

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DIMENSIONAMIENTO DE UNA CELDA EN 10.5 KV
PARA UN BANCO DE CAPACITORES
AUTOMÁTICO DE 9MVAR PARA EL CENTRO DE
CONTROL DE MOTORES DE LA COMPAÑIA
MINERA EL BROCAL ”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

RICARDO FABIAN FLORES CUTTI

PROMOCION 2008-I

LIMA – PERU

2012

ÍNDICE

	Pág
PRÓLOGO	
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Problemática	4
1.4 Normas	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Aspecto Conceptual de Celdas eléctricas y Banco de Capacitores	8
2.2 Clasificación de las Celdas	17
2.2.1 Según su Construcción	17
2.2.2 Según su tipo de Aislamiento y Corte	18
2.2.3 Según su Función	19
2.3 Grados de protección de Celdas de Media Tensión	22
2.4.1 Según Normativa IEC	22
2.4.2 Según Normativa Nema	23
2.4.3 Comparativa entre Ambas Normas	25

2.4	Dimensionamiento de la celda en 10.5kV para el Banco de Capacitores Automático de 9 MVAR.	27
2.4.1	Cálculo de la Sección de Barra a Tierra.	27
2.4.2	Cálculo de los efectos de la Corriente de Cortocircuito	29
2.4.3	Derrateo por Altura	30
2.4.4	Disipación Térmica	32
2.4.5	Efecto de los Armónicos	35

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE LA CELDA EN 10.5 KV PARA EL BANCO DE CAPACITORES

3.1	Selección del equipamiento	37
3.1.1	Equipos de Fuerza	37
3.1.2	Equipos de Medición, Control y Protección	50
3.1.3	Aisladores	58
3.2	Barras de cobre y cableado	60
3.2.1	Selección de Barras Principales y Derivados	60
3.2.2	Selección de la Barra a Tierra	61
3.2.3	Selección Cableado de fuerza y control	62
3.3	Evaluación de la Disipación Térmica	63
3.4	Protocolo de Pruebas	66

CAPÍTULO IV	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CELDA Y DE SUS COMPONENTES	70
4.1 Condiciones de servicio	70
4.1.1 Condiciones ambientales	70
4.1.2 Características Generales del sistema eléctrico	70
4.2 Características técnicas	71
4.2.1 Características de la Estructura	71
4.2.2 Características de los equipos	74
4.2.2.1 Equipos de Fuerza	74
4.2.2.2 Equipos de Medición, Control y Protección	82
4.3 Lógica de operación de la Celda	86
4.4 Modo de operación	90
4.4.1 Fuera de servicio	90
4.4.2 Puesta en servicio	91
CAPÍTULO V	
METRADO Y PRESUPUESTO	93
5.1 Entregables del proyecto	93
5.2 Cronograma	94

5.3	Metrado	95
5.4	Presupuesto del Proyecto	97
	CONCLUSIONES	98
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	100
	ANEXOS	
	PLANOS	

*Quiero dedicarle este trabajo a Dios que me ha dado la vida y fortaleza
para terminar este informe. A mis Padres por su apoyo incondicional;
.A mi alma mater que me formó profesionalmente. y en especial
.A Guisella por su amor y estar siempre allí en todo momento.*

PRÓLOGO

En la actualidad el encarecimiento de los costos de los energéticos no renovables obliga al uso eficiente y racional de la energía, y al cumplimiento de la preservación del medio ambiente. Esto ha motivado a grandes empresas a establecer medidas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia de la energía eléctrica en sus instalaciones. Siendo el bajo factor de potencia uno de los principales causantes de la caída de la eficiencia del sistema, se ve necesario el uso de bancos de Capacitores para su compensación, para tal fin se requiere de una celda o envolvente la cual alojará todo el equipamiento de tal forma que garantice su correcto funcionamiento.

En tal sentido, el presente informe aborda el dimensionamiento de una Celda en 10.5 kV para un Banco de Capacitores Automático de 9 MVAR, y para tal fin se ha visto conveniente estructurar el presente informe de ingeniería en los siguientes capítulos:

En el **Capítulo I**, se presenta la introducción del proyecto, el mismo que contempla el objetivo y nuestro alcance.

En el **Capítulo II**, se muestra el marco teórico de las Celdas Eléctricas y el sustento técnico del proyecto.

En el **Capítulo III**, se muestra los componentes que integran la Celda para su correcto funcionamiento, asimismo la selección del equipamiento utilizando los

respectivos catálogos de fabricantes en base las especificaciones técnicas del proyecto.

En el **Capítulo IV**, Se indica las especificaciones técnicas del equipamiento donde se resalta las principales características que deben poseer cada uno de ellos.

En el **Capítulo V**, se detalla el metrado y presupuesto para la fabricación de la Celda, esto incluye equipos, materiales, mano de obra, pruebas, etc.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones correspondientes, asimismo se adjunta como anexo, planos, catálogos, cotizaciones etc.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

La empresa minera El Brocal, localizada en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Cerro de Pasco, se dedica a la explotación de minerales de plata, plomo y zinc en su mina a tajo abierto denominada Tajo Norte, y minerales de cobre en su mina subterránea denominada Marcapunta Norte, ver figura 1.1. El mineral extraído se procesa en una planta de concentración de minerales, con una capacidad de tratamiento de 5,500 toneladas métricas por día y cuenta con toda la infraestructura asociada como centrales hidroeléctricas, sub estaciones, centro de control de motores, talleres, almacenes, canchas de relaves, planta de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas.

Además, la empresa El Brocal mediante la contratación de mano de obra local promueve y fomenta la constitución y puesta en marcha de empresas comunales, estas prestan servicios relacionados, y se han convertido en las principales contratistas de la empresa.

Las buenas prácticas sociales y ambientales, así como el desarrollo sostenible de las comunidades del entorno, son características que distinguen la responsabilidad

social de El Brocal.

1.2 OBJETIVO

Dimensionar una Celda en 10.5 kV para un Banco de Capacitores Automático de 9MVAR, el mismo que compensará los reactivos del Centro de Control de Motores de la Compañía Minera El Brocal.

1.3 PROBLEMÁTICA

Actualmente la Compañía Minera El Brocal, como parte del equipamiento eléctrico para su proceso, dispone de grandes cargas inductivas tales como grandes motores, los cuales son alimentados y controlados por Centros de Control de Motores.

Estas cargas inductivas son los principales causantes del bajo factor de potencia en el sistema y por ende una baja eficiencia en el aprovechamiento de la energía. En ese sentido, La Compañía Minera El Brocal ha realizado un estudio previo para calcular la potencia reactiva total a instalar en su sistema la cual es de 9MVAR, y para tal fin se requiere de una celda eléctrica que lo contenga y garantice su correcto funcionamiento.

1.4 NORMAS

Para el correcto dimensionamiento de la Celda del Banco de Capacitores se deberá cumplir los requerimientos aplicables de los siguientes estándares y códigos:

- UL-50, Estándar para los gabinetes y equipos eléctricos.
- IEEE 18-2002 Standard for shunt power capacitors.

- IEEE 1036-1992 Guide for Application of Shunt Power Capacitors.
- IEEE C37.99-200 Guide for the protección of shunt capacitor
- ANSI C37.66: Requerimientos para switches de capacitores en aceite, para sistemas de corriente alterna.
- IEC 62271-200(60298): Equipos con envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas comprendidas entre 1 a 52 kV.
- IEC 60056: Interruptores de alta tensión para corriente alterna.
- IEC 60099: Pararrayos.
- IEC 60255: Relés eléctricos.
- IEC 60289: Reactores.
- IEC 60129: Seccionadores y seccionadores de tierra de corriente alterna.
- IEC 60420: Seccionadores bajo carga.
- IEC 60255: Relé de medida y dispositivo de protección.
- IEC 60044-1: Transformadores de intensidad.
- IEC 60044-2: Transformadores de tensión.
- IEC 60071-2: Coordinación de aislamiento.
- IEC 60529 Grados de protección para envolventes.
- IEC 60282-1 Fusibles limitadores de corriente.
- IEC 871 Capacitores.
- IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1 000V.
- IEC 60871-1: Placas características.

- NEMA CC1: Conectores eléctricos de potencia para subestaciones.
- CNE- Utilización: Enero 2006.
- ISO 90001: Sistema de calidad, modelo de garantía de calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
- ISO 14001: Sistema de gestión ambiental.

Figura 1.1- Distrito de Tinyahuarco – Cerro de Pasco - Perú



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ASPECTO CONCEPTUAL DE CELDAS ELÉCTRICAS Y BANCO DE CAPACITORES

2.1.1 Celdas Eléctricas

Se denomina celda al conjunto continuo de secciones verticales en las cuales se ubican equipos de maniobra, medida, protección y control, montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple con la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.

Los niveles de tensión que manejan las celdas van de acuerdo a los niveles de tensión en el Perú, y estos se encuentran definidos por el CNE sección 2 (Terminología Básica), “Niveles de Tensión”, el cual menciona lo siguiente:

Baja Tensión (B.T): Conjunto de niveles de tensión utilizados para la distribución de la electricidad. Su límite superior generalmente es $U \leq 1\text{kV}$.

Media Tensión (M.T.): Cualquier conjunto de niveles de tensión comprendidos entre la alta tensión y la baja tensión $1\text{kV} < U < 36\text{kV}$.

Alta Tensión (A.T.): $U > 36\text{kV}$. Siendo U tensión nominal.

Es la tensión uno de los factores muy importantes para el diseño de una celda al igual que la intensidad de barras (A), intensidad en derivaciones(A) y de corta duración (kA).

Las celdas eléctricas las encontramos tanto para distribución primaria (Empresa transportadora, grandes industrias, etc) como en distribución secundaria (cámaras de transformación, pequeñas industrias), figura 2.1.

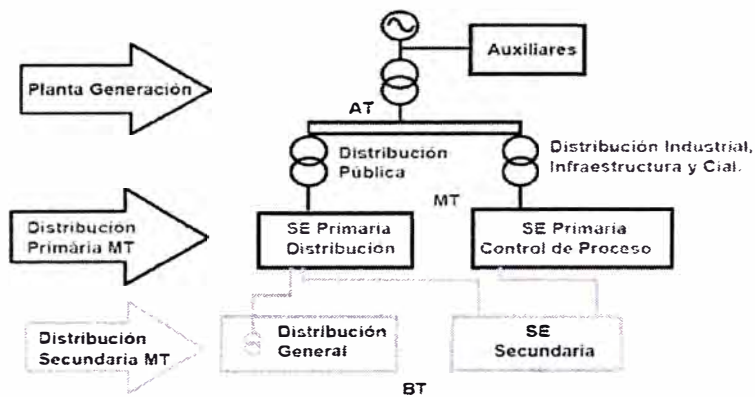


Figura 2.1- Distribución Primaria y Secundaria

En la siguiente Figura 2.2 podemos observar una subestación donde se aprecian Celdas de Media tensión del tipo modular en funcionamiento los cuales alimentan de tensión a los transformadores de potencia los cuales transformaran la tensión de media a baja tensión.



Figura 2.2- Subestación Eléctrica

2.1.2 Banco de Capacitores

Los bancos de capacitores están diseñados para los sistemas de energía industrial, comercial que requieren de la corrección de factor de potencia, con el fin de lograr lo siguiente:

- Reducir las tarifas de electricidad.
- Reducción de las pérdidas de energía.
- Aumentar la capacidad de la red.
- Infraestructura eléctrica nueva.
- Reducir la caída de tensión.
- Reducir los efectos de los arranques de grandes máquinas (motores).

A continuación presentamos conceptos básicos a tomar en cuenta para entender el funcionamiento de un banco de capacitores.

➤ **El Capacitor:** Es un elemento que tiene la capacidad de almacenar carga eléctrica, consiste en dos o más armaduras metálicas separadas por un material aislante llamado dieléctrico. Los capacitores de potencia según el modo de conexión los podemos tener en monofásico (1 o 2 bornes) o trifásico (3bornes), ver figura 2.3.

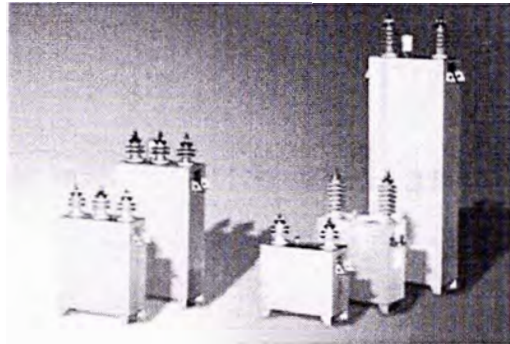


Figura 2.3- Capacitores de Potencia

La composición interna constituye un grupo de elementos de capacidades monofásicas en mayor o menor número en función de la potencia o capacidad deseada y la tensión futura del capacitor, estos grupos están asociados en serie-paralelo así se consigue el condensador final con una determinada potencia y funcionamiento para tensiones de red trifásicas elevadas, ver figura 2.4.

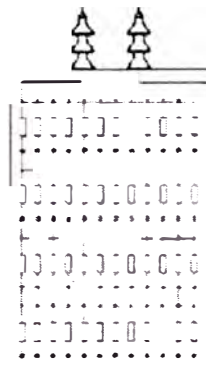


Figura 2.4- Arreglo interno del capacitor

➤ **Características de los capacitores:**

La carga capacitiva o simplemente capacitor de potencia está representada por la figura 2.5.

C = Capacitancia en Faradios

V = Tensión Eléctrica en Voltios

Q = Potencia reactiva

I = Corriente en Amperios

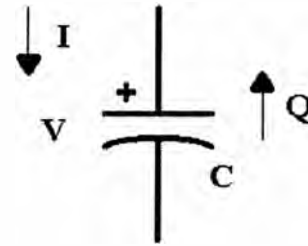


Figura 2.5

Las expresiones relativas al capacitor son:

$$V = X_c I = \frac{1}{\omega C} I = \frac{1}{2\pi f C} I$$

$$Q = \frac{V^2}{X_c} = \omega C V^2$$

$$C = \frac{Q}{\omega V^2} = \frac{Q}{2\pi f V^2} \quad (2.1)$$

De la ecuación (2.1), donde, f es la frecuencia en Hertz del sistema, se tiene a “C” como una constante, entonces en caso que el capacitor se encuentre a otro nivel de tensión fuera de su nominal podremos conocer su nueva potencia, mediante la expresión (2.2):

$$Q_{nuevo} = Q_{nominal} \left(\frac{V_{nuevo}}{V_{nominal}} \right)^2 \quad (2.2)$$

➤ **Tipos de conexión:**

- La conexión en Delta: Se encuentra en sistemas de baja tensión y se determina generalmente por razones económicas.
- Las Conexiones estrella y doble estrella con neutro sólidamente puesto a tierra, se aplica solo en sistemas sólidamente a tierra, y en todos los niveles de tensión, pero la desventaja es que es un camino o retorno para las armónicas.
- Las conexiones en estrella y doble estrella con neutro flotante son las más usuales y se utilizan en sistemas con neutro flotante o alta resistencia, ver figura2.6.

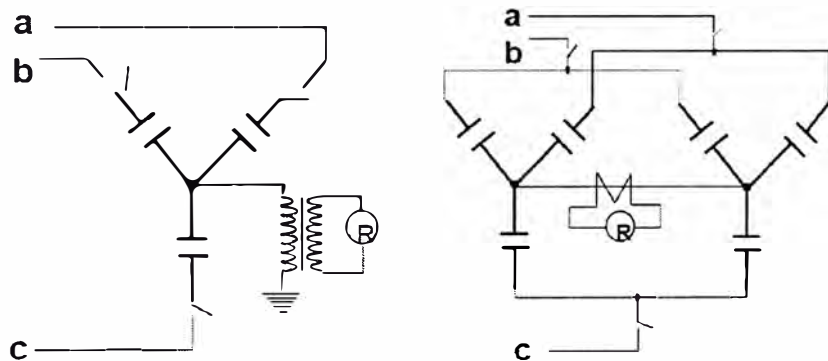


Figura 2.6- Conexión estrella y doble estrella del capacitor

- **Resistencia de descarga:** Los Capacitores de potencia almacenan cargas eléctricas que tras su desconexión pueden resultar peligrosas para las personas durante operaciones de inspección o mantenimiento. Para reducir estas tensiones a valores seguros se deben emplear resistencias de descarga. La

norma CEI 831 establece que la tensión en bornes de un condensador no debe exceder de 75 V trascurridos 3 minutos desde su desconexión.

- **Potencia Activa:** Es la potencia que convierte la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, Luminosa, Térmica, Química.
- **Potencia Reactiva:** Es la potencia utilizada para la generación de un Campo eléctrico o magnético en dispositivos tales como: motores, transformadores, y capacitores.
- **Potencia Aparente:** Esta potencia es el producto de la corriente y el voltaje o la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva.
- **Factor de potencia:** Se define como razón entre la potencia Activa entre la potencia aparente, ver figura 2.7.

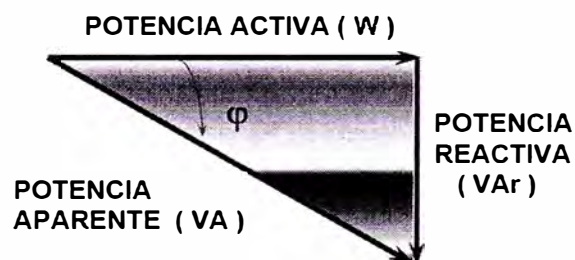


Figura 2.7-Triángulo de potencia

- **Corrección de factor de potencia:** Consisten mejorar el factor de potencia mediante la inclusión de capacitores de tal forma que llevemos este valor lo más cercano al ideal que es igual a 1. estos pueden ser conectados en diferentes puntos de la red eléctrica como se enuncia a continuación:

- **Compensación Central:** Esto se usa cuando el principal propósito es reducir el consumo de reactivos de todo nuestro sistema es decir desde el punto de acometida, por ejemplo de nuestro transformador de potencia.
- **Compensación Grupal:** Se utiliza para compensar reactivos a un grupo de cargas en particular.
- **Compensación Individual:** Se utiliza para la compensación de una sola carga en especial, normalmente esta carga no está trabajando de forma permanente, ver figura 2.8.

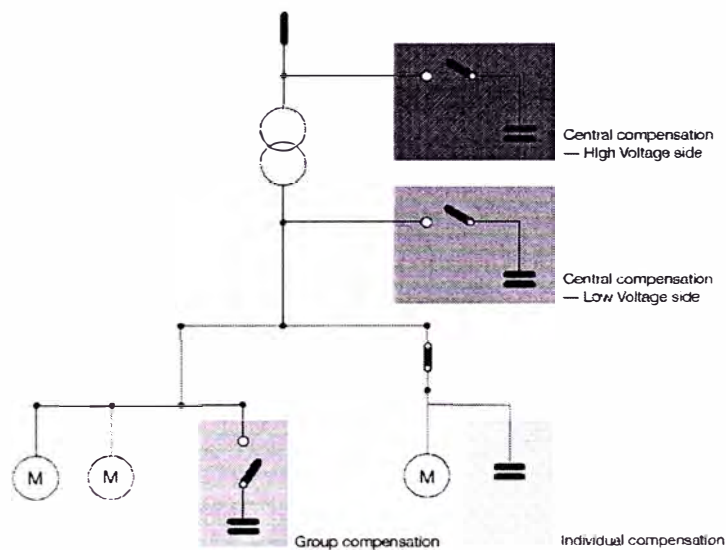


Figura 2.8- Tipos de compensación

Los bancos de capacitores de potencia deben estar alojados en una celda o envoltorio el cual debe contener para su correcto funcionamiento como mínimo los siguientes componentes:

- Apartarrayos.
- Seccionador con cuchilla de puesta a tierra.
- Interruptor de Potencia.
- Equipos de control, medición y control (fusibles de control, relevadores, transformadores de instrumento).
- Controlador de factor de potencia(en caso de ser automático).
- Reactor limitador de corriente de magnetización (Inrush).
- Interruptores Capacitivos (desconectores de cada paso).
- Fusibles.
- Capacitores.
- Accesorios (conmutadores, lámparas de señalización, aisladores, soportes, barras de cobre, tornillería, cables, entre otros). Ver figura 2.9

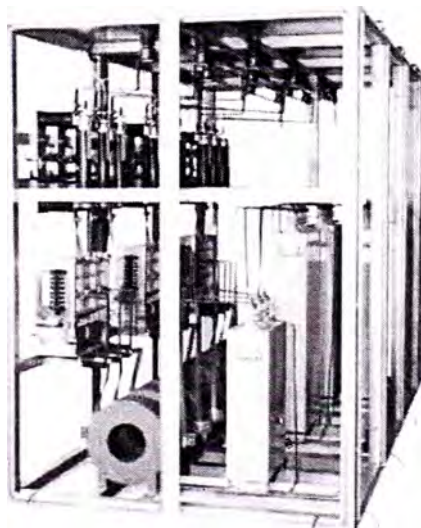


Figura 2.9- Banco de Capacitores montado en celda.

2.2 CLASIFICACION DE LAS CELDAS

2.2.1 Según su Construcción:

Según la norma IEC 60298 clasificamos las celdas según su construcción en:

a) Celdas MetalClad: Totalmente cerrado con compartimientos y barreras internas metálicas, y puestas a tierra que separan perfectamente un elemento de otro, además de tener las barras aisladas, ver figura 2.10.

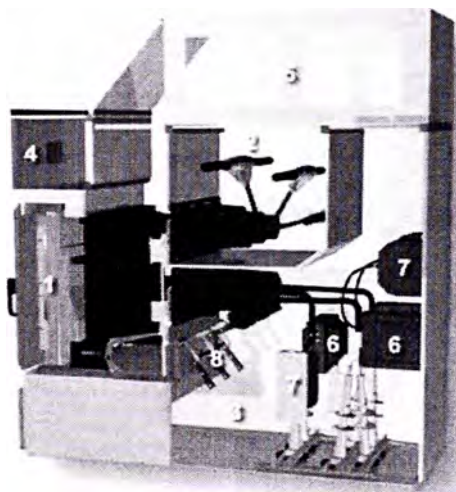


Figura 2.10- Celda Metalclad

b) Celdas Metal Enclosed: Todos los elementos están dentro de una caja de lámina de acero, sin separación específica entre ellos, y las barras de cobre no necesariamente tienen algún aislamiento, ver figura 2.11.

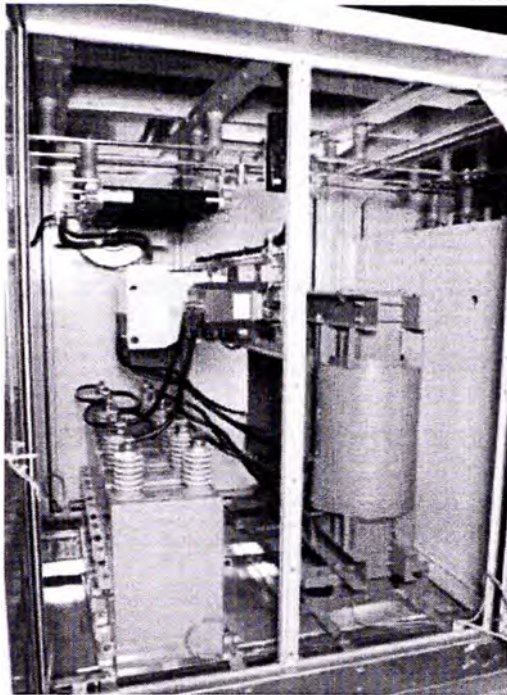


Figura 2.11- Celda Metal Enclosed (No compartimentado)

2.2.2 Según el tipo de aislamiento y corte

a) Celdas con aislamiento al aire: Este tipo de celdas eran bastante utilizadas antes de la aparición de las celdas de gas SF₆. Reciben este nombre debido a que el medio que utilizan para el aislamiento dentro de la celda es el aire, para la extinción del arco eléctrico puede ser aire o el vacío. Son celdas normalmente prefabricadas de tipo modular que mejoran notablemente las condiciones de montaje de las celdas de obra civil, además, proporcionan a la armadura una mayor estanqueidad que las protege de la incidencia de agentes externos como el polvo o la suciedad.

b) Celdas de hexafluoruro de azufre (SF₆): Físicamente son muy parecidas a las celdas modulares con aislamiento al aire, la principal diferencia con este tipo de celdas es que no usan el aire para extinguir el arco, si no que usan un tipo de gas con unas propiedades aislantes muy buenas como lo es el hexafluoruro de azufre (SF₆). Este tipo de gas debe ser cambiado cada cierto tiempo, por lo que este tipo de celdas incorporan un abatimiento posterior para ello, ver figura 2.12.

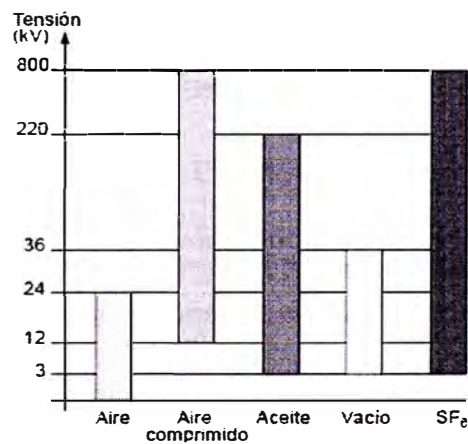


Figura 2.12- Tipo de aparatos de corte según Las tensiones de utilización

2.2.2.1 Según su Función:

Hoy en día existe una múltiple variedad de celdas dependiendo de ciertos factores que las caracterizan como son: tensión de funcionamiento, medio de extinción del arco, pero es quizá su función el factor determinante a la hora de elegir una celda. Una celda puede desarrollar múltiples funciones dentro del esquema general de funcionamiento de un centro de transformación, ello va a depender principalmente del equipo contenido en su interior que

determinará la función a realizar por la celda dentro del conjunto y que podrá ser:

- a)** Celda de línea: Podrá ser de entrada o salida, y dependiendo de ese factor, su función será la de recibir los cables de la acometida o dar salida hacia otros centros de transformación. La aparamenta que suelen incorporar suele ser un seccionador de corte omnipolar y que constituye el elemento de corte de la instalación, ver figura 2.13.
- b)** Celda de protección general: Se suele ubicar justo a continuación de la celda de entrada y su función es la de proteger el resto de la instalación de posibles anomalías. Esta función la puede realizar de dos maneras, mediante fusibles o utilizando un interruptor automático especial para media tensión. En caso de incorporar interruptor, las pletinas del mismo se deben encontrar en el interior de una cuba con gas hexafluoruro, en caso de que sea una celda del tipo SF₆, ver figura 2.13.
- c)** Celda de medida: Como sabemos los valores de media tensión no son aptos para el uso de equipos de medida, para solucionar esto se instala este tipo de celda. En su interior alberga, normalmente, un transformador de tensión y otro de intensidad, que reducen respectivamente los valores de tensión e intensidad hasta valores aptos para los equipos de medida. una vez hecho esto, se deriva desde este punto al contador o tarificador a instalar en el correspondiente armario de medida, ver figura 2.13.

- d) Celda de protección individual de cada transformador: Es en realidad igual que una celda de protección habitual. Se usa en aquellos centros de transformación con más de un transformador, debiendo disponerse de una por cada uno de estos elementos sirviendo las mismas de protección individual a cada uno, ver figura 2.13.
- e) Celda de seccionamiento pasante: Se usa en aquellos casos en los que se quiere seccionar o aislar parte de la instalación del propio CT, ver figura 2.13.
- f) Celda de remonte: permite Subir los cables hasta el embarrado, dotándolos de una mayor protección mecánica, ver figura 2.13.

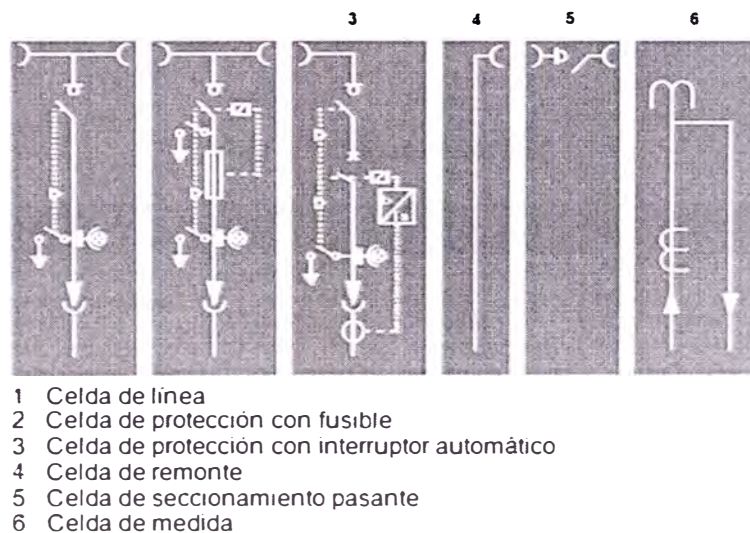


Figura 2.13- Celdas según su función

2.3 GRADOS DE PROTECCIÓN DE LAS CELDAS DE MEDIA TENSION

2.3.1 Según Normativa IEC

El sistema de clasificación IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos (primer dígito) y líquidos (segundo dígito) que el equipo eléctrico y gabinetes deben reunir. El sistema es reconocido en la mayoría de los países y está incluido en varios estándares, incluyendo el **IEC 60529**.

