gauge (11) indicates the rated pressure required for filling the compartment;
- wash the hose (12) of the topping-up device, opening the reduction unit tap (13) slightly and pressing the small piston (14) on the valve (15) for a few seconds, so that the gas may flow out, then release the piston so that pressure is applied to the hose (12) ;
- insert the valve (15) into valve (6) and tighten it in position using the nut (16);
- fill with gas, checking the pressure value on the sample pressure gauge (3), until the pressure returns to the specified rated value, indicated in the single-wire diagram.

**If the pressure is read on the density switch no correction is required.**

If the reading is made with the sample pressure gauge, a correction must be made to the filling pressure according to room temperature.

Therefore, for temperatures other than 20°C, the filling pressure for the PASS M00 will follow the table below:

Temperature	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Filling pressure in (MPa) rel.	0,522	0,548	0,573	0,599	0,624	0,650	0,776	0,801

tab.2

#### **WARNING: COMPARTIMENT ONLY, NOT FOR VT FILLING**

**NOTE 1 : The operations described above are also to be performed even if you simply need to refilling.**

**NOTE 2 : (fig.18) The filling devices (pos. 7 till to pos. 17) and the pressure gauge (pos.3) are not included in the supply.**

The pressure value must also be corrected according to the altitude, increasing it by approximately 0.01 MPa rel. for every extra 1000 m, above sea level.

At the end of the filling operation:

- close the tap (8) on the bottle (9) ;
- remove the hose (12) from the valve (6) and place the cap (5) on the latter;
- remove the sample pressure gauge (3) from the valve (2) and close the latter with the cap (1);
- check the seal on the valves with the leak detector.

**N.B.: The operations described above can also be performed even if you just need to top-up.**

#### **10.7.1. Checking the SF<sub>6</sub> gas seal**

After filling, check the gas seal using the special leak detector device (not included in the supply) at all the joints and flanges.

#### **10.8. Gas filling for VT**

**See the document FD 634E, paragraph 9.2. for NMG VT'S**

<b>NMG VT's</b>								
Ambient temperature	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Filling pressure in (MPa) rel.	0,321	0,331	0,348	0,365	0,382	0,400	0,417	0,434

tab. 3

#### **10.8.1. Checking the SF<sub>6</sub> Gas Seal**

Having filled up, check the gas seal using the special leak detector device (not included in the supply) at all the joints and flanges.

The gas seal is to be considered satisfactory if no alarms are detected during the course of one year.

### **11. CHECKS TO BE MADE AFTER ASSEMBLY AND COMMISSIONING**

The device is completely tested at the factory. The checks listed below serve, above all, for checking that the product has not been distorted or damaged during transport

**Set:**

- The circuit breaker in AP-CH position 5 times;**
- The disconnecter in AP-CH position 3 times;**
- The earthing switch in AP-CH position 3 times;**

To perform these operations electrically from the local module cabinet, set the S43 switch in "Local" position. To perform manual operations, set the S43 switch in "Manual" position.

**The electric interlocks between the circuit breaker and disconnecter have already been checked in the factory. You are advised to repeat this operation on site.**

#### **11.1. Apparatus for site tests (not included in the supply)**

- battery 0-150V<sub>cc</sub> min. 16 A;
- Opening/closing times measurer;
- micro-ohmmeter 100-200 A, for measuring resistance;
- equipment for insulating the auxiliary circuits at 2kV;
- all necessary apparatus for filling up with SF<sub>6</sub> gas (min. 8 kg).

## 11.2. Special tools (included in the supply)

crank for manual charging of the circuit breaker spring, no.1;

## 12. SET OF SPARE PARTS FOR OPERATION (NOT INCLUDED IN THE SUPPLY)

Article	Description	Quantity
1	Drive mechanism for circuit breaker	1
2	Drive mechanism for combined disconnecter	1
3	Opening coil	1
4	Closing coil	1
5	Rupture disk for PASS M00	1
6	Rupture disk for VT	1
7	Set of resistances (2 per type)	1
8	Set of relays (1 per type)	1
9	Set of seals (2 per type)	1
10	Set of terminal blocks (3 per type)	1

tab.4

For quick and easy maintenance, we recommend you purchase a complete set consisting of: circuit breaker, combined disconnecter, SF<sub>6</sub>/air bushings without current transformers.

## 13. SPECIAL TOOLS, APPLIANCES AND SF<sub>6</sub> GAS HANDLING EQUIPMENT

The tools, appliances and SF<sub>6</sub> equipment necessary for installation, operations and maintenance are not included in the supply (if not in the order);

Article	Description	Quantity
1	Circuit breaker hand-crank (supplied)	1
2	Set of jets for overhauling and maintenance work	1
3	SF <sub>6</sub> (43kg) gas bottle	1
4	Bottle carrying trolley	1
5	Empty bottle	1
6	Box containing SF <sub>6</sub> control and refill unit (0.7MPa)	1
7	Pressure control gauge	1
8	"SI33" silicone grease (1kg)	1
9	Complete piping for electrolytic hygrometer	1
10	Electrolytic hygrometer	1
11	SF <sub>6</sub> gas leak detector	1
12	Dil SF <sub>6</sub> gas filtering and recovery service wagon (optional)	1

tab.5

## 14. PREVENTIVE MAINTENANCE GUIDE (see 2GJA600065 (E)).

## 15. LOGISTICS

The large number of operations and/or maintenance carried out on the PASS M00 equipment requires that the operator makes use of all the material, specified by the manufacturer, in these operating instructions.

### 15.1. Information for ordering

The material mentioned in the tables can be supplied at any time. The address where orders should be sent is given in the last page of these instructions. The following information is required so that the order can be understood and carried out quickly:

- Allocation of equipment installation;
- Order confirmation and serial number, according to the installation plate;
- Identification number of these operating instructions;
- Quantity, allocation and order number from the following tables, in this chapter.

### 15.2. Expendable and auxiliary material

#### 15.2.1. SF<sub>6</sub> insulating gas

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	SF <sub>6</sub> insulating gas		Supplier: see FD 217 point: 1.5.5.

tab.6

#### 15.2.2. cleaning material

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	Clean rags, without threads		Available commercially
1	Sand paper		Available commercially
1	Scraper		Available commercially
1	Metal brush		Available commercially

tab.7

#### 15.2.3. cleaning agents

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	Ethyl alcohol		Available commercially
1	Volatile agents		Available commercially

tab. 8

#### 15.2.4. Greases and oils

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	Grease: RHODIA Patè 4	Seals	Available commercially
1	Grease: ASEOL utea 806/12	Main contacts	Available commercially
1	Grease: ASEOL NLGI1 – 1730	BLK closure spring BLK releases	Available commercially
1	Grease: AEROSHELL 22	BLK kinetics	Available commercially

tab. 9

#### 15.2.5. Adhesives

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	FD Plast		UA500267P01
1	Silicone		Available commercially

tab. 10

### 15.3. Tools and equipment

#### 15.3.1. Standard tools

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	Installer tools		Available commercially

tab. 11

#### 15.3.2 Special tools

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	Complete crank	BES control	UA420553R01

tab. 12

#### 15.3.3 Equipment

Quantity	Allocation	Application	Order number
1	SF <sub>6</sub> control and filling kit		UA414631R06

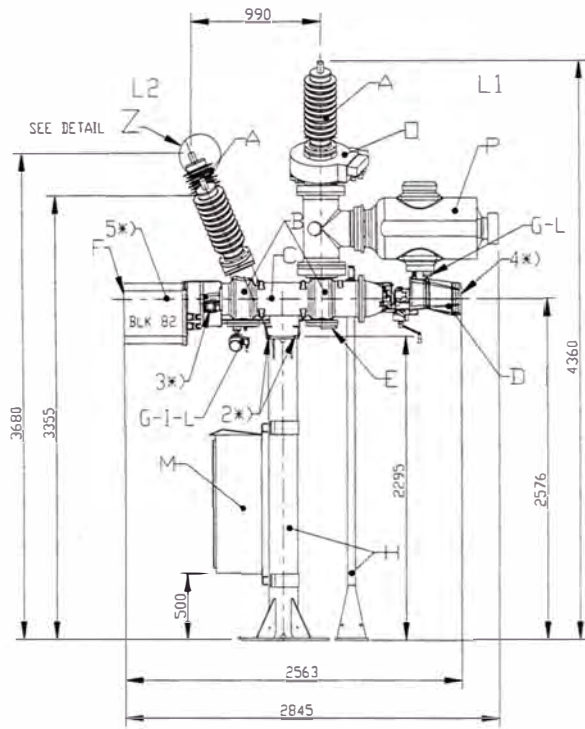
tab. 13



**16. TORQUE VALUES FOR THREADED SCREWS AND PINS**

[ da Nm ]								NOTES
RESISTANCE CLASS	3.6	4.6	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	
ELASTIC LIMIT	19.60	23.5	29.4	39.2	47	62.7	88.2	
DIMENS. x PITCH								
M 4 x 0.7	0.08	0.10	0.13	0.17	0.21	0.28	0.40	TORQUE VALUE IS CALCULATED
M 5 x 0.8	0.17	0.20	0.26	0.35	0.42	0.56	0.79	
M 6 x 1	0.30	0.36	0.45	0.60	0.72	0.96	1.35	AT ¾ THE ELASTIC LIMIT OF THE
M 8 x 1	0.78	0.94	1.17	1.56	1.88	2.50	3.50	
M 8 x 1.25	0.73	0.87	1.09	1.45	1.74	2.32	3.30	SCREW FRICTION COEFFICIENT: ON THE WASHER 0.13 ON THE THREADS 0.15
M 10 x 1	1.64	1.97	2.46	3.30	3.90	5.20	7.40	
M 10 x 1.25	1.55	1.86	2.32	3.10	3.70	5.00	7.00	FOR STAINLESS STEEL BOLTS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.6
M 10 x 1.5	1.46	1.75	2.19	2.91	3.50	4.70	6.60	
M 12 x 1	2.88	3.50	4.30	5.80	6.90	9.20	13.00	FOR HOT DIP GALVANISED STEEL BOLTS REFER TO RESISTANCE CLASS 8.8
M 12 x 1.25	2.75	3.30	4.10	5.50	6.60	8.80	12.40	
M 12 x 1.75	2.49	3.00	3.70	5.00	6.00	8.00	11.20	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 14 x 1.5	4.40	5.40	6.70	8.80	10.60	13.50	19.50	
M 14 x 2	4.00	4.80	6.00	8.00	9.50	12.70	17.90	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 16 x 1.5	6.60	7.90	9.90	13.10	15.80	21.00	29.60	
M 16 x 2	6.10	7.30	9.20	12.20	14.70	19.60	27.50	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 18 x 1.5	9.60	12.80	16.00	19.30	23.00	31.00	43.00	
M 18 x 2	9.40	11.90	15.50	18.10	20.50	30.00	37.80	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 18 x 2.5	8.90	11.50	14.90	17.20	19.70	29.00	36.50	
M 20 x 1.5	13.40	16.00	20.00	26.70	32.00	43.00	60.00	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 20 x 2	12.70	15.20	19.00	25.30	30.00	40.00	57.00	
M 20 x 2.5	12.00	14.30	17.90	23.90	28.70	38.00	54.00	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 22 x 2.5	18.00	22.00	28.00	32.00	39.00	52.00	72.00	
M 24 x 2	22.70	27.20	34.00	45.00	54.00	73.00	102.00	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 24 x 3	20.70	24.80	31.00	41.00	50.00	66.00	93.00	
M 30 x 2	46.00	55.00	69.00	92.00	111.00	148.00	208.00	FOR ALUMINIUM THREADS REFER TO RESISTANCE CLASS 5.8 - 6.8
M 30 x 3.5	41.00	50.00	62.00	83.00	99.00	132.00	186.00	

tab.14



- Legend
- A : Bushing
  - B : Disconnect + Earthing Switch
  - C : Circuit Breaker
  - D : Drive for B
  - E : View port
  - F : Spring drive circuit breaker
  - G : Density monitor
  - H : Support structure
  - I : Rupture disc
  - L : Gas connection DILO DN8
  - M : Control cubicle
  - O : Current Transformer
  - P : Voltage Transformer

- 1\*) Connection to earth
- 2\*) Fixation holes
- 3\*) Position indication circuit breaker
- 4\*) Position indication disconnect switch and earthing switch
- 5\*) Action line CB-reaction force

- Load on bushing according to IEC 62271-100
- Cantilever operating load: 0.75 kN longitudinal, 0.50 kN transversal, 0.75 kN vertical
- CB reaction force (dynamic load): 8 kN max
- The support structure shall be anchored using M24

MASS INCLUDING STRUCTURE CONTROL CUBICLE AND GAS: 1920 Kg  
 STRUCTURE ONLY 340 Kg  
 GAS ONLY: 15 Kg  
 BUSHING  
 CREEPAGE DISTANCE: 2540 mm