Los números IP son frecuentemente indicados en gabinete conectores, etc. El tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido. A continuación se muestra la tabla 2.1 donde ese indica el significado de cada número al referirnos a esta normativa.

Tabla 2.1 Normativa IEC

Protección contra Sólidos		Protección contra líquidos		Protección contra impactos mecánicos	
0	Sin protección	0	Sin Protección	0	Sin Protección
1	Protegidos contra objetos sólidos de más de 50 mm	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	1	Protegido contra impactos de 0.225 joules
2	Protegidos contra objetos sólidos de más de 12 mm	2	Protegido contra rocios directos hasta de 15° de la vertical	2	Protegido contra impactos de 0.375 joules
3	Protegidos contra objetos sólidos de más de 2.5 mm	3	Protegido contra rocios directos hasta de 60° de la vertical	3	Protegido contra impactos de 0.5 joules
4	Protegidos contra objetos sólidos de más de 1 mm	4	Protegido contra rocios directos de todas las direcciones-entrada limitada permitida	4	Protegido contra impactos de 2.0 joules
5	Protegido contra polvo-entrada limitada permitida	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones- entrada limitada permitida	5	Protegido contra impactos de 6.0 joules
6	Totalmente protegido contra polvo	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones- entrada limitada permitida	6	Protegido contra impactos de 20.0 joules
7		7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15 cm - 1 m	7	
8		8	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	8	

Así, por ejemplo, una terminal con IP-64 está totalmente protegida contra la entrada de polvo y contra rocíos directos de agua de todas las direcciones

2.3.2 Según Normativa NEMA

Este es un conjunto de estándares creado, como su nombre lo indica, por la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (EE.UU).

La NEMA 250-2003 cubre las envolventes para equipos eléctricos para ser usados como sigue:

- **Lugares no peligrosos**
 - Para uso interior: Tipos 1,2,5,12,12K y 13
 - Para uso interior o exterior: Tipos 3,3X,3R,3RX,3S,3SX,4,4X,6 y 6P
- **Lugares peligrosos**
 - Para uso interior: Tipos 7 y 9
 - Para uso interior y exterior: Tipo 8
 - Para aplicaciones mineras: Tipo 10

Condiciones contra las que se considera la protección:

- **Contacto accidental con el equipo interior**
- **Ingreso de objetos sólidos externos**
 - Caída de suciedad y moho.
 - Polvo circulando en el ambiente (pelusas, fibras, partículas voladoras).
 - Polvo trasladado por el viento (pelusas, fibras, partículas voladoras).

- **Ingreso de agua**
 - Goteo y salpicadura ligera.
 - Lluvia, nieve y agua-nieve.
 - Lavado con manguera y salpicaduras.
 - Sumergimiento prolongado ocasional.
- **Ingreso de aceite y refrigerante**
- **Agentes corrosivos**

Las siguientes tablas 2.2 y 2.3 resumen lo anteriormente dicho.

Tabla 2.2 - Norma Nema - Uso Interior

Para un grado de protección contra	Tipo de envoltente NEMA: USO INTERIOR									
	1*	2*	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Acceso a partes peligrosas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Caída de suciedad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Caída de líquidos y salpicadura ligera		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polvo trasladado por el viento, pelusas, fibras, partículas voladoras			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polvo circulando en el ambiente, pelusas, fibras, partículas voladoras			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Lavado con manguera y salpicadura			✓	✓		✓	✓			
Filtración de aceite y refrigerante								✓	✓	✓
Salpicadura y rociado de aceite y refrigerante										✓
Agentes corrosivos				✓			✓			
Inmersión temporal ocasional						✓	✓			
Inmersión prolongada ocasional							✓			

* Estas envoltentes pueden ser ventiladas

Tabla 2.3 - Norma Nema - Uso Exterior

Para un grado de protección contra	Tipo de envoltente NEMA: USO EXTERIOR									
	3	3X	3R*	3RX*	3S	3SX	4	4X	6	6P
Acceso a partes peligrosas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lluvia, nieve y agua de nieve	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Agua de nieve					✓	✓				
Polvo trasladado por el viento, pelusas, fibras, partículas voladoras	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lavado con manguera y salpicadura							✓	✓	✓	✓
Filtración de aceite y refrigerante								✓	✓	✓
Salpicadura y rociado de aceite y refrigerante										✓
Agentes corrosivos		✓		✓		✓		✓		✓
Inmersión temporal ocasional									✓	✓
Inmersión prolongada ocasional										✓

* Estas envoltentes pueden ser ventiladas

2.3.3 Comparativa entre ambas normas:

Ambas normas la IEC 60529 y la NEMA 250 están con la finalidad de uniformizar la clasificación de los métodos de descripción de la protección proporcionada para la envoltente, y ensayos destinados a verificar los diversos grados de protección.

Ambas normas establecen las definiciones y ensayos, considerando:

- Protección de personas contra acceso a partes peligrosas situadas en el interior de la envoltente.

- Protección de los materiales situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de cuerpos sólidos extraños.
- Protección de los equipos situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de agua.

La norma Nema considera además el ingreso de aceite, refrigerante y agentes corrosivos.

La Norma IEC 60529 no especifica los grados de protección contra daños mecánicos de los equipos, el riesgo de explosiones, o condiciones como la humedad (producido por ejemplo por condensación), vapores corrosivos, hongos o parásitos.

La Norma NEMA de Cajas para Equipos Eléctricos es una prueba para las condiciones ambientales como la corrosión, oxidación, formación de hielo, aceite y refrigerantes. Por esta razón, y porque la prueba y evaluaciones de otras características no son idénticas, las designaciones de gabinete Clasificación IEC no puede ser exactamente equivalente a los números de carcasa tipo en esta Norma.

La designación IEC se compone de las letras IP seguidas de dos números. La primera característica numeral indica el grado de protección proporcionado por el cierre con respecto a las personas y de objetos sólidos extraños de entrar en el recinto. La segunda característica numeral indica el

grado de protección proporcionado por el cierre con respecto a la entrada perjudicial de agua.

La Tabla 2.4 proporciona un cuadro de equivalencia entre ambas normas, siendo la IEC contenida en su mayor parte dentro de la NEMA.

Tabla 2.4 Comparativa norma IEC y Nema

IP First Character	NEMA Enclosure Type																IP Second Character		
	1		2		3, 3X, 3S, 3SX		3R, 3RX		4, 4X		5		6		6P			12, 12K, 13	
IP0_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_0
IP1_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_1
IP2_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_2
IP3_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_3
IP4_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_4
IP5_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_5
IP6_	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_6
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_7
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	IP_8
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	

2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA EN 10.5 kV PARA UN BANCO DE CAPACITORES AUTOMÁTICO DE 9 MVAR

Dentro los principales cálculos para el dimensionamiento de la Celda tenemos el siguiente soporte teórico:

2.4.1 Cálculo de la sección de barra a tierra

Según la Norma IEC 60298:1996, en el apartado 5.3.2-Puesta a tierra de la envolvente, indica: “Es preciso que se incluya un conductor de puesta a

tierra que abarque toda la longitud de la aparamenta bajo envolvente metálica". La densidad de corriente en el conductor de puesta a tierra, cuando éste es de cobre, no debe superar 200A/mm² para una duración asignada de cortocircuito 1s, y 125A/mm² para una duración asignada de cortocircuito de 3s. No obstante, la sección de este conductor no deberá ser inferior a 30 mm². El extremo del conductor deberá estar provisto de un borne adecuado para la conexión al sistema de puesta a tierra de la instalación.

De forma general, será preciso asegurar la continuidad del sistema de puesta a tierra, teniendo en cuenta los esfuerzos térmicos y mecánicos provocados por las corrientes que puede soportar. El valor máximo de las corrientes de defecto a tierra dependerá del tipo de sistema de puesta a tierra del neutro empleado y deberá quedar indicado por el usuario.

La siguiente fórmula puede ser utilizada para calcular la sección de los conductores desnudos para soportar los esfuerzos térmicos originados por las corrientes con una duración de 0.2 a 5s.

$$S = \frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

Donde:

S es la sección expresada en mm²; I es el valor de la corriente expresada en A; α está expresada en A/mm² (s/K)^{1/2} y tiene los siguientes valores: 13(Cu), 8.5(Al), 4.5(Fe), 2.5(Pb).

T es el tiempo expresado en segundos; $\Delta\theta$ es el calentamiento, expresado en kélvines (K) para los conductores desnudos; que suele ser 180K. Si el tiempo es mayor a 2s pero inferior a 5s, el valor de $\Delta\theta$ podrá aumentarse en la misma fórmula a 215K.

2.4.2 Cálculo de los efectos de la corriente de cortocircuito

La sección de la barra principal horizontal a utilizar es de 10x50mm, y según la norma DIN 43671 nos da una capacidad de corriente de 852A desnuda, y 1020A en caso de ser pintada.

Estas barras de cobre se montaran en el tablero mediante el uso de aisladores, la configuración que se presente debe soportar los esfuerzos producidos por los efectos de la corriente de cortocircuito. Para tal fin se está utilizando el programa “BUSBAR 865V10” el cual ha sido elaborado por el Ing. José Hernán Flores Panduro , como parte de su estudio realizado llamado “criterios para el diseño de un sistema de barras principal contra los efectos de la corriente de cortocircuito”, basándose en la norma Europea IEC 865-1 1993.

Los resultados encontrados están en los anexos del presente informe, donde se demuestra que los esfuerzos tanto mecánicos y eléctricos que se pueden generar están muy por debajo de lo permisible.

Dentro de los datos requeridos por el programa se tienen los siguientes:

- Sección del conductor: 10x50 mm²
- Material del conductor: E-Cu-F30, E-Cu-F37.

- Acabado del conductor: Pintado
- Disposición de barras : - - -
- Capacidad del sistema de barras: 1020A
- Corriente de cortocircuito trifásica: 25kA
- Corriente de cortocircuito pico: 52.5A
- Número de tramos: mayor a 3
- Distancia entre soportes: 690 mm
- Distancia entre conductores: 295mm
- Tipo de aisladores: AP 24kV / 750Kg
- Duración de cortocircuito:; 2 segundos
- Esfuerzos Mecánicos: esfuerzo de flexión calculado 17 N/mm^2
- Densidad de corriente de cortocircuito: 50.1 A/mm^2 .

2.4.3 Derrateo por altura:

La propiedad aislante del aire disminuye al aumentar la altitud este hecho hay que tener en cuenta para el aislamiento exterior de cualquier equipo eléctrico, en caso de equipos con gas SF₆ en su interior, estos no sufrirán ninguna variación.

Este fenómeno debe ser considerado siempre durante la etapa de diseño de los aislantes de los componentes que serán instalados a más de 1000 metros sobre el nivel del mar. En este caso un coeficiente de corrección debe ser considerado, el cual puede ser obtenido de la figura 2.14, el cual está

construido en base a las indicaciones de la Norma IEC 60694.

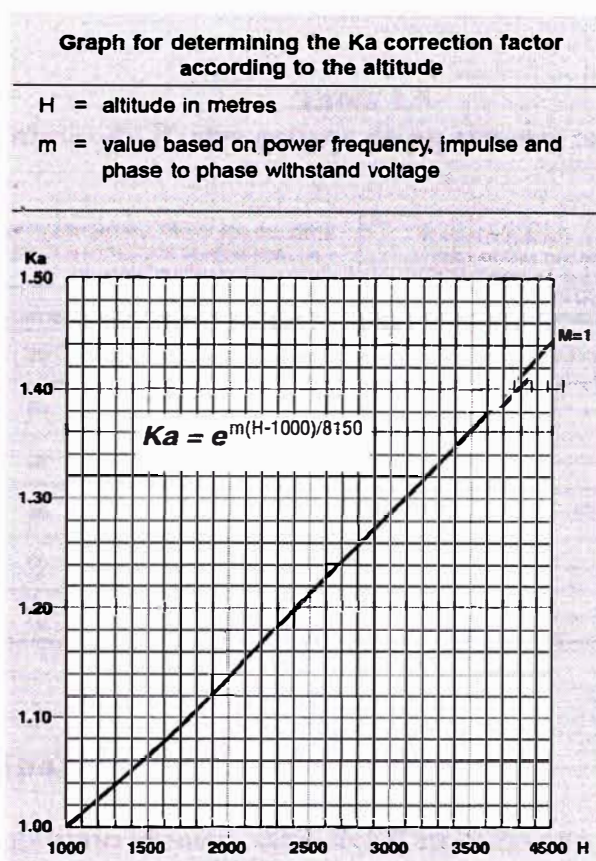


Figura 2.14- Factor de corrección Ka.

Teniendo ya como dato el factor Ka y la tabla 2.5, este será multiplicado por la tensión de impulso, y la tensión de frecuencia industrial (que son datos según tensión nominal a 1000 m.s.n.m). Con los resultados obtenidos buscamos una tensión en el cual corresponda estos nuevos valores de tensión de impulso y frecuencia industrial. En base a esta nueva tensión es que seleccionamos nuestros equipos.

A continuación la tabla 2.5, la cual ha sido realizada en base a la norma UNE-EN 60694e IEC 60071-2:1996.

Tabla 2.5
Distancias Mínimas de Partes activas de un sistema entre si y contra Tierra

TENSION ASIGNADA U_r K_v (VALOR EFICAZ)	TENSION SOPORTADA ASIGNADA DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL U_d K_v (VALOR EFICAZ)		TENSION SOPORTADA ASIGNADA CON IMPULSOS TIPO RAYO U_p K_v (VALOR DE CRESTA)		DISTANCIA EN EL AIRE MÍNIMA (mm)
	VALOR COMUN	EN LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	VALOR COMUN	EN LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	
3.6	10	12	20	23	60
			40	46	60
7.2	20	23	40	46	60
			60	70	90
12	28	32	60	70	90
			75	85	120
17.5	38	45	75	85	120
			95	110	160
24	50	60	95	110	160
			125	145	220
36	70	80	145	165	270
			170	195	320

2.4.4 Disipación Térmica

El equilibrio térmico, consistente en comparar la potencia desprendida por los componentes de la instalación, y la liberada espontáneamente por las paredes de la envolvente, la gestión térmica nos permite calcular la temperatura interna obtenida en la envolvente sin auxiliar térmico, y así determinar si es necesario instalar un equipo teniendo en consideración las temperaturas externa e interna deseadas. A continuación se presenta un método simple que permite realizar esta selección:

a) Característica de la envolvente S (m²)

Pudiendo ser cualquiera de los siguientes casos, ver figura 2.15:








Posición del armario	Emplazamiento según norma CEI 890	Fórmula para el cálculo de S (m ²) (A) alto (B) ancho (C) prof
	accesible desde todos los lados	$S=1,8 \times A \times (B + C) + 1,4 \times B \times C$
	situado contra su pared	$S=1,4 \times B \times (A + C) + 1,8 \times C \times A$
	extremo en caso de yuxtaposición	$S=1,4 \times C \times (A + B) + 1,8 \times B \times A$
	extremo en caso de yuxtaposición y situado contra una pared	$S=1,4 \times A \times (B + C) + 1,4 \times B \times C$
	intermedio en la yuxtaposición	$S=1,8 \times B \times A + 1,4 \times B \times C + C \times A$
	intermedio en la yuxtaposición y situado contra una pared	$S=1,4 \times B \times (A + C) + C \times A$
	intermedio en la yuxtaposición, situado contra una pared y la parte superior cubierta	$S=1,4 \times B \times A + 0,7 \times B \times C + C \times A$

Figura 2.15- Característica de la envolvente

b) Potencia calorífica disipada por los componentes en funcionamiento

Pd (w)

Corresponde a la suma de las potencias disipadas por cada uno de los componentes instalados.

c) Características del aire ambiente

Se caracteriza por la naturaleza de los componentes y las características del aire ambiente, tales como: temperatura ambiente máxima (°C), temperatura ambiente mínima (°C), humedad relativa (%), temperatura de condensación (°C).

d) Temperaturas internas media deseadas

Se caracterizan por la naturaleza de los componentes y las características del aire ambiente tales como: Temperatura interna deseada (Tdmáx), y la temperatura interna deseada mínima (Tdmin). (°C).

e) Temperatura final en el armario sin equipo auxiliar térmico

Este valor lo encontramos utilizando la siguiente fórmula:

$$T_i = \frac{P_d}{K \times S} + T_e \text{ max}$$

Donde K es la constante dependiente del material de la envolvente:

K = 5,5 W/m²/°C para una envolvente metálica.

K = 3,5 W/m²/°C para una envolvente de polyester

K = 3,7 W/m²/°C para una envolvente de acero inoxidable.

K = 12 W/m²/°C para una envolvente de aluminio.

f) Determinación del tipo de auxiliar térmico y de su potencia

Para ellos hacemos las siguientes evaluaciones:

- Si $T_{d \text{ mín.}} < T_{i \text{ mín.}}$, entonces no hay necesidad de un auxiliar térmico, puede utilizarse eventualmente un ventilador para homogenizar la temperatura.
- Si $T_{d \text{ mín.}} > T_{i \text{ mín.}}$, entonces es necesario instalar un auxiliar térmico como por ejemplo una resistencia calefactora. Esta potencia a suministrar se calcula de la siguiente manera:

$$P_{\text{sis}} = K \times S (T_{d \text{ mín.}} - T_{i \text{ mín.}}) - P_d$$

- Si $T_{d \text{ máx.}} < T_{i \text{ máx.}}$, entonces es necesario instalar un auxiliar térmico, tal como un ventilador. Esta potencia a disipar se puede calcular de la siguiente manera:

$$P_{\text{sis}} = P_d - K \times S (T_{d \text{ máx.}} - T_{i \text{ máx.}})$$

- Si $T_d \text{ máx.} > T_i \text{ máx.}$, entonces no hay necesidad de un auxiliar térmico, eventualmente puede utilizarse un ventilador para la circulación del aire y evitar puntos calientes.

2.4.5 Efecto de los Armónicos

- La presencia de los armónicos en la red puede provocar sobrecargas en los Capacitores de potencia así como diversos problemas en muchas otras cargas de la instalación. Si se alcanza un punto de resonancia, el resultado puede ser muy peligroso para el conjunto de instalación.
- El análisis preciso de una instalación por corrección del factor de potencia con cargas generadoras de armónicos es complejo, y requiere una serie de datos de los que no siempre se puede disponer de una manera inmediata (potencia y tensión de cortocircuito del transformador de alimentación, potencia de cortocircuito de la red, etc). Es conveniente además efectuar una monitorización y registro de las cargas generadoras de armónicos durante un período de tiempo razonable.
- Cuando no se dispone de los datos citados, puede realizarse una primera evaluación del riesgo a partir de dos únicos datos:
 - $ST =$ Potencia del transformador (kVA)
 - $SH =$ Potencia de las cargas generadoras de armónicos (kVA)
- En función de la relación de estos 2 parámetros pueden establecerse las siguientes situaciones:

- Si $\frac{SH}{ST} = 10\%$ entonces se utilizan los capacitores estándar.
- Si $\frac{SH}{ST} = 25\%$ Los capacitores son reforzados, de tal forma que les permita soportar sobrecargas con corrientes de hasta 1,7 In.
- Si $\frac{SH}{ST} > 25\%$ Se requieren filtros de rechazo, con esto eliminamos el peligro de resonancia y se limita el nivel de sobrecarga de los Capacitores.
- Si $\frac{SH}{ST} > 65\%$ Se requieren de filtros de absorción a medida, se elimina el peligro de resonancia, se alcanzan rendimientos de hasta el 90% de absorción en todas las frecuencias filtradas, con una disminución de la tasa de distorsión armónica.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE LA CELDA EN 10.5 kV PARA UN BANCO DE CAPACITORES

3.1 SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

3.1.1 Equipos de Fuerza

a) Seccionador

Equipo de maniobra cuya función es la desconexión sin carga, de tal manera de aislar el sistema de la red principal (10.5kV).

Conforme a las especificaciones técnicas requeridas para este equipo seleccionamos el seccionador Versarupter marca ABB, Este equipo es compacto para uso en celdas Metal-Enclosed, aplicaciones de minería y maniobra de Capacitores. Tolera el montaje vertical o invertido, operable frontalmente o desde el lateral izquierdo o derecho. VersaRupter está disponible con opciones de mando manual, cierre motorizado, bobina de disparo, contactos auxiliares y con posibilidad de montarle un seccionado de puesta a tierra. También se halla disponible el montaje de fusibles limitadores, ver figura 3.1.

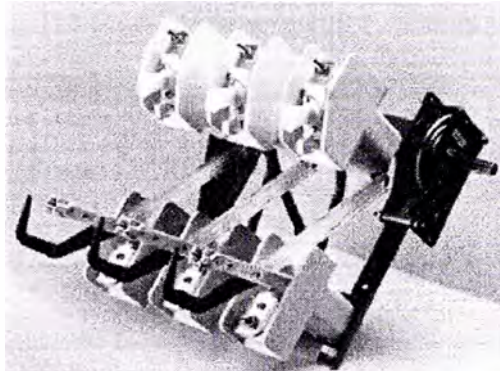


Figura 3.1- Seccionador

El Seccionador seleccionado tiene el siguiente código de catálogo VA3D2714N36HMRR Figura 3.2.

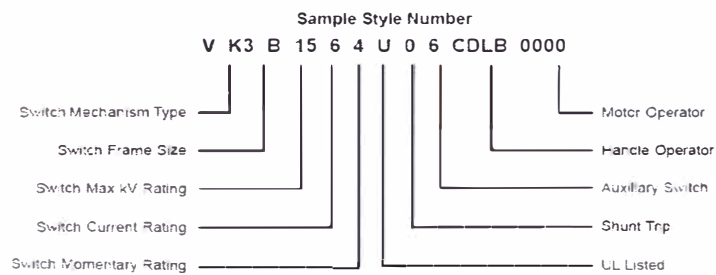


Figura 3.2- Codificación Seccionador

A continuación detallamos el significado de cada uno, así como las tablas que se dispone para su elección.

⇒ Switch MechanismType: Elegimos el tipo de mecanismo

Mechanism Type	Code
Snap action K-mech—std. 3.77" shaft	K3
Snap action K-mech—2.69" shaft	K2
Snap action K-mech—5.26" shaft	K5
Stored energy A-mech—std. 3.5" shaft	A3
Stored energy A-mech—std. 4.30" shaft	A4
Stored energy A-mech—std. 6.30" shaft	A6

- SwitchFrameSize: Tamaño del seccionador, distancias entre polos.

Frame Size	Code
5.9" pole spacing	A
6.69" pole spacing	B
9.25" pole spacing	C
10.8" pole spacing	D
14.1" pole spacing	E

- Switch Max kV Rating: Nivel de aislamiento(27 kV)

Max kV / BIL Rating	Code
8.5 kV / 75 kV BIL	08
15 kV / 95 kV BIL	15
15.5 kV / 110 kV BIL	16
17 kV / 110 kV BIL	17
27 kV / 125 kV BIL	27
38 kV / 150 kV BIL	38

- Switch Current Rating: Corriente nominal (1200A)

Current / Loadbreak Rating	Code
200 A	2
600 A	6
800 A	8
1200 A	1

- Switch Momentary Rating: Capacidad de interrupción

Momentary Rating	Code
40 kA	4
61 kA	6

- UL listed: Certificación

UL	Code
Not UL listed	N
UL listed	U

- Shunt Trip: Bobina de disparo

Shunt Trip Options	Code
None	0
24 VDC control voltage	1
48 VDC control voltage	2
110 VDC control voltage	3
220 VDC control voltage	4
110 VAC control voltage	5
220 VAC control voltage	6

- Auxiliary Switch: Contactos auxiliares

Auxiliary Switch Choices	Code
None	0
6 contact auxiliary switch	6
8 contact auxiliary switch	8

- Handle operator: Palanca de operación

Handle Types	Code	
No handle		00
Chain w/o door interlock (use w/K-mech only)		CC
Chain with door interlock—standard door (use w/K-mech only)		CD
Chain with door interlock—offset door (use w/K-mech only)		CF
Direct Drive		DD
HE Shaft Drive Options	Code ¹	Code ²
Shaft type HE manual	GE	HE
Shaft type HE manual w/door interlock—standard door	GD	HD
Shaft type HE manual w/door interlock—offset door	GF	HF
Shaft type HE manual for use with NM motor	GM	HM

¹ This code does not include removable handle
² This code includes removable handle

- Motor operator: Mando Motor

NM Motor Choices	Code
No motor	00
NM motor 24 VDC, 24 VAC control	N1
NM motor 48 VDC, 48 VAC control	N2
NM motor 110 VDC, 110 VAC control	N3
NM motor 220 VDC, 220 VAC control	N4

b) **Cuchilla de Puesta a tierra**

Este equipo permite llevar a los terminales inferiores del seccionador versarrupter (terminales inferiores) a tierra. La cuchilla de puesta a tierra, ver figura 3.3, debe estar mecánicamente enclavada con el seccionador, para la cual utilizamos el dispositivo de enclavamiento, ver figura 3.4, de tal forma que no pueda cerrar mientras el seccionador este cerrado. Para su selección de la cuchilla y el enclavamiento utilizamos la siguiente tabla 3.1 y 3.2

respectivamente, los cuales van a depender del frame del seccionador, es decir la distancia entre polos.

System Rating (kV)	Nominal Rated Current (A)	Catalog Number
Ground Switches for Connection to VersaRupter Lower Terminal		
4.6 – 7.2 [5.9' (150 mm) pole spacing]	200, 600 1200	323-026-010 323-026-001
12.0 – 13.8 [6.69' (170 mm) pole spacing]	200, 600 1200	323-026-012 323-026-003
12.0 – 16.5 [9.25' (235 mm) pole spacing]	200, 600 1200	323-026-013 323-026-004
22.9 – 24.9 [10.82' (275 mm) pole spacing]	200, 600 1200	323-026-014 323-026-005
34.5 [14.17' (360 mm) pole spacing]	600, 800	323-026-025

Tabla 3.1



Figura 3.3- Seccionador a Tierra

Mechanical Interlocks for VersaRupter without Fuse Base		
4.6-7.2 [5.9' (150 mm) pole spacing]	200 – 1200	186-856-001
12.0-13.8 [6.69' (170 mm) pole spacing]	200 – 1200	186-856-002
12.0-16.5 [9.25' (235 mm) pole spacing]	200 – 1200	186-856-002
22.9-24.9 [10.82' (275 mm) pole spacing]	200 – 1200	186-856-002
34.5 [14.17' (360 mm) pole spacing]	600 – 800	186-856-010

Tabla 3.2



Figura 3.4- Enclavamiento

c) Interruptor de Potencia

Dispositivo de maniobra y protección que nos permitirá abrir y cerrar bajo carga, ver figura 3.5.



Figura 3.5- Interruptor de potencia Fijo

Cumpliendo con las especificaciones técnicas, se ha seleccionado según tabla 3.3, el interruptor de potencia en aire Marca Areva cuyo código de catálogo es: HVX 24-25-12-F-210, El significado de cada uno de ellos lo podemos apreciar en la Figura 3.6, el número 210 indica la distancia entre polos en mm.

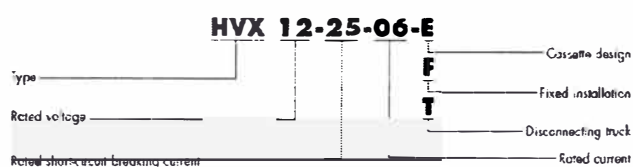


Figura 3.6

Tabla 3.3 Selección del Interruptor

Rated voltage kV	Rated lightning impulse withstand voltage kV	Rated short-time power-frequency withstand voltage kV	Rated short-circuit making current kA	Rated short-circuit breaking current kA 1)	Rated current A
12	75	28	40	16	630 - 1250
			63	25	630 - 2500
			80	31.5	630 - 2500
			100	40	800 - 2500
			125	50	800 - 3150
17.5	95	38	40	16	630 - 1250
			63	25	630 - 2500
			80	31.5	630 - 2500
			100	40	800 - 2500
24	125	50	40	16	630 - 2500
			63	25	630 - 2500
			80	31.5	630 - 2500

Se observa que la tensión nominal y de aislamiento del equipo supera lo que se tiene en el sistema y esto es debido al factor de derrateo por altura para lo cual se utilizó la fórmula ubicada en la Figura 2.14 y la tabla 2.5 del presente informe.

d) Pararrayos

El equipo es de polímero del tipo estación que proporciona excelentes características de protección y capacidad contra sobre voltajes temporales, diseño que es simple, confiable, y económico con la capacidad de soportar corrientes de falla que se encuentran en las condiciones de servicio má exigentes, ver figura. 3.7.

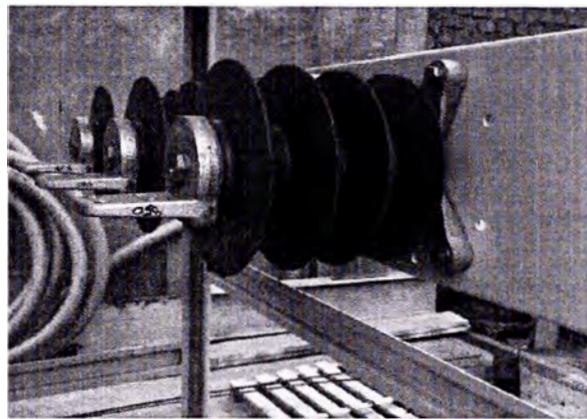


Figura 3.7- Pararrayos

Cumpliendo con las especificaciones técnicas requeridas, se ha seleccionado el equipo de marca General Electric y catálogo: 9L11XP 015S, para la selección se está tomando en cuenta que el sistema eléctrico es aterrado con alta impedancia (Ver tabla 3.4). Los pararrayos se basan en discos de óxido de metal y una envolvente de material polimérico.