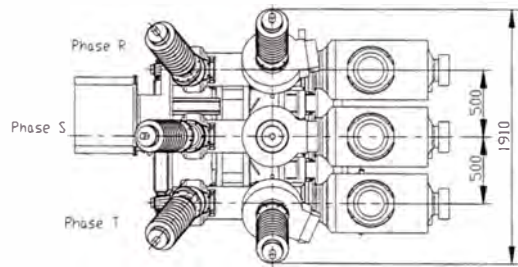
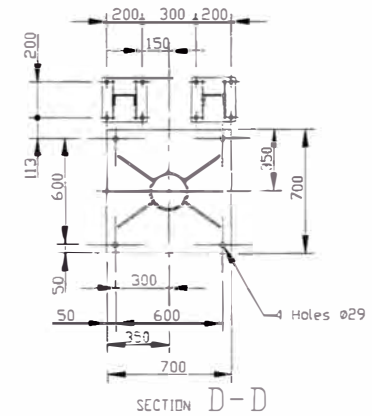
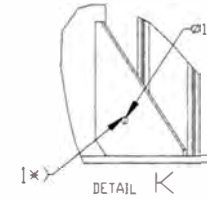
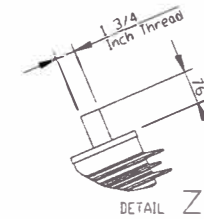
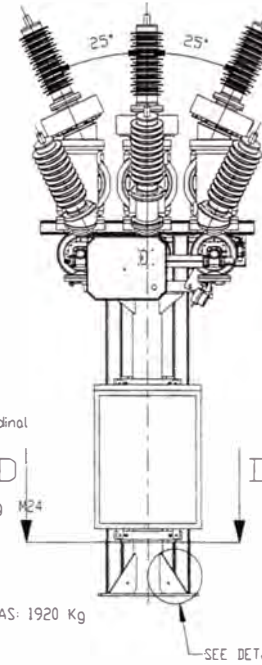
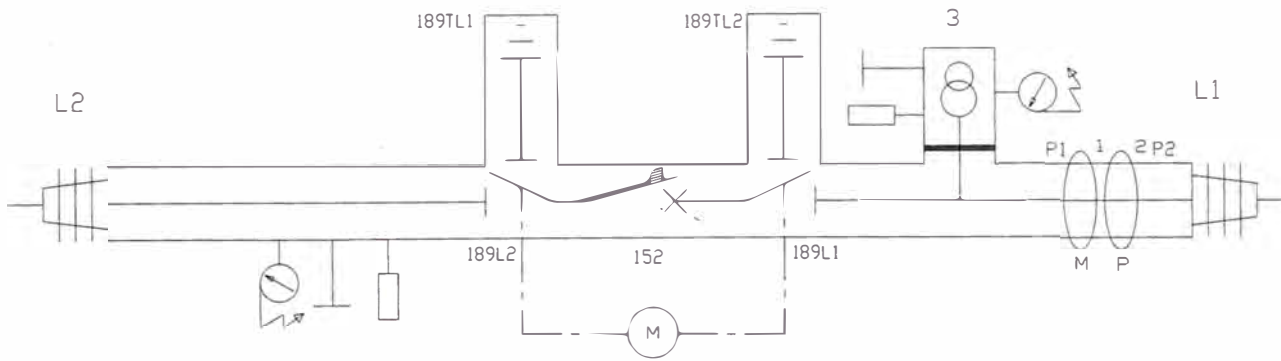


fig. 1



PRESSURE (Relative) in MPa (20°C)	Pass M0	V.T.(NMG)
NOMINAL FILLING PRESSURE	0,65	0,40
FIRST LEVEL REFILLING PRESSURE	0,61	0,37
SECOND LEVEL LOCK OUT	0,57	0,35

VT PERFORMANCE TABLE	
RATIO V/V	PERFORMANCE (VA)
6000/3 / 10/3	15VA Cl. 0.5
Rated Voltage Factor and Rated Duration: 15/30 sec	

CURRENT TRANSFORMER PERFORMANCE TABLE		
RATIO	CORE 1	CORE 2
500-1000/1A	15VA Cl. 0.5	15VA Cl. 5P20

SYMBOL	NAME	QUANT. TOT.
	CIRCUIT BREAKER	3
	DISCONNECTER + EARTHING SWITCH	6
	DENSITY CONTROL DEVICE	2
	RUPTURE DISC	3
	GAS CONNECTION	4
	SF6/AIR BUSHING	6
	VOLTAGE TRANSFORMER	3
	CURRENT TRANSFORMER	3

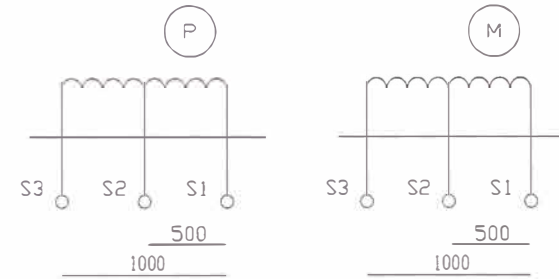
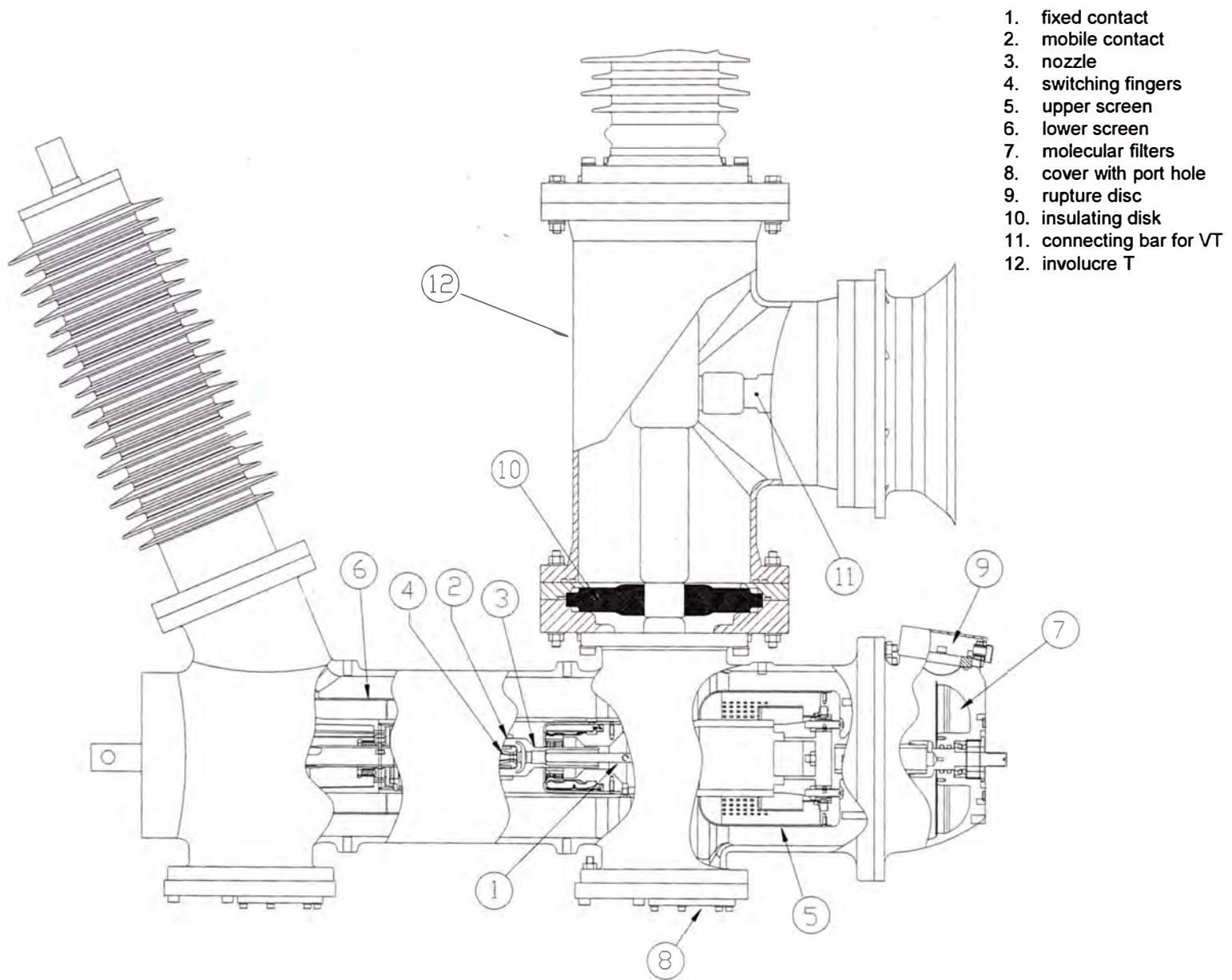


fig. 1a



- 1. fixed contact
- 2. mobile contact
- 3. nozzle
- 4. switching fingers
- 5. upper screen
- 6. lower screen
- 7. molecular filters
- 8. cover with port hole
- 9. rupture disc
- 10. insulating disk
- 11. connecting bar for VT
- 12. involucre T

fig. 2

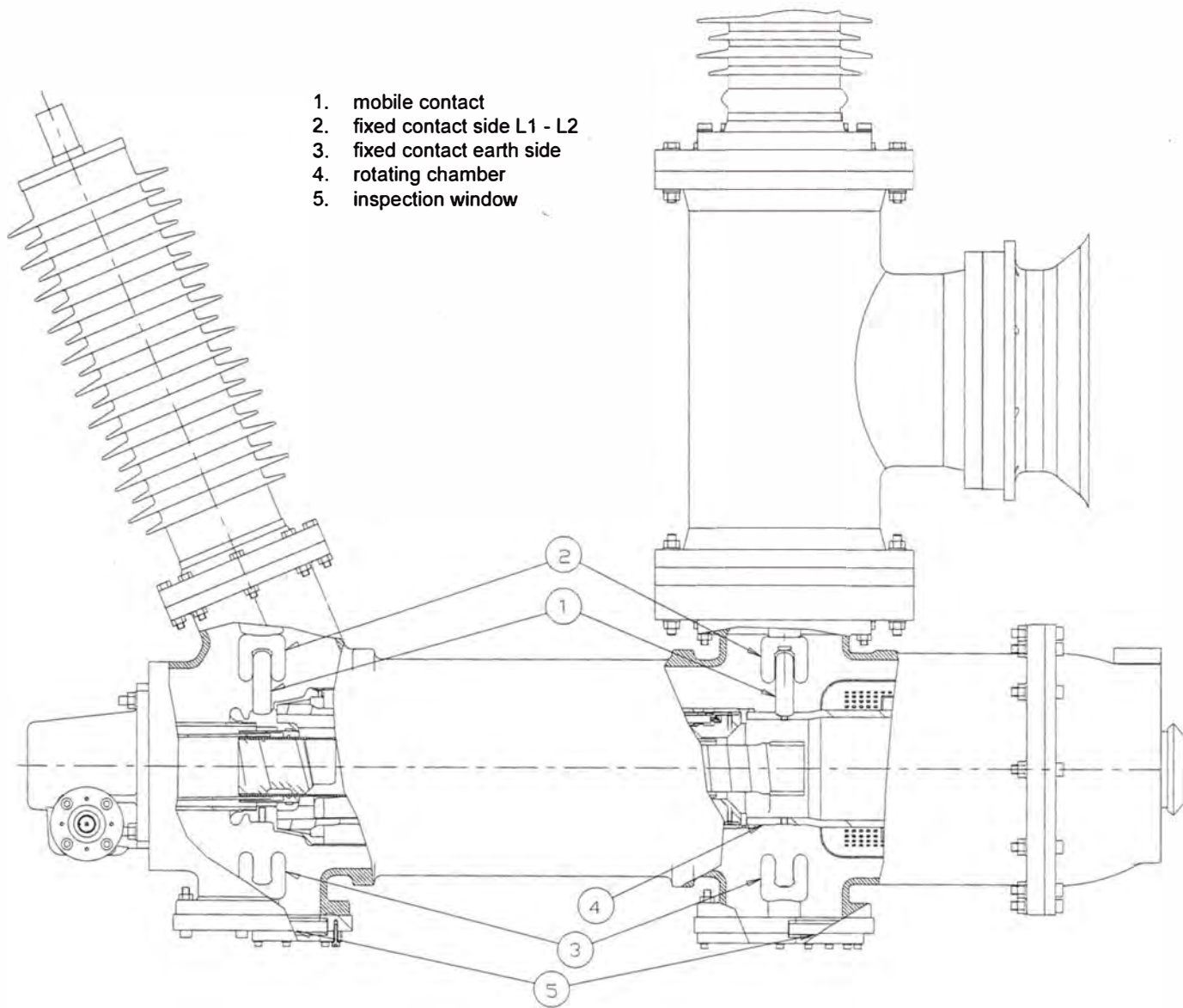
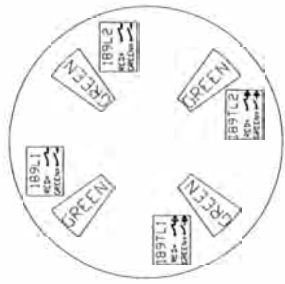
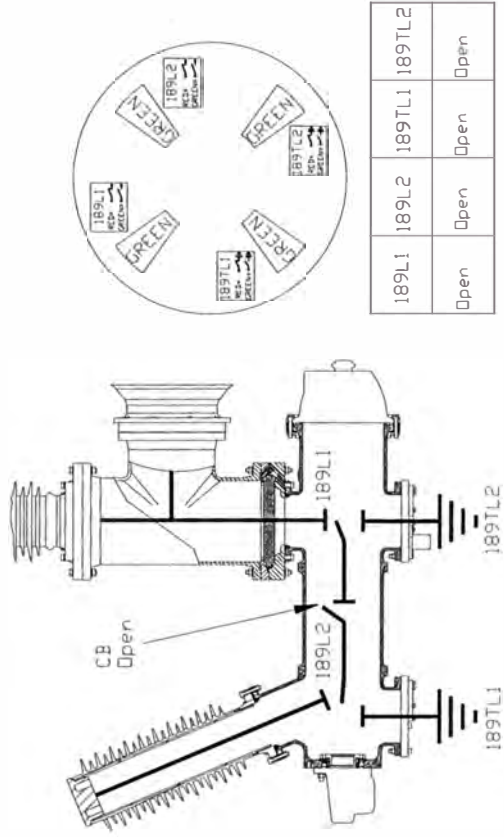
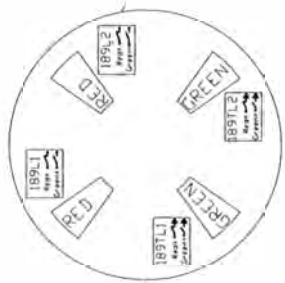
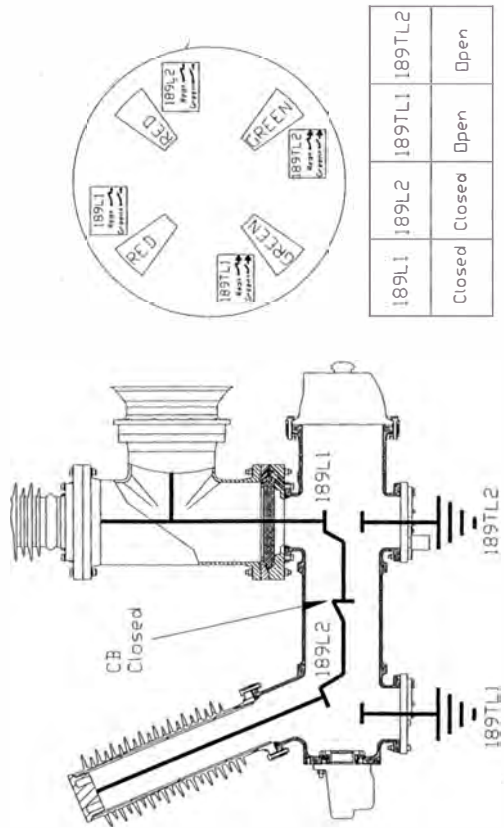


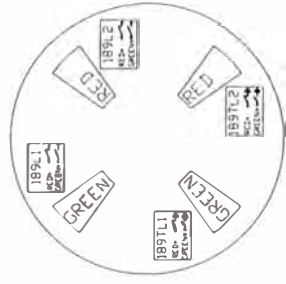
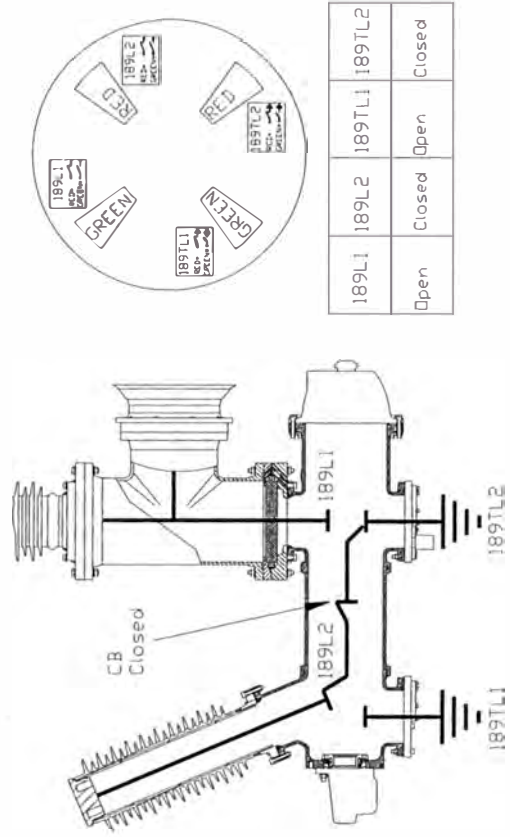
fig. 3



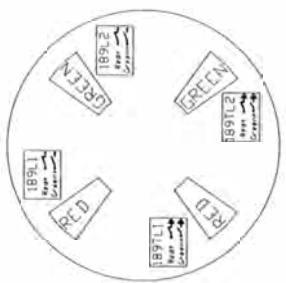
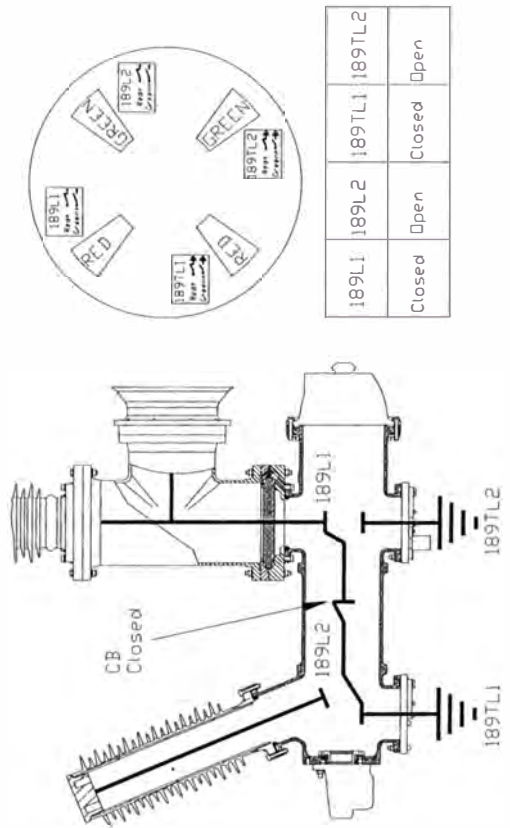
189L1	189L2	189TL1	189TL2
Open	Open	Open	Open



189L1	189L2	189TL1	189TL2
Closed	Closed	Open	Open

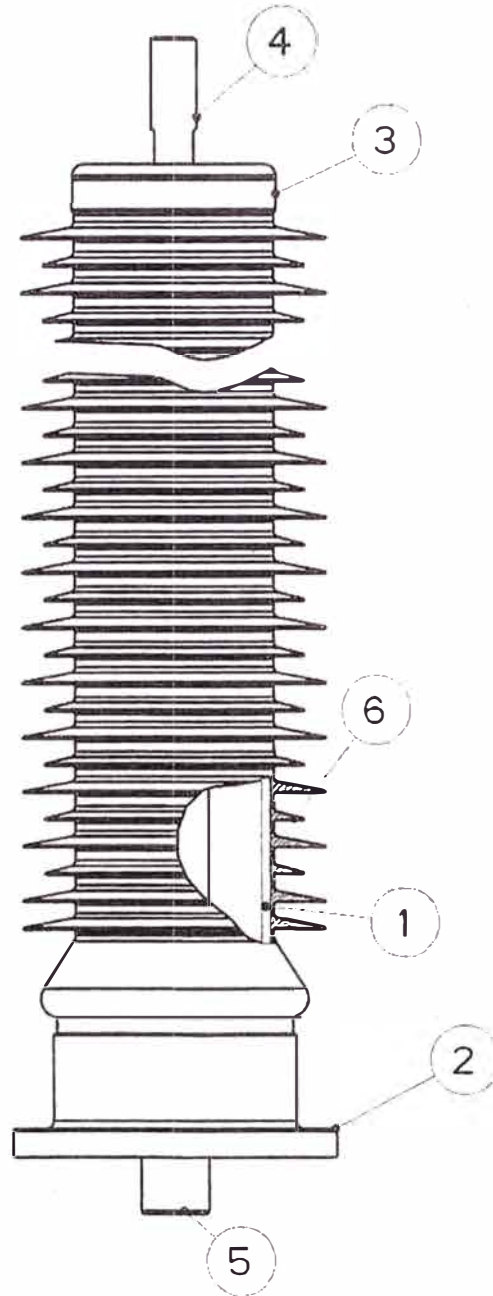


189L1	189L2	189TL1	189TL2
Open	Closed	Open	Closed



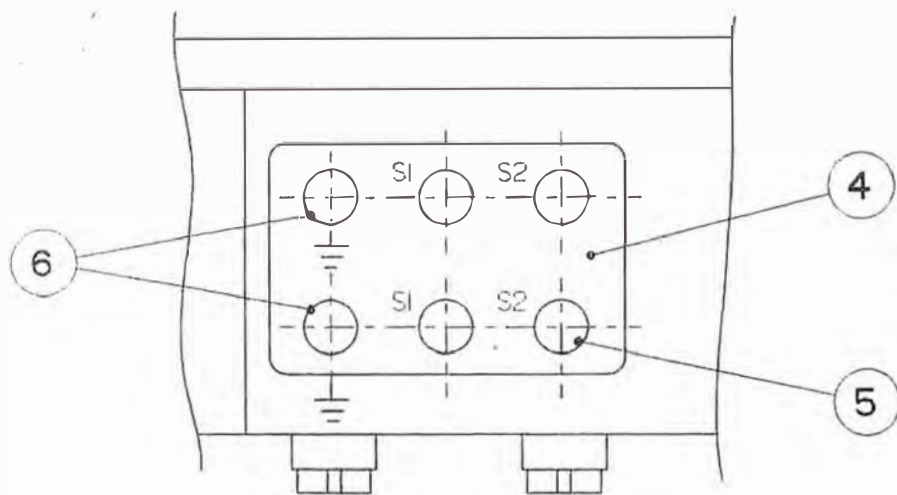
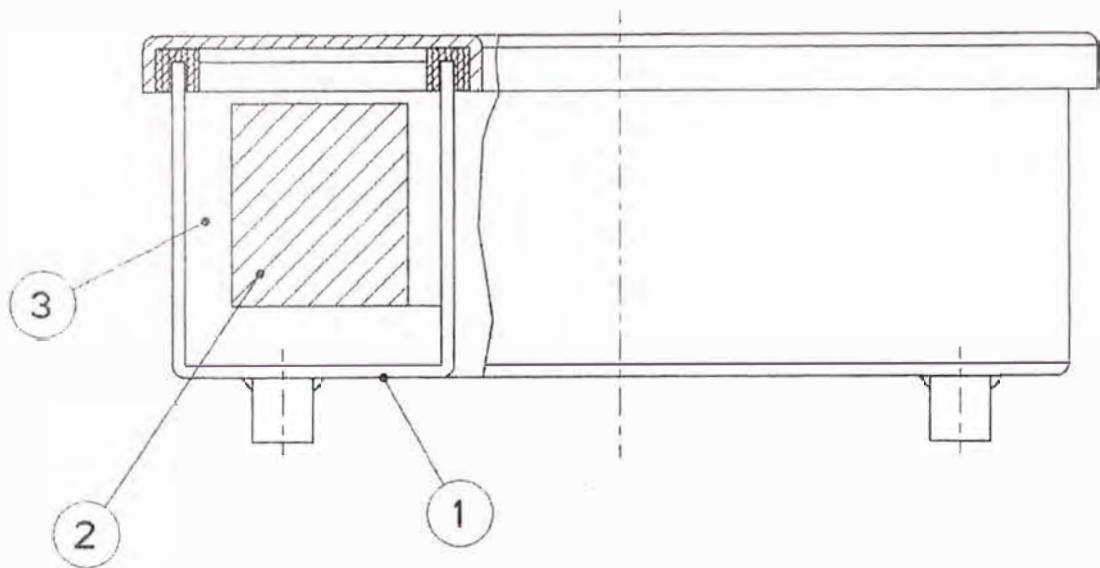
189L1	189L2	189TL1	189TL2
Closed	Open	Closed	Open

fig. 3a



1. internal bottle with glass fibre impregnated in epoxy resin
2. base flange
3. upper lid
4. bushing
5. primary bus-bar
6. silicone rubber

fig. 4



- 1 metal casing
- 2 secondary winding
- 3 resin
- 4 secondary windings box
- 5 secondary terminal \*)
- 6 earth terminal

\*) see wiring diagram

fig. 5



- 1. electric motor
- 2. gear reduction motor
- 3. main shaft
- 4. secondary terminal box
- 5. position indicator : red close; green open
- 6. electro-magnet to handle manual drive
- 7. mechanical unlock for manual drive
- 8. crank for manual operation
- 9. connectors for electrical connection

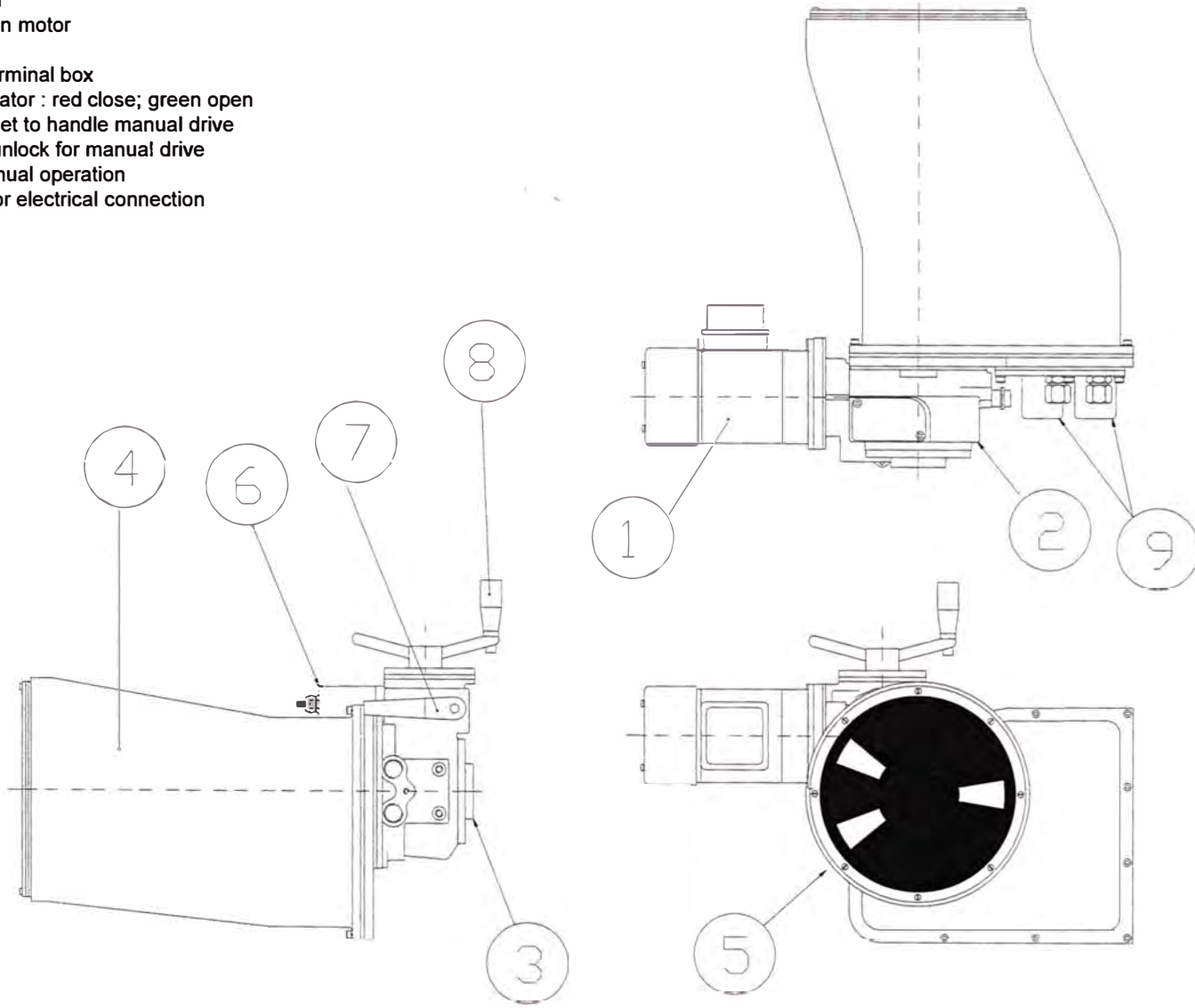
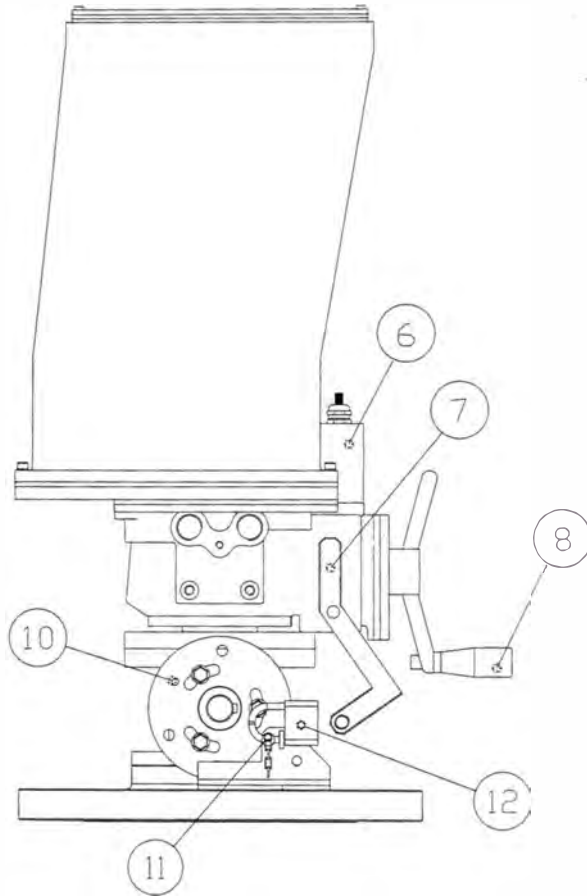
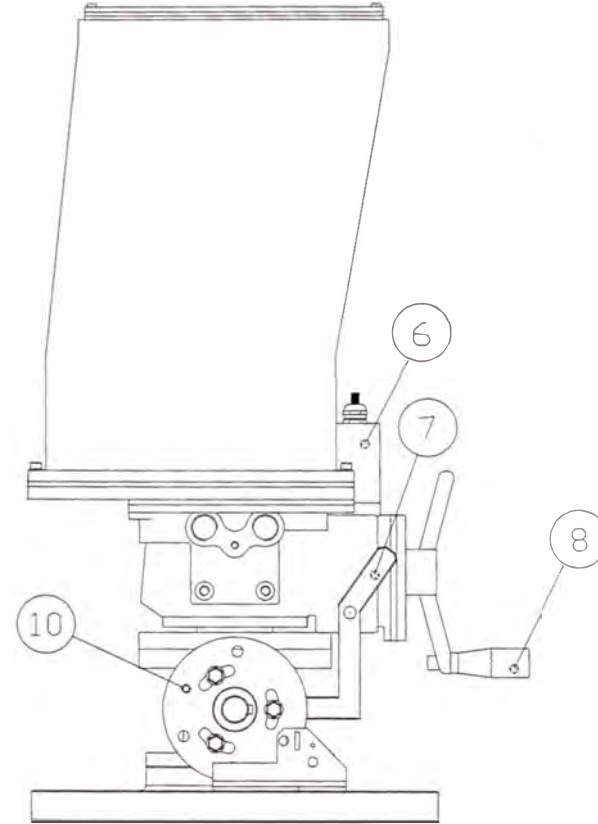