Tabla 3.4 Selección de Pararrayos

for both Indoor and Outdoor Mounting (2.7-612 kVrms)

Arrester Rating kVrms	Maximum ¹ Continuous Voltage Capability (L-N) kVrms		Normally Used on System Voltage Class (L-L) High Impedance ² Grounded,		Product Number (Gray Polymer) ⁴		List Price GO-53/5a
	Porc	Poly	Ungrounded (Delta or Temporarily Ungrounded Circuits	Solidly Grounded Neutral System kVrms	4-hole NEMA Pad	Eyebolt Terminal	
					for Indoor or Outdoor Upright Mounting	for Indoor or Outdoor Upright Mounting ³	
3	2.55		2.4	4.16	9L11XPA003S	9L11XPB003S	\$590.00
6	5.1		4.8	-	9L11XPA006S	9L11XPB006S	\$609.00
9	7.65	7.85	7.2	12.47	9L11XPA009S	9L11XPB009S	\$625.00
10	8.4		7.62	13.2	9L11XPA010S	9L11XPB010S	\$638.00
12	10.2		7.97	13.8	9L11XPA012S	9L11XPB012S	\$733.00
15	12.7		13.8 ²	20.78	9L11XPA015S	9L11XPB015S	\$796.00
18	15.3		13.8	24.94	9L11XPA018S	9L11XPB018S	\$893.00
21	17		-	24.94	9L11XPA021S	9L11XPB021S	\$932.00
24	19.5		23 ²	-	9L11XPA024S	9L11XPB024S	\$983.00
27	22		23	34.5	9L11XPA027S	9L11XPB027S	\$1170.00

e) Reactor

Los reactores transitorios Inrush, están dirigidos para aumentar la esperanza de vida de los interruptores capacitivos, limitando la magnitud y la frecuencia de las corrientes transitorias del inrush asociada a la conmutación del banco de Capacitores, ver figura 3.8.

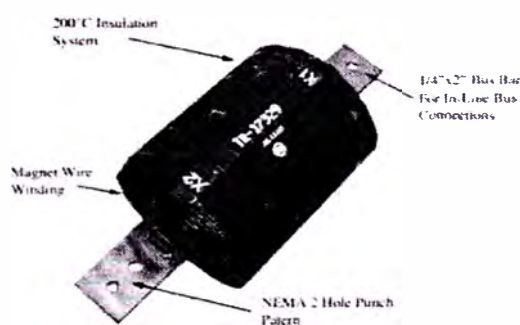


Figura 3.8-Reactor

Son 3 reactores por paso, es decir uno por fase. La corriente que pasa por cada uno de ellos se calcula en base a los 2 Capacitores que se encuentran conectados a el. Son 2 capacitores de 533kVAR/7.2 kV, al encontrarse estos a una tensión de $10.5kV/\sqrt{3}= 6.06kV$ la potencia final total es: 754kVAR.

$$I = 754/6.06 * 1.4 = 175 \text{ A}$$

Con este valor y conforme a las especificaciones técnicas, el reactor seleccionado es de la marca NEPSI de catálogo: TIR47-200-35, tabla 3.5, el cual representa el siguiente significado según figura 3.9:

Tabla 3.5 Selección del Reactor

Tabla 3 Stock de Reactores Estandar

Número de Partes	Nivel de Inductancia (uH)	Nivel Amperes (Amps)	Nivel Aplicación (KV)	Ambiente
TIR40-50-15-I	40	50	15	Indoor
TIR40-100-15-I	40	100	15	Indoor
TIR40-150-15-I	40	150	15	Indoor
TIR40-200-15-I	40	300	15	Indoor
TIR40-300-15-I	40	350	15	Indoor
TIR40-400-15-I	40	400	15	Indoor
TIR150-800-15-I	150	800	15	Indoor
TIR47-50-35-I	47	50	35	Indoor
TIR47-100-35-I	47	100	35	Indoor
TIR47-150-35-I	47	150	35	Indoor
TIR47-200-35-I	47	200	35	Indoor

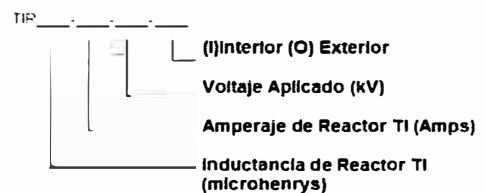


Figura 3.9

f) Interruptor capacitivo

Es un equipo cerrado completamente al vacío, que provee de una larga vida de operación 100.000 (50.000 open/close). Este equipo es el encargado de hacer entrar o salir cada paso del banco, luego de recibir la señal u orden proveniente del regulador de factor de potencia o PLC, ver figura. 3.10.

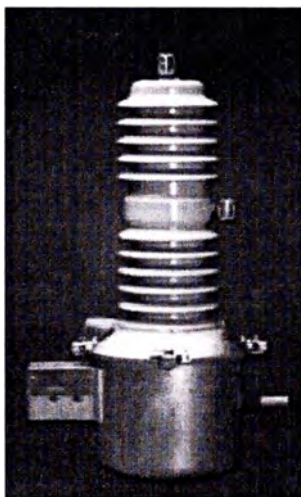


Figura 3.10- Interruptor Capacitivo

Conforme a las especificaciones técnicas se ha seleccionado lo interruptores capacitivos Marca Joslyn de catálogo 3148B0947G1 ver tabla 3.6. teniendo en cuenta que nuestro sistema eléctrico es aislado, resistencia con alta impedancia.

Tabla 3.6 Interruptores Capacitivos

UNGROUNDDED SYSTEMS

Max System Voltage (kV)	Line-to-ground/ Open-gap SIL	Auxiliary Contacts	No. of Pins in Connector	Trip Lever Location	Power Frequency AC Withstand Dry/Wet kV (RMS)	Part Number
12.47	95/95	1 (B)	5	45°	50/50	3148X0635G1
12.47	95/95	2 (1A 1B)	6	45°	50/50	3148X0635G3
12.47	95/95	1 (B)	5	180°	50/50	3148X0637G1
12.47	95/95	2 (1A 1B)	6	180°	50/50	3148X0637G3
15.5	95/95	1 (B)	5	N/A	50/50	3148X0202G1
15.5	95/95	1 (A)	5	N/A	50/50	3148X0202G2
15.5	95/95	2 (1A 1B)	6	N/A	50/50	3148X0202G3
22.5	125/125	1 (B)	5	45°	50/50	314831063G1
22.5	125/125	1 (B)	5	180°	50/50	314831061G1
27.5	125/125	1 (B)	5	N/A	50/50	314830947G1

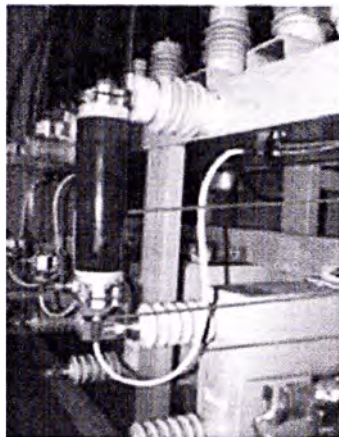
g) Fusible

Estos equipos de alta capacidad de ruptura se utilizan para la protección de los capacitores y equipo asociado contra fallas de cortocircuito, el cual según las especificaciones se ha elegido la marca Siba con los siguientes códigos de catálogo: 30.012.13.125 (ver tabla 3.7).

Tabla 3.7 Selección del Fusible

DIN E = 292 mm		Rated Voltage AC 6/12 kV		Class Back-up		Standard DIN 43625 - IEC 60282-1	
Rated Current [A]	Part No.	D = Diameter		Rated Breaking Current [kA]	Weight [kg/1]	Pack	
		[inch]	[mm]				
6.3	30 004 13.6.3	2.10	53	63	1.6	1	
10	30 004 13.10	2.10	53	63	1.6	1	
16	30 004 13.16	2.10	53	63	1.6	1	
20	30 004 13.20	2.10	53	63	1.6	1	
25	30 004 13.25	2.10	53	63	1.6	1	
31.5	30 004 13.31.5	2.10	53	63	1.6	1	
40	30 004 13.40	2.10	53	63	1.6	1	
50	30 004 13.50	2.10	53	63	1.6	1	
63	30 012 13.63	2.64	67	63	2.0	1	
80	30 012 13.80	2.64	67	63	2.0	1	
100	30 012 13.100	2.64	67	63	2.0	1	
125	30 012 13.125	2.64	67	63	2.0	1	
160	30 020 13.160	3.35	85	63	3.8	1	
200	30 020 14.200	3.35	85	50	3.8	1	

Los fusibles disponen de un sistema de detección de falla en caso ocurra el quemado de un fusible este ejecutara el cierre de un contacto mediante un microswitch, ver figura 3.11.



Rated Voltage 12 kV
Part No. 31 003 02

A	17.72" (450 mm)
B	1.38" (35 mm)
C	3.35" (85 mm)
D	0.70" (18 mm)
E	11.54" (293 mm)
F	6.14" (156 mm)
G	16.14" (410 mm)
H	9.53" (242 mm)
I	0.60" (15 mm)
J	7.10" (180 mm)
L	18.90" (480 mm)

Figura 3.11- Detección Fusión-Fusible

Figura 3.12

La base de fusible, tiene la función de soportar los fusibles y a su vez ofrecer asilamiento de las pares conductoras, ver figura 3.13. el catálogo seleccionado es 3100302, ver figura 3.12.

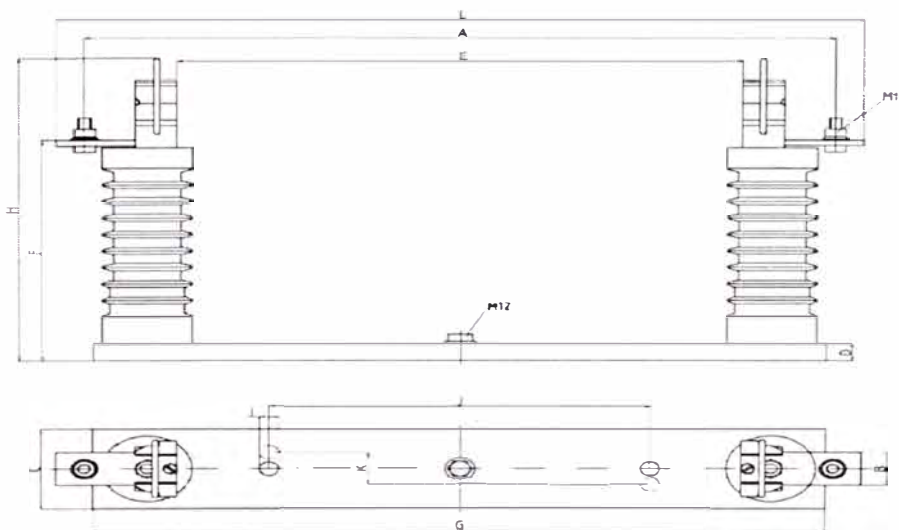


Figura 3.13- Base de Fusible

h) Capacitor de Potencia

Son los encargados de suministrar la potencia reactiva al sistema, estos son estáticos, monofásicos, construidos en estanque metálico sellado, con terminales accesibles y aislados, ver figura 3.14. El tipo de conexión a realizar entre ellos, según la teoría antes expuesta es la de doble estrella con neutro flotante por ser las más usuales para estas aplicaciones en media tensión y tener un sistema con neutro flotante o alta resistencia.

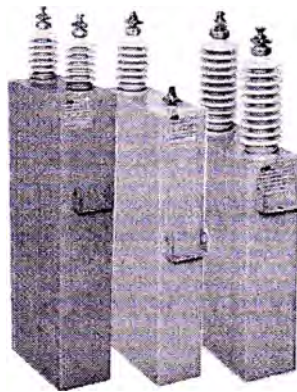


Figura 3.14- Condensador de Potencia

Conforme a las especificaciones técnicas se ha seleccionado el capacitor de la marca General Electric con el siguiente código de catálogo: RAH-98L652WC60SH002 ver tabla 3.8, la potencia requerida por fase es de 533 kVAR/ 7.2 kV, presenta 2 bushings, posee una resistencia de descarga interna que reduce la tensión residual a menos de 50 volts dentro de los 5 minutos desde la desenergización. El fluido dieléctrico no daña el medio ambiente, es biodegradable, sin PCB, y de baja toxicidad.

Tabla 3.8 Selección del Condensador

Voltage	BIL	333 kVAR		433 kVAR		533 kVAR	
		1 Bushing	2 Bushing	1 Bushing	2 Bushing	1 Bushing	2 Bushing
2400	95	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2770	95	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4160	95	59L123WC70	59L103WC70	98L123WC59	98L103WC59	N/A	N/A
4800	95	59L124WC62	59L104WC62	98L124WC62	98L104WC62	N/A	N/A
6640	95	59L125WC70	59L105WC70	98L125WC60	98L105WC60	98L525WC60	98L505WC60
7200	95	59L126WC62	59L106WC62	98L126WC63	98L106WC63	98L526WC62	98L506WC60
7620	95	59L127WC70	59L107WC70	98L127WC70	98L107WC70	98L527WC70	98L507WC70
7960	95	59L128WC70	59L108WC70	98L128WC70	98L108WC70	98L528WC70	98L508WC70
8320	95	59L129WC70	59L109WC70	98L129WC70	98L109WC70	98L529WC70	98L509WC70
9960	95	59L130WC70	59L110WC70	98L130WC70	98L110WC70	98L530WC70	98L510WC70
12470	95	59L131WC70	59L111WC70	98L131WC70	98L111WC70	98L531WC70	98L511WC70
13280	95	59L132WC70	59L112WC70	98L132WC70	98L112WC70	98L532WC70	98L512WC70
13800	95	59L133WC70	59L113WC70	98L133WC70	98L113WC70	98L533WC60	98L513WC60
14400	95	59L134WC62	59L114WC62	98L134WC62	98L114WC62	98L534WC62	98L514WC62
19920	150	59L155WC70	-	98L155WC62	-	98L555WC61	-
21600	150	59L156WC60	-	98L156WC62	-	98L556WC61	-

3.1.2 Equipos de Medición, Control y Protección

a) Transformador de Corriente

Diseñado para uso interior, adecuado para uso con equipos de medición, instrumentación y control, ver figura 3.15, el equipo seleccionado es de la Marca General Electric Modelo JKM-5C, 110 kV BIL, 5-800A. Este equipo es el encargado de enviar la señal de corriente hacia el Relé de protección (F60), el cual esta vigilante ante cualquier desperfecto. Para el cálculo de la relación de transformación se realizó en base a la potencia total del Banco $I =$

$$\frac{9068 \text{ kVAR}}{10.5 \text{ kV} \cdot \sqrt{3}} = 500 \times 1.15 = 575, \text{ siendo } 1.15 \text{ un factor de diseño.}$$

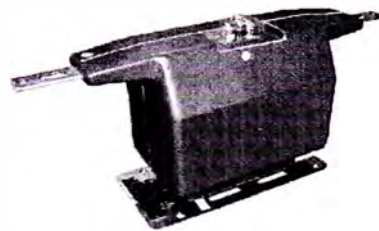


Figura 3.15- Transformador de corriente

Escogemos la relación 600/5A, conforme a cuadro de selección del fabricante.

Ver tabla 3.9.

Tabla 3.9 Selección de Transformador de corriente

Current Ratio (Amps) Pri : Sec	JKM-5C DATA TABLE									
	ANSI Accuracy Class, 60 Hz			Continuous Thermal Current Rating Factor		Primary Bar Size		Mech. Limit Amps	One Second Thermal Limit, Amps	Catalog Number
	ANSI Meter Class Burden		Relay Class	Single Ratio		Width ins.	Thick ins.			
	80.1 to 80.5	80.9 to 1.8		30° C Amb.	55° C Amb.					
5 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	625	465	755X142001
10 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	1250	930	755X142002
15 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	1875	1470	755X142003
20 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	2500	1850	755X142004
25 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	3125	2300	755X142005
30 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	3750	2460	755X142006
40 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	5000	3720	755X142007
50 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	6250	4600	755X142008
75 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	9375	6375	755X142009
100 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	12500	8600	755X142010
150 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	1.50	0.188	18750	12750	755X142011
200 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	2.00	0.25	25000	17200	755X142012
300 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	2.00	0.25	37500	25800	755X142014
400 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	2.00	0.25	50000	36000	755X142015
500 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	2.00	0.38	53500	42000	755X142016
600 5	0.3	0.3	T200	1.5	1.33	2.00	0.38	75000	51600	755X142017
800 5	0.3	0.3	T200	1.2	0.95	2.00	0.35	50000	63200	755X142018

b) Transformador de Tensión

Equipo diseñado para detectar sobre o subtensiones y enviar una señal al relé de protección, ver figura 3.16, y conforme a las especificaciones técnicas el equipo seleccionado cumple con la siguiente marca General Electric cuyo catálogo es el siguiente: PTG5-2-110-123F ver tabla 3.10.



Figura 3.16- transformador de tensión

Conforme al catálogo del fabricante se han seleccionado 2 transformadores idénticos que serán conectados en delta, de 2 bushings y con fusibles.

Tabla 3.10 Selección del transformador de tensión

TWO BUSHING (a)				CATALOG NUMBERS		
GROUP	PRIMARY VOLTAGE	RATIO	SECONDARY VOLTAGE	UNFUSED	FUSES	FUSE CLIPS ONLY
1	*7200	60:1	120	PTG5-2-110-722	PTG5-2-110-722FF	PTG5-2-110-722CC
1	*8400	70:1	120	PTG5-2-110-842	PTG5-2-110-842FF	PTG5-2-110-842CC
2	11000	100:1	110-50Hz	PTG5-2-110-113	PTG5-2-110-113FF	PTG5-2-110-113CC
2	*12000	100:1	120	PTG5-2-110-123	PTG5-2-110-123FF	PTG5-2-110-123CC
2	13200	110:1	120	PTG5-2-110-1322	PTG5-2-110-1322FF	PTG5-2-110-1322CC
2	*14400	120:1	120	PTG5-2-110-1442	PTG5-2-110-1442FF	PTG5-2-110-1442CC

c) Transformador de Control

Equipo en cargado de brindar la potencia necesaria a todo equipamiento de control, tiene como entrada en el lado primario una línea en media tensión, y como salida tenemos una tensión de control en 120V ó 220 V, ver figura 3.17, el cual va a depender de la conexión a sus bornes, ver figura 3.18.

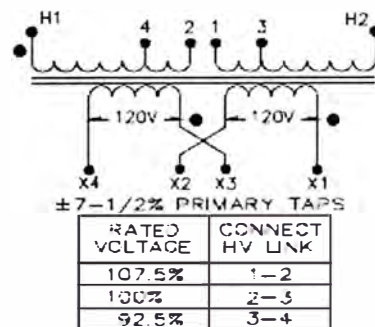
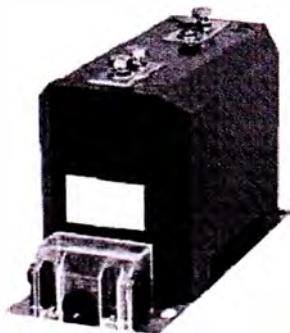


Figura 3.17- Transformador de Control

Figura 3.18- Bornes de conexión

Conforme a las especificaciones técnicas se ha seleccionado el transformador de control marca General Electric de catálogo: CPT5-95-5-12 (Ver tabla 3.11).

Tabla 3.11 Selección Transformador de Control

**CATALOG NUMBER	PRIMARY VOLTAGE	RATIO	SECONDARY VOLTAGE	*FUSE RATING
CPT3-60-5-242**	2400	20:1	120/240	7E
CPT3-60-5-4151**	4160	34.7:1	120/240	5E
CPT3-60-5-482**	4800	40:1	120/240	5E
CPT5-95-5-722**	7200	60:1	120/240	5E
CPT5-95-5-842**	8400	70:1	120/240	3E
CPT5-95-5-123**	12000	100:1	120/240	2E
CPT5-95-5-1242**	12470	104:1	120/240	2E
CPT5-95-5-1322**	13200	110:1	120/240	2E
CPT5-95-5-1382**	13800	115:1	120/240	2E
CPT5-95-5-1442**	14400	120:1	120/240	2E

d) Regulador de Factor de Potencia

Equipo que proveerá a la red con una eficiente compensación, medición y supervisión de energía reactiva. La aplicación incluye el control automático de los bancos de Capacitores en baja y media tensión, ver figura 3.19. Conforme a las especificaciones técnicas se ha seleccionado el equipo marca Nokian de catálogo: NC-12. Tabla 3.12



Figura 3.19- Regulador Nokian NC-12

Tabla 3.12 Selección del Regulador

Type	Number of step output contacts	Supply voltage (V) 50/60 Hz network	Measuring voltage (V)
N-6	6	110-220/240-380/415	110-220/240-380/415
N-12	12	110-220/240-380/415	110-220/240-380/415
NC-12	12	110-220/240-380/415	110-220/240-380/415-690

e) Controlador lógico programable (PLC)

Se ha seleccionado el PLC marca General Electric modelos Versamax Micro 28, ver figura 3.20, una de sus principales características es que tiene 28 (I/O), estos son expandibles hasta 140 (I/O), ver figura 3.21, 2 puertos seriales, de amplia memoria que le permite mayor flexibilidad para la programación, de diseño modular y robusto que facilita el acceso y durabilidad a largo plazo. El equipo se encargará de administrar toda la lógica de funcionamiento del banco de Capacitores, tener como señales de entrada las órdenes del regulador de factor de potencia (NC-12), el estado manual automático, contactos de indicación fusión fusible, y como señales de salida la apertura y cierre de pasos, y las actuación y señalización en caso de falla.

**Figura 3.20-Versamax Micro 28****Figura 3.21- Módulo de expansión**

El módulo de PLC está compuesto por lo siguiente:

- 28 Point (16) 24 VDC In, (11) Relay Out, (1) 24 VDC Out, 120/240 VAC Power Supply.(**IC200UDR005**)
- 14 Point (8) 24 VDC In, (6) Relay Out, 120/240 VAC Power Supply (modulo de expansion).(**IC200UEX011**)

Como accesorios adicionales el PLC requiere de contactores auxiliares NA, fusibles de control, pulsadores, lámparas y fuente de alimentación.

f) Relé de protección.

Equipo que proporciona protección, control, monitoreo y medida todo en un paquete integrado, ver figura 3.22. El relé de marca General Electric modelo F60 cuenta con una protección de alto rendimiento, opción de entradas y salidas expandibles, comunicación de alta velocidad y una amplia capacidad de programación.



Figura 3.22- Relé de protección

El F60 tiene una amplia gama de elementos de protección, y entre las principales funciones tenemos las mostradas en la Figura 3.23.

25 (2)	Synchronism Check	51P (2)	Phase Time Overcurrent
27P	Phase Undervoltage	51_2(2)	Negative Sequence Time Overcurrent
27X	Auxiliary Undervoltage	52	AC Circuit Breaker
32	Sensitive Directional Power	59N	Neutral Overvoltage
49	Thermal Overload	59P	Phase Overvoltage
50BF/50BNF	Breaker Failure	59X	Auxiliary Overvoltage
50DD	Disturbance Detector	59_2	Negative Sequence Overvoltage
50G	Ground Instantaneous Overcurrent	67N	Neutral Directional Overcurrent
50N	Neutral Instantaneous Overcurrent	67P	Phase Directional Overcurrent
50P	Phase Instantaneous Overcurrent	67_2	Negative Sequence Directional Overcurrent
50_2 51G	Negative Sequence Instantaneous Overcurrent	79	Automatic Recloser
51N	Ground Time Overcurrent	81O	Overfrequency
51N (2)	Neutral Time Overcurrent	81U	Underfrequency

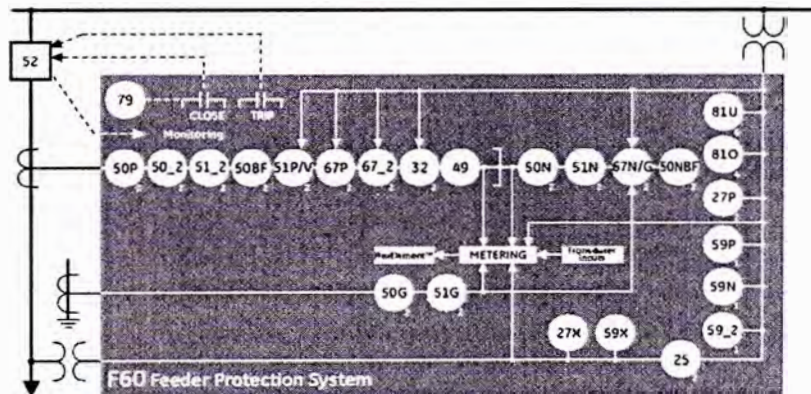


Figura 3.23. Funciones del Relé

Conforme a lo requerido por el sistema se ha seleccionado el siguiente código de catálogo del relé seleccionado es el siguiente:
F60.G03.HKH.F8L.H6A.M6B.P6C, ver figura 3.24.

3.1.3 Aisladores

Los aisladores son materiales que pueden soportar el flujo de corriente eléctrica, en otras palabras son materiales no conductores de la electricidad, los aisladores dan abrigo, protección o apoyo de conductores eléctricos de manera que el flujo solo sea a través de los conductores, ver figura 3.26.

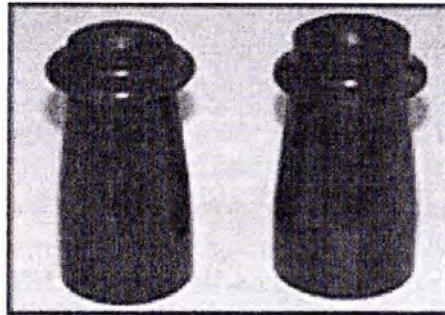


Figura 3.26- Aisladores

Los aisladores de resina epóxica tiene diversas aplicaciones y dentro de las principales es la de soportar barras de cobre en tableros de media tensión, estos se seleccionan en base a la tensión de operación y al nivel de aislamiento requerido, dentro de las dimensiones disponibles se muestran en la Figura 3.26.

	API -12/120A	API -12/120B	API -12/140	API -24/200
Vn	12	12	12	24
R (Kgf)	400	750	1250	750
n	2	2	2	2
Ø1	1/2	1/2	1/2	1/2
Ø2	5/8	5/8	3/4	3/4
L	120	120	140	200
Ø	60	66	80	75
D1	44	50	50	52
L1	22	22	22	22
L2	30	30	30	30
Lf	127	127	150	210

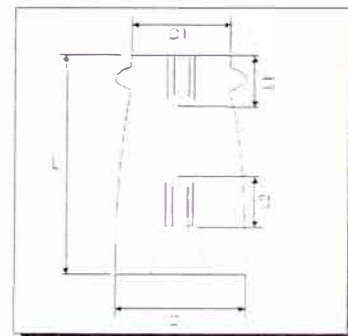


Figura 3.26 Selección del aislador

El nivel de aislamiento a considerar va a depender de la altura de operación, el cual hará que nuestro nivel de aislamiento varíe, para esto se tiene un factor por derrateo el cual según la IEC 60071-2:1996 para el presente proyecto se tienen los siguientes cálculos: $H= 4250$ m.s.n.m

$$e^{\frac{H-1000}{8150}} = 1.4898 \quad (\text{cálculo factor por derrateo})$$

Se observa según la tabla 3.13 para 10.5 kV, el nivel de aislamiento está en el rango de 70-85 kVBIL, aplicándole el factor derrateo por altura tenemos: 110 – 145 kVBIL, esto significa guardar una distancia mínima Punta-Estructura de entre 160-220mm, para el cual nuestro aislador API 24/200 es el adecuado para el proyecto.

Tabla 3.13 Distancias Mínimas de partes activas

DISTANCIAS MÍNIMAS DE PARTES ACTIVAS DE UN SISTEMA ENTRE SI Y CONTRA TIERRA					
TENSION ASIGNADA U_r Kv (VALOR EFICAZ)	TENSION SOPORTADA ASIGNADA DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL U_d Kv (VALOR EFICAZ)		TENSION SOPORTADA ASIGNADA CON IMPULSOS TIPO RAYO U_p Kv (VALOR DE CRESTA)		DISTANCIA EN EL AIRE MÍNIMA (mm)
	VALOR COMUN	EN LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	VALOR COMUN	EN LA DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	PUNTA-ESTRUCTURA
3.6	10	12	20	23	60
			40	46	60
7.2	20	23	40	46	60
			60	70	90
12	28	32	60	70	90
			75	85	120
17.5	38	45	75	85	120
			95	110	160
24	50	60	95	110	160
			125	145	220
36	70	80	145	165	270
			170	195	320

3.2 BARRAS DE COBRE Y CABLEADO

3.2.1 Selección de Barras Principales y Derivados

Para el cálculo de la barras de cobre tanto para las principales como para los derivados, se hace por capacidad de corriente utilizando la tabla 3.14, según normativa DIN 43671.

Tabla 3.14 Capacidad por Sección de barra

CARGA CONTINUA DE LA BARRA DE COBRE (DIN 43671)										
disposición vertical del ancho de la barra, luz entre barras igual al espesor de barras, en c.a. Luz entre fases >0.8 x distancia										
Ancho x Grosor	Sección	Peso	Intensidad continua en A c a Hasta 60Hz							
			Pintado				Desnudo			
			N° de barras				N° de barras			
			1	2	3	4	1	2	3	4
mm	mm ²	kg/m	I	II	III	II II	I	II	III	II II
12 x 2	23.5	0.209	123	202	228		108	182	216	
15 x 2	29.5	0.262	148	240	261		128	212	247	
15 x 3	44.5	0.396	187	316	381		162	282	361	
20 x 2	39.5	0.351	189	302	313		162	264	298	
20 x 3	59.5	0.529	237	394	454		204	348	431	
20 x 5	99.1	0.882	319	560	728		274	500	690	
20 x 10	199	1.770	497	924	1320		427	825	1180	
25 x 3	74.5	0.663	287	470	525		245	412	498	
25 x 5	124	1.110	384	662	839		327	586	795	
30 x 3	89.5	0.796	337	544	593		285	476	564	
30 x 5	149	1.330	447	760	944		379	672	896	
30 x 10	299	2.660	676	1200	1670		573	1060	1480	
40 x 3	119	1.050	435	692	725		366	600	690	
40 x 5	199	1.770	573	952	1140		482	836	1090	
40 x 10	399	3.550	850	1470	2000	2580	715	1290	1770	2280
50 x 5	249	2.220	697	1140	1330	2010	583	994	1260	1920
50 x 10	499	4.440	1020	1720	2320	2950	852	1510	2040	2600
60 x 5	299	2.660	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210
60 x 10	599	5.330	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900
80 x 5	399	3.550	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720
80 x 10	799	7.110	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450
100 x 5	499	4.440	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190
100 x 10	988	8.890	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980
120 x 10	1200	10.70	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500
160 x 10	1600	14.20	2700	4130	5360	6320	2220	3590	4680	5530
200 x 10	2000	17.80	3290	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540

Referencia: Norma DIN 43671 1975 tabla 5-15

Calculado con una densidad de 8,9 Kg/dm³

Para el caso de las barras principales, hacemos el cálculo de la capacidad de corriente:

$$I = \frac{9068 \text{ Kvar}}{10.5 \text{ Kv} \cdot \sqrt{3}} = 498.5 \text{ A} \text{ multiplicado por un factor de servicio de 1.3}$$

$I = 648.05 \text{ A}$ con este valor vamos a la tabla 3.14 y seleccionamos la sección de 10x50mm, el cual estando desnudo puede transportar una corriente de 852A.

Para el caso de las barras para las derivaciones, hacemos el cálculo de corriente por fase en cada paso. Aquí es un cálculo monofásico, es decir hacemos el cálculo considerando la tensión y corriente monofásica.

$$I = \frac{377.1 \cdot 2 \text{ Kvar}}{6.06 \text{ Kv}} = 124.5 \text{ A} \text{ multiplicado por un factor de servicio de 1.3}$$

$I = 162 \text{ A}$ con este valor vamos a la tabla 3.14 y seleccionamos la sección de 10x40mm, el cual estando desnudo puede transportar una corriente de 715A.

3.2.2 Selección de la Barra a Tierra:

Conforme a la norma IEC 60298:1996, hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{I}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}} \text{ Donde:}$$

S es la sección expresada en mm²; I es el valor de la corriente expresada en A;

α está expresada en A/mm² (s/K)^{1/2} y tiene los siguientes valores: 13(Cu),

8.5(Al), 4.5(Fe), 2.5(Pb).

T es el tiempo expresado en segundos; $\Delta\theta$ es el calentamiento, expresado en kélvines (K) para los conductores desnudos; que suele ser 180K. Si el tiempo es mayor a 2s pero inferior a 5s, el valor de $\Delta\theta$ podrá aumentarse en la misma fórmula a 215K. Esto tiene en cuenta el hecho de que el calentamiento no es estrictamente adiabático.

De nuestro proyecto tenemos los siguientes valores:

$$I = 25 \text{ kA}$$

$$\alpha = 13$$

$$t = 3 \text{ segundos}$$

$$\Delta\theta = 180$$

$$\text{Reemplazando: } S = \frac{25000}{13} \sqrt{\frac{3}{180}}$$

$$S = 250 \text{ mm}^2$$

Por tal motivo la barra a tierra a utilizar en la envolvente es de 5x50 mm².

3.2.3 Selección Cableado de Fuerza y Control

Debido a que la gran mayoría de los equipos han sido conectados o empalmados mediante barras gracias a sus terminales propios del equipo, solo ha sido necesario utilizar cable de fuerza para los transformadores de tensión y control, teniendo como datos ambas tensiones del primario y secundario y que la corriente es menor a 2A en el lado de media tensión, hacemos la selección del 5R-0201 utilizando la tabla 3.15.

Todos los cables de control según especificación ha sido cable SIS, con la siguiente codificación de colores:

- Cable para señal de tensión: Color Azul (14 AWG)
- Cable para señal de corriente : Color Rojo (12 AWG)
- Cable para Equipos a Tierra : Color Verde (14 AWG)
- Cable de Control Tensión en Continua: Negro (-), Blanco (+) (14 AWG)
- Cable de Control Tensión en Alterna : Gris (14AWG)

Tabla 3.15 Cable 5-15kV

SPECIFICATIONS:							
1. CONDUCTOR: Extra flexible, rope-stranded, bare copper. A semiconducting compound is applied over the conductor.							
2. INSULATION: Ethylene propylene rubber (EPR) per ICEA S-68-516 (NEMA WC8).							
3. OVERALL JACKET: Red thermoset per ICEA S-68-516.							
4. AMPACITY: Based on insulated single conductor isolated in air with a conductor temperature of 90°C and an ambient temperature of 40°C per NEC Table 310-69.							
5. TEMPERATURE: 90°C							
6. VOLTAGE: 5/15kV							
Anixter Number	Conductor Size	Number of Strands	Insulation Thickness	Overall Jacket Thickness	Nominal O.D.	Approximate Weight Lbs. 1000 Ft.	Amps Per Conductor
	AWG		IN	IN	IN		
5R-0201	2	259	.175	.080	.870	495	195
5R-0101	1	259	.175	.080	.910	571	225
5R-1011	1/0	259	.175	.080	.960	660	260
5R-2021	2/0	259	.175	.080	1.010	760	300
5R-4041	4/0	259	.175	.080	1.130	1081	400
5R-2501	250	646	.175	.080	1.185	1213	445
5R-3501	350	855	.215	.080	1.380	1595	550
5R-5001	500	1235	.215	.080	1.560	2145	685

3.3 EVALUACION DE LA DISIPACIÓN TÉRMICA

Haciendo uso de la teoría antes mencionada en 2.4.4, se muestran los resultados en la tabla 3.16. Este cálculo ha sido realizado únicamente en la columna de los capacitores al ser estos el equipamiento que más lo requiere, ya que en media tensión

La disipación por el resto de equipos como interruptor, seccionador, etc es mínima.

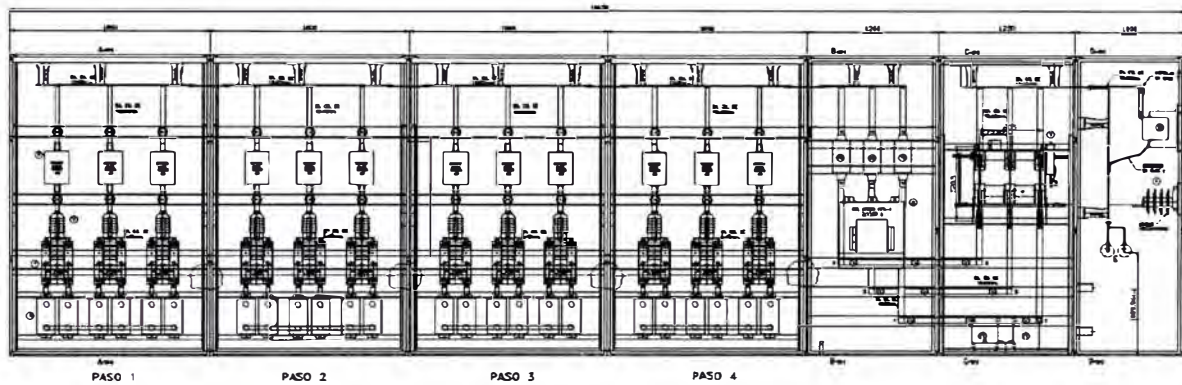


Figura 3.27- Estructura de celda vista interior

De la Figura 3.27 observamos que los 4 pasos se encuentran en estructuras idénticas, aquí en donde se hará una evaluación térmica ya que son los que contienen los capacitores. Los resultados se muestran en la tabla 3.16, y nos confirma el uso necesario de ventilación auxiliar para lo cual se está instalando 4 ventiladores de 258 m³/h modelo 255Zx de la marca Unikey como se muestra en la Figura 3.28.

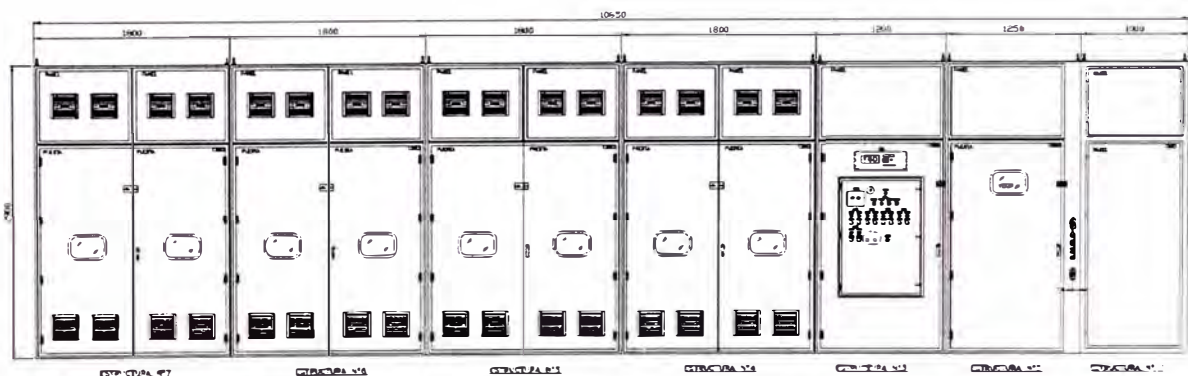


Figura 3.28- Estructura de celda vista exterior

CALCULO APROXIMADO DE LA DISIPACION TERMICA EN UNA ESTRUCTURA

CLIENTE: COMPAÑIA MINERA EL BROCAL
 HR / ITEM: 4490 1
 ELABORADO POR: Departamento de Ingenieria

FECHA Y HORA: 26/10/2011
 PROGRAMA USADO: CDT

ELEGIR K:

Dimensiones del Tablero		
Altura	Ancho	Prof.
2900	1800	1600

T. Amb. Max	35	Ttab max	45
-------------	----	----------	----

Constante del material
K= 5.5w/m ² °K para envolvente metalica
K= 3.5w/m ² °K para envolvente de polyester
K= 3.7w/m ² °K para envolvente de acero inox.
K= 12w/m ² °K para envolvente de aluminio

Potencia disipada				
	F.C	P.Dis Und	Cant	P disp
Interruptores Capacitivo	1	100.0	3	300.0
Barras	1	37.2	20	744.6
Cables	1	15.4	2	30.8
Contactores	0.5	4.4	0	0.0
Condensadores	1	220.0	6	1320.0
Reactores	0.2	150.0	6	36.0
Fusibles	1	159.0	6	954.0
otros	1	200.0	0	0.0
Total (W)				3385.4

Emplazamiento según norma HD 528 S2	S disp (m ²)	P disp (W)	P disp Equipos	Diferencia (margen)	Aceptable	Caudal (m ³ /h)	Ventilador	Cant. 150Z	Cant. 204Z	Cant. 255z
1.- Accesible desde todos lados	21.78	1198	3385.4	2188	NO	779.84	255ZX	15	6	4
2.- Situado contra la pared	19.69	1083	3385.4	2302	NO	820.78	255ZX	16	6	4
3.- Extremo en caso de yuxtaposición	19.92	1096	3385.4	2290	NO	816.24	255ZX	16	6	4
4.- Extremo en caso de yuxtaposición	17.84	980.98	3385.4	2404.42	NO	857.18	255ZX	17	6	4
5.- Intermedio en yuxtaposición	18.07	994	3385.4	2392	NO	852.63	255ZX	17	6	4
6.- Intermedio en la yuxtaposición	15.98	879	3385.4	2506.50	NO	893.57	255ZX	17	7	4
7.- Intermedio en la yuxtaposición y situado	13.96	768.02	3385.4	2617.38	NO	933	255ZX	18	7	4

NOTA:

Tipo de instalacion según CEI 890

Los ventiladores considerados para el cálculo son de la marca UNIKEY

Tabla 3.16 Resultados de evaluación Térmica

3.4 PROTOCOLO DE PRUEBAS

Dentro de las principales pruebas a las que se somete la celda tenemos:

➤ **Inspección Visual**

- Color de celda
- Identificación de fases (Rojo , Negro, Azul)
- Aisladores en buen estado
- Ajuste de pernos de la estructura
- Indicación de letreros según planos
- Marcación de equipos según plano
- Equipos de acuerdo a especificaciones
- Fusibles según plano eléctrico
- Relación y potencia de los transformadores
- Color de cables
- Máximo 2 puntas por punto de conexión
- Aterramiento de puertas, paneles, tapas, etc.
- Verificación de esquemas de equipos instalados
- Limpieza y retoques.

➤ **Inspección de fabricación y ensamble**

- Dimensiones de la Celda conforme a plano mecánico
- Sección de barras según plano
- Distancia entre fases y fase a tierra

- Ajuste de las barras y cables de fuerza
- Ajuste de circuito de control y medición
- Accionamiento de puertas
- Anclaje de tablero
- Cáncamos para izamiento del tablero
- Limpieza y acabado general

➤ **Pruebas dieléctricas**

- Tensión Aplicada (rigidez dieléctrica)

Fase	Tensión	Tiempo
R/S-T-tierra	40 kV	1 minuto
S/T-R- tierra	40 kV	1 minuto
T/R-S-tierra	40 kV	1 minuto

- Nivel de Aislamiento: Con Megger de 500 VDC

Circuito de control y medición ($L1 > 100 \text{ M}\Omega$)

Circuito de control y medición ($L0 > 100 \text{ M}\Omega$)

➤ **Pruebas de continuidad Eléctrica**

- Circuito de Fuerza
- Circuito de control y medición
- Interruptores, fusibles

➤ **Prueba de operación y funcionamiento**

a) Sistema de Control

b) Regulador de Potencia reactiva

- Configuración del regulador
- Conexión de los pasos
- Desconexión de los pasos.

c) Sistema de Mando

c.1) Interruptores Unipolares

- Apertura y cierre manual (pulsadores en puerta)
- Apertura y cierre automático (lógica del PLC)

c.2) Seccionador de línea y tierra

- Cierre con la palanca de accionamiento
- Apertura con la palanca de accionamiento
- Bloqueo mecánico: seccionador de línea y tierra no pueden estar cerrados al mismo tiempo.
- Bloqueo de apertura de puertas si seccionador de tierra está abierto.

c.3) PLC

- Verificación de I/O
- Funcionamiento de lógica de control

c.4) Visualización falla fusión fusible

c.5) Interruptor de potencia

- Apertura y cierre manual (mecánico)
- Apertura y cierre (eléctrico)
- Bloqueo eléctrico para cerrar el interruptor, el seccionador de línea debe estar cerrado antes.
- Bloqueo eléctrico para cerrar el interruptor, el seccionador de línea debe estar abierto y el de tierra debe estar cerrado antes.

d) **Sistema de Protección**

- Apertura del interruptor ante una falla
- Señalización de trip en relé

Todas estas pruebas fueron realizadas por la empresa encargada de la fabricación y suministro, los protocolos se encuentran adjuntados en los anexos del presente informe.

CAPÍTULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA CELDA Y DE SUS COMPONENTES

4.1 CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.1 Condiciones Ambientales

Se hace referencia a las condiciones de servicio del lugar donde será instalado. Tabla 4.1

Tabla 4.1 Condiciones Ambientales

DESCRIPCION.	UNIDAD	REQUERIDO
Altura de máxima	m	4250
Temperatura mínima	°C	-5
Temperatura máxima	°C	+30
Nivel de humedad	%	>80
Humedad Relativa	%	80
Actividad Sísmica		Si
Nivel de contaminación		Moderado

4.1.2 Características generales del sistema eléctrico.

Se presenta la tabla 4.2 con las características generales del sistema eléctrico donde se instalará la Celda.

Tabla 4.2 Características del Sistema

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO
Tensión nominal del sistema	kV	10.5
Tensión máxima del sistema	kV	11
Tensión máxima del equipo	kV	17.5
Frecuencia Nominal	Hz	60
Numero de fases		3
Nivel de aislamiento	kV	
-Tensión de sostenimiento a frec.indus. 1min	kV	38
-Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50us	kV	95
Corriente de nominal	kA	25
Potencia Nominal trifásica	MVAR	
Etapas		4
Instalación		Interior
Grado de protección		IP54
Conexión del neutro		Aterrado con Resistencia
Voltaje Auxiliar C.A	Vca	120
Voltaje Auxiliar C.C	Vcc	110

4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

4.2.1 Características de la Estructura

- La celda de media tensión deberá consistir de una estructura tipo metal enclosed con un grado de protección IP54 que almacenará todos los componentes, incluidos los fusibles, Capacitores, conmutadores u controles asociados, etc.
- Todos los componentes deberán ser accesibles y removibles desde el frente o costado de la celda.
- La envolvente deberá ser fabricado con planchas de fierro de espesor 2.5mm. Todas las juntas deberán estar soldadas y puestas a tierra.

- Las puertas deberán ser planas y removibles en la posición de apertura. Deberán estar equipadas con bisagras y pernos giratorias. Todas las puertas que tienen acceso a los compartimientos de alta tensión deberán estar equipadas con enclavamientos para garantizar la desenergización interior antes de la apertura de puerta.
- Todas las rejillas de ventilación deberán estar ubicadas en el frente de la estructura y estos deben cumplir con el grado de protección IP54.
- Cada puerta de la celda deberá ser equipada con señales de
- Advertencia de peligro o riesgo eléctrico según lo establecido en Código Nacional de Electricidad, ver figura 4.1.



Figura 4.1- Advertencia Riesgo Eléctrico

- La estructura deberá tener un conductor continuo a tierra de cobre plateado de 5 x 50mm que recorra el ancho.

- La estructura deberá estar preparada y pintado con un revestimiento de epoxy altamente sólido especificado a continuación. La pintura deberá ser color Gris según ANSI – 61.
- Preparación de la Superficie: Todas las superficies de acero deberán estar preparadas según las recomendaciones de pintura del fabricante. Todas las superficies, dentro y fuera, deberán ser imprimadas con pintura epóxica altamente sólida (el revestimiento imprimador deberá tener un grosor de película seca de 2 a 4 mil). El grosor de película seca total de medida aceptable mínima no deberá ser menor a los 4 milímetros.
- La pintura también deberá proporcionar una excelente resistencia química a las salpicaduras, derrames, emanaciones y al clima por el ácido, alcalina, soluciones salinas (soluciones salinas alcalinas, neutrales y ácidas), agua fresca, solventes y ambientes de productos de petróleo.
- A pedido, el fabricante deberá proporcionar documentos de apoyo (procedimientos para la preparación de superficies, así como también las especificaciones de pintura del fabricante de la misma) que muestran que se cumplen los requerimientos anteriores.
- Cada estructura deberá contar con sus respectivos cáncamos para su correcto izaje y traslado.
- La estructura deberá tener los calados correspondientes para la acometida por la parte inferior.

- Se debe prever de calador entre columnas para el cableado de interconexiones.
- Los equipos de control deben ubicarse en un compartimento separado, estos pueden ubicarse también en una cajuela fija en la puerta.
- Todas las puertas en el frente deben estar debidamente enclavadas mediante KirKeys (cerraduras con llave), los cuales nos garantice una secuencia de operación segura en caso de sacar o poner en servicio el sistema.
- El banco de condensador deberá tener una placa Aluminio, letras blancas fondo negro y remachado que contenga la siguiente información:
 - ✓ Tensión Nominal del Sistema.
 - ✓ Número de escalones, etapas y secuencias de conmutación.
 - ✓ kVAR por escalón y kVAR de etapa.
 - ✓ Nivel de aislamiento (KBIL).

4.2.2 Características de los Equipos

4.2.2.1 Equipos de fuerza:

➤ El Seccionador

Este deberá estar ubicado en un compartimento aparte aislado del compartimento del condensador y el compartimento de control de baja tensión por una barrera de acero. Además de la puerta externa de la estructura se deberá proporcionar una pantalla articulada protectora (detrás de la puerta exterior)

antes que se permita el acceso al Seccionador. Las características del suministro deberá cumplir la norma IEC 60420.

El seccionador deberá incluir una cuchilla de puesta a tierra el cual debe contar con un sistema de bloqueo mecánico-eléctrico para operación de las mismas.

Los bloqueos que deben tener las cuchillas son las siguientes:

- a) Evita el cierre de la cuchilla seccionadora cuando el interruptor de potencia se encuentre cerrado.
- b) Evitar el cierre de la cuchilla seccionadora cuando el interruptor de potencia y los desconectores se encuentren cerrados.
- c) Evitar el cierre de la cuchilla de puesta a tierra cuando la cuchilla seccionadora se encuentre cerrada.
- d) Evitar el cierre del interruptor de potencia cuando la cuchilla de puesta a tierra se encuentre cerrada.
- e) Evitar el cierre de los desconectores en un tiempo menor 5 minutos después de la desconexión del banco y cuando la cuchilla de puesta a tierra se encuentre cerrada.

Dentro de las principales características técnicas se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Características técnicas del seccionador

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Seccionador Tripolar		
-Tipo		En aire
-Modelo		ABB
-Fabricante		ABB
-Voltage Nominal	kV	10.5
-Máximo voltage de operación	kV	12
-Máximo voltage de equipo	kV	27
-Frecuencia	Hz	60
-Corriente nominal	A	1200
-Corriente de corta duración (3seg)	kA	40
-Tensión aplicada a frec.industrial (1min), seco, abierto	kV	
-Nivel de aislamiento básico (BIL)	kV	125
-Accionamiento		Manual
-Tensión de control	Vcc	-
-Enclavamiento eléctricos y mecánicos		Si

➤ **Interruptor de Potencia**

El interruptor de potencia será del tipo fijo, en vacío, de acuerdo con IEEE C37.06. Equipado con un mecanismo de operación de energía almacenada por medio de resortes, de accionamiento manual y eléctrico, debe incluir bobina de cierre y dos bobinas de disparo. El mecanismo de operación se debe poder accionar manualmente a puerta cerrada del cubículo del interruptor con una manivela u otro accesorio.

El interruptor de potencia debe tener un dispositivo de disparo manual y debe tener un indicador de posición (cerrado o abierto) y un indicador del estado del resorte (cargado o descargado). Los cuales deben ser visibles desde el exterior por medio de una mirilla. Las alarmas, disparos y posición de abierto o cerrado de los interruptores principales deben estar disponibles para ser integradas al sistema de supervisión y control para la administración de la

Energía Eléctrica, disponibles por medio de contactos NA ó NC alambrados a borneras, y por puerto de comunicación. El control del interruptor debe contar con la siguiente señalización: cerrado, abierto y disparo. Se deben proveer bloqueos para prevenir daños, tanto en el equipo como al personal. Los equipos de Control, Medición y protección. Debe ser proporcionado en un compartimiento independiente al de la unidad del interruptor de potencia. Dentro de las principales características técnicas en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Características técnicas del Interruptor de Potencia

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Interruptores en Potencia		
-Interruptor tripolar. tipo		Fijo
-Tipo de Interrupción		en vacío
-Fabricante		AREVA
-Modelo		HVX
-Lugar de fabricación		Brazil
-Normas de diseño, fabricación y pruebas		IEC
-Tensión nominal de operación	Kv	10.5
-Tensión máxima de operación	Kv	12
-Tensión máxima del equipo	Kv	24 kV
-Nivel de aislamiento (BIL)	Kv	125
-Corriente nominal	A	1250
-Corriente de corte nominal	kA	25
-Corriente de cortocircuito de corta duración (3 seg)	kA	25
-Corriente de cortocircuito dinámica	kA	63
-Mecanismo de acumulación de energía		Resortes
-Mecanismo de carga de resortes	N	Eléctrica / Manual
-Frecuencia	Hz	60
-Tensión auxiliar para control y motor	Vcc	110
-Enclavamientos eléctricos y mecánicos		Si
-Diseñado para operar bancos de condensadores		Si

➤ **El Pararrayos**

La celda deberá estar protegida contra sobretensiones de origen atmosférico mediante pararrayos, los cuales deben cumplir con la norma IEC 60099. Estos deben cumplir como mínimo con las siguientes características dadas en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Características técnicas del Pararrayos

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Pararrayo		
-Fabricante		General Electric
-Tipo		ZnO
-Modelo		9L11XPA015S
-Tensión nominal	kV	15
MCOV	kV	12.7
-Frecuencia	Hz	60
-Corriente de descarga nominal	kA	10
-Clase		Estación

➤ **El Reactor**

Para cada paso del banco de capacitores debe suministrarse un juego de 3 reactores de corriente de magnetización, uno por fase, que se deben conectar en serie para limitar la corriente de energización que se presenta cuando entra en operación el banco de capacitores.

Los reactores deberán estar completamente impregnados con una resina epoxi que reducirá el ruido, aumentará la disipación del calor y proporcionará protección en duros ambientes.

Los reactores deben cumplir como mínimo con las siguientes características enunciadas en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Características técnicas del Reactor

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Reactores Limitadores de la Corriente de Insercción		
-Voltage Nominal	kV	10.5
-Máximo voltage de operación	kV	12.0
-Máximo voltage de equipo	kV	17.5
-Frecuencia	Hz	60
-Corriente Nominal (n)	A	200 A
-Corriente de corta duración (3 seg)		
-Inductancia	Uh	47
-Tensión aplicada a frec.industrial (1min), seco, abierto y cerrado	kV	38
-Nivel de aislamiento básico (BL)	kV	125

➤ **El Capacitor**

Los capacitores que componen el Banco deben ser estáticos, monofásicos, contruidos en estanque metálico, con terminales accesibles y aislados. Cada condensador debe contener un resistente de descarga interna para reducir la tensión almacenada a 50 voltios o menos dentro de los 5 minutos de la desconexión. Deberán estar conectados en Y aislada y deberá estar protegida de las sobretensiones permanentes debido a la falla de unidad del condensador y/o las fallas a tierra del sistema por un sistema de detección de tensión desequilibrada neutral.

El líquido dieléctrico deberá ser biodegradable, no debe permitirse aquellos que en su composición contengan difenilospoliclorados (PCB). Se debe considerar que las placas internas sean de aluminio o calidad superior con dieléctrico de película de polipropileno. Todos los Capacitores serán apropiados para operar con una corriente de línea de al menos 1.3 veces la corriente nominal en forma continua.

Los Capacitores deberán ser aptos para operar con 110% de su tensión nominal en régimen continuo. Si se utilizan reactores limitadores de corriente de conexión o reactores limitadores anti armónicas, la tensión de las unidades se aumentará en el valor de incremento de tensión debido a la presencia de los reactores. Los Capacitores deberán ser removibles desde el frente de la celda y deben cumplir como mínimo con las siguientes características enunciadas en la tabla 4.7

Tabla 4.7 Características técnicas de los Capacitores

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Capacitores		
-Potencia de cada capacitor	kVAR	533
-Conexión		Doble estella
-Conexión del neutro		Flotante
-Frecuencia	Hz	60
-Numero de Capacitores		24
-Numero de Capacitores en paralelo en cada estrella		2
-Tipo de instalación		En celda al interior
-Nivel de aislamiento	kv	125 (Bil)
-Voltage nominal de cada capacitor	kv	7.2
-Voltage minimo tolerable	kv	7.2
-Voltage maximo tolerable	kv	7.9
-Corriente máxima tolerable	A	99.94 (35% In)
-Potencia máxima tolerable	kVAR	719.5 (35% Qnom @ 7.2KV)
-Tang. d promedio de cada capacitor		
-Fusibles internos		Externos
-Medio para descargar la energia almacenada		Resistencia de descarga (1.785 Mohm)

➤ El fusible

Los fusibles individuales por unidad capacitiva Tipo limitador de corriente de servicio Interior los cuales deberán ser accesibles sólo cuando la serie sea desconectada por el conmutador de desconexión por aire de entrada principal y deberán estar completamente aislados de cualquier parte activa. Deberán tener un indicador de fallo de fusible de tal forma de proporcionar al

cliente una indicación de la operación del fusible en caso de falla. Entre las principales características a cumplir en la tabla 4.8.

Tabla 4.8 Características técnicas de los Fusibles

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
-Tensión máxima de servicio (Portafusible)	kV	24
-Número de fusibles		24
-Corriente Nominal	A	125
-Corriente de interrupción	kA	40
-Frecuencia	Hz	60
-Longitud	mm	292
-Marca		SIBA
-Norma		IEC 60282-1

➤ **El interruptor Capacitivo**

Para cada paso de capacitores automático se deben suministrar 3 desconectores monofásicos en vacío, cuya función debe ser la de conectar cada paso del banco al sistema eléctrico, esta orden viene del PLC de acuerdo a las necesidades de potencia reactiva del sistema. El número de pasos físicos de capacitores está en función de la potencia y tensión del banco los cuales ya están definidos por las especificaciones. Los pasos pueden estar protegidos por fusibles, los cuales deben contar común margen mínimo de 65 por ciento arriba de la corriente nominal de los pasos capacitivos del banco.