fig. 6

disconnecter blocked with paddle



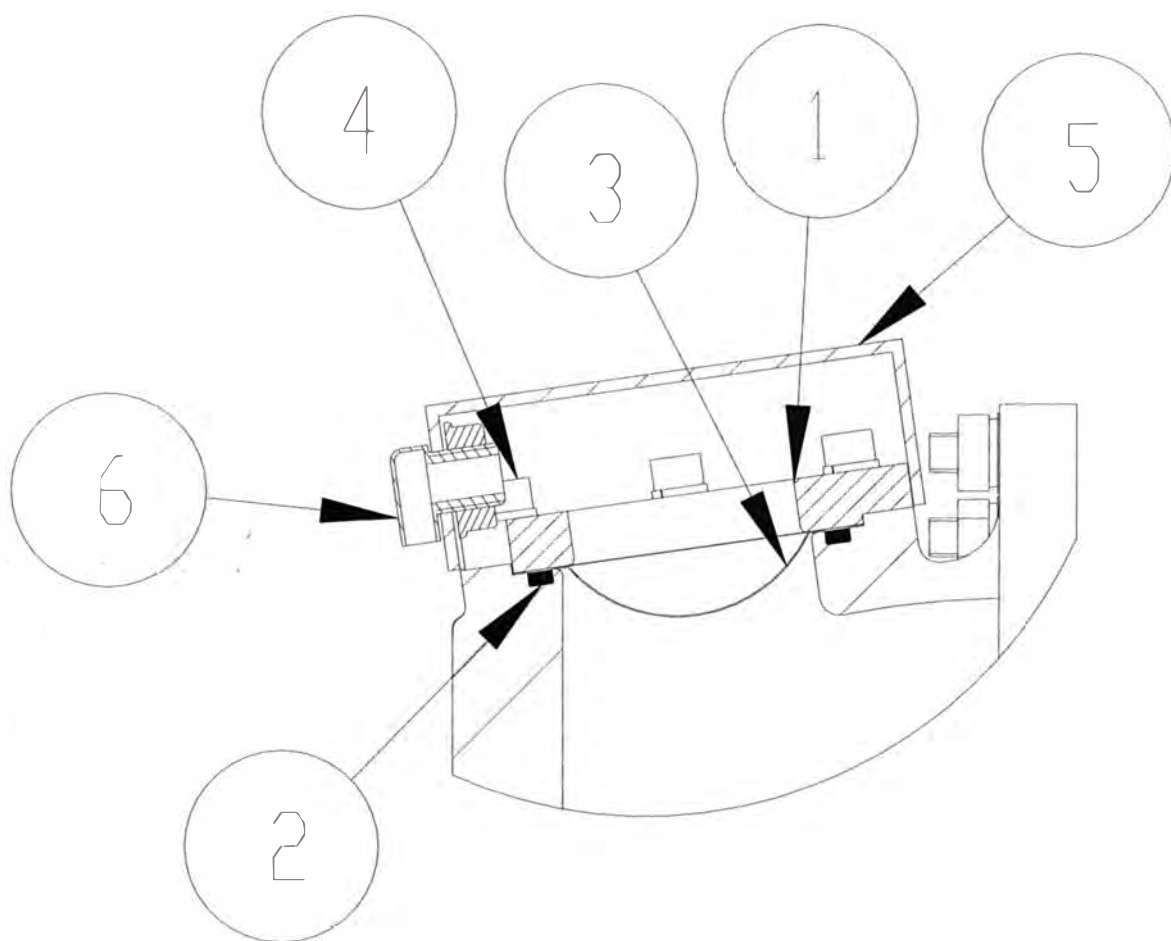
disconnecter during manual operation



- 6. electromagnet
- 7. Mechanical unlock for manual drive
- 8. crank

- 10. disk
- 11. hinge pin
- 12. padlock

fig. 7



- 1. ring
- 2. seal
- 3. rupture disc
- 4. bolt
- 5. cover
- 6. aerator

fig. 8



# FRONT VIEW INTERNAL DOOR

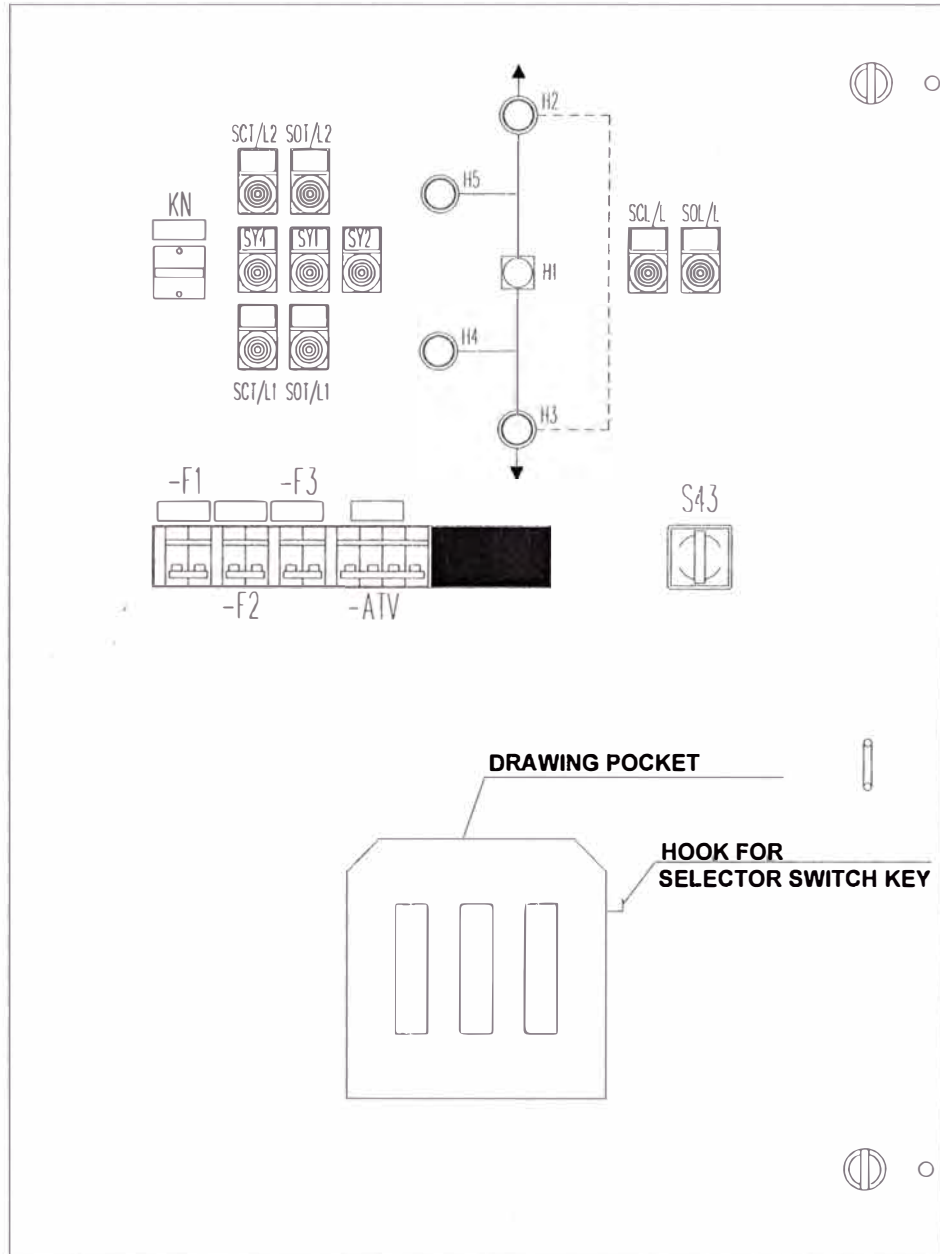


fig. 9a

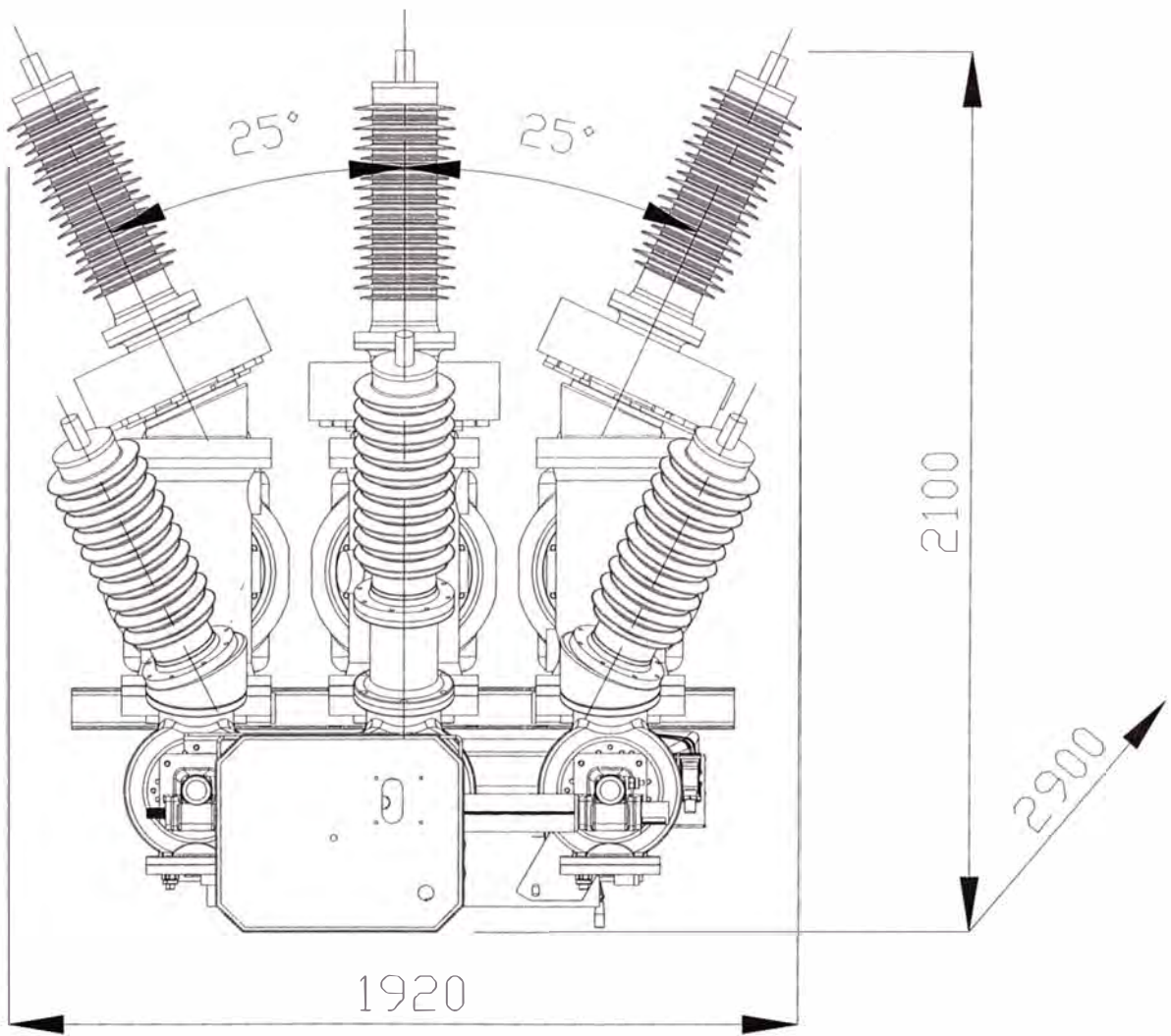
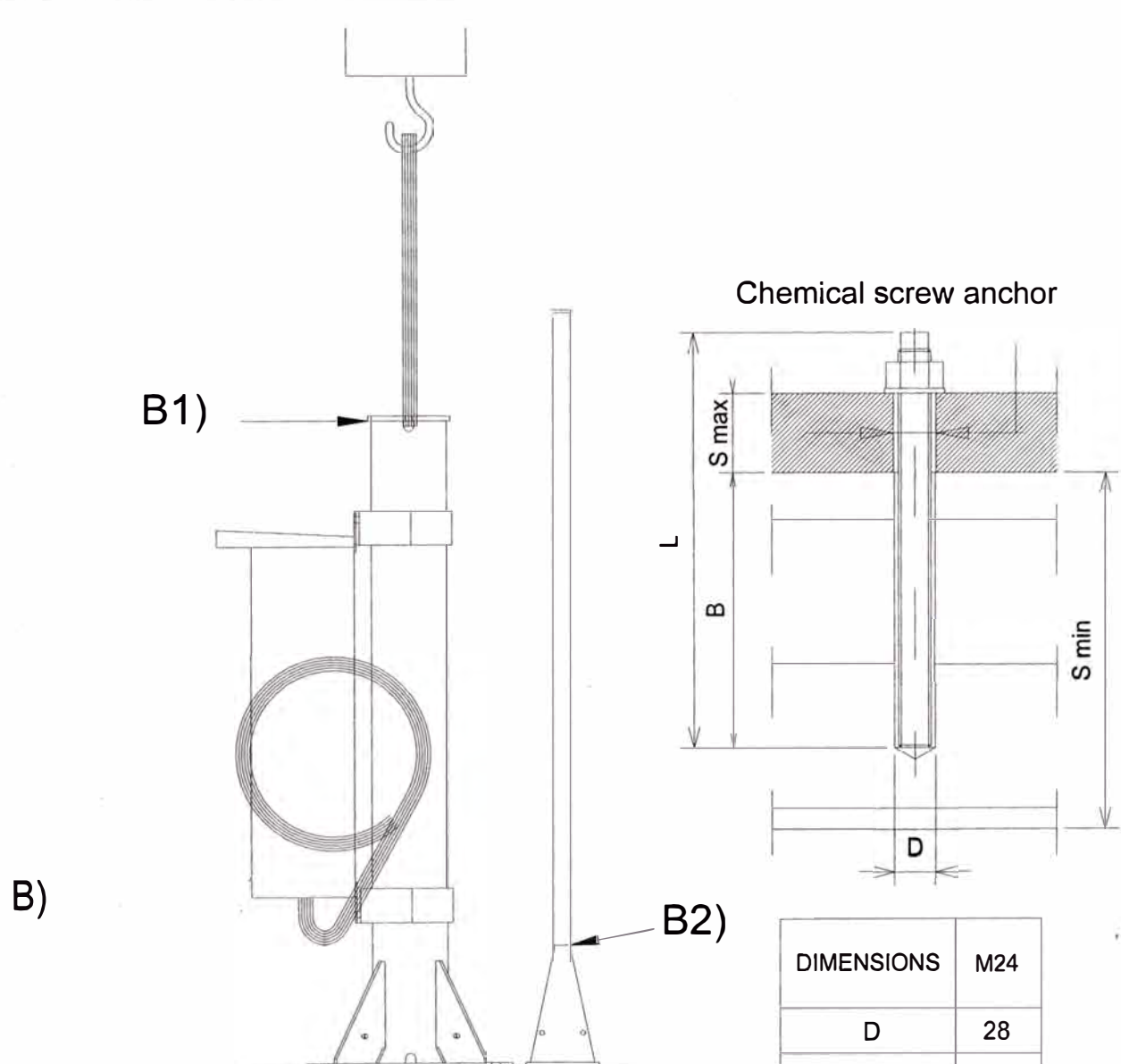
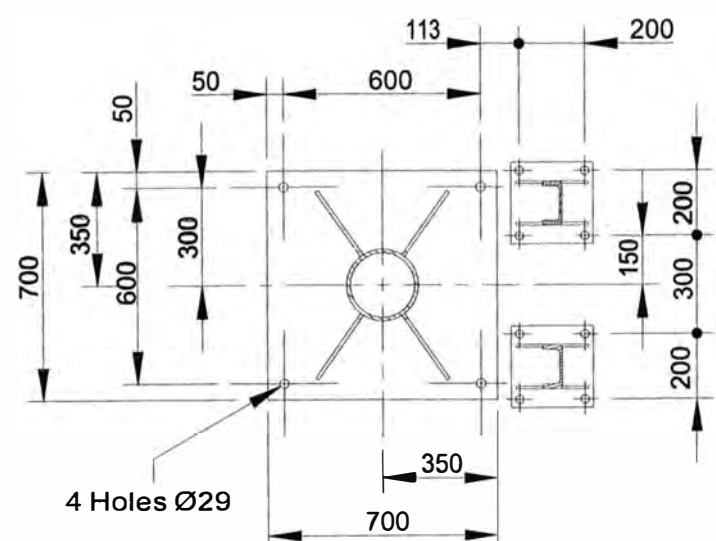


fig. 10



B)

A)



DIMENSIONS	M24
D	28
D1	29
B	210
S min	270
S max	54
L	290

indicative

fig. 11

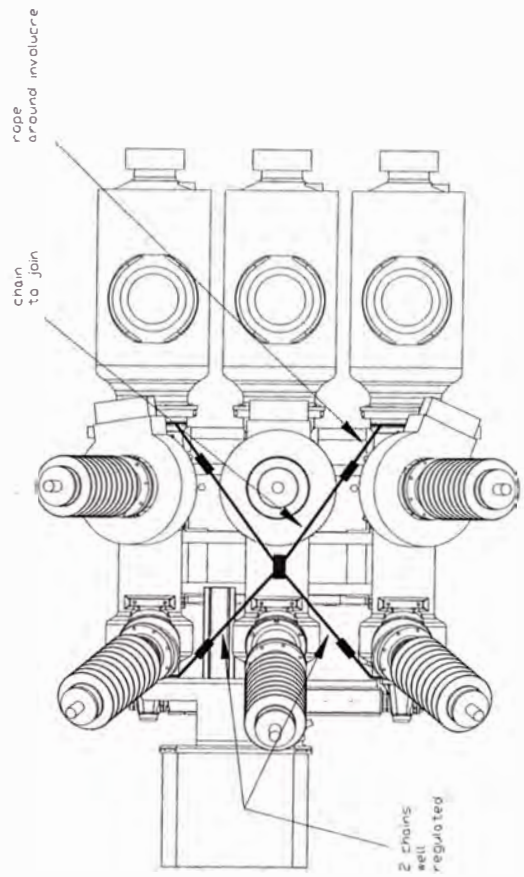
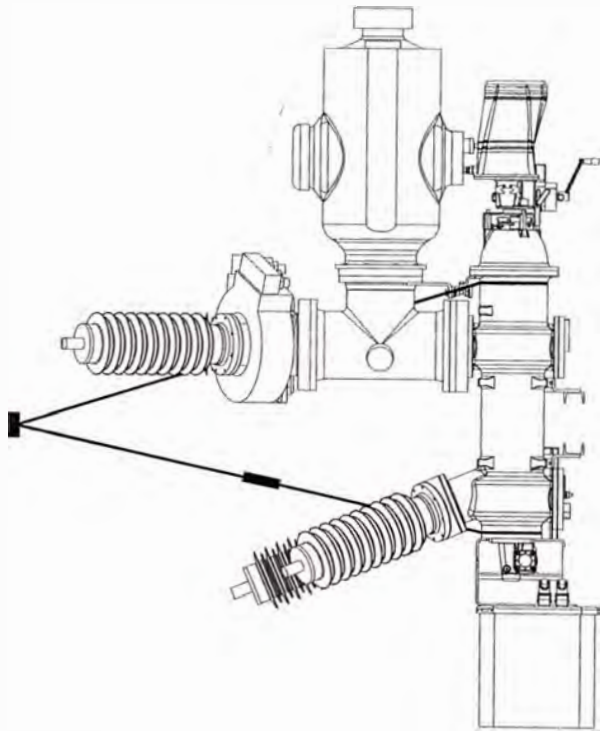
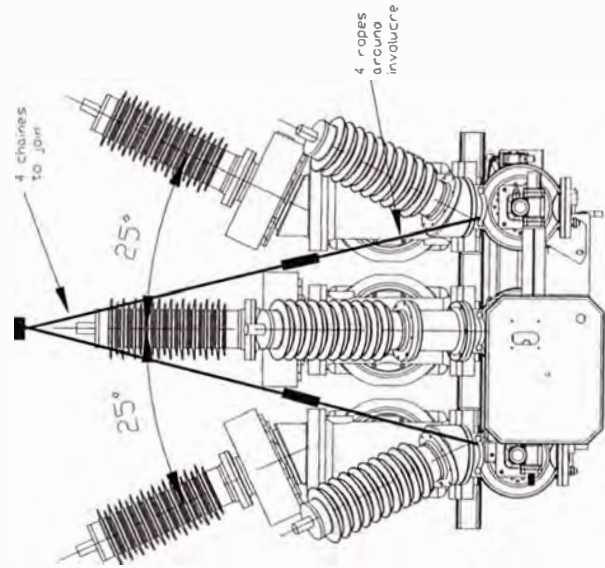


fig. 12



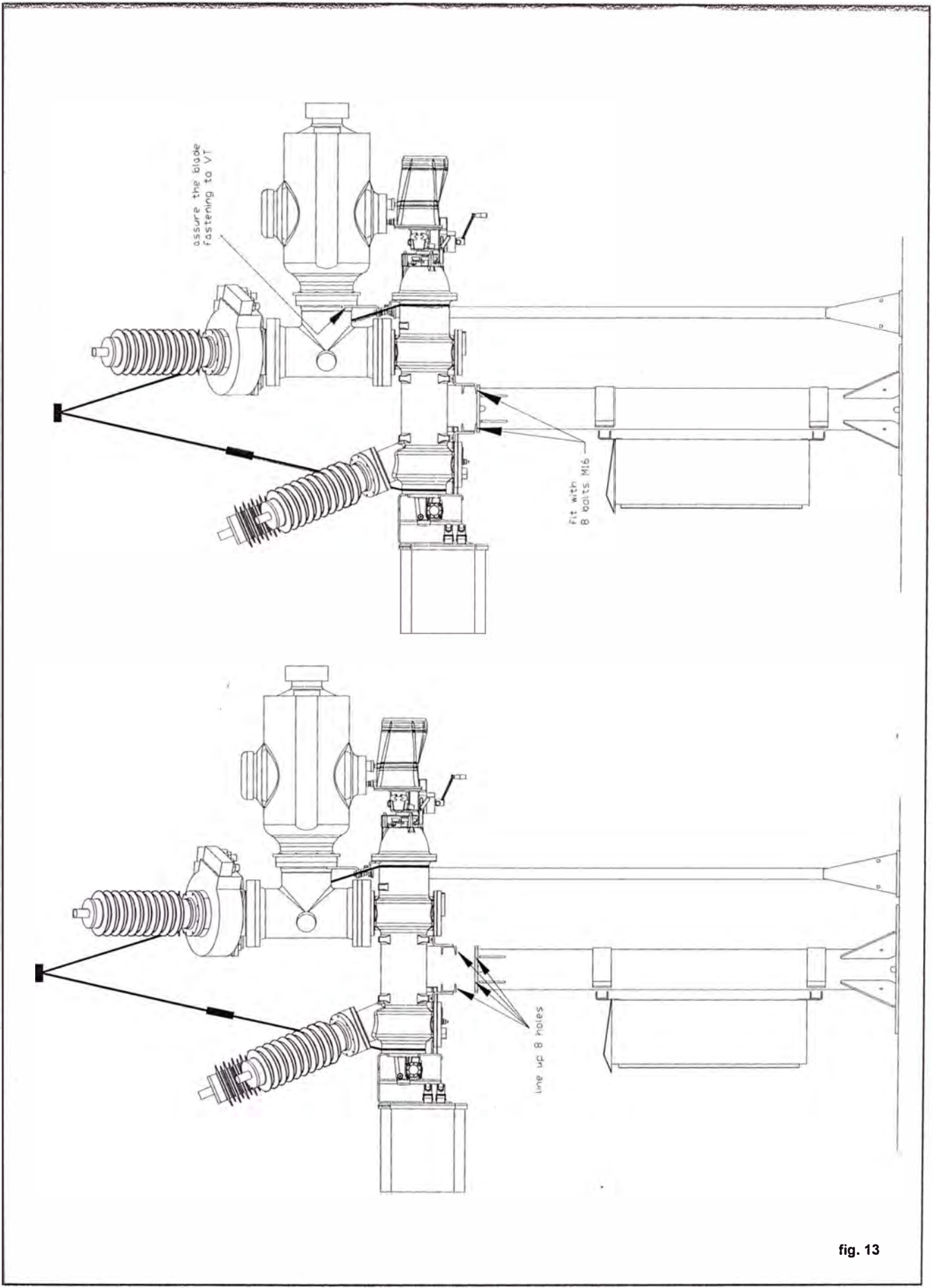


fig. 13

- 1. VT
- 2. no return valve
- 3. density switch
- 3.1. joined flange
- 4. DILO DN8
- 5. gas connections