Se debe contar con una indicación visual para la supervisión del estado de cada paso, si está abierto o cerrado, asimismo garantizar que el equipo este diseñado para cargas puramente capacitivas A continuación la tabla 4.9 indicando las principales características a cumplir:

Tabla 4.9 Características técnicas del interruptor capacitivo

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Interruptor Capacitivo		
-Tipo		En Vacío
-Modelo		Versavac
-Fabricante		Joslyn
-Máximo voltage de operación	kV	12
-Máximo voltage de equipo	kV	27,5
-Frecuencia	Hz	60
-Corriente nominal	A	200
-Corriente de corta duración (1/2seg)	kA	6
-Nivel de aislamiento básico (BIL)	kV	125
-Tensión de control	Vac	120
-Contactos auxiliares	A	15

4.2.2.2 Equipos de Medición, Control y Protección

➤ Transformador de tensión

Estos deben cumplir las características mostradas en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Características técnicas del transformador de tensión

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Transformadores de tensión		
-Fabricante		GE - ITI
-Modelo		PTG5-2-110
-Tipo		Transformador de medida
-Normas de fabricación, diseño y pruebas		ANSI/IEEE C57.13
-Voltage Nominal	kV	10.5
-Máximo voltage de operación	kV	12.0
-Máximo voltage de equipo	kV	15.5
-Frecuencia	Hz	60
-Cantidad de PTs por celda		2 (delta abierto)
-Secundario de operación		No
Relación de transformación		-
Potencia y clase de precisión		-
-Secundario de medición		
Relación de transformación	kV	12.0 / 0.12
Potencia y clase de precisión		0.3 WXYZ

➤ **Transformador de corriente medida y protección**

El equipo debe cumplir según tabla 4.11.

Tabla 4.11 Características técnicas del transformador de corriente

CARACTERISTICAS	UNIDAD	GARANTIZADO
Transformadores de corriente		
-Fabricante		GE - ITI
-Modelo		JKM-5C
-Tipo		Barra Pasante
-Normas de fabricación, diseño y pruebas		ANSI/IEEE C57.13
-Voltage Nominal	kV	10,5
-Máximo voltage de operación	kV	12
-Máximo voltage de equipo	kV	15
-Frecuencia	Hz	60
-Corriente de corta duración (3 seg)	kA	51.6 (1 seg.)
-Cantidad de CTs por celda		3
-Nucleo de protección		
Relación de transformación	A	600/5
Potencia y clase de precisión		T200
-Nucleo de medición		No
Relación de transformación	A	-
Potencia y clase de precisión		-

➤ **Transformador de control:**

El equipo debe cumplir según tabla 4.12.

Tabla 4.12 Características técnicas del transformador de control

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Transformadores de Control		
-Fabricante		GE - ITI
-Modelo		CPT5
-Tipo		Transformador de control
-Voltage Nominal	kV	10.5
-Máximo voltage de operación	kV	12.0
-Máximo voltage de equipo	kV	15.5
-Frecuencia	Hz	60
-Cantidad de Tc por celda		1
-Relación de transformación	kV	12.0 / 0.12
- Potencia y clase de precisión	kVA	5
-Thermal rating	°C	30
- Taps		1+ - 7 1/2%
-Uso		Interior

➤ **Regulador de factor de potencia:**

El equipo debe cumplir como mínimo con lo siguiente:

- Medición de factor de potencia en rango desde 0,5 inductivo hasta 0,5 capacitivo.
- Ajuste del factor de potencia desde 0,8 inductivo hasta 0,95 capacitivo.
- Regulación de tiempo entre pasos para dar flexibilidad a la operación del sistema (de 5 a 70s).
- Control de pasos programable.
- Indicación de pasos o escalones conectados.
- Alarma en caso de los siguientes eventos: Bajo factor de potencia, pérdida de un paso de capacitores, pasos defectuosos de capacitores, sobrecorriente, sobrecarga térmica., sobrecarga armónica (ver tabla 4.13).

Tabla 4.13 Características técnicas Regulado de factor de potencia

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Regulador de Factor de Potencia		
-Fabricante		Nokian Capacitors
-Tipo		Regulador de factor de pot.
-Modelo		NC-12
-Puertos de comunicación RS485		SI
-Tensión Auxiliar	Vcc	120V
-Cantidad de pasos regulables		12
-Clase de proteccion		IP44
-Conexión de entradas de corriente		L-L o L-N
-Relacion de CT		25..6000/5A
-Clase de proteccion		IP44

➤ **Relé de Protección**

Este equipo debe cumplir con las siguientes Características: (Ver tabla 4.14).

- Alta impedancia de detección de fallos
- Protección direccional, instantánea y sobrecorriente a tierra.
- Detección de falla a tierra y en el cable.
- Recierre con comprobación de sincronismo.
- Control de Breaker y falla de breaker.
- Protección contra frecuencia anormal
- Interface de red 100 Mbit Ethernet de fibra óptica, RS485, RS232, RS422.
- Protocolo de comunicación Modbus, TCP/IP.
- Medición de corriente, Tensión, potencia, frecuencia y armónicos.
- Oscilografía, parámetros analógicos y digitales en 64 muestras/ciclo.
- Grabador de eventos.
- Pantalla grafica para diseño lógico, monitoreo y pruebas.

Tabla 4.14 Características técnicas del relé de protección

CARACTERISTICAS	UNIDAD	SOLICITADO
Relé de Protección		
-Fabricante		GE Multilin
-Tipo		Multifunción
-Modelo		F60
-Tensión de entrada	V	100
-Corriente de entrada	A	5
-Frecuencia	Hz	60
-Funciones de control		Si
-Funciones de medición		Si
-Funciones de señalización		Si
-Funciones de protección		50/51, 50N/51N, 67, etc
-Protocolo de comunicación IEC 61850, Modibus RTU, DNP 3.0		Si
-Puertos de comunicación RS232, modem interno, Ethernet		RS232, RS485, Ethernet
Tensión Auxiliar	Vcc	110
-Formas de Programación		mediante display ó PC
-Modo de Operación		Manual y Automático
-Montaje		Semiempotrado
-Grado de Protección		Interior
-Funciones de automatización		Si
-Funciones de enclavamiento (interlocks)		Si (Configurables)
-Conexiones		Si

4.3 LOGÍCA DE OPERACIÓN DE LA CELDA

La operación de los banco de Capacitores será comandada a través de un PLC, el cual recibe como entradas las salidas u ordenes del controlador de potencia reactiva, el cual determina la conexión y desconexión de secciones o pasos de capacitores de acuerdo a las necesidades de potencia reactiva del sistema. Cada una de las secciones o pasos del banco de capacitores debe contar con un esquema de protección, cuando ocurra la pérdida de una unidad en cualquiera de las fases de alguna sección o paso, el relevador de protección debe desconectar la sección dañada únicamente, dejando las otras secciones en operación.

La celda para el banco de capacitores debe operar en forma automática, con opción de operación manual. El modo de operación debe ser a través de un selector de control manual-automático en el frente del tablero de control.

EL PLC FUNCIONARÁ DE LA SIGUIENTE FORMA:

- 11 Activa el modo automático
- Al colocar el selector en automático o después de un corte de energía, y se da la orden de ingreso de algún paso, el orden de ingreso será el que sigue (secuencial):
- 1° a los 5 minutos
- 2° a los 5 minutos del 1er paso
- 3° a los 5 minutos del 2° paso
12. 13. 14 Estado 1: activa la salida Q2 (conectar paso 1)

- I5 Estado 1: activa la salida Q2 (conectar paso 1)
Estado 0: activa la salida Q3 (desconectar paso 1)
Las salidas Q2 y Q3 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.
Diciéndolo de otro modo, el PLC lo que tiene que hacer es convertir una señal de contacto seco on/off (entrada I1) en dos señales de salida, una de cierre (conectar paso 1) y otra de apertura (desconectar paso 1) del interruptor (salidas Q2 y Q3).
- I6 Estado 1: activa la salida Q4 (conectar paso 2)
Estado 0: activa la salida Q5 (desconectar paso 2)
Las salidas Q4 y Q5 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.
- I7 Estado 1: activa la salida Q6 (conectar paso 3)
Estado 0: activa la salida Q7 (desconectar paso 3)
Las salidas Q6 y Q7 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.
- I8 Estado 1: activa la salida Q8 (conectar paso 4)
Estado 0: activa la salida Q9 (desconectar paso 4)
Las salidas Q8 y Q9 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.
- I9 Estado 1: Paso 1 conectado. (Confirmación).

- Estado 0: Paso 1 desconectado. Si luego de la señal de conexión del paso (salida Q2) no se recibe la confirmación en un tiempo "t" se activa la salida Q8 (falla)
- I10 Estado 1: Paso 2 conectado. (Confirmación).
- Estado 0: Paso 2 desconectado. Si luego de la señal de conexión del paso (salida Q4) no se recibe la confirmación en un tiempo "t" se activa la salida Q8 (falla)
- I11 Estado 1: Paso 3 conectado. (Confirmación).
- Estado 0: Paso 3 desconectado. Si luego de la señal de conexión del paso (salida Q6) no se recibe la confirmación en un tiempo "t" se activa la salida Q8 (falla)
- I12 Estado 1: Paso 4 conectado. (Confirmación).
- Estado 0: Paso 5 desconectado. Si luego de la señal de conexión del paso (salida Q2) no se recibe la confirmación en un tiempo "t" se activa la salida Q1 (falla) en PLC de expansión
- La salida Q1 en PLC de expansión se debe considerar un contacto normalmente cerrado de modo que en condiciones normales este abierto y cuando se active esta salida por cualquiera de las condiciones descritas anteriormente o por la falta de tensión de alimentación el contacto se cierre y energice el Contactor de falla KF.
- I13 Estado 1: Paso 1. Fusibles operativos. (Confirmación).
- Estado 0: Paso 1, Falla de fusibles. (Confirmación).

Activa la salida Q3 en PLC expansión (Lamp. falla de fusible Paso 1)

Activa la salida Q3 en PLC principal (desconectar paso 1)

Las salidas Q2 y Q3 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.

114 Estado 1: Paso 2, Fusibles operativos. (Confirmación).

Estado 0: Paso 2, Falla de fusibles. (Confirmación).

Activa la salida Q4 en PLC expansión (Lamp. falla de fusible Paso 2)

Activa la salida Q5 en PLC principal (desconectar paso 2)

Las salidas Q4 y Q5 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.

115 Estado 1: Paso 3, Fusibles operativos. (Confirmación).

Estado 0: Paso 3, Falla de fusibles. (Confirmación).

Activa la salida Q5 en PLC expansión (Lamp. falla de fusible Paso 3)

Activa la salida Q7 en PLC principal (desconectar paso 3)

Las salidas Q6 y Q7 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.

116 Estado 1: Paso 4, Fusibles operativos. (Confirmación).

Estado 0: Paso 4, Falla de fusibles. (Confirmación).

Activa la salida Q6 en PLC expansión (Lamp. falla de fusible Paso 3)

Activa la salida Q9 en PLC principal (desconectar paso 3)

Las salidas Q8 y Q9 deben estar enclavadas (en la programación). Es decir nunca deben activarse al mismo tiempo.

La salida Q1 en PLC de expansión en condiciones normales está activado energizando el contactor de falla KF. En caso de presentarse alguna falla de cierre de paso se desenergiza el contactor KF cerrando un contacto que enciende una lámpara de falla. La salida Q2 en PLC de expansión se energiza por falta de tensión de alimentación en el PLC o cuando se encuentra en stop o falla encendiéndose una lámpara de falla de PLC.

4.4 MODO DE OPERACIÓN

Se muestra los pasos a seguir para la puesta y fuera de servicio del sistema de tal forma que se garantice la seguridad de las personas y equipamiento.

4.4.1 Fuera de Servicio

Para sacar de servicio el Banco de Capacitores Automático

- 1- Colocar el selector Local-Remoto en posición Local.
- 2- Mediante el conmutador abrir-cerrar realizar la apertura del interruptor principal.
- 3- Esperar 5 minutos la descarga de los Capacitores.
- 4- Abrir la puerta del interruptor principal, girar la llave del Kirkey y retirarla.
- 5- Colocar la llave en el Kirkey del seccionador de potencia y girarla para desenclavar el mando.
- 6- Aperturar el seccionador de potencia con el mando manual.

- 7- Cerrar el seccionador de puesta a tierra con el mando manual.
- 8- Girar las llaves del kirkey del seccionador de puesta a tierra con la cual el seccionador de puesta a tierra quedará enclavado.
- 9- Retirar las llaves del Kirkey del SPT.
- 10- Colocar cada una de las llaves retiradas en los Kirkeys para acceder a las celdas en las que se necesite intervenir.
- 11- De ser necesario intervenir en la celda de remonte de los cables de acometida, se deberá aperturar la celda que alimenta el banco.

4.4.2 Puesta en Servicio

Para poner en Servicio el Banco de Capacitores Automático

- 1- Cerrar las puertas de cada una de las columnas del Bando de Capacitores.
- 2- Retirar las llaves de los Kirkeys de cada una de las comunas que contiene cada paso, con el cual garantizamos el cierre de su respectiva puerta y colocarlas en el Kirkey del seccionador de puesta a tierra girándolas hasta desenclavar el seccionador de puesta a tierra.
- 3- Aperturar el seccionador de puesta a tierra con el mando manual.
- 4- Cerrar el seccionador de potencia con el mando manual.
- 5- Girar la llave del Kirkey del seccionador de potencia y retirar la llave.
- 6- Colocar la llave extraída en el Kirkey del interruptor principal y girarla hasta que el pin quede centrado.

7- Mediante el conmutador abrir-cerrar realizar el cierre del interruptor principal.

8- Colocar el selector local-remoto en posición remoto.

Nota: Tener en cuenta que en modo manual para la reconexión de un paso del banco deberán de haber transcurrido por lo menos 5 minutos para la descarga de los Capacitores.

CAPÍTULO V

METRADO Y PRESUPUESTO

La evaluación económica para el suministro está basado en referencia a los gastos generados por una empresa dedicada a la fabricación, instalación y puesta en marcha de este tipo de productos, el monto final alcanzado es pues la inversión final que debe realizar El Brocal para la adquisición de la Celda y empezar con la compensación de reactivos en el sistema.

5.1 ENTREGABLES DEL PROYECTO

El proyecto se divide en 6 entregables, los cuales representan las fases de este proceso, y lo que involucra cada una de ellas (ver tabla 5.1).

Tabla 5.1. Entregables del proyecto

ENTREGABLES DEL PROYECTO:	
FASE DEL PROYECTO	PRODUCTOS ENTREGABLES
1.0 Gestión del proyecto.	Proyecto gestionado
2.0 diseño	Cálculos, planos eléctricos y mecánicos
3.0 suministro de equipos	Compras importación y local.
4.0 Fabricación	Procesos de fabricación, Montaje, cableado.
5.0 Pruebas, transporte y puesta en marcha	Control de calidad, pruebas, transporte ,capacitación
6.0 Informes	Informe Final, manual de operación y mantenimiento etc.

Asimismo cada uno de ellos tiene un tiempo para su ejecución y finalización(ver Tabla 5.2), el tiempo estimado para la puesta en marcha desde la orden de compra es pues de aproximadamente de 3 meses y medio.

Tabla 5.2. Cronograma del Proyecto

CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO	
HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO	FECHA PROGRAMADA
Inicio del proyecto	01de Diciembre del 2010
1.Gestión del Proyecto	Del 01 de Diciembre del 2010 al 15 de Marzo del 2011
2.Diseño	Del 03 de Diciembre al 13 de Diciembre del 2011
3.Suminstro de equipos y materiales	Del 14 de Diciembre al 03 de Enero del 2011
4.Fabricación	Del 27 de Diciembre al 01 de Marzo del 2011
5.Pruebas y puesta en servicio	Del 02 de Marzo al 10 de Marzo del 2011
6.Informes	Del 11 de Marzo al 14 de Marzo del 2011
Fin del proyecto	15 de Marzo del 2011

5.2 Medrado del proyecto

A continuación se detalla el equipamiento utilizado para el proyecto, incluye material eléctrico y mecánico (ver tabla 5.3).

Tabla 5.3. Metrado de equipos y materiales

ITEM	DESCRIPCION	CANTI.	UNID.
Equipos Eléctricos			
1	SECCIONADOR TRIPOLAR.27KV/125KVBIL,120	1	pza
2	INTERRUPTOR FIJO. EN VACIO,24KV,1250A	1	pza
3	INTERRUPTOR CAPACITIVO.VERSA VAC.1P,200A,27.5	12	pza
4	TRANSIENT INRUSH REACTORS	12	pza
5	HIGH VOLTAGE-FUSE BASE,24KV 292mm	24	pza
6	5-15KV SINGLE CONDUCTOR NO	12	pza
7	HIGH VOLTAGE FUSE E:292,6/12KV,125A	24	pza
8	CONDENSADOR DE 533KVAR/7.2	24	pza
9	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE,JKM-5C	3	pza
10	TRANSFORMADOR DE CONTROL 12000V/120-	1	pza
11	TRANSFORMADOR DE TENSION 1200 RELACI	2	pza
12	28 POINT PLC,120V/240VAC	1	pza
13	14 POINT EXP.120V/240AC	1	pza
14	PARARRAYOS TRANQUELL XEP STATION ARRE	3	pza
15	RELE DE PROTECCION F60	1	pza
16	DOOR LOCK KEY:A1(ENCLAVAMIENTOS)	6	pza
17	FUENTE 24VDC 5.0AMP.	1	pza
18	REGULADOR .FACTOR DE POTENCIA .12PASOS,	1	pza
19	INTERRUPTOR MINIATURA G60, 2x2A, 20kA/240V,	3	pza
20	INTERRUPTOR MINIATURA G60, 2x6A, 20kA/240V,	3	pza
21	INTERRUPTOR MINIATURA G60, 2x16A, 20kA/240V	1	pza
22	INTERRUPTOR MINIATURA G60, 2x20A, 20kA/240V	1	pza
23	INTERRUPTOR MINIATURAG60, 3x2A, 20kA/240V,	1	pza
24	CONTACTOS DE POSICION .AUX.OF (G30/G60/G100/	6	pza
25	CONTACTOR AUXILIAR ITH20A,120V/	22	pza
26	INDICATING LIGHTS LED AMBE	5	pza
27	PULSADOR FLUSH 1NC,RED	6	pza
28	PULSADOR,FLUSH 1NO,GREE	6	pza
29	LAMPARAS COLOR VERDE	5	pza
30	LAMPARAS COLOR ROJO	5	pza
31	SELECTOR SWITCH 3POS,2NA-2	1	pza
32	AISLADOR PORTABARRA USO INTERIOR	87	pza
33	FUSIBLE DE CONTROL 10X38,,AM,500V	30	pza
34	C/4 BORNES DE CORRIENTE 6M	1	pza
35	C/4 BORNES DE TENSION 6MM2	2	pza
36	REJILLA 255X255 C/FILTRO,	16	pza
37	VENTILADOR 255ZX,115V,50/6	16	pza
38	TERMOSTATO KTS,P/VENTILADOR	16	pza
39	CALEFACCION 60W E ILUM FLUO	6	pza
40	ILUMINACION.INCAND 50W,110VDC	6	pza

ITEM	DESCRIPCION	CANTI.	UNID.
Materiales Eléctricos			
41	BARRA DE COBRE 110 3X20	80	m
42	BARRA DE COBRE 110 5X25	46	m
43	BARRA DE COBRE 110 5X40	30	m
44	BARRA DE COBRE 110 5X50	15	m
45	BARRA DE COBRE 110 10X40	55	m
46	BARRA DE COBRE 110 10X50	60	m
47	TUBO FLEX CORRUG 1"	6	pza
48	TUBO FLEX CORRUG 1 1/2"	6	pza
49	CABLE TW 16 AWG	350	m
50	CABLE THW 12 AWG	200	m
51	CABLE THW 14 AWG BLANCO	1330	m
52	EMPAQUETADURA "U" 5x14	350	m
53	EMPAQUET.5x19.5 POR METRO	240	m
54	LETRERO DE "PELIGRO" 100x1	11	pza
55	STICKER AUTODHESIVO 200x16	2	m
56	TRENZA COBRE ESTAÑADO 13.3	10	m
57	CERRADURA McMaster	6	pza
58	VISOR DE MDRIO TEMPLADO	9	pza
59	TERMINAL PARA VARILLA DE Cremallera	12	pza
60	EMPAQUET DE NEOPRENE 20X4(35	m
61	CERRAD.UNIV.REDOND.CROMAD.	3	pza
62	CERRAD.SIMAB 118.011.225	6	pza
63	MICROSWITCH FITING	24	pza
64	CANAleta 30AX40H MM,GRIS	9	m
65	CANAleta 40AX70H MM,GRIS	3	m
66	BORNE PARA CABLE FLEXIBLE/	200	pza
67	TAPA DE BORNE BP-2,5/4/6/1	16	pza
68	EXTREMO BORNERA p/RIEL (SI	16	pza
69	RIEL DIN 1M.LARGO,35MMANC	3	pza
ITEM	DESCRIPCION	CANTI.	UNID.
Material Mecánico			
70	PLANCHA FE LAC 3.0X1200X2400	30	pza
71	PLANCHA FE LAC 4.0X1220X2400	3	pza
72	PLANCHA FE LAF 1.5x1200x2400	6	pza
73	PLANCHA FE LAF 2.0x1200x2400	49	pza
74	PLANCHA FE LAC 2.5x1200x2400	33	pza
75	BARRA FE TREFILADA.CUADR.9MM	12	pza
76	PINTURA EPOXICA TILE CLAD II	13	m3
77	PINT BASE ZINCROMATO,(SHERWIN WILLIAM)	27	m3
78	DISOLVENTE (SHERWIN WILLIAM)	20	m3
79	CATALIZADOR TILE CLAD II E	13	m3
80	SOLD ELECT CELLO AP d3/32	260	pza
87	TRENZA COBRE ESTAÑADO 13.3	10	m
88	TUBO DE BISAGRA (MURALES)	3	pza
89	PERFIL L (GUIA P'EMPAQUET)	60	pza
90	OJALES PARA IZAMIENTO	28	pza
91	BISAGRAS TAB AUT (THF) L8	40	pza
92	CERRADURA CREMONA UNIKEY	6	pza

5.3 Presupuesto del proyecto

En la tabla 5.4 podemos apreciar los costos por fases, así como el monto total, siendo este el precio de Venta Final sin incluir IGV, el cual debe desembolsar La compañía Minera El Brocal. Para más detalle del presupuesto se encuentra en los anexos del presente informe.

Tabla 5.4. Presupuesto global por etapas

PROYECTO	FASE	ENTREGABLE	MONTO
DIMENSIONAMIENTO DE UNA CELDA EN 10.5KV PARA UN DE BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATIVO 9MVAR	1.0 Gestion del proyecto	1.1 Iniciación	220
		1.2 Plan del Proyecto	110
		1.3 Reunión de Coordinación semanal	700
		1.4 Cierre del Proyecto	20
		TOTAL FASE	
	2.0 Diseño	2.1 Cálculos	2000
		2.2 Selección de equipos	1000
		2.3 Planos	3000
	TOTAL FASE		6000
	3.0 Suministro de Equipos y materiales	3.1 Compras de importación	138.150
		3.2 Compras locales	16000
	TOTAL FASE		154,150
	4.0 fabricación	4.1 Materiales	60000
		4.2 Ejecución	64000
	TOTAL FASE		124000
	5.0 pruebas transporte y puesta en marcha	5.1 Control de Calidad	1000
		5.2 Pruebas programación de PLC	1500
		5.3 Embalaje, transporte, puesta en marcha	6100
		5.4 Capacitación	800
	TOTAL FASE		9400
	6.0 Informes	6.1 Manual de OP. y Man.	100
		6.2 Planos As built	100
		6.3 Protocolos y certifica	100
		6.4 Dossier de calidad	100
	TOTAL FASE		400
	Presupuesto del proyecto \$		

CONCLUSIONES

- 1- Se han utilizado solo los reactores del tipo Inrush los cuales mitigan los picos de corriente producidos por las conexiones y desconexiones..
- 2- No se ha considerado equipamiento para mitigar el efecto de los armónicos.
- 3- La selección del equipamiento se ha elaborado en base a la experiencia personal y apoyado en las normas.
- 4- La celda al ser una estructura modular puede incrementar en pasos, siempre y cuando no supere el límite de capacidad de corriente de los demás equipos.
- 5- En la mayor parte de conexiones e interconexiones de fuerza no ha sido necesario utilizar cable sino cobre.
- 6- En el cálculo de la disipación térmica se vio la necesidad de implementar ventilación forzada en las columnas donde se alojan los capacitores.
- 7- Para la selección de equipamiento se ha considerado el sistema de aterramiento aislado.
- 8- La celda esta lista para la compensación de reactivos en forma automática.

RECOMENDACIONES

- 1- Para futuros diseños se debe tomar en cuenta la perturbación de los armónicos, muy común en la actualidad ya que estos dañan los Capacitores, sea por sobrecarga o resonancia.
- 2- Para el caso de armónicos se recomienda utilizar los reactores del tipo sintonizados, en el presente informe solo se consideró del tipo Inrush que son para reducir los picos de corriente en los switcheos de los capacitores.
- 3- Para un uso exterior de la Celda, el diseño de la estructura varía ya que cambia el grado de protección al ser más hermético.
- 4- Para la implementación a futuro de los reactores contra los armónicos. se deberá considerar la posible sobretensión que se genera en los capacitores.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Geraldo Kindewrman**. Protección de sistemas eléctricos de Potencia (volumen 3).2008, Brazil.
2. **ABB**.Corrección del Factor de Potencia con Capacitores,documento BJ 90-01 SP. 1998, México.
3. **ABB**.Switchgear Manual, 10 th revised edition.
4. **Manufacturas Eléctricas S.A.**Normativa Técnica Interna
5. **CFE V8000-52**.Banco de capacitores para subestaciones de distribución hasta 34 kV.
6. **Northeast Power Systems Inc.**RecursosTécnicos,
<http://www.nepsi.com/es/>
7. **International Capacitors, S.A.** Capacitores de Potencia.
8. **National Electrical Code**. Handbook, 10 th Edition
9. **IEC 62271-200(60298)**. Equipos con envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas comprendidas entre 1 a 52 kV.

ANEXOS

**PROTOCOLO DE
PRUEBAS DE CELDAS**

**DEPARTAMENTO DE
CONTROL DE CALIDAD**

DESCRIPCION : BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 9068 MVAR, 10.5 kV, 60 Hz, 3F

No. de serie : 79668001

P. E. : : 2100121

Cliente : SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

H. R. : : 4490

ACCESORIOS

Regulador de Potencia Marca : Nokian Modelo : NC-12 No. Serie : K0945118	Interruptores Unipolares (12) Marca : Joslyn Modelo : 3148BC947G5 Tensión : 27 kV Tensión Auxiliar : 120 Vac	Condensadores (24) Marca : General Electric Potencia : 533 kVar Modelo : 98L652WC60 (24)
Interruptor de Potencia Marca : AREVA Modelo : HVX24-25-12F2 No. Serie : 10-00052/05/01	Seccionador de Potencia Marca : ABB Modelo : VA3D2714N36HMRR3 No. Serie : 245-864-518	Relé de Protección Marca : GE Modelo : F60 No. Serie : AAHC10000033

PRUEBAS

I- INSPECCION VISUAL		II- INSPECCION DE FABRICACION Y ENSAMBLE		
Color de celda	✓	Dimensiones de la celda según plano mecánico	✓	
Identificación de fases (Rojo, Negro, Azul)	✓	Sección de barras según plano	✓	
Aisladores en buen estado	✓	Distancia entre fases y fase a tierra	✓	
Ajuste de los pernos de la estructura	✓	Ajuste de las barras y cables de fuerza	✓	
Indicación de letreros según plano	✓	Ajuste del circuito de control y medición	✓	
Marcación de equipos según plano	✓	Accionamiento de puertas	✓	
Marcación de cables de control y medición	✓	Anclaje del tablero	✓	
Equipos de acuerdo a especificaciones	✓	Cáncamos para izamiento del tablero	✓	
Fusibles según plano eléctrico	✓	Limpieza y acabado general	✓	
Relación y potencia de los transformadores	✓			
Color de cables	✓	III- PRUEBAS DIELECTRICAS		
Máximo dos puntas por punto de conexión	✓	3.1 - Tensión Aplicada (Rigidez Dieléctrica)		
Aterramiento de puertas, paneles, tapas, etc.	✓	Fase	Tensión	Tiempo
Verificación de esquemas de equipos instalados	✓	R / S-T-tierra	40 kV	1 minuto
Limpieza y retoques	✓	S / T-R-tierra	40 kV	1 minuto
		T / R-S-tierra	40 kV	1 minuto
		3.2 - Nivel de Aislamiento: Con Megger de 500 VDC		
		» Circuito control y medición (L1 > 100 M Ω)		
		» Circuito control y medición (L0 > 100 M Ω)		

RESULTADO: ACEPTADO

RECHAZADO

PREPARADO POR:
CONTROL CALID
 25 MAYO 2010

 Manufacturas Eléctricas S.A.