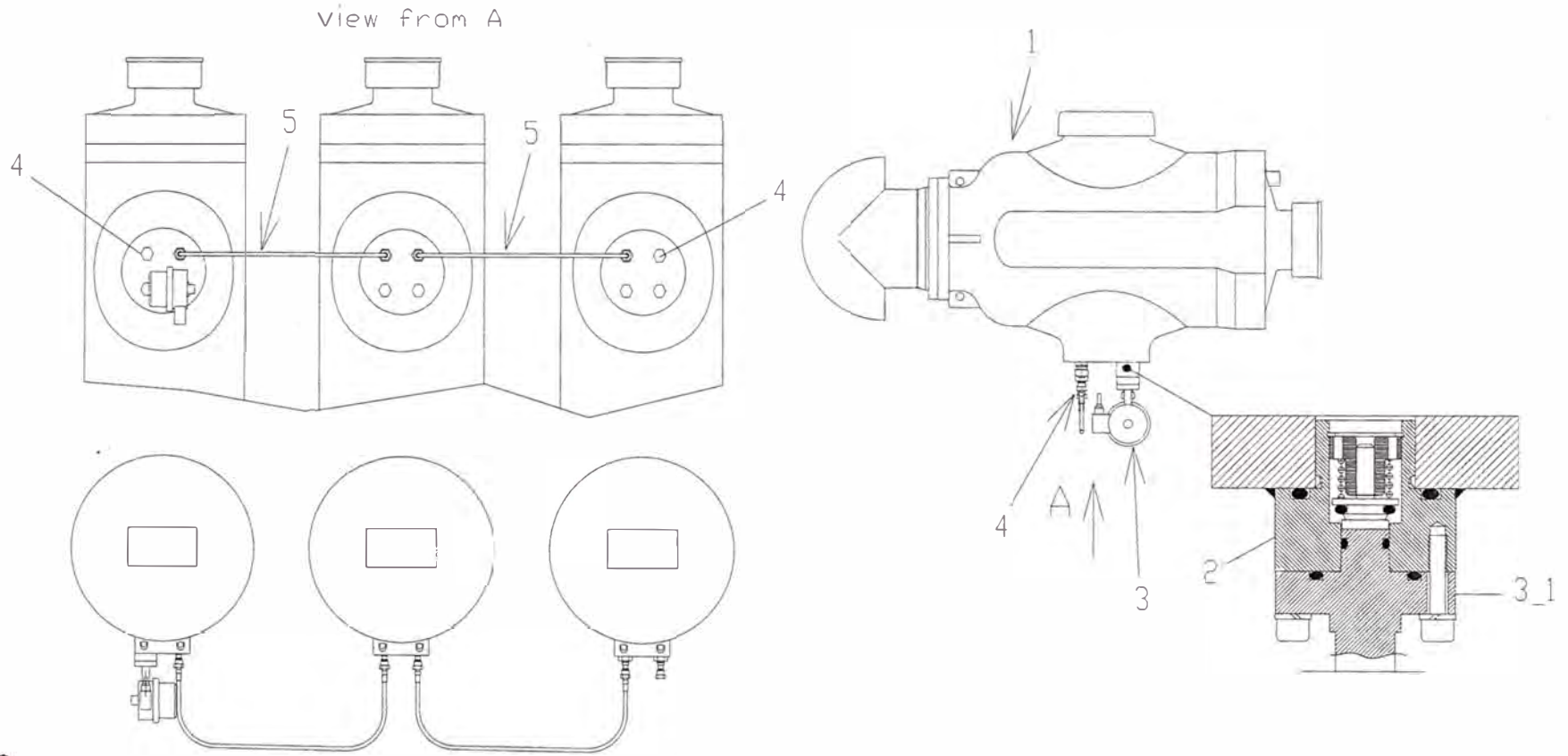


fig. 15

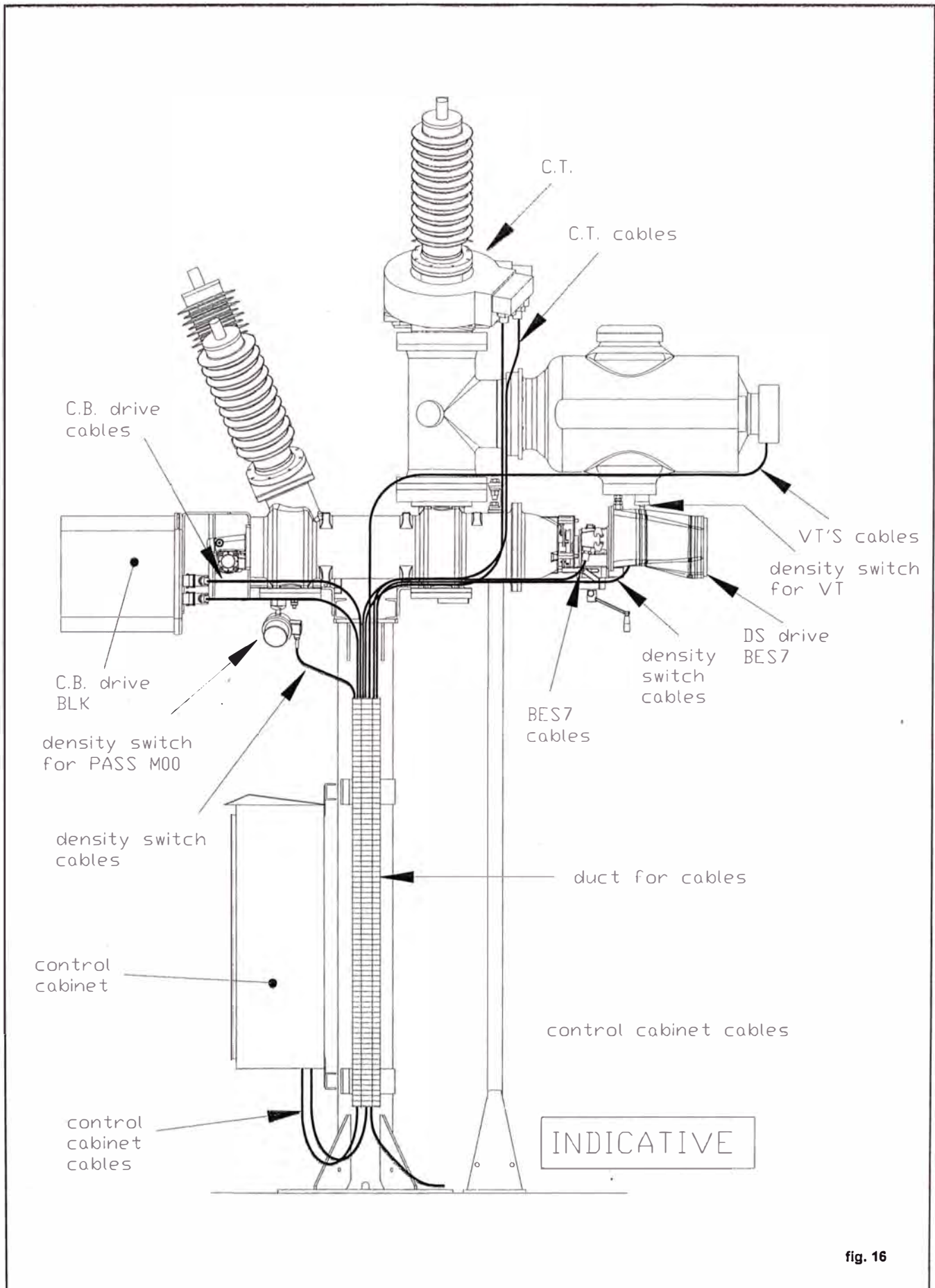


fig. 16

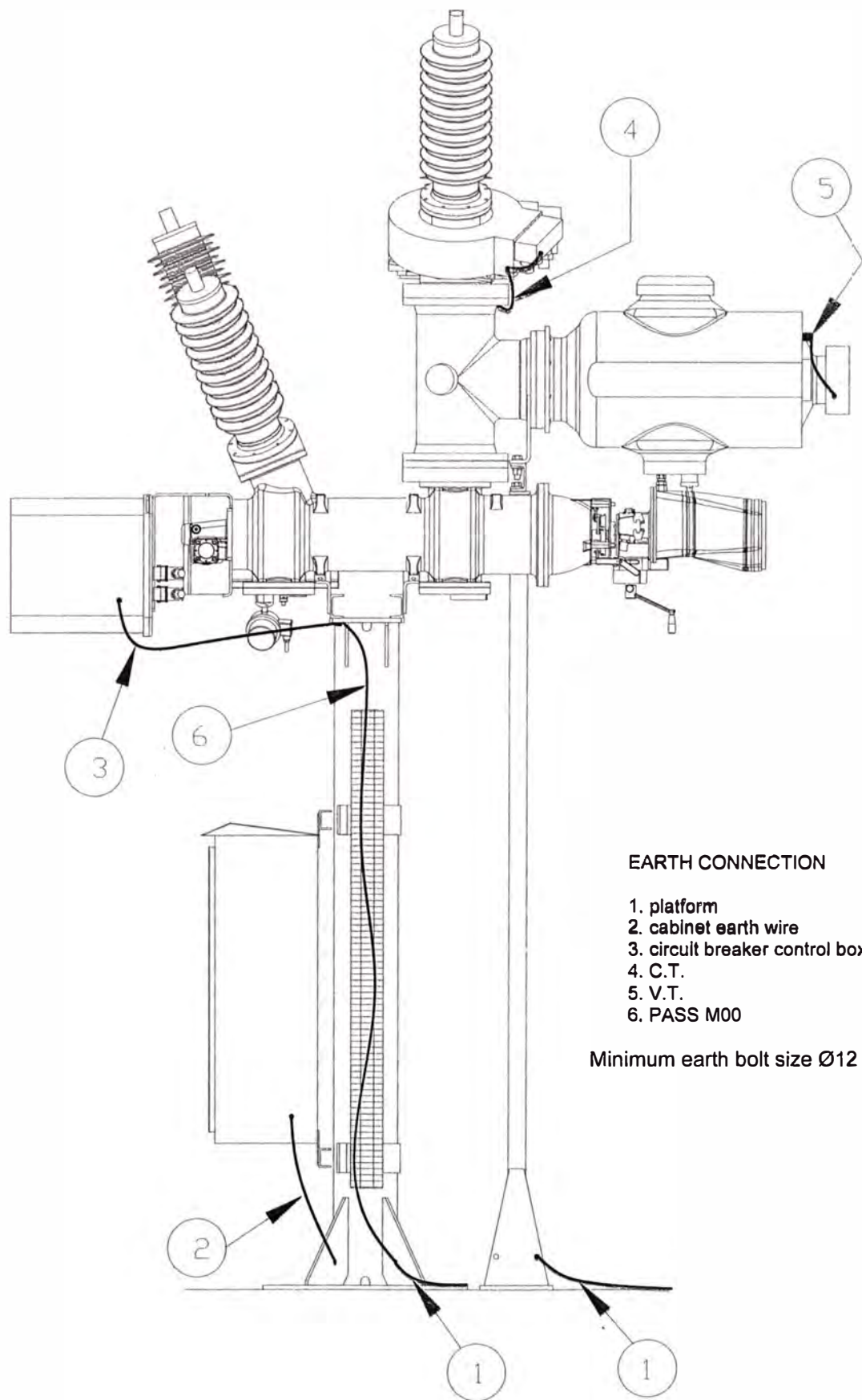
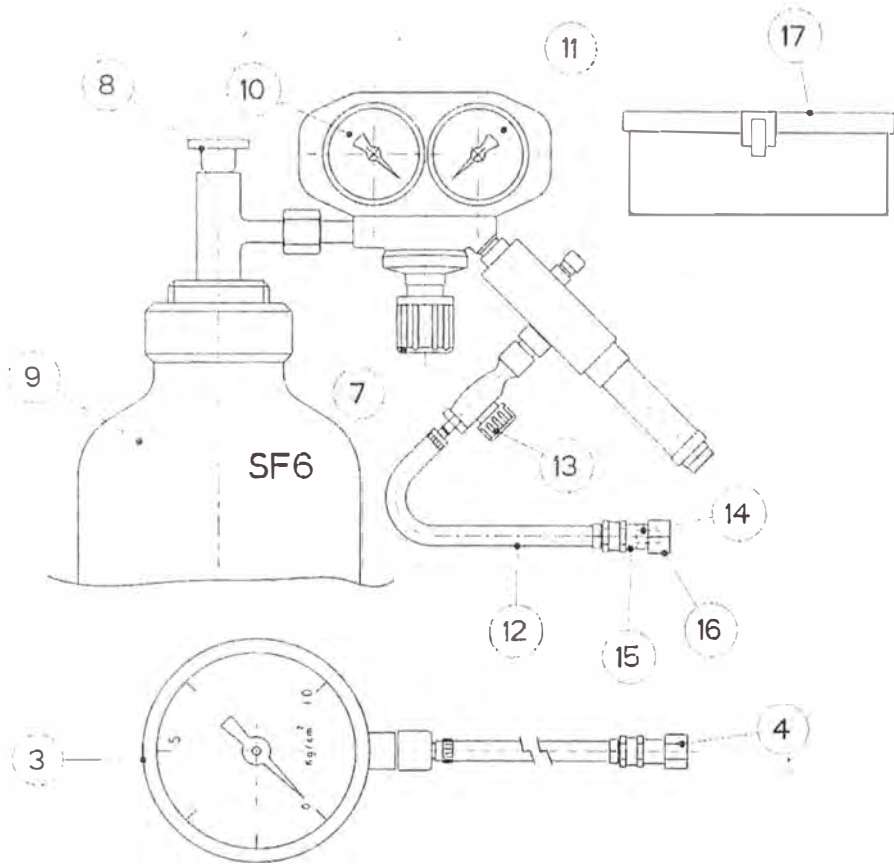
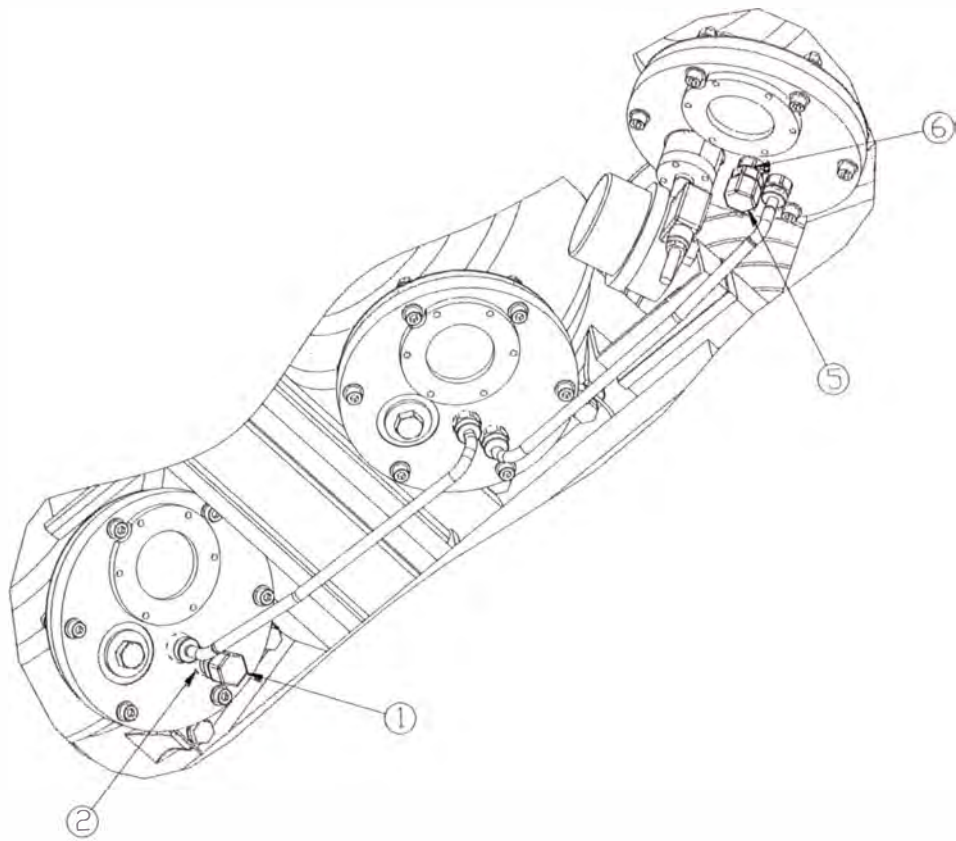


fig. 17



- 1. cap
- 2. valve
- 3. sample pressure gauge
- 4. nut
- 5. cap
- 6. valve
- 7. reduction knob
- 8. tap
- 9. bottle
- 10. H.P. gauge
- 11. L.P. gauge
- 12. hose
- 13. tap
- 14. piston
- 15. valve
- 16. nut
- 17. instrument box

fig. 18

## **Reproduction prohibited**

**By law, we remain the owners of this document. Under no circumstances may it be reproduced, handed over or disclosed to competitor companies or to third parties without our written authorisation.**

© ABB PT SpA U.O. Adda

## **Address**

**ABB PT SpA U.O. Adda**

**Via dei Ceramisti**

**26900 Lodi – Italy**

**tel. +39.0371 – 452.1**

**fax +39.0371 – 452.222**

**internet : <http://www.abb.com/it>**

## **Notes**

**These instructions describe high voltage technology products and are intended specifically for making known the use of such products.**

**These instructions are not intended to replace valid regulations, with regard to high voltage systems and equipment, and are intended for the use of specialists in the electrical field.**



**ABB PT SpA U.O. Adda**  
**Via dei Ceramisti**  
**26900 Lodi - Italy**  
**tel. +39 0371 452.1**  
**fax. +39 0371 452.222**  
**e-mail : [abb-adda.itadd@it.abb.com](mailto:abb-adda.itadd@it.abb.com)**  
**internet : <http://www.abb.com/it>**

**ANEXO B: TECHNICAL SPECIFICATION – PLUG AND SWITCH SYSTEM (PASS  
M00)**





TECHNICAL SPECIFICATION

ABB PTHV S.p.A.  
Unità Operativa  
ADDA

# *Plug And Switch System*

# **PASS M00**

Up to 100 kV

Issued/Emesso	23.05.2002									<b>UA600870</b>	
Checked/Controllato											
Approved/Approvato											
Revision/Revisione	A	26/11/02	B	17.01.03	C	17.04.03	D	30.06.03	E		09.03.04
Revision/Revisione	F	17/11/04									

## Index

<b>NORMAL SERVICE CONDITIONS.....</b>	<b>3</b>
<b>WEIGHTS OF EQUIPMENT .....</b>	<b>4</b>
<b>SF<sub>6</sub> GAS WEIGHT (THREE POLES) .....</b>	<b>4</b>
<b>STANDARD FINISHING .....</b>	<b>4</b>
<b>RATED INSULATION LEVEL .....</b>	<b>5</b>
<b>COMPOSITE BUSHINGS .....</b>	<b>6</b>
<b>CURRENT RATINGS .....</b>	<b>7</b>
<b>SF<sub>6</sub> GAS SYSTEM .....</b>	<b>8</b>
<b>CIRCUIT BREAKER.....</b>	<b>9</b>
<b>(T100S AND T100A DUTY CYCLES ACCORDING TO IEC 62271-100) .....</b>	<b>9</b>
<b>COMBINED LINE DISCONNECTOR AND EARTHING SWITCH.....</b>	<b>11</b>



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

**NOTE:** All values included in this Data Sheet are referred to the standard PASS M00 module.  
For final technical characteristics please refer to the specific project documentation.

### NORMAL SERVICE CONDITIONS

Installation type	Outdoor/Indoor	
Altitude above sea level	m	≤ 1000
Maximum ambient air temperature	°C	+40
Minimum ambient air temperature	°C	-30*
Relative humidity	%	100
Wind pressure (wind speed 34 m/s)	Pa	700
Solar radiation (IEC 694)	W/m <sup>2</sup>	≤ 1000
Earthquake (IEC1166)	g	0.5
Degree of protection (IEC 60529)	IP class	44**
Pollution level (IEC 60815)	III Heavy	
Anti corrosion of tank	Yes	
Ice Thickness	mm	10

\*other on request

\*\*other on request



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

### WEIGHTS OF EQUIPMENT

		72,5 kV	100 kV
SBB module	kg	1000	1130
SBB support frame	kg	80	80
control cubicle	kg	80	80
DBB module	kg	1150	1200
DBB support frame	kg	100	100

### SF<sub>6</sub> GAS WEIGHT (THREE POLES)

		72,5 kV	100 kV
SBB	kg	8	9
DBB	kg	10	12

### STANDARD FINISHING

Support structure (hot dip galvanised according to DIN 50976)	µm	85
Surface painting		NO*

\* On request Grey (RAL7035)



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV  
S.p.A. Unità  
Operativa ADDA**

<b>RATED INSULATION LEVEL</b>			
Rated voltage	kV	72.5	100
Rated frequency	Hz	50	60
Rated power frequency withstand voltage (1 min)			
<i>common value</i>	kV	140	185
<i>across the isolating distance</i>	kV	160	210
<i>across open CB</i>	kV	160	210
Rated lightning impulse withstand voltage (peak)			
<i>common value</i>	kV	325	450
<i>across the isolating distance</i>	kV	375	520
<i>across open CB</i>	kV	375	520



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

<b>COMPOSITE BUSHINGS</b>			
Rated voltage	kV	72.5	100
Rated Current	A	2000*	2000
Rated power frequency withstand voltage	kV	140	185
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	325	450
Partial discharge level, 46 kV	pC	at 46 Kv ≤ 5	at 58 Kv ≤ 5
Radio Interference Voltage level	μV	NA	≤ 2500
Power freq. withstand voltage (15 min) at 100 kPa / 20 °C	kV	46	58
Arcing distance	mm	590	785
Creepage distance	mm	1852	2560
<b>Maximum load</b>			
<i>longitudinal</i>	N	750	
<i>transversal</i>	N	500	
<i>vertical</i>	N	750	

\*2500 A on request



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

<b>CURRENT RATINGS</b>			
		72,5 kV	100 kV
Frequency	Hz	50/60	50
Rated continuous current	A	2000 *	
Rated short-time withstand current	kA	31.5	20
Rated short circuit duration	s	3	3
Rated peak withstand current	kA	80	50
Temperature rise of active parts at rated continuous current	°C	≤ 65	
Temperature rise of terminals at rated continuous current	°C	≤ 65	
Temperature rise of enclosure at rated continuous current	°C	≤ 30	

\* 2500 A on request

<b>CURRENT TRANSFORMER</b>		
Model		TAT
Type		Indoor/Outdoor
Standard Application		IEC 60044-1
Insulation		Resin
Rated Voltage	kV	72,5 - 100
Number of cores	-	1÷4
Rated primary current	A	150 –2000 *
Rated Overcurrent Factor		1,2
Rated secondary current	A	1 or 5
Performance	VA	5÷30
<b>Protection Core</b>		
Class		5P-10P
Accuracy Limit Factor		10-20-30
<b>Measurement Core</b>		
Class		0,2 – 0,5 -1
Security factor	-	< 10



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

<b>SF<sub>6</sub> GAS SYSTEM</b>				
Annual SF <sub>6</sub> leakage	%	<0,5%		
CIRCUIT BREAKER and DISCONNECTOR (Relative Value)	kV	72.5		100
Frequency	Hz	50	60	50
Filling pressure at 20 °C	kPa	600	650	650
Min. service pressure at 20 °C	kPa	540	570	570
Rated insul. pressure at 20 °C	kPa	540	570	570
Alarm level 1 at 20 °C (Only Alarm)	kPa	560	610	610
Alarm level 2 at 20 °C (Circuit breaker lock or trip)	kPa	540	570	570
<b>ENCLOSURE (Relative value)</b>				
Design pressure	kPa	700	800	800
Routine test pressure	kPa	1050	1200	1200
Bursting pressure	kPa	> 3200		> 3200
Bursting disc release pressure	kPa	1050	1150	1150





## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

<b>CIRCUIT BREAKER</b>			
		72,5 kV	100 kV
Frequency	Hz	50/60	50
Type	PASS M00		
Operating mechanism (spring type, three pole operated)	BLK 82		
Maximum number of mechanical operation for drive mechanism	10.000		
Rated operating sequence acc. to IEC	O - 0.3 s - CO –1 min – CO		
Stored switching sequence	O – CO		
Rated current	A	2000 *	
Rated short-time withstand current	kA	31.5	20
Rated peak withstand current	kA	80	50
Rated short circuit duration	s	3	3
Maximum number of operations at rated current	3.000		
<b>CHARACTERISIC FOR TERMINAL FAULT</b> <b>(T100S AND T100A DUTY CYCLES ACCORDING TO IEC 62271-100)</b>			
Short circuit breaking current	kA	31.5	20.0
Short-circuit making current	kA	80.0	50.0
First pole to clear factor	pu	1.5	
Recovery voltage	kV	63	86
TRV peak value $u_c$	kV	124	171
Time to reach peak $t_3$	$\mu$ s	165	183
Rate of rise of recovery voltage (RRRV)	kV/ $\mu$ s	0.75	2
Opening time (at rated voltage)	ms	28 $\pm$ 3	
Closing time (at rated voltage)	ms	28 $\pm$ 3	
Minimum arcing time	ms	7.5	
Minimum clearing time	ms	44.5	45
Maximum break time	ms	<50	



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

Peak current value related to peak value for symmetrical short circuit current	pu	1.21	-
Duration of major loop	ms	11.5	-

### CHARACTERISTIC FOR SHORT LINE FAULT (L90 duty cycle according to IEC 62271-100)

Short-line fault current	kA	28,5	18
--------------------------	----	------	----

#### TRV Line characteristics

Surge impedance	$\Omega$	450	
-----------------	----------	-----	--

Peak factor	pu	1,6	
-------------	----	-----	--

Time delay $t_{dL}$	$\mu s$	0,2	
---------------------	---------	-----	--

#### TRV source characteristics

TRV peak value $u_c$	kV	83	114
----------------------	----	----	-----

Time to reach peak $t_3$	$\mu s$	166	123
--------------------------	---------	-----	-----

Rate of rise of recovery voltage (RRRV)	kV/ $\mu s$	0,5	2
---	-------------	-----	---

### CHARACTERISTIC FOR OUT OF PHASE MAKING AND BREAKING (OP2 duty cycles according to IEC 62271-100)

Out of phase breaking current	kA	7,87	5
-------------------------------	----	------	---

Out of phase voltage factor	pu	2,5	
-----------------------------	----	-----	--

### CHARACTERISTIC FOR CAPACITIVE CURRENT SWITCHING (LC1, LC2, CC1 and CC2 duty cycles according to IEC 62271-100)

Rated line charging breaking current	A	10	20
--------------------------------------	---	----	----

Rated cable-charging breaking current	A	125	
---------------------------------------	---	-----	--

Voltage factor $k_c$	pu	1,4	
----------------------	----	-----	--

#### CB CONTROL CIRCUITS (Opening and closing tripping device)

Rated supply voltage	$V_{DC}$	110	
----------------------	----------	-----	--

Rated current (RMS at rated voltage)

Opening coil	A	0,41	0,21
	W	45	45

Closing coil	A	2,1	1,1
	W	230	230



## TECHNICAL SPECIFICATION

**ABB PTHV**  
**S.p.A. Unità**  
**Operativa ADDA**

<b>CB OPERATING MECHANISM MOTOR</b>			
Rated supply voltage	V <sub>DC</sub>	110	
Rated power	W	400	
Rated current (at rated voltage)	A	3.5±1.5	
Inrush current	A	10±1.5	
Number of auxiliary contacts	n°	5 NO+5NC*	
<b>COMBINED LINE DISCONNECTOR AND EARTHING SWITCH</b>			
Type	SBL		
Operating mechanism (three pole operated)	BES7		
Maximum number of mechanical operations	n°	10.000	
<b>DS OPERATING MECHANISM MOTOR</b>			
Rated supply voltage	V <sub>DC</sub>	110	
Rated power	W	180	
Rated current (RMS value at rated voltage)	A	2.75±0.25	
Inrush current (Peak value at rated voltage)	A	13±0.5	
Number of auxiliary contacts	N°	2NO+2NC*	
Motor operated time	S	<10	
<b>SUPPLY VOLTAGE</b>			
Auxiliary circuits	V <sub>DC</sub>	110	220
Auxiliary current	A	5	2.5
Heater	V <sub>AC</sub>	220	
Heater power	W	150	

\* other contacts auxiliaries by means of relays

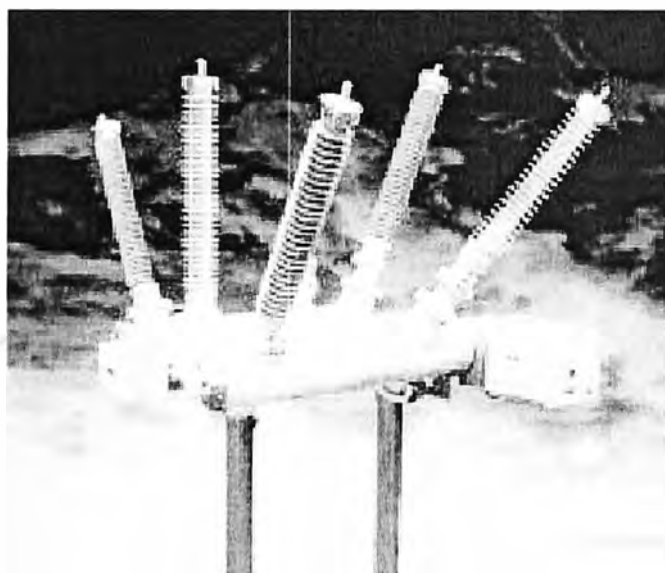
**ANEXO C: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION – PASS M00**

# ***Environmental Product Declaration***

***EPD I – ANPA - 2***



**PASS M0**



**ABB T&D SpA - ADDA**



## **Presentation**

Aim of this document is to supply information on the environmental performances of the PASS M0 product life cycle, conforming to the “General rules for the drafting of Environmental Product Declaration” (ANPA, July 2001 draft) and to the category “Product Specific Requirements”.