APROBADO POR:
CONTROL DE CALIDAD
 25 MAYO 2010

 Manufacturas Eléctricas S.A.

CLIENTE:

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CELDAS

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

DESCRIPCIÓN : BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 9068 MVAR, 10.5 kV, 60 Hz, 3F

No. de serie : 79668001	P. E. : 2100121
Cliente : SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	H. R. : 4490

IV - PRUEBAS DE CONTINUIDAD ELECTRICA

Circuito de fuerza	✓	5.3 - Sistema de Protección	
Circuitos de control y medición	✓	» Apertura del interruptor ante una falla	✓
Interruptores, fusibles	✓	» Señalización de trip en relé	✓

V - PRUEBA DE OPERACION Y FUNCIONAMIENTO

5.1 - Sistema de Control

5.1.1 - Regulador de Potencia Reactiva

» Configuración del regulador	✓
» Conexión de los pasos	✓
» Desconexión de los pasos	✓

5.2 - Sistema de mando

5.2.1 - Interruptores Unipolares

» Apertura y cierre manual (Pulsadores en puerta)	✓
» Apertura y cierre Automático (Lógica del PLC)	✓

5.2.2 - Seccionador de línea y tierra

» Cierre con la palanca de accionamiento	✓
» Apertura con la palanca de accionamiento	✓
» Bloqueo mecánico: seccionador de línea y tierra no pueden estar cerrados al mismo tiempo	✓
» Bloqueo de apertura de puertas si seccionador de tierra esta abierto	✓

5.2.3 - PLC

» Verificación de I/O	✓
» Funcionamiento de lógica de control	✓

5.2.4 - Visualización falla fusible (lámpara)

✓

5.2.5 - Interruptor de Potencia

» Apertura y cierre manual (mecánico)	✓
» Apertura y cierre (eléctrico)	✓
» Bloqueo eléctrico para cerrar el interruptor el seccionador de línea debe estar cerrado antes	✓
» Bloqueo eléctrico para cerrar el interruptor el seccionador de línea debe estar abierto y el de tierra debe estar cerrado antes	✓

RESULTADO: ACEPTADO

RECHAZADO

PREPARADO POR:

APROBADO POR:

CLIENTE:

CONTROL DE CALIDAD
25 JUN 2019

CONTROL DE CALIDAD

Datos

Sr. Ricardo Flores

Sección del conductor:	mm ²	10x50	Rp0.2 (N/mm ²)	
Material del conductor:		E-Cu-F30	Min	Max
Acabado del conductor:		Pintado	250	360
Disposición de barras:		— — —		
Capacidad del sistema de barras:	A	1020	@ 1000 msnm	
Corriente de cortocircuito trifásica:	KA	25.0		
Corriente de cortocircuito pico:	KA	52.5	(No limitada)	
Número de tramos:		≥ 3		
Distancia entre soportes:	mm	690		
Distancia entre conductores:	mm	295		
Tipo de soporte:	A	AP 24KV / 750Kg		
	B	AP 24KV / 750Kg		
Duración del cortocircuito	s	2.0000		
Efectos mecánicos		Simplificado	Detallado	Valor límite
El esfuerzo de flexión calculado σ_m es:	N/mm ²	17.0	17.0	375
Fuerza en el soporte externo (A):	kg	123.6	45.8	750
Fuerza en el soporte interno (B):	kg	340.0	125.9	750
Efectos térmicos				
Densidad de corriente de cortocircuito:	A/mm ²		50.1	96.0

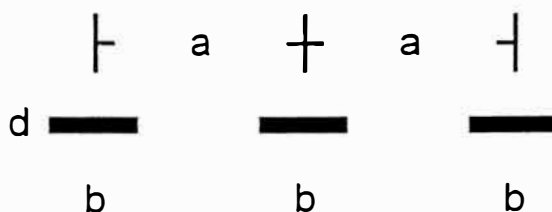
El Sistema de Barras Principal soporta los efectos de la corriente de cortocircuito de 25kA

CÁLCULO DE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

PROGRAMA: BUSBAR 865 v1.0 (Según la Norma IEC 865-1 1993)
 CLIENTE: Sr. Ricardo Flores

1. DATOS

Sección del conductor	A	10x50	mm ²
Material del conductor		E-Cu-F30	
Acabado del conductor		Pintado	
Vista de perfil		— — —	
Capacidad del conductor	I _n	1020 @ 1000 msnm	A
Corriente de cortocircuito trifásica	i _{k3}	25.00	kA
Número de tramos		≥ 3	
Distancia entre soportes	L	690	mm
Distancia entre conductores	a	295	mm
Tipo de soporte externo (A)		AP 24KV / 750Kg	
Tipo de soporte interno (B)		AP 24KV / 750Kg	
Temperatura antes del cortocircuito	θ _b	65	°C
Temperatura despue del cortocircuito	θ _a	200	°C
Frecuencia de la red	f	60	Hz
Duración del cortocircuito	T _k	2	s



2. CÁLCULO DE LOS EFECTOS MECÁNICOS

2.1 La corriente pico de cortocircuito:

$$i_{p3} = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot i_{k3} = 52.5 \text{ kA} \quad \kappa = 1.48$$

donde κ se obtiene de IEC 439-1.

2.2 Distancia efectiva entre los conductores principales:

$$a_m = \frac{a}{k_{12}} = 0.294 \text{ m} \quad ; \quad k_{12} = 1.005$$

ver IEC 865-1, figura 1 para $b/d = 0.20$ y $a/d = 5.90$.

2.3 Máxima fuerza en el conductor principal central:

$$F_{m3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \sqrt{3} i_{p3}^2 \frac{L}{a_m} = 1.121.8 \text{ N}$$

donde el valor de la permabilidad magnética en el vacío es: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

3. ESFUERZO EN CONDUCTORES Y FUERZA EN LOS SOPORTES

3.1 Método simplificado

3.1.1 Esfuerzo en conductores:

$$\sigma_m = V_\sigma V_r \beta \frac{F_{m3} L}{8Z} = 17.0 \text{ N/mm}^2 ; \quad Z = 4167 \text{ mm}^3$$

$$V_\sigma V_r = 1.00 \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 2}$$

$$\beta = 0.73 \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

El juego de barras soporta la fuerza de cortocircuito si:

$$\sigma_m \leq q R_{p0.2} (\text{min}) ; \quad R_{p0.2} (\text{min}) = 250 \text{ N/mm}^2$$

Para una sección rectangular $q = 1.5$, ver IEC 865-1, tabla 4.

$$17.0 \leq 375.0 ; \quad CS = 22.12$$

3.1.2 Fuerza en los soportes:

$$F_d = V_F V_r \alpha F_{m3}$$

Según la IEC 865-1, tabla 2 con el valor de: $R_{p0.2} (\text{max}) = 360 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_m}{0.8 R_{p0.2}} = 0.059 ; \quad \frac{\sigma_{\text{tot}}}{0.8 R_{p0.2}} \leq 0.37$$

Luego:

$$V_F V_r = 2.70$$

Para el soporte externo (A) es con:

$$\alpha_A = 0.4 \rightarrow F_{dA} = 123.6 \text{ kg} \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

Para el soporte interno (B) es con:

$$\alpha_B = 1.1 \rightarrow F_{dB} = 340.0 \text{ kg} \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

3.2 Método detallado

3.2.1 Frecuencia natural f_c del conductor principal:

$$f_c = \frac{\gamma}{L^2} \sqrt{\frac{EJ}{m'}} = 379.4 \text{ Hz} ; \quad \gamma = 3.56 \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

$$E = 110000 \text{ N/mm}^2 ; \quad J = 104167 \text{ mm}^4 ; \quad m' = 4.45 \text{ kg/m}$$

La relación f_c/f es 6.32. De la IEC 865-1, figura 4, se obtienen los siguientes valores:

$$V_F = 1.00$$

$$V_\sigma = 1.00$$

$$V_r = 1.00$$

3.2.2 Esfuerzo en conductores:

$$\sigma_m = V_\sigma V_r \beta \frac{F_{m3} L}{8Z} = 17.0 \text{ N/mm}^2 ; \quad Z = 4167 \text{ mm}^3$$

$$V_\sigma V_r = 1.00$$

$$\beta = 0.73 \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

El juego de barras soporta la fuerza de cortocircuito si:

$$\sigma_m \leq qR_{p0.2}(\text{min}) ; \quad R_{p0.2}(\text{min}) = 250 \text{ N/mm}^2$$

Para una sección rectangular $q = 1.5$, ver IEC 865-1, tabla 4.

$$17.0 \leq 375.0 \quad \text{CS} = 22.12$$

3.2.2 Fuerza en los soportes:

$$F_d = V_F V_r \alpha F_{m3}$$

De 3.2.1: $V_F V_r = 1.00$

Para el soporte externo (A) es con:

$$\alpha_A = 0.4 \quad \rightarrow \quad F_{dA} = 45.8 \text{ kg} \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

Para el soporte interno (B) es con:

$$\alpha_B = 1.1 \quad \rightarrow \quad F_{dB} = 125.9 \text{ kg} \quad \text{ver la IEC 865-1, tabla 3}$$

4. CÁLCULO DE LOS EFECTOS TÉRMICOS

4.1 Densidad de corriente de cortocircuito nominal soportado en 1s, para:

$$\theta_b = 65 \text{ }^\circ\text{C} \quad \theta_a = 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

Sth es encontrado de la IEC 865-1, figura 13b):

$$S_{th} = 135.8 \text{ A/mm}^2 \quad \rightarrow \quad K = 135.8$$

4.2 El equivalente térmico de la corriente de corta duración es:

$$I_{th} = I_k'' \sqrt{m+n} = 25.1 \text{ kA} \quad m = 0.01 ; \quad n = 1.00$$

4.3 Densidad de la corriente térmica de cortocircuito:

$$S_{th} = \frac{I_{th}}{A} = 50.1 \text{ A/mm}^2 ; \quad A = 500 \text{ mm}^2$$

El conductor soporta los efectos térmicos si:

$$S_{th} \leq \frac{K}{T_k}$$

$$50.1 \leq 96.0 \quad \text{CS} = 1.9$$

CONCLUSIONES:	Método simplificado	Método detallado	Valor límite	Unidad
Esfuerzo en el conductor principal:	17.0	17.0	375	N/mm ²
Fuerza en soporte externo (A):	123.6	45.8	750	kg
Fuerza en soporte interno (B):	340.0	125.9	750	kg
Densidad de la corriente térmica de cortocircuito:		50.1	96.0	A/mm ²



"Martha"
<martha@sibafuse.com>
12/18/2009 11:53 a.m.

To "Christian Loarte" <Christian.Loarte@manelsa.com.pe>
cc
bcc
Subject RE: Actualizar el precio

Fecha de Término

Hola Christian,

Esta cuota es valida hasta el 31 de Dicimbre y los microswitches de 900 mm son a \$47.00 cada uno el numero de la parte es de 3100114

Atentamente
Martha Contreras

From: Christian Loarte [mailto:Christian.Loarte@manelsa.com.pe]
Sent: Friday, December 18, 2009 10:43 AM
To: Martha
Cc: Antonio Carbajal
Subject: Actualizar el precio

Estimada Martha,

favor de actualizar los precios de las bases portafusibles 24kV y del microswitch.

Además considera como otro item 24 microswitch pero de 900 mm.

Saludos cordiales

Christian Loarte Sulca
Area de Proyectos
Manufacturas Eléctricas S.A.
Telf: 6196200
Anexo: 300
mail: cloarte@manelsa.com.pe
www.manelsa.com.pe

CLIENTE: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.	ITEM :
PRODUCTO: Banco de condensadores 9MVAR, 10.5kV @ 4300 msnm	CANT :

Cant	Descripción	Proveedor / Catálogo	Código	Via	Productos Importados o de terceros				Prec.Lista Unitario	Prec.Lista Total
					FOB Unit	Tipo Cambio	Factor Impor	Margen Bruto		
EQUIPOS :										
Equipos de protección y seccionamiento										
1	Interruptor fijo Areva, HVX 24-25-12-F, 24kV		1000000001	N	4,634.00	1.00	1.30	25.000	8,032.27	8,032.27
1	Bobina de minima tensión		1000000002	N	150.00	1.00	1.24	25.000	248.00	248.00
1	Seccionador de potencia 27kV, 1200A, 40kA, 125kVBIL, V		1000000003	N	12,000.00	1.00	1.00	25.000	16,000.00	16,000.00
Pararrayos										
3	Pararrayos tipo estación 15kV, 12.7MCOV, PL11XPA015S,		1000000004	N	490.35	1.00	1.24	25.000	810.71	2,432.13
Interruptor Capacitivo										
12	Interruptor capacitivo 200A, 27kV, 150kVBIL, VersaVac		1000000005	N	1,099.00	1.00	1.24	25.000	1,817.01	21,804.12
4	Caja de empalme 3118 20333G3		1000000006	N	230.00	1.00	1.24	25.000	380.27	1,521.08
12	Cable de control de 5 pines 2148 A0222GE		1000000007	N	148.00	1.00	1.24	25.000	244.69	2,936.28
Reactor										
12	Reactor limitador de corriente 47uH, 200A, 35kV, TIR47		1000000008	N	940.00	1.00	1.24	25.000	1,554.13	18,649.56
Fusibles y portafusibles										
24	FUSIBLE MT I=442mm,24kV,125A	SIBA	4471100902						315.87	7,580.88
24	Base portafusible 24kV, marca SIBA		1000000009	N	169.00	1.00	1.24	25.000	279.41	6,705.84
24	Microswitch		1000000010	N	47.00	1.00	1.24	25.000	77.71	1,865.04
Regulador de factor de potencia										
1	Regulador de factor de potencia NC-12, Nokian		1000000011	N	2,250.00	1.00	1.00	25.000	3,000.00	3,000.00
Relé de protección										
1	Relé F60-G03-HKH-F8L-H6A-M6B-P6C, GE		1000000012	N	5,883.87	1.00	1.24	25.000	9,728.00	9,728.00
Transformador de control										
1	Trafo de control 5kVA, 12000:120/240V, CPT5-95-5-123,		1000000013	N	1,655.96	1.00	1.24	25.000	2,737.85	2,737.85
Transformador de tensión										
2	Trafo de tensión 12000/120V, PTG5-2-110-123FF, GE		1000000014	N	980.40	1.00	1.24	25.000	1,620.93	3,241.86
Transformador de corriente										
3	Trafo de 600/5A, JKM-5C, GE		1000000015	N	1,187.35	1.00	1.24	25.000	1,963.09	5,889.27
Sistema de calefacción, iluminación y ventilación										
6	C/CALEFAC.60W E ILUM.FLUO.220V		2925061011						179.85	1,079.10
6	C/VENTIL.255X255.220V,50/60HZ,S/CAJA		2925000003						242.22	1,453.32
18	REJILLA 255X255 C/FILTRO, (EX:6.301.010)	6.311.004	4590203102						39.52	711.36
Equipos de control, mando y señalización										
1	28 point PLC 120/240VAC, GE		1000000016	N	315.00	1.00	1.00	25.000	420.00	420.00
1	14 point EXP. 120/240VAC, GE		1000000017	N	162.00	1.00	1.00	25.000	216.00	216.00
2	Battery for 23 and 28 pint micro. GE		1000000018	N	18.00	1.00	1.00	25.000	24.00	48.00
4	PUSH BUTTON,FLUSH 1NO.GREEN	CR104PBG10G	4741400302						14.17	56.68
4	PUSH BUTTON FLUSH 1NC.RED	CR104PBG01R1	4741400102						14.1	56.5

CLIENTE: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.	ITEM :
PRODUCTO: Banco de condensadores 9MVAR, 10.5kV @ 4300 msnm	CANT:

Cant	Descripción	Proveedor / Catálogo	Código	Productos Importados o de terceros					Prec.Lista Unitario	Prec.Lista Total	
				Via	FOB Unit	Tipo Cambio	Factor Impor	Margen Bruto			
6	HEAVY-DUTY INDICATING LIGHTS-LED-PT	RED4PLT82R	4741500502						49.61	297.66	
6	HEAVY-DUTY INDICATING LIGHTS-LED-PT	GREEN1T82G	4741500602						49.61	297.66	
2	BLOCK DE CONTACTO 3POS,2NA2NC	CR104PSG74B92	4741600302						39.49	78.98	
20	CONTACTOR AUX.ITH20A,110-115V/50-60H	SUMRA040T3 (1	4670603332						16.50	330.00	
Condensadores / RAH-98LRTZUC60											
24	Condensador de 533kVAR, 7.2kV, 125kVBIL,	GE	1000000019	N	624.00	1.00	1.24	25.000	1,031.68	24,760.32	
CONEXIONES		296	Total EQUIPOS							142,177.94	

ESTRUCTURA :

Estructura principal

6	Celda NEMA 3R con techo inclinado de 2400x1200x2000		1000000020	N	3,270.00	1.00	1.00	25.000	4,360.00	26,160.00
1	Kirkey principal		1000000036	N	375.00	1.00	1.00	25.000	500.00	500.00
5	Kirkey otros		1000000037	N	225.00	1.00	1.00	25.000	300.00	1,500.00
2	C/PANELES EXTREMOS PARA EXPANSION-		2903220030						739.71	1,479.42
4	C/PANEL INTERMEDIO Y UNION DE CELDAS		2903220032						242.27	969.08
8	C/BARRAS PRINCIPALES DOBLE 5x50	BARRA/CME-E	2919100423						296.20	2,369.60
8	C/EMP.BARRA PRINCIPAL DOBLE 5X50MM-		2919100432						40.35	322.80
1	Incremento en pasar de 5x50 a 5x60 y usar aisladores		1000000021	N	225.00	1.00	1.00	25.000	300.00	300.00
50	C/EMPAQUET.5x19.5 POR METRO	EMPAQUETADUR	2919000007						1.66	83.00
12	Soportes para interruptores capacitivos		1000000022	N	75.00	1.00	1.00	25.000	100.00	1,200.00
1	KIT DE MONTAJE P/PARARRAYO TIPO DISTRIBUCION		2909900272						19.80	19.80
1	Conexionamiento de condensadores en paralelo		1000000023	N	600.00	1.00	1.00	25.000	800.00	800.00
1	Programación del PLC		1000000024	N	562.50	1.00	1.00	25.000	750.00	750.00
1	Marcadores. letreros, soportes, varios		1000000025	N	450.00	1.00	1.00	25.000	600.00	600.00
6	EMBALAJE MADERA CAJA 2400X1100X2400MM		2992202301						354.93	2,129.58
1	Ing. mano de obra y control de calidad		1000000026	N	600.00	1.00	1.00	25.000	800.00	800.00
1	Transporte y seguro hasta sus almacenes en Lima		1000000027	N	300.00	1.00	1.00	25.000	400.00	400.00
Estructura para acoplar el back to back										
1	Ducto de acoplamiento		1000000028	N	1,125.00	1.00	1.00	25.000	1,500.00	1,500.00
Varios										
1	Viaje a fabrica (2 personas, 1 cliente/1 manelisa)		1000000029	N	7,500.00	1.00	1.00	25.000	10,000.00	10,000.00
1	Servicios		1000000030	N	6,000.00	1.00	1.00	25.000	8,000.00	8,000.00
1	Flete aereo del proyecto La Zanja		1000000031	N	11,250.00	1.00	1.00	25.000	15,000.00	15,000.00
1	Inspeccion de motores de Minera corona		1000000032	N	2,625.00	1.00	1.00	25.000	3,500.00	3,500.00
1	Monto por Relé de Transformador Volcan. O/ 4000036397		1000001087	N	3,000.0	1.0	1.00	25.00	4,000.00	4,000.00

CLIENTE: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.	ITEM :
PRODUCTO: Banco de condensadores 9MVAR, 10.5kV @ 4300 msnm	CANT: 1

Cant	Descripción	Proveedor / Catálogo	Código	Productos Importados o de terceros					Prec.Lista	Prec.Lista
				Via	FOB Unit	Tipo Cambio	Factor Impor	Margen Bruto	Unitario	Total
1	Penalidad Hospital San José		1000000040	N	600.00	1.00	1.00	25.000	800.00	800.00
1	Imprevistos en el presente item y otros de esta oferta		1000000035	N	23.100.32	1.00	1.00	25.000	30.800.43	30.800.43
Total ESTRUCTURA										139,983.71

VARIOS :			
Financiamiento		0.55 %	1,551.89
Imprevistos normales		2.00 %	5,643.23
Imprevistos por regulación de precios		2.00 %	5,643.23
Total VARIOS			12,838.35
SUB-TOTAL:			295,000.00
VALOR VENTA FINAL UNITARIO EN US\$:			295,000.00

ORDEN DE COMPRA N° 020 - 900 - 17762

r: ING. ANTONIO CARBAJAL
 n: AV.MSCL.O.R. BENAVIDES 1215
 t: 619-6200 Fax: 619-6200
 20100055318 Código: 20100055318

FECHA 28/12/2009

atender el siguiente pedido en la fecha indicada.

EQ. 947-A (07/10/09) CC.7580103 AX.358131 PYTO. SUB ESTACION ELEC. D 50 KV-15MW, SU COT. TCO-0388B-047/2009, 50 % ANTICIPO C/CARTA FIANZA, SALDO FACTURA 30 DIA
 . GARANTÍA 1 AÑO DESDE LA PUESTA EN MARCHA, ENTREGA EN ALMACEN DEL PROVEEDOR

ARTICULO	CANTIDAD UN	DESCRIPCION	N° PARTE	PRECIO UNIT	% DS	IMPUESTO	IMPORTE TOTAL
93-10-01-0001	1.00	PC BANCO DE CONDENSADORES DE POTENCIA FIJO, 9 MVAR, 3Ø, 10.5 KV, 60 HZ		295,000.00		56,050.00	351,050.00
		IST. D COMPENSACIÓN AUT. DEL FACTOR DE POTENCIA DE 9000 KVAR@10.5 KV					

IMPORTE TOTAL	MONTO EMBALAJE	MONTO_FLETE	OTROS CARGOS -1-	OTROS CARGOS -2-	TOTAL ORDEN DE COMPRA
351,050.00				0.00	USD 351,050.00

o se entregará antes del **19/04/2010** Condición de pago: Anticipo Forma de pago: Cheque
 onces, reintegros y/o promociones deben figurar en la guía de remisión. La factura deberá emitirse de acuerdo a resolución de la SUNAT 035/95.
 rdena (deberá tener embalaje apropiado para transporte a provincias).
 r de entrega: SEGUN OBSERVACION Y/O REFERENCIA (entregas parciales no permitidas)
 Horario: Lunes a Viernes de 8:30 am. a 12:00 pm. y de 2:00 pm. a 4:00 pm.

Embalar con las marcas:
 Localidad: HUARAUCACA
 Depto.: PASCO
 Provincia: PASCO
 Distrito: TINYAHUARCO

As Standard NEPSI stocks many of the Transient Inrush Reactors Listed in Table 3.

Table 3 – Standard Stock Reactors						
Part Number	Inductance Rating (uH)	Amp Rating (Amps)	Application Rating (KV)	Environment	List Price Each	Price Adder For Outdoor Rating*
TIR40-50-15-I	40	50	15	Indoor	\$462	\$110
TIR40-100-15-I	40	100	15	Indoor	\$510	\$115
TIR40-150-15-I	40	150	15	Indoor	\$607	\$125
TIR40-200-15-I	40	300	15	Indoor	\$705	\$135
TIR40-300-15-I	40	350	15	Indoor	\$905	\$150
TIR40-400-15-I	40	400	15	Indoor	\$1,275	\$190
TIR150-800-15-I	150	800	15	Indoor	\$3,885	\$250
TIR47-50-35-I	47	50	35	Indoor	\$751	\$120
TIR47-100-35-I	47	100	35	Indoor	\$825	\$135
TIR47-150-35-I	47	150	35	Indoor	\$890	\$140
TIR47-200-35-I	47	200	35	Indoor	\$940	\$160

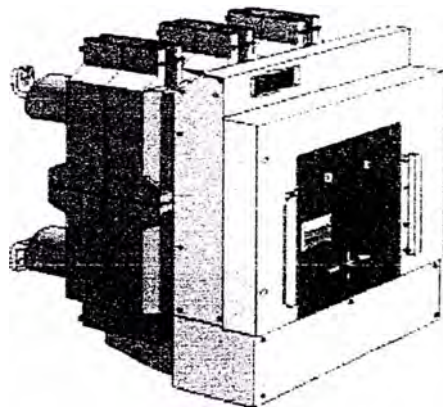
* Note: For Outdoor Ratings, Change "-I" in Part Number To "-O"

AREVA

LISTA DE PRECIOS INTERRUPTORES HVX

Accesorios incluidos:

Motor carga de resortes
Bobina de disparo
Bobina de cierre
Contactos auxiliares de posición 8NA + 8NC
Contador de operaciones mecánicas
Indicadores de posición abierto/cerrado
Indicador de carga de resortes



Modelo	PCS (mm)	Precio USD
17-25-06-F	210	3,637
HVX 17-25-12-F	210	3,833
HVX 17-25-20-F	210	6,750
HVX 17-31-12-F	210	4,559
HVX 24-25-06-F	210	4,332
HVX 24-25-08-F	210	4,332
HVX 24-25-12-F	210	4,634
HVX 24-25-20-F	254	7,429

Otros Accesorios NO incluidos en el precio:

Parte	Precio USD
Rele de antibombeo	100
2da Bobina de disparo	150
Bobina de mínima tensión	150

Product Quotation

Customer:	Manufacturas Electricas S.A.	Quotation Number:	09- 2203
Attention:	Christian Loarte Sulca	Proposal Date:	November 23, 2009
Contact Info:		Proposal Validity:	60 Days
Reference:	RFQ: dated 11/20/2009	Pages:	5
Representative:			
Attention:			
Contact Info:			

Dear Valued Customer,

Thank you for your interest in our products. We are pleased to quote the following items based on your request.

Item # 1 - VerSaVac (VSV) Single Phase Vacuum switch

Quantity: 12
Part Number: 3148B0947G5
Outline: 3148B1099
Maximum Voltage: 27kV (ungrounded capacitor bank)
Continuous Current: 200A
Control Voltage: 120VAC
BIL: 150kV (line-to-ground)
Cable Connector: 5 PIN
Aux contact: 1 (b)

Pricing for item # 1: \$1,099.00 each

Item # 2 - VerSaVac Control Cable

Quantity: 12
Part Number: 3148A0322G5
Cable Connector: 5 PIN
Length: 5 feet

Pricing for item# 2: \$148.00 each

Thomas & Betts

8155 T&B Boulevard

Memphis, Tennessee 38125

(901) 252-5000

Item # 3 – Joslyn Junction Box

Quantity: 4

Part Number: 3148B0333G3

Pricing for item# 3: \$230.00 each

Lead Time: 7-8 weeks.

Prepared By

Alejandro Martinez

Regional Sales Manager

Email: alejandromartinez@tnb.com

Cc: Robert Booth

ITEM 3: F60-G03-HKH-F8L-H6A-M6B-P6C

Configure your F60 Feeder Management Relay

\$5,883.87

Net Price (USD)

Order Code

F60-G03-HKH-F8L-H6A-M6B-P6C

Minimum Lead Time

10 Business Days



ADD TO CART

[Product Info](#)

[Local Sales Office](#)

Product Options

Firmware Rev.	E-TC Firmware Revision
Language	English
CPU Type	G - RS485 - Multi-mode S7-10BaseF
Software Options	DD - ED 21850
Mounting	H - Horizontal 19 rack - Standard
User Interface	K - Enhanced Front Panel
Power Supply	H - 105/250 v AC DC power supply
CT Module	F8L - 407kV with enhanced diagnostics
Digital Transducer Input/Output	H6A - 2 Form-A /Voltage w/Out current / 2 Form-C Outputs / 3 Digital Inputs
Digital Transducer Input/Output (Relay Control)	M6B - 2 Form-A /Voltage w/Out current / 4 Form-C Outputs / 4 Digital Inputs
Digital Transducer Input/Output (Relay Control)	P6C - 3 Form-C Outputs
Digital Transducer Input/Output (Relay Control)	JXX - No Module
DIO - TIC Inter-Relay Control /Redundant Power Supply	XXX - No Module

ITEM 4: MIVII-1-0-0-0-E-00-HI-00

Personal Online Shopping (B2B) - FACTORY DIRECT PRICING

Configure your MIV II Voltage/Frequency Relay

\$839.31

Net Price (USD)

Order Code

MIVII-1-0-0-0-E-00-HI-00

Minimum Lead Time

20 Business Days

ADD TO CART

[Product Info](#)

[Local Sales Office](#)

Product Options

Function	1 - Voltage Functions
Voltage Range	0 - 10 - 250 v Setting Range
Language	E - English Language
Power Supply	H - 110-250 v ac / Range: 85-200 v ac / Range: 85-250 v ac
Mounting	DD - 19" standard horizontal mounting



Quotation

Date Oct 21, 2009	Page 1
Quote Number QUOTE00003003	

29 Fairfield Place
 West Caldwell, New Jersey 07006
 USA
 Phone: (973) 575-7422
 Fax: (973) 575-5858

Sold To:

Manufacturas Electricas S.A.
 Av. Mrcal. Oscar R. Benavides 1215
 Lima
 Peru

Ship To:

Manufacturas Electricas c/o New Transport USA
 10530 NW 37th Terrace
 Doral, FL, 33178-4209

Reference CHRISTIAN	Customer No. MANU001	Salesperson 250	Quote valid for 21 days	Terms N30
Qty. Ord.	Item Number	Description	Unit Price	Extended Price
6	30-233-14-.160	160A 10/17.5kV85x442mm442 back up	178.00 Ea.	1,068.00
6	31-001-10-	Microswitch L=660mm	39.75 Ea.	238.50
6	31-005-02-	24kV fuse base442mm indoor442	169.00 Ea.	1,014.00

Subject to Prior Sale

Order Discount	0.00
Subtotal	2,320.50
Total order	2,320.50



GE Energy Services, Inc

T&D Americas' Sales Center

4601 Park Road - Suite 600
Charlotte, NC 28209

QUOTATION

TO: MANUFACTURAS ELECTRICAS
OSCAR R. BENAVIDES 1215
LIMA 1 PERU
00000 PERU

DATE: 11/30/09

FOR FASTER HANDLING
OF YOUR ORDER REFER TO
QUOTATION NUMBER: 175 03697
REVISION NUMBER: 001

ATTN: CHRISTIAN LOAFTE

CUSTOMER REQ NUMBER: 533KVAE, 7.2KV, 95KVBIL

QUOTE EXPIRATION DATE: 12/30/09

We thank you for your inquiry and are pleased to submit the following quotation. When placing an order, please reference this quote # on your order and process your Purchase order to the "vendor name" on the line(s) below along with payment to the correct "remit to address" as shown

CUSTOMER ITEM	GE ITEM	QUANTITY	UNIT PRICE	UM	ESTIMATED LEAD TIME TO SHIPMENT
001	000001	24	624.00	EA	17 WEEKS

GE ID: UNTDUMMY
HIGH VOLTAGE UNIT, UP TO 149 K

DESCRIPTION:
RAH-98LCTZWC60 (DESIGN NUMBER) ACTUAL CATALOG NUMBER TO BE ASSIGNED AT TIME OF PO.

SIMILAR TO 96L945WC70 BUT WITH 125 KBIL
Stock for this item is unavailable at this time.
Standard lead time as noted.

Freight charges will apply to orders less than \$2000.
Prepaid and allowed will apply to orders \$2000 or more.
In fulfilling any order resulting from this proposal GE reserves the right to use any GE approved components whether manufactured by GE or a third party.

VENDOR NAME: GE ENERGY SERVICES, INC
REMIT TO: GE ENERGY SERVICES, INC
PO BOX 643449
PITTSBURGH, PA 15264-3449



PROPUESTA ECONÓMICA

Ítem	Cant.	Descripción	Valor Venta Unitario USD	Valor Venta Total USD
1	01	Seccionador tripolar de Potencia 27kV, 1200A, 125kVBIL, modelo VERSA RUPTER, incluye contactos auxiliares 6NO+6NC, bobina de disparo en 110VAC, mando motor NM110VAC. Modelo VA3D2714N56HMRR3RR. Marca ABB	12,000.00	12,000.00

Nota:

- El cliente deberá revisar las características técnicas que se indican en nuestra oferta.

CONDICIONES COMERCIALES

1. PRECIOS

Los precios en esta oferta son firmes, están expresados en dólares estadounidenses y **no incluyen el IGV**

2. PLAZO Y LUGAR DE ENTREGA

En la semana 13 del 2009 en los almacenes de ABB Perú

3. VALIDEZ DE LA OFERTA

Esta oferta será válida por treinta (10) días posteriores a su fecha de emisión.

4. GARANTÍA Y RESPONSABILIDAD

ABB S.A. garantiza el buen funcionamiento de los equipos materia de la presente propuesta hasta por 12 meses, bajo condiciones normales de operación.

ABB S.A.

PLANOS

PLANOS ELECTRICOS

PROYECTO:

BANCO AUTOMATICO DE CONDENSADORES
BCAMT-9068KVAR
10.5KV-60Hz-3ø

ORDEN DE COMPRA:

020-900-17762

CLIENTE:



HUARAUCACA - PASCO

INDICE			
NUMERO	HOJA	EDICION	DESIGNACION
PE2100121	1/26	A1	TAPA/INDICE
PE2100121	2/16	A1	CARACTERISTICAS TECNICAS
PE2100121	3/26	A1	LEYENDA
PE2100121	4/26	A1	LISTA DE COMPONENTES
PE2100121	5/26	A1	DIAGRAMA UNIFILAR
PE2100121	6/26	A1	DIAGRAMA TRIFILAR
PE2100121	7/26	A1	DIAGRAMA TRIFILAR
PE2100121	8/26	A1	DIAGRAMA TRIFILAR
PE2100121	9/26	A1	DIAGRAMA DE MANDO INTERRUPTOR POWERVAC
PE2100121	10/26	A1	DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
PE2100121	11/26	A1	DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
PE2100121	12/26	A1	DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
PE2100121	13/26	A1	CIRCUITO DE CONTROL
PE2100121	14/26	A1	CIRCUITO DE CONTROL PASO 1
PE2100121	15/26	A1	CIRCUITO DE CONTROL PASO 2
PE2100121	16/26	A1	CIRCUITO DE CONTROL PASO 3
PE2100121	17/26	A1	CIRCUITO DE CONTROL PASO 4
PE2100121	18/26	A1	DETALLE DE CIRCUITO INTERNO DE INTERRUPTOR EN VACIO
PE2100121	19/26	A1	ARQUITECTURA DE PLC VERSAMAX MICRO
PE2100121	20/26	A1	CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC
PE2100121	21/26	A1	CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC
PE2100121	22/26	A1	CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC (EXTENSION)
PE2100121	23/26	A1	SISTEMA DE VENTILACION Y CALEFACCION
PE2100121	24/26	A1	SISTEMA DE VENTILACION Y CALEFACCION
PE2100121	25/26	A1	DIAGRAMA DE INTERCONEXION TENSION AUXILIAR CONTINUA
PE2100121	26/.	A1	DETALLE DE LETREROS EN BANCO DE CONDENSADORES

REV. V. B.

DESCRIPCION

REV. V. B.

EDICION FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
TAPA/INDICE
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3ø

H / R	4490-01
CANT/PLANO	1/26
Nº PLANO	PE2100121

LEYENDA

	SECCIONADOR TRIPOLAR C/CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA ENCLAVADA MECANICAMENTE		CONTACTO DE POSICION DE INTERRUPTOR MODULAR,		TERMOSTATO PARA RESISTENCIA CALEFACTORA.
	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR		SELECTOR MANUAL - O AUTOMATICO		LAMPARA INCANDESCENTE (ILUMINACION INTERIOR)
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PROTECCION		FUSIBLE DE POTENCIA SIBA		MICROSWITCH EN PUERTA
	PARARRAYOS		FUSIBLE DE CONTROL		CONTACTO AUXILIAR NORMALMENTE CERRADO
	TRANSFORMADOR DE TENSION		CONTACTO AUXILIAR NORMALMENTE ABIERTO		RELE DIGITAL DE PROTECCION
	INT. CAPACITIVO UNIPOLAR		RESISTENCIA DE CALEFCCION		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MODULAR
	CAPACITOR DE 533KVAR 7.2KV		BOBINA DE ACCIONAMIENTO		MOTOR CARGADOR DE RESORTE DE INTERRUPTOR DE POTENCIA

REV. V. B.

DESCRIPCION

EDICION FECHA REV. V. B.

EMITIDO CONFORME A FABRICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
LEYENDA
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	3/26
N° PLANO	PE2100121

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	CATALOGO	FABRICANTE	CANTIDAD
FP	RELE DE PROTECCION, 5A, 100V, 60HZ, FUNCIONES 50, 51, ETC. , CON COMUNICACIÓN A SCADA VIA PUERTO POSTERIOR RS485, ETHERNET, PROTOCOLO IEC 61850.	F60.G03.HKH.F8L.H6A.M6B.P6C	G.E.	01
S	SECCIONADOR DE POTENCIA 27KV,125KVIL,1200A,40KA C/CLUCHILLA DE PUESTA A TIERRA SECCIONADOR (C/CONTACTOS 3NO/3NC) SEC. PUESTA A TIERRA (C/CONTACTOS 3NO/3NC)	VA3D2714N36HMRR	ABB	01
Q	INTERRUPTOR FIJO EN VACIO,24KV,1250A, 25KA BOB. APERTURA, BOB. CIERRE, BOB. ANTIBOMBEO, MOTOR 110VCC	HVX 24-25-12-F-210	AREVA	01
PT(1,2)	TRANSFORMADOR DE TENSION 15.5 KV, BIL 110kv	PTG5-2-110-123F	G.E.	02
TC	INDOOR,CT,JKM-5C WOUN TYPE,15.5KV ,600/5A CAPACIDAD CONTINUA DE CORRIENTE 1.55 (30°), 1.33 (55°)	755X142017	G.E.	03
CPT	TRANSF.CONTROL 12000V/120-240,5KVA	CPT5-95-5-123A	G.E.	01
R	TRANSIENT INRUSH REACTORS 47uH,200A,35KV, TENSION AUX. 120VAC	TIR47-200-35-	NEPSI	12
V	INTERRUPTOR CAPACITIVO VERSAVAC 1P,200A,27.5KV	3148B0947G5	JOSLYN	12
F	HH FUSE E:292mm, 6/12KV,125A C/BASE	30.012.13.125	SIBA	24
C	CONDENSADOR DE 533KVAR/7.2KV 1PH 125KVIL	RAH-98L652WC60SH002	G.E.	24
P	REGULADOR DE FACTOR POTENCIA, 120V	NC12	NOKIAN	01
SA	PARARRAYOS TRANQUELL XEP TIPO ESTACION	9L11XPA015S	G.E.	03
A1,A2	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (16) 24VDC IN, (12) RELAY OUT EXPANSION (8) 24VDC IN, (6) RELAY OUT 120/240V POWER SUPPLY	IC200UDR005 IC200UEX011	GE FANUC	01 01
A3	FUENTE DE ALIMENTACION 120VAC - 24VDC / 5A	DR-120-24	MEAN WELL	01
M4(1,2,3,4), M5(1,2,3,4) M6(1,2,3,4), M7(1,2,3,4)	VENTILADOR 255ZX,115V,50/60 Hz	6.3F1.104	UNIKEY	16

- BORNERAS EN EQUIPO DE MEDIA TENSION
- ◆ BORNE SECCIONABLE EN TMPM
- ◇ BORNERA DE CONTROL
- ◆ BORNERA DE INTERCONEXION (BORNE ESPEJO DE INTERRUPTOR AREVA)
- ◆ BORNERA "XPA" (A PANEL ANUNCIADOR DE ALARMAS DEL CLIENTE), CONJUNTO DE BORNERAS UBICADAS EN EL CUBICULO DE CONTROL DE ESTRUCTURA 3

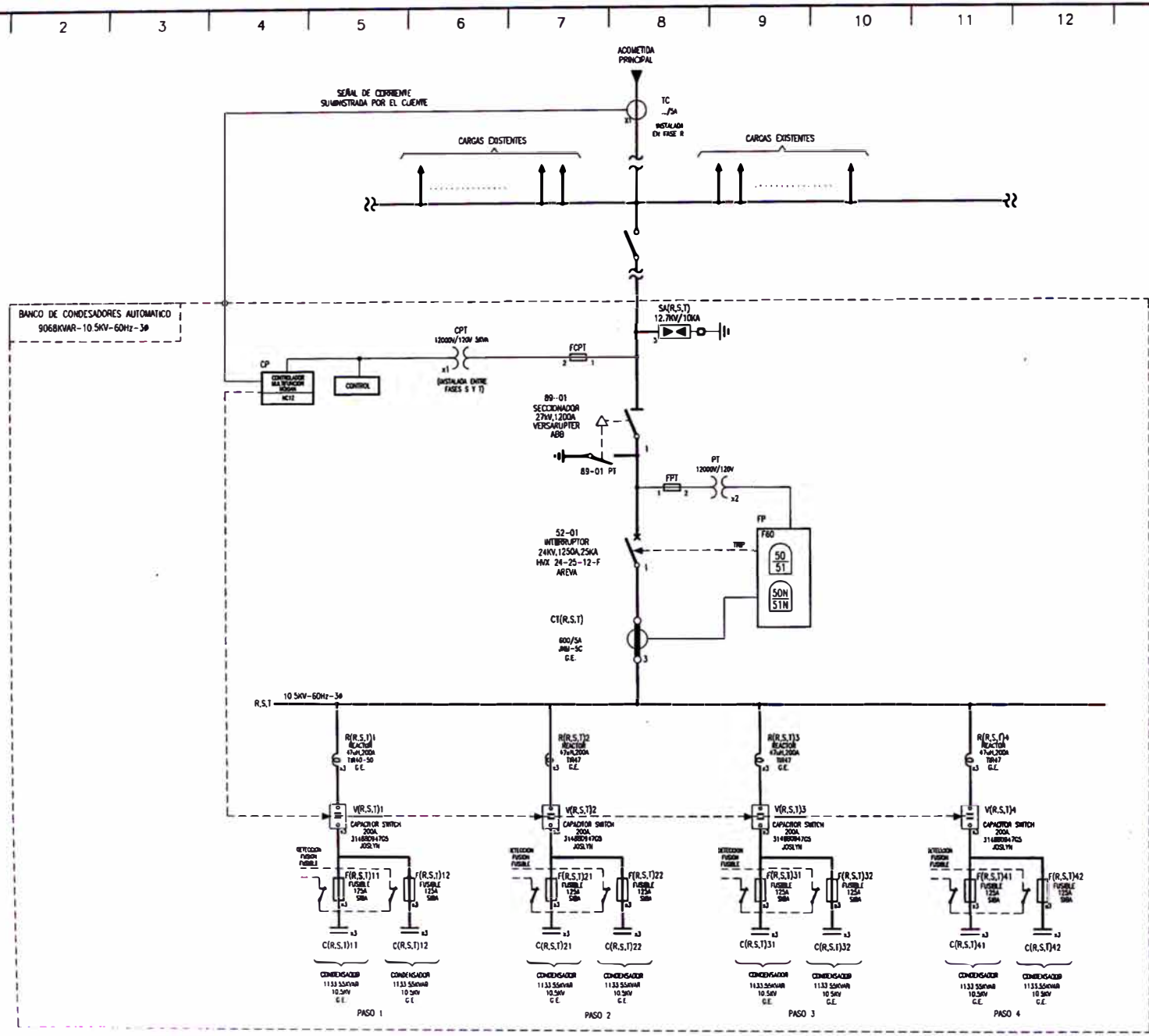
0 12/09/11 R.F. REV. V. B. EMIIDO CONFORME A FABRICADO DESCRIPCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISÑADO INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	REVISADO INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	APROBADO INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION : LISTA DE COMPONENTES
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3ø

H / R 4490-01
CANT/PLANO 4/26
N° PLANO PE2100121



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
F1	RELE MULTIFUNCION GEN. ELECTRIC F60G33 HIGH FUL. H6A M6B P6C
	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO Y TEMPORIZADA, FASE-FASE
	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO Y TEMPORIZADO, FASE- TIERRA

NOTA:
 1. CLIENTE DEBE DE INDICAR LA RELACION DE TRANSFORMACION DEL CT QUE ALIMENTARA AL REGULADOR DE FACTOR DE POTENCIA PARA SETEAR EL REGULADOR EN FABRICA MANELSA.

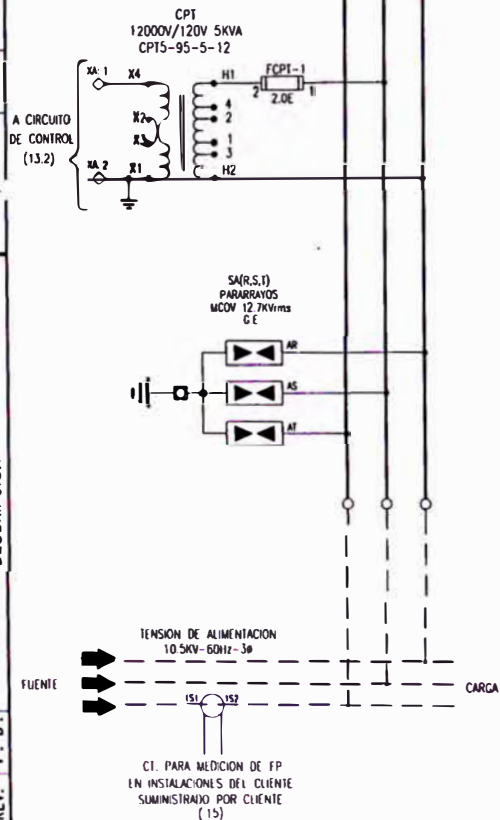
EDICION	FECHA	REV.	V. B.	DESCRIPCION
C	21/09/11	R.F.	V. B.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	REVISADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	APROBADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11

DESCRIPCION :	DIAGRAMA UNIFILAR
USO :	BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	

H / R	4490-01
CANT/PLANO	5/26
N° PLANO	PE2100121

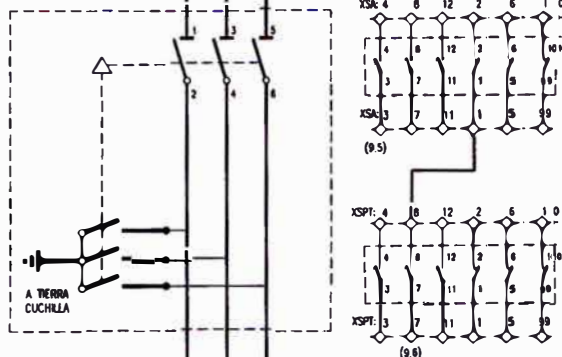
ALTA TENSION	
PORCENTAJE DE TENSION	CONECTAR PUENTE
92.5%	J-4
BAJA TENSION	
PORCENTAJE DE TENSION	CONECTAR PUENTE
92.5%	X1-X3 & X2-X4



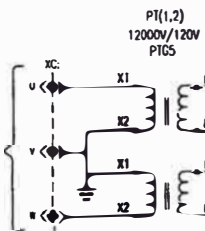
ESTRUCTURA N° 1

89-01 SECCIONADOR 27KV, 1200A VERSARUPTER ABB

89-01 PT SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA



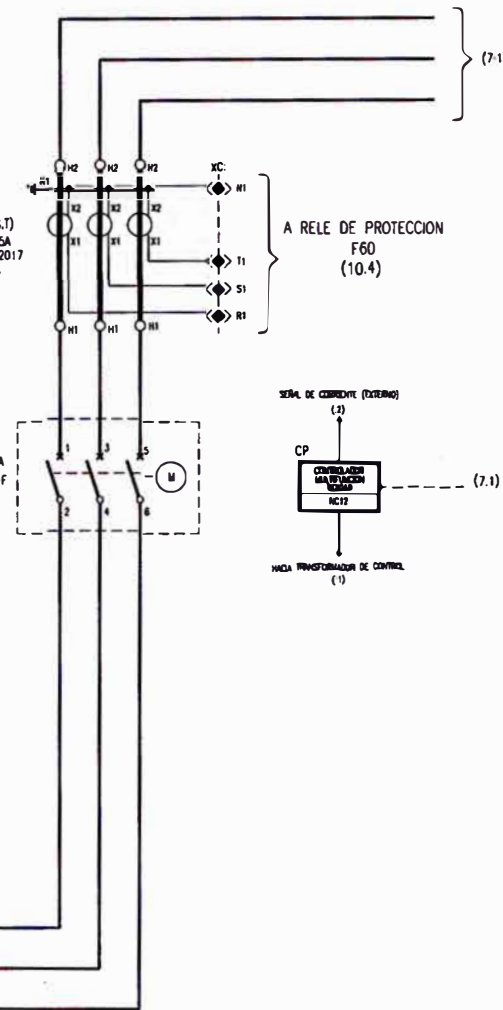
A RELE DE PROTECCION F60 (10.4)



ESTRUCTURA N° 2

CT(R,S,T) 600/5A 755X142017 G.E.

52-01 24KV, 1250A, 25KVA HWX 24-25-12-F AREVA



SEÑAL DE CORRIENTE (EXTERNO)

CP CONTROLADOR MANIPULACION MANUAL

UNDA TRANSFORMADOR DE CONTROL (1)

ESTRUCTURA N° 3

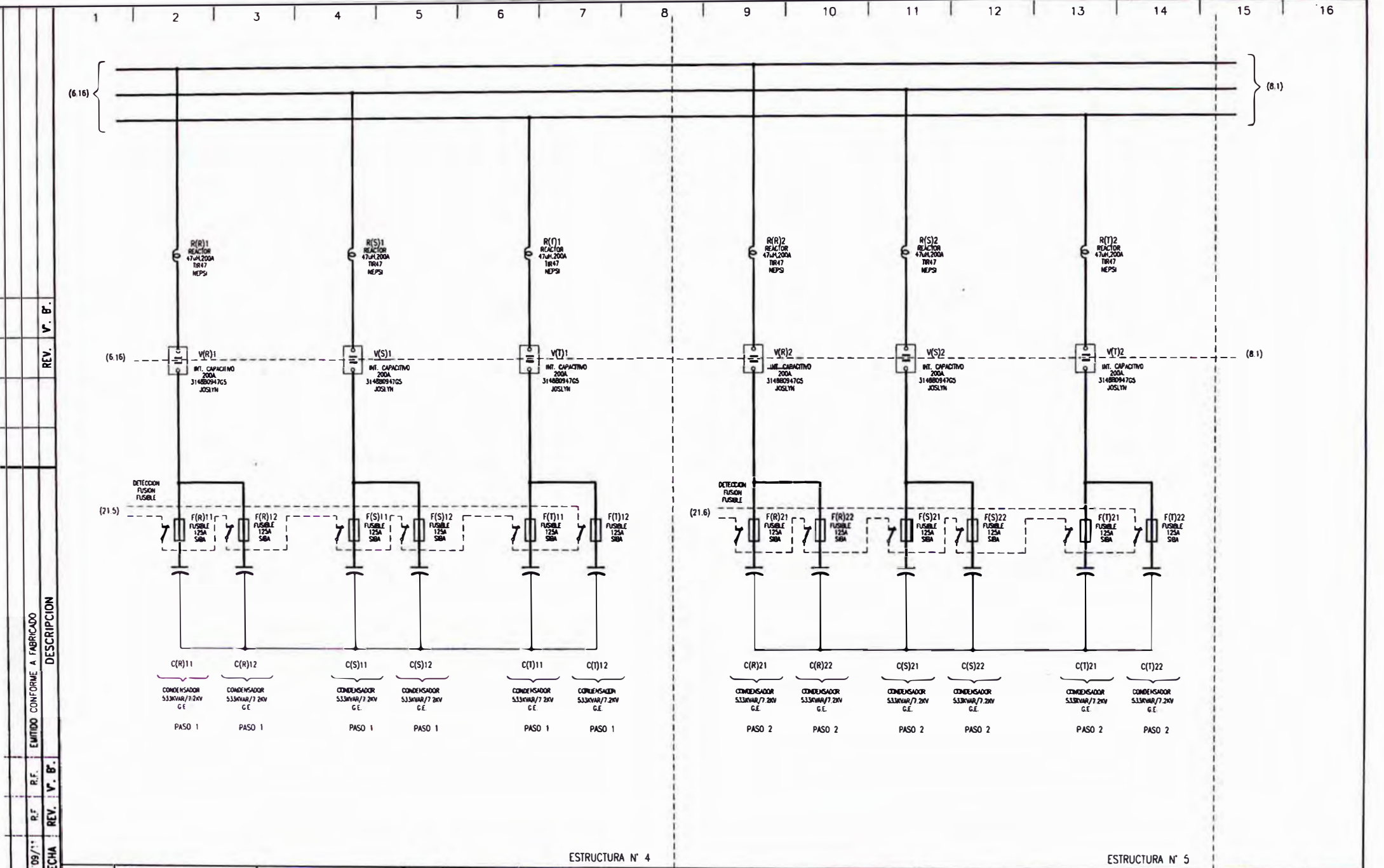
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
LIMA PERU

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION : DIAGRAMA TRIFILAR
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	6/26
N° PLANO	PE2100121



ESTRUCTURA N° 4

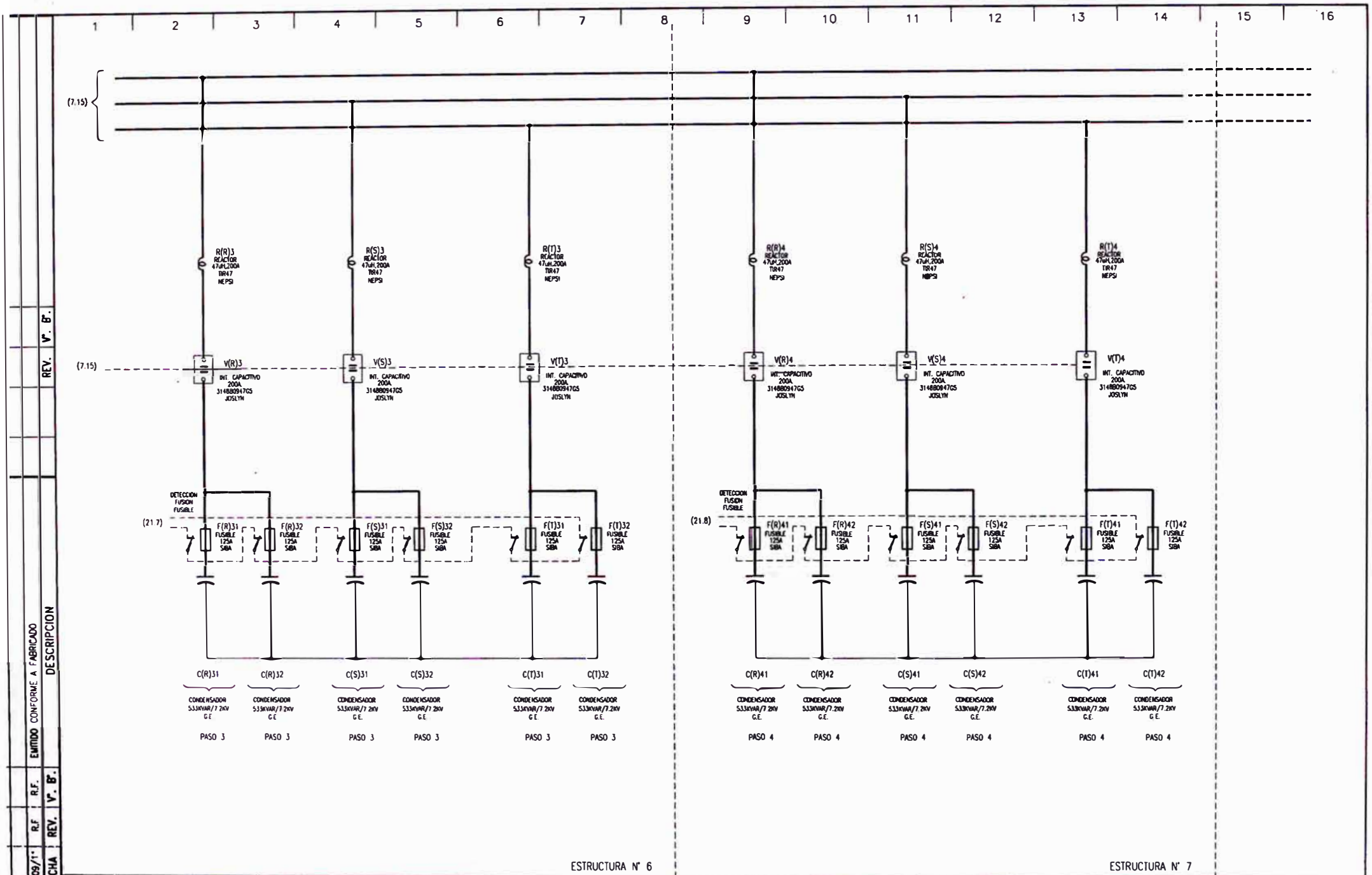
ESTRUCTURA N° 5

EDICION	FECHA	REV.	R.F.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO	DESCRIPCION
3	21/09/11	1	R.F.		
			R.F.		
			R.F.		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		LIMA PERU	
NOMBRE	FIRMA	FECHA	DESCRIPCION
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	DIAGRAMA TRIFILAR
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	SOCIEDAD MINERA EL BROCAL
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	

USO :	BANCO DE CONDENSADORES MT
	9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	7/26
N° PLANO	PE2100121



ESTRUCTURA N° 6

ESTRUCTURA N° 7

REV. V. B.	DESCRIPCION
REV. V. B.	EMENDO CONFORME A FABRICADO
R.F.	
R.F.	
FECHA	
27/09/11	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	LIMA	PERU
------------------------------------	------	------