The environmental performance is measured by means of an LCA study carried out in accordance to ISO 14040 standards.

### ***Manufacturer information***

ABB T&D SpA - ADDA  
Viale Pavia 3  
26900 Lodi – Italy  
web: [www.abb.com/it](http://www.abb.com/it)

Lodi manufacturing site has been certified since 1992 according to ISO 9001 standards and since 1998 according to ISO 14001.

### ***Product description***

PASS, is an acronym for Plug and Switch System, is a prefabricated multifunctional equipment, isolated in gas, for high-voltage distribution substations (rated voltage higher than 72.5 kV up to 170 kV), including circuit breakers, disconnectors and earth disconnectors, current and voltage transformer as well as sensors for measuring the thickness of SF6 gas. One of PASS's main characteristics is its modular design and standardized components, which allow to obtain different configurations of the product. PASS can also be effectively utilized for the retrofitting of substations isolated in air.

## Scope of declaration

The model being surveyed by this study is the single-bar PASS M0 for distribution substations whose main electrical widths are as follows:

- Rated current: 2.500 A
- Rated voltage: 145 kV – 170 kV
- Frequency: 50/60 Hz

## Functional unit

The functional unit, as specified by the Product Specific Requirements PSR-I 02:2001, is the high-voltage bay.

## System boundaries

The boundaries of the system being surveyed by the LCA study are in accordance to PSR I 02:2001.

For what not specified by the Product Specific Requirements the following holds true:

### **Production**

The system includes the production phases of all material concurring to make the bay the amounts shown in the chart.

Materials	[g]	%
Iron	614	27.0
Steel	136	6.0
Stainless steel	160	7.0
Aluminum	785	34.6
Copper	138	6.1
Resins	206	9.1
Silicone rubber	83	3.7
SF6	36	1.6
Miscellaneous	2	0.1
Total	2160	95.1
Weighted	2270	100.0
<b>Cut-off</b>		<b>4.85</b>

Data regarding processes under the organization's control regard the ABB T&D - Adda Division manufacturing site located in Lodi.

Ninety-nine percent of data regarding associated production processes are specific data.

The reference energy mix is the Italian one (ANPA I – LCA version 2 databank).

Packaging of components and of finished product are not included in the system.

Sulphur hexafluoride losses at the Lodi location are equal to 3% of the compound being treated.

### **Transportation**

The system includes the transportation phases of finished and semifinished products concurring to make up the finished product. The transportation of finished product to clients was not considered since the product is sold on the international market.

## Usage

The product usage phase brings along potential impacts, energy consumption and waste due to the production and supply of dissipated energy due to the Joule effect.

The reference energy mix used in the usage phase is the European one (ANPA I – LCA version 2 databank).

The energy losses in the usage phase due to the resistance of the main circuit (measured phase resistance equal to  $85 \cdot 10^{-6}$  W.) are equal to 251.300 MJ.

Yearly mass losses of sulphur hexafluoride by the equipment are evaluated to be 0.3%.

## End of life

The environmental performance declaration regarding the phase of the product's end of life is made under the hypothesis that the best available technology is used and is based on the following scenario.

Material	Recycle [g]	Recovery [g]	Landfill [g]	Emission [g]
Iron	553		61	
Steel	122	226	14	
Stainless steel	144		16	
Aluminum	707		79	
Copper	110		28	
Resins		202	4	
Silicone rubber			83	
SF6		34		1.7
Miscellaneous			2	
<b>Partial</b>	<b>1636</b>	<b>236</b>	<b>286</b>	<b>1.7</b>

\* by recovery we mean the incineration process with energy recovery

\*\* by emissions we mean emissions into the atmosphere attributable to the gas end of life, before the final recovery and/or disposal.



# Environmental performance declaration

## Consumption of resources

Consumption of main resources associated to the various phases of the life cycle is the following:

Resource	Production [kg]	Use [kg]	End of life [kg]
Water	180.000	1.680.000	-27.000
Bauxite	3.110	4	-2.500
Limestone	347	218	0
Coal	1.110	9.350	-258
Iron	915	97	-748
Natural gas	1.120	1.080	-88
Wood	28	70	0
Lignite	50	11.800	-24
Copper	148	0.8	-86
Oil	1.720	2.140	-1.510
Sand	68	53	0
Salt	419	7	-35
Uranium	0.062	0.801	-0.04
Zinc	11	0	0

## Consumption of gross energy

The consumption of gross energy tied to the various phases of the life cycle and distinguished between the non-renewable and the renewable energy is the following:

Non renewables	Production [kg]	Use [kg]	End of life [kg]
Coal	21.000	177.600	-4.900
Gas	57.000	56.200	-4.570
Lignite	500	118.200	-240
Oil	77.500	96.200	-68.100
Uranium	28.000	360.500	-19.600
Total	184.900	808.700	-97.410
Renewable			
Hydro	42.500	52.100	-31.600
Wood	560	1.400	0
Total	43.060	53.500	-31.600
<b>Total gross energy</b>	<b>227.960</b>	<b>862.200</b>	<b>-129.010</b>

## Potential Environmental Impacts

Potential environmental impacts tied to the various phases of the life cycle are the following:

Impact category	Production	Use	End of life
Acidification (kgSO <sub>2</sub> eq)	97.1	273	-65
Climate changes (kgCO <sub>2</sub> eq)	36.400	90.100	35.900
Eutrophication (kgPO <sub>4</sub> eq)	5.89	9.24	-3.2
Depletion of stratospheric ozone layer (kgCFC11eq)	0.0026	0	0
Photochemical ozone creation (kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	22.12	20.11	-14.5

## Waste

Waste produced in the various phases of the life cycle are the following

Waste	Production [kg]	Use [kg]	End of life [kg]
Industrial	14.251	5	-5.165
Hazardous	20.11	0.59	10.3

## Land usage

The surface occupied by a PASS M0 is equal to:

Station	PASS M0 (sqmt)
Surface occupied	13.1

## Additional information

### **Traceability of potential impacts**

Potential environmental impacts regarding the supply of electric power are those associated to the usage of the analysis data of the inventory contained in the I-LCA database, version 2 (ANPA-October 2000).

<b>1 MJ produced with energy mix</b>	<b>Italian</b>	<b>European</b>
Acidification (kgSO <sub>2</sub> eq)	0.00151	0.00102
Climate changes (kgCO <sub>2</sub> eq)	0.197	0.144
Eutrophication (kgPO <sub>4</sub> eq)	0.0000582	0.0000346
Depletion of stratospheric ozone layer (kgCFC11eq)	0	0
Photochemical ozone creation (kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0.000170	0.0000753

### **Treatment procedures for exafluoride gas**

All processes involving the treatment of SF<sub>6</sub> follow the procedures set by the “Technical brochure no.117” of the CIGRE Guide in order to avoid the leakage of gas in the atmosphere.

ABB organized a world-wide service centers network which can offer:

- gas recovery service
- supply or leasing of equipment for gas treatment
- training courses for personnel in charge of recycling the gas

### **Reference documents**

- ANPA (July 2201 draft) “General rules for the drafting of Environmental Product Declarations”
- LCA study of the PASS M0 (ref. EPD I – 2 rev. 0).
- Product Specific Requirements (PSR - I 02:2001)
- ISO 14020 (2000) “Environmental labels and declarations – Principles and guidelines”
- ISO/TR 14025 (2000) “Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations”
- CIGRE Guide (1997) “Technical brochure no. 117”

### **Validation**

The truthfulness of the information contained in this document is guaranteed by the EPD I – ANPA - 2 validation provided by ANPA.

**ANEXO D: ALBUM FOTOGRAFICO DE EQUIPOS COMPACTOS PASS M00  
INSTALADOS DURANTE EJECUCION DE NUESTRAS OBRAS**

**FIGURA N° 1 – ANEXO D**



**PATIO DE LLAVES COMPUESTO POR TRES BAHIAS 60kV EQUIPADAS CON  
MODULOS COMPACTOS PASS M00 (01 PARA TRANSFORMADOR Y DOS DE LINEA)  
– NOTESE QUE EL SISTEMA DE BARRAS EMPLEA BARRAS RÍGIDAS TUBULARES**

**FIGURA N° 2 – ANEXO D**



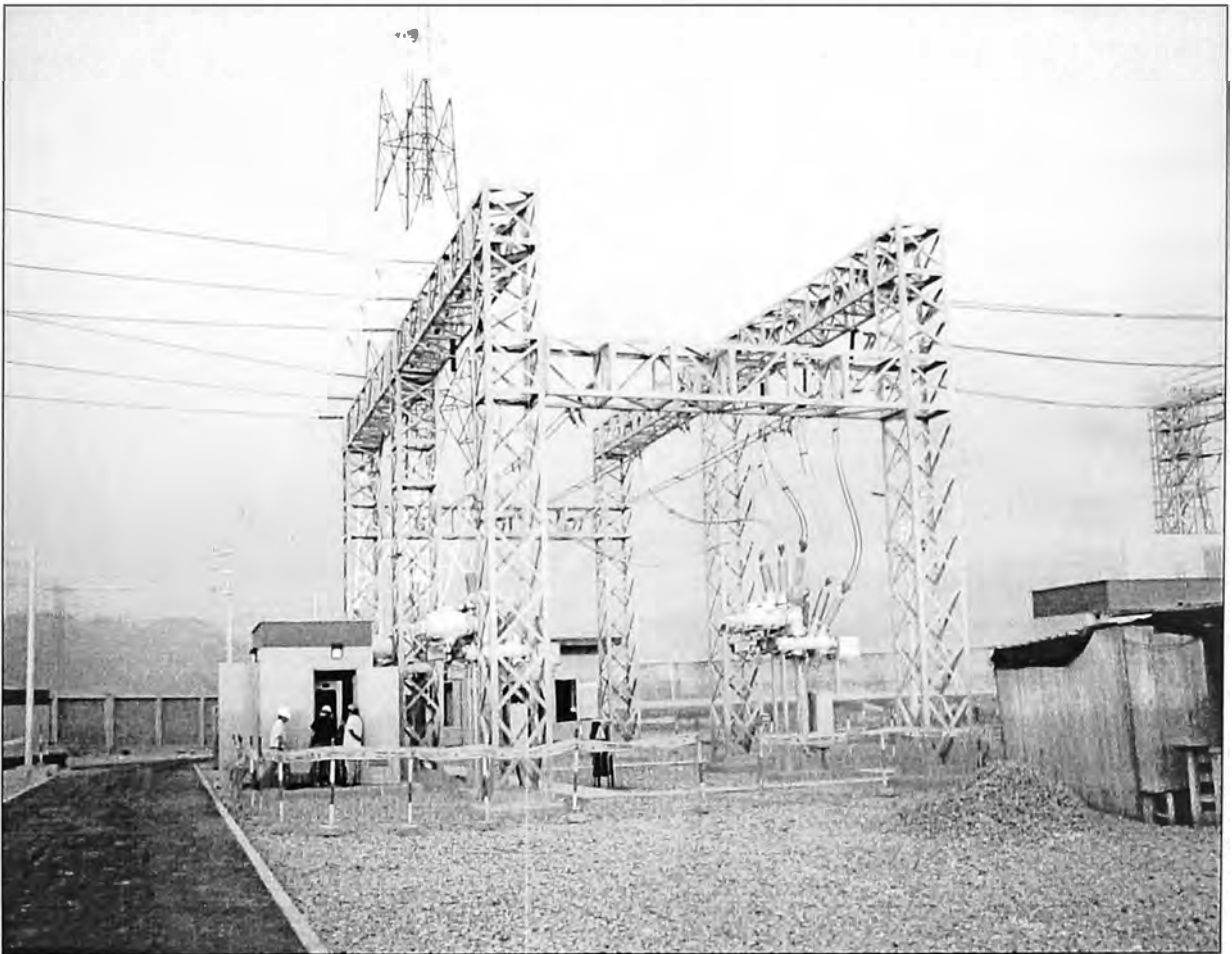
**EQUIPO DE MANIOBRA 60kV (TIPO PASS M00) INSTALADO EN EL TECHO DE UNA SUBESTACION TIPO EDIFICIO**

**FIGURA N° 3 – ANEXO D**



PATIO DE LLAVES COMPUESTO POR TRES BAHIAS 60kV EQUIPADAS CON  
MODULOS COMPACTOS PASS M00 (01 PARA TRANSFORMADOR Y DOS DE LINEA)  
– NOTESE QUE EL SISTEMA DE BARRAS ES DE CONDUCTOR DE ALUMINIO AAAC  
500mm<sup>2</sup>

**FIGURA N° 4 – ANEXO D**



**VISTA PANORAMICA DE PATIO DE LLAVES CON TRES BAHIAS 60kV EQUIPADAS  
CON MODULOS COMPACTOS PASS M00 (01 PARA TRANSFORMADOR Y DOS DE  
LINEA)**

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABB, "PASS M00: INSTALATION, COMMISSIONING AND MAINTENNACE GUIDE", 2GJA700129 (E), 2005
2. ABB, "TECHNICAL SPECIFICATION – PLUG AND SWITCH SYSTEM – PASS M00 Up to 100 kV, UA600870"
3. ABB, "PASS M00: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION", EPD I – ANPA - 2, 2005
4. Project Management Institute, "PMBOK® GUIDE", Third Edition, USA, 2004
5. M.Sc. App. Ing. Justo Yanque M., Técnicas de Alta Tensión, UNI-FIEE, 2004
6. Gilberto Enríquez Harper, Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión, Edit. Limusa, 2002
7. Hans Von Beeren, Técnica de la Alta Tensión, Edit. Labor, 1961
8. Gilberto Enríquez Harper, Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas, Edit. Limusa, 1988
9. Experiencia en planificación, supervisión y control de la ejecución de obras de montaje electromecánico en subestaciones de transmisión