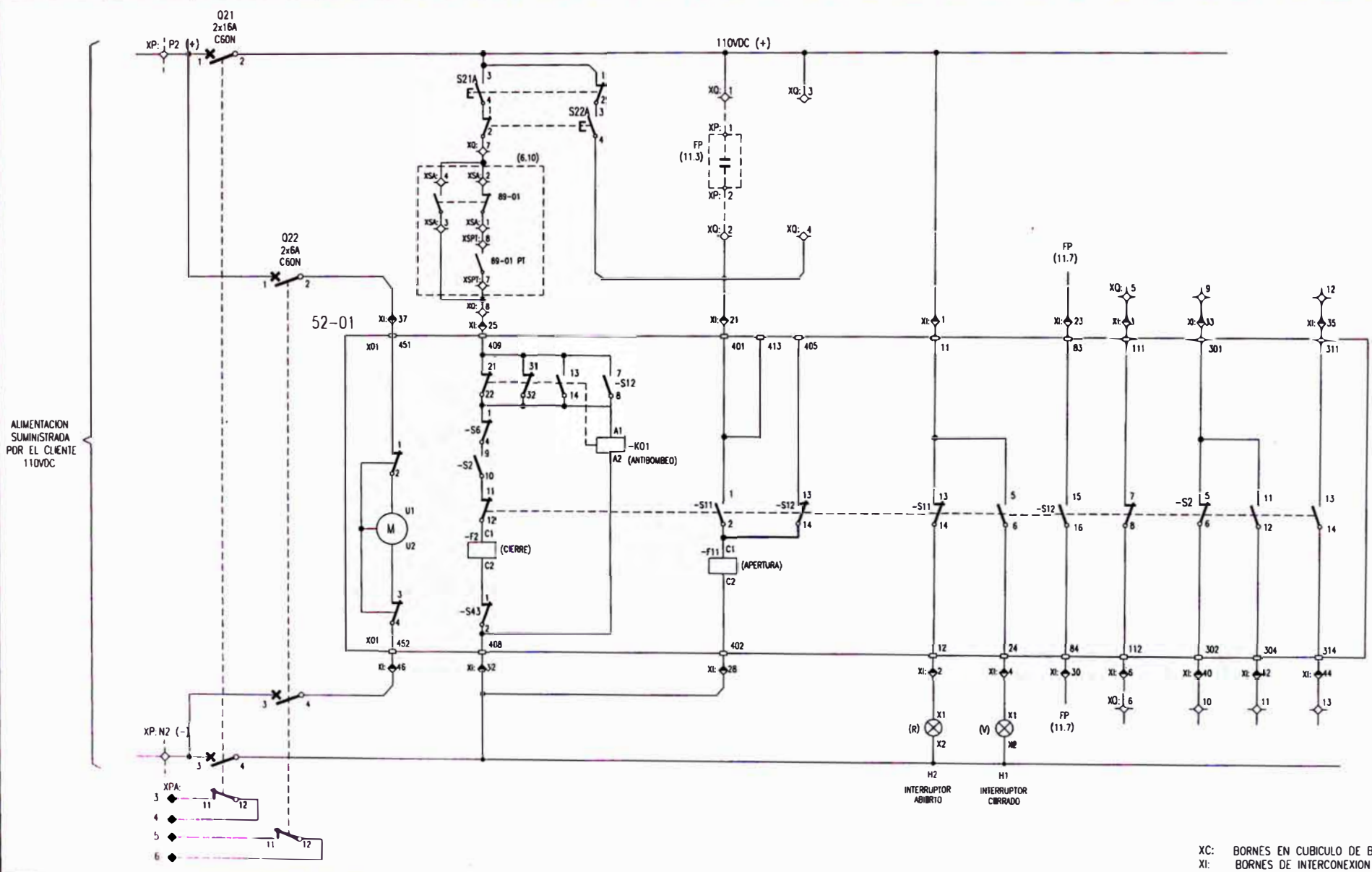
NOMBRE	FIRMA	FECHA	DESCRIPCION
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	DIAGRAMA TRIFILAR
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	
ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :	BANCO DE CONDENSADORES MT
	9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ
N° PLANO	PE2100121

H / R	4490-01
CANT/PLANO	8/26

SISTEMA DE MANDO INTERRUPTOR

BORNES A DISTANCIA	MICROINTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS	PULSADORES EN GAB. MANDO		DISPARO INTERRUPTOR		SEÑALIZACION		CONTACTOS AUXILIARES
		CIERRE	APERTURA	RELE F60	RESERVA	ABIERTO	CERRADO	RESERVA



XC: BORNES EN CUBICULO DE BAJA TENSION
 XI: BORNES DE INTERCONEXION

EDICION 5 2-08/11 R.F. EMIENDADO CONFORME A FABRICADO DESCRIPCION
 FECHA 1 REV. V. B.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISEÑADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	REVISADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	APROBADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

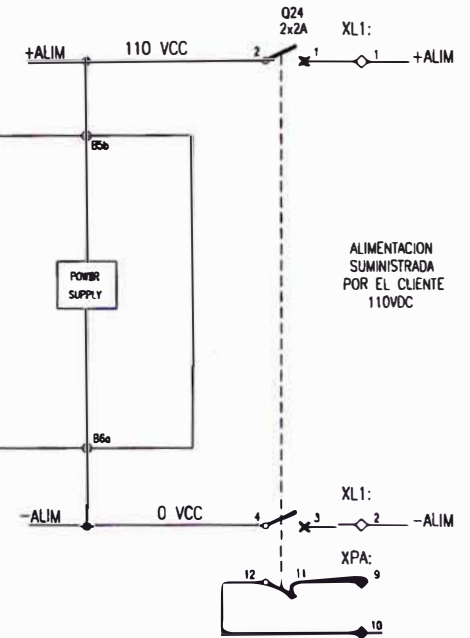
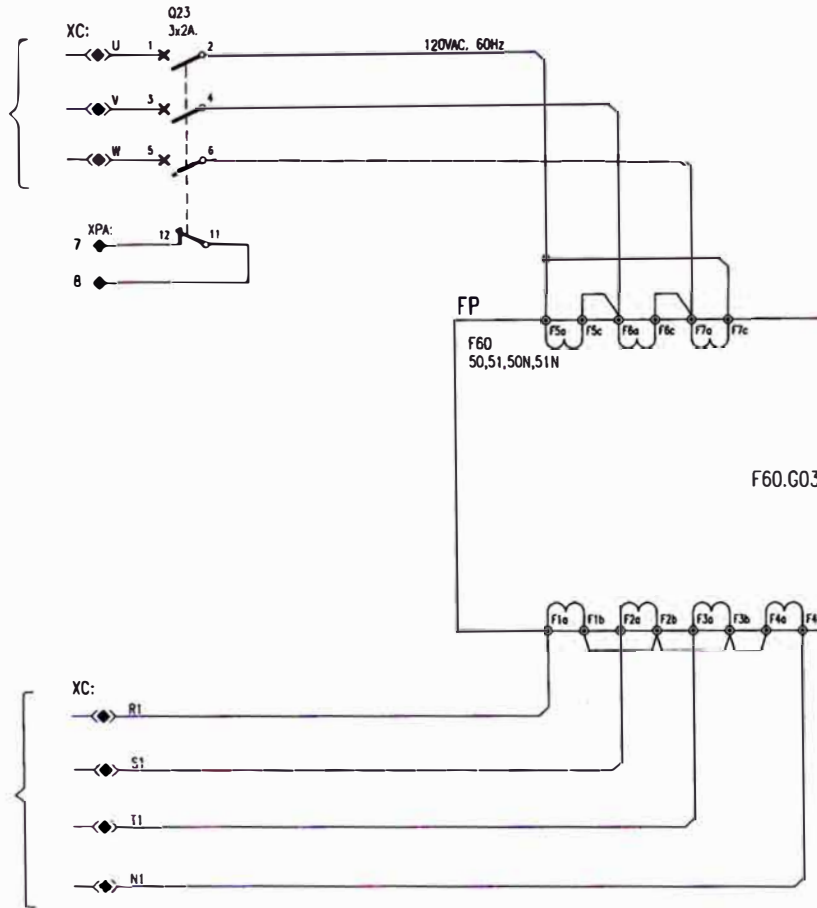
DESCRIPCION :
DIAGRAMA DE MANDO INTERRUPTOR AREVA
 SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
**BANCO DE CONDENSADORES MT
 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ**

H / R	4490-01
CANT/PLANO	9/26
N° PLANO	PE2100121

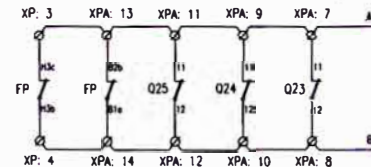
CIRCUITO DE PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

DE TRANSFORMADOR DE TENSION PROTECCION PT(1,2) 12000V/120V (6.6)



ALIMENTACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE 110VDC

DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PROTECCION CT(R,S,T) (6.13)



"ANOMALIA EN RELE DE PROTECCION" VA A CELDA DE ENLACE CONTROL DE BAHIA BORNE XEE1: 5-6 PE8100101 (9.8)

- SEÑALIZAC. DISPARO (1.5)
- FALTA DE RELE (12.13)
- "Q25" ABIERTO (1.1)
- "Q24" ABIERTO (15)
- "Q23" ABIERTO (4)

C 27/09/11 R.F. EMITIDO CONFORME A FABRICADO
 EDICION FECHA REV. V. B. DESCRIPCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
 SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

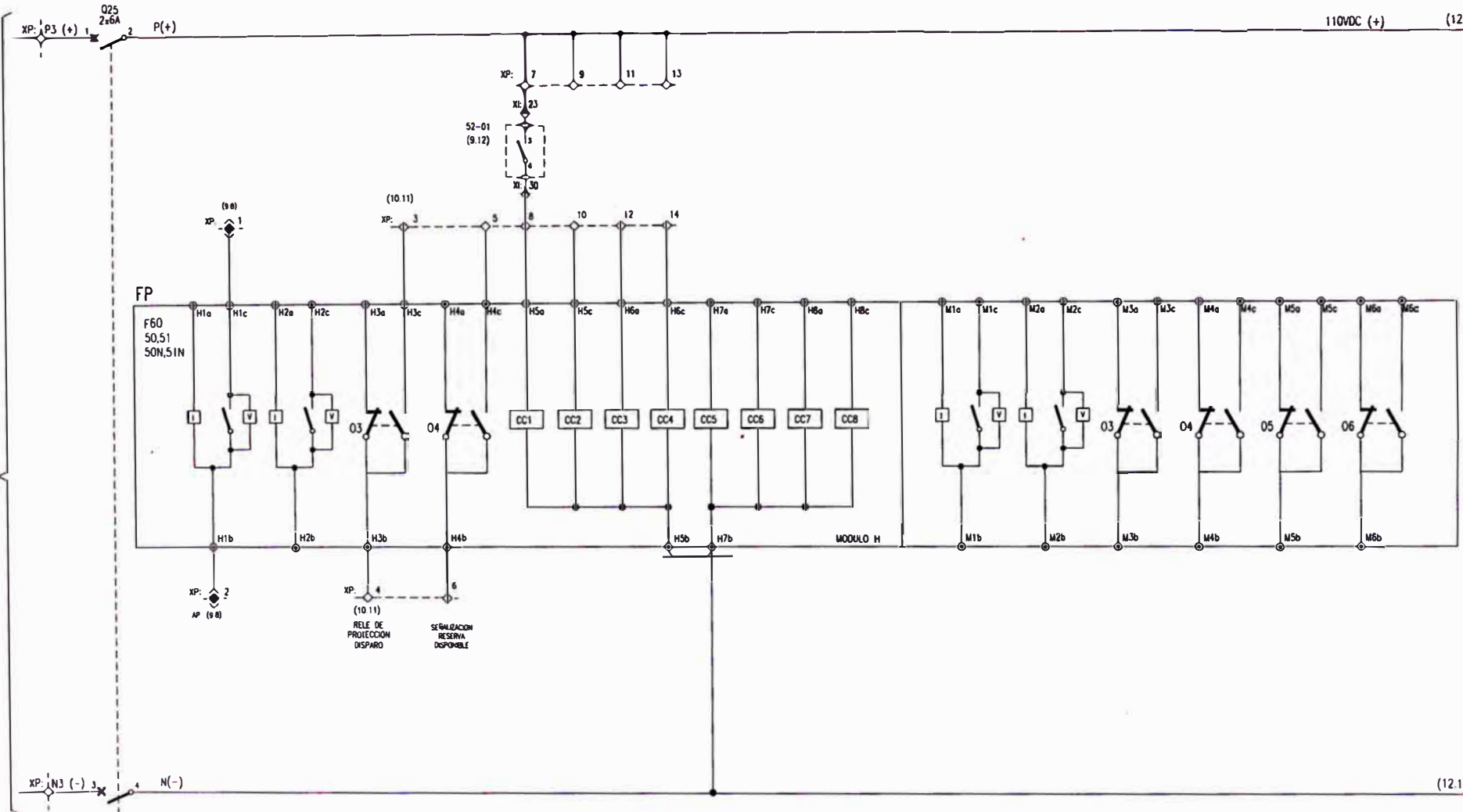
USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	10 26
N° PLANO	PE2100121

CIRCUITO DE PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

APERTURA 1 ALARMA SUPERVISION SUPERVISION SUPERVISION RESERVA APERTURA 3 RESERVA

110VDC (+) (12.1)



(12.1)

ALIMENTACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE 110VDC



REV. V. B.
DESCRIPCION
R.F. EMTIDO CONFORME A FABRICADO
R.F. 21/09/11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PERU LIMA	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

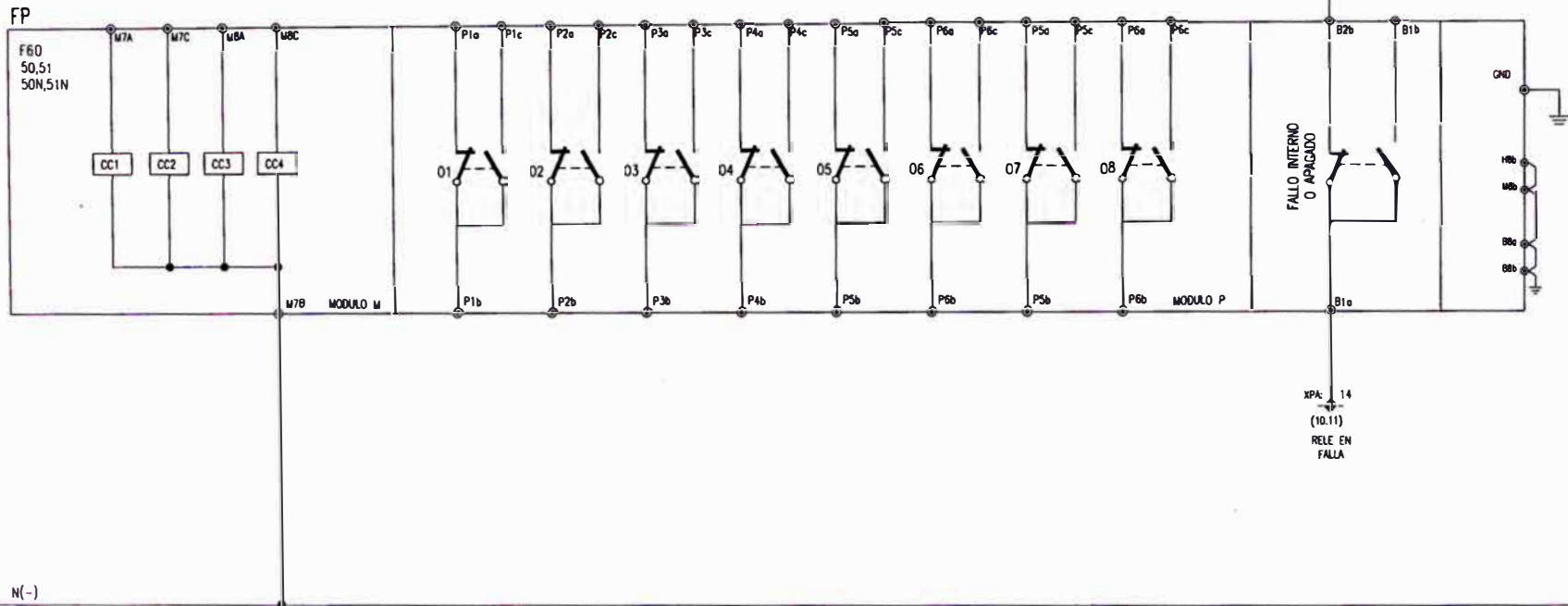
H / R	4490-01
CANT/PLANO	11/26
N° PLANO	PE2100121

CIRCUITO DE PROTECCION DE BANCO DE CONDENSADORES

ALARMA

(11.16) P(+)

110VDC (+)



REV. V. B.

DESCRIPCION

REV. V. B.

EDICION

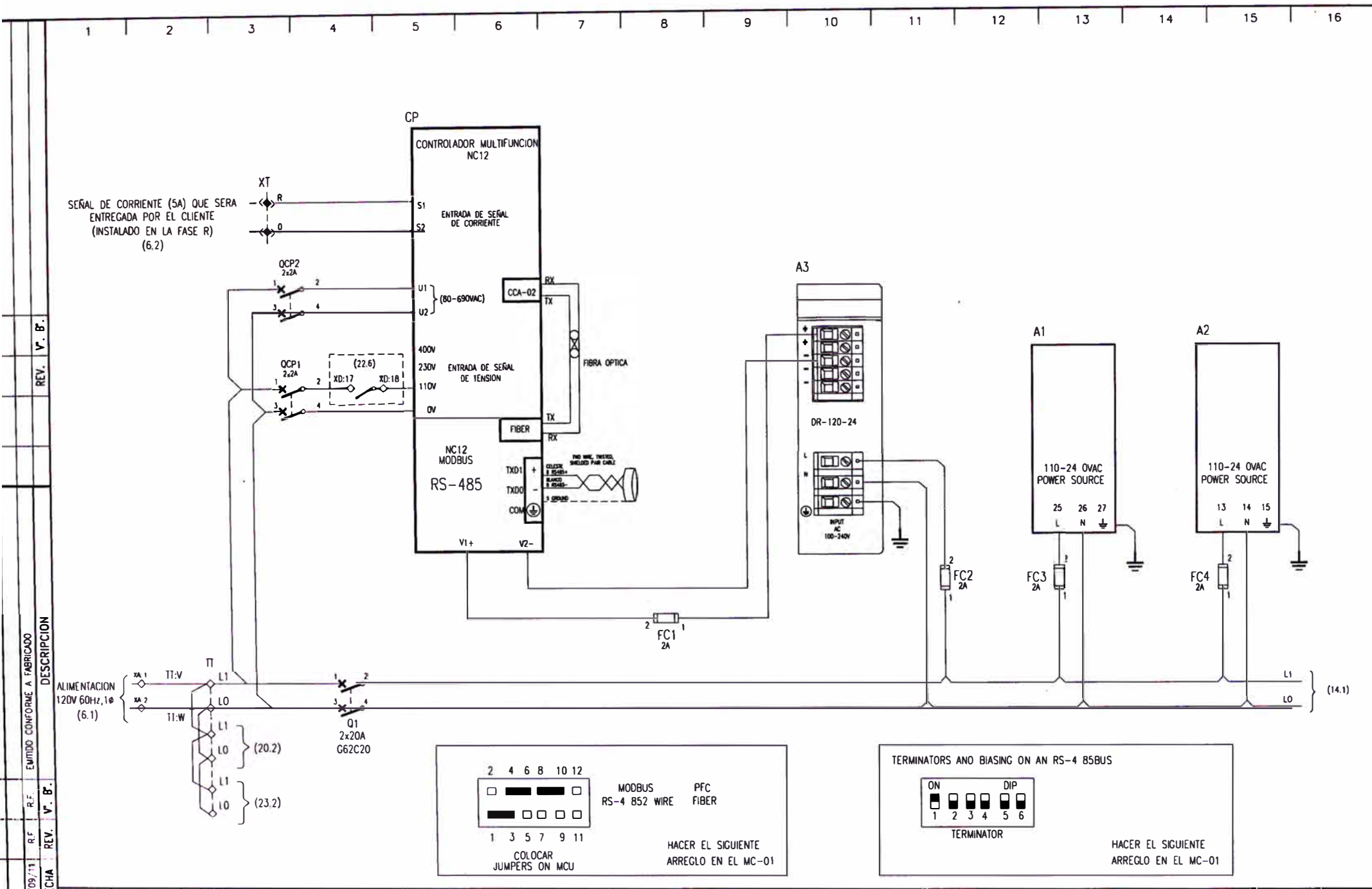
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
DIAGRAMA DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø

H / R 4490-01
CANT/PLANO 12/26
N° PLANO
PE2100121



2 4 6 8 10 12

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	3	5	7	9 11

MODBUS PFC
RS-4 852 WIRE FIBER
 HACER EL SIGUIENTE ARREGLO EN EL MC-01
 COLOCAR JUMPERS ON MCU

TERMINATORS AND BIASING ON AN RS-4 85BUS

ON	DIP			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	2	3	4	5 6

TERMINATOR

HACER EL SIGUIENTE ARREGLO EN EL MC-01

EDICION	FECHA	REV.	V. B.
C	2/09/11	R.F.	R.F.
DESCRIPCION			
EMUNDO CONFORME A FABRICADO			

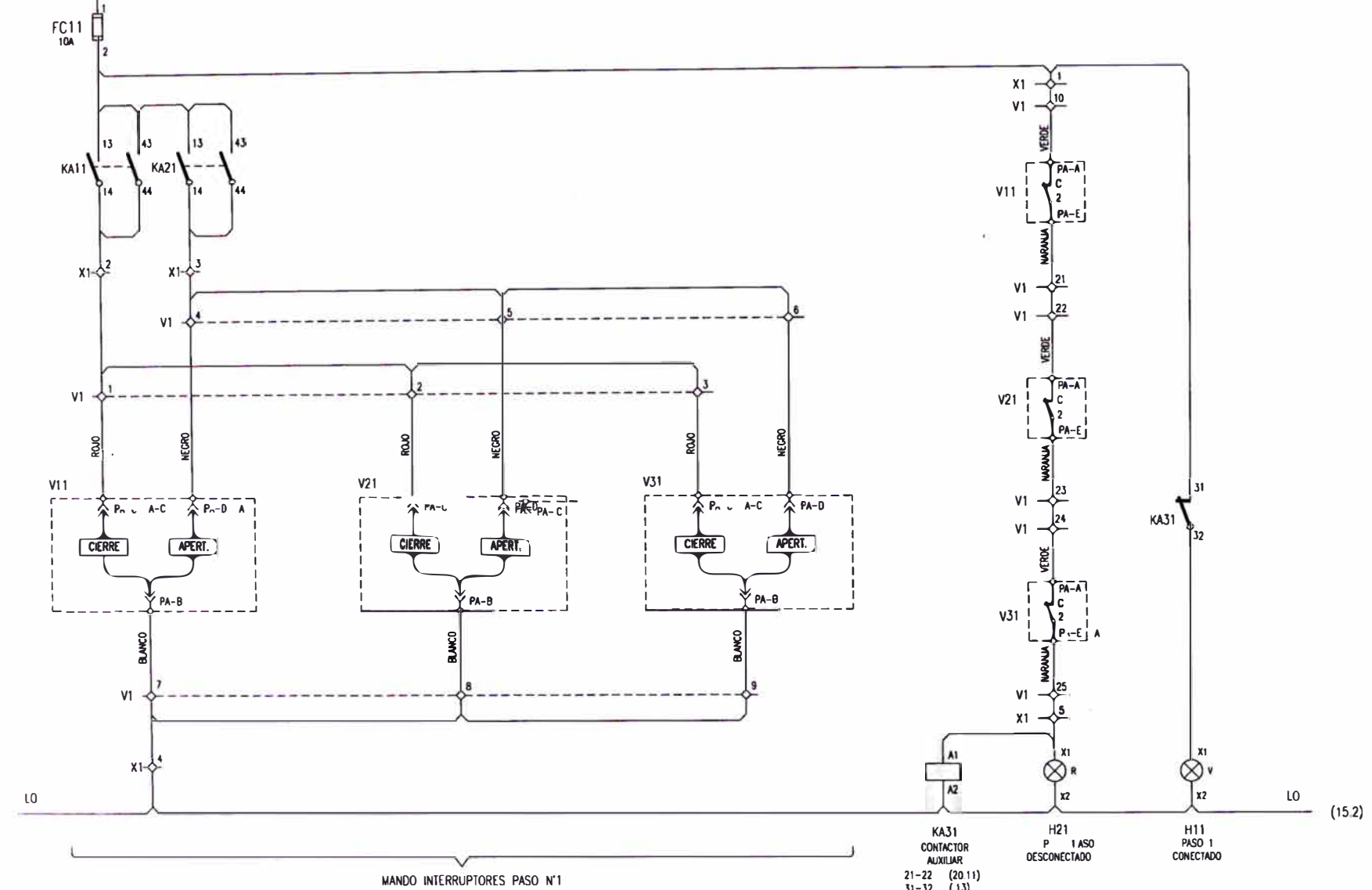
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	LIMA	PERU
NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION : CIRCUITO DE CONTROL
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø

H / R	4490-01
CANT./PLANO	13/26
Nº PLANO	PE2100121

(13.16) L1 120V, 60Hz, 1φ L1 (15.2)



KA31
CONTACTOR
ALUXILIAR
21-22 (20/11)
31-32 (13)

H21
P 1 ASO
DESCONECTADO

H11
PASO 1
CONECTADO

CABLE THW 14 BLANCO

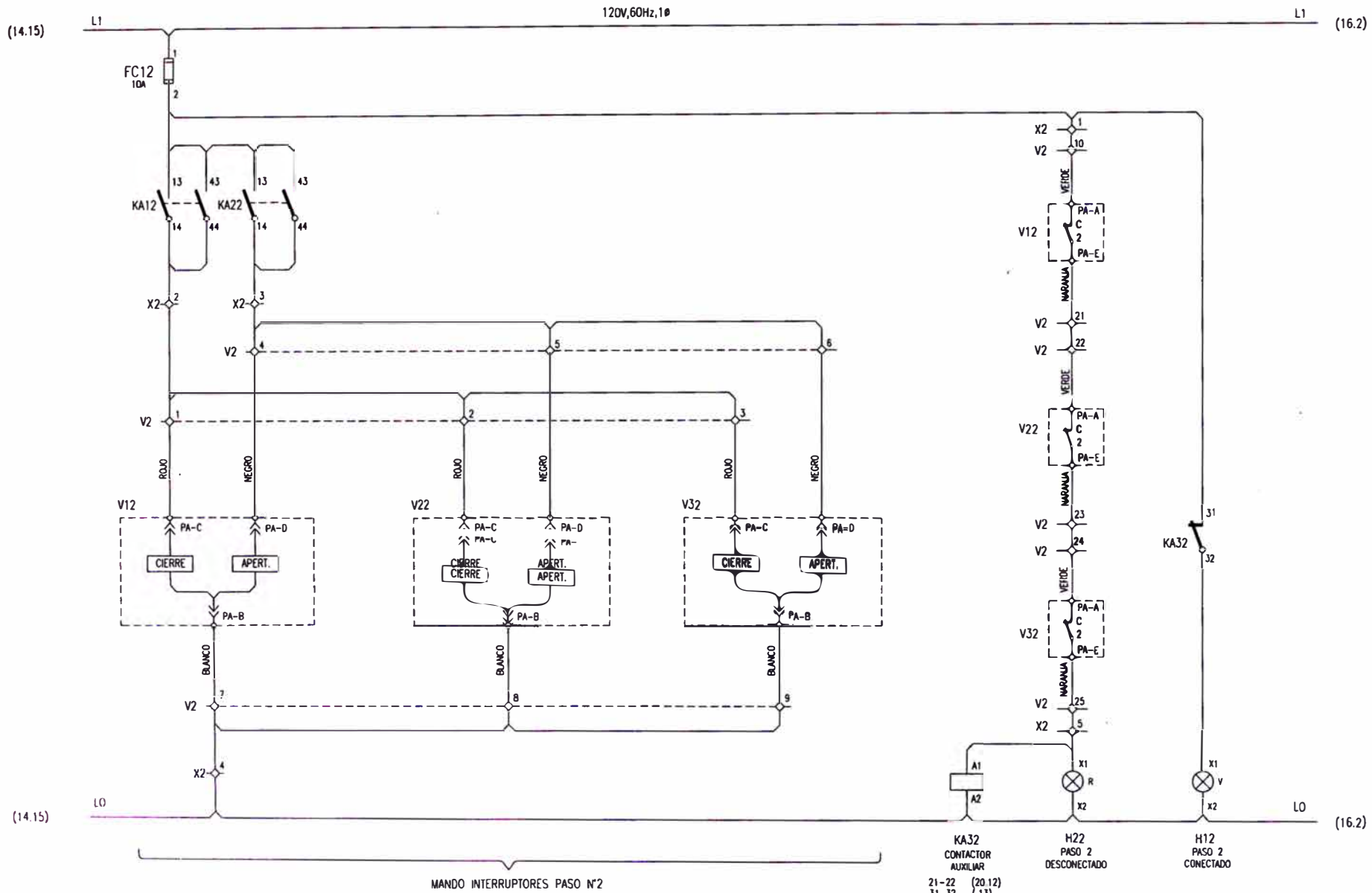
EMITIDO CONFORME A FABRICADO
 DESCRIPCION
 REV. V. B.
 R.F.
 REV. V. B.
 EDICION FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	REVISADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	APROBADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11

DESCRIPCION : CIRCUITO DE CONTROL PASO 1
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	14490-01
CANT/PLANO	14/26
N° PLANO	PE2100121



KA32 CONTACTOR AUXILIAR
 21-22 (20.12)
 31-32 (.13)

H22 PASO 2 DESCONECTADO

H12 PASO 2 CONECTADO

CABLE THW 14 BLANCO

REV. V. B.

DESCRIPCION

REV. V. B.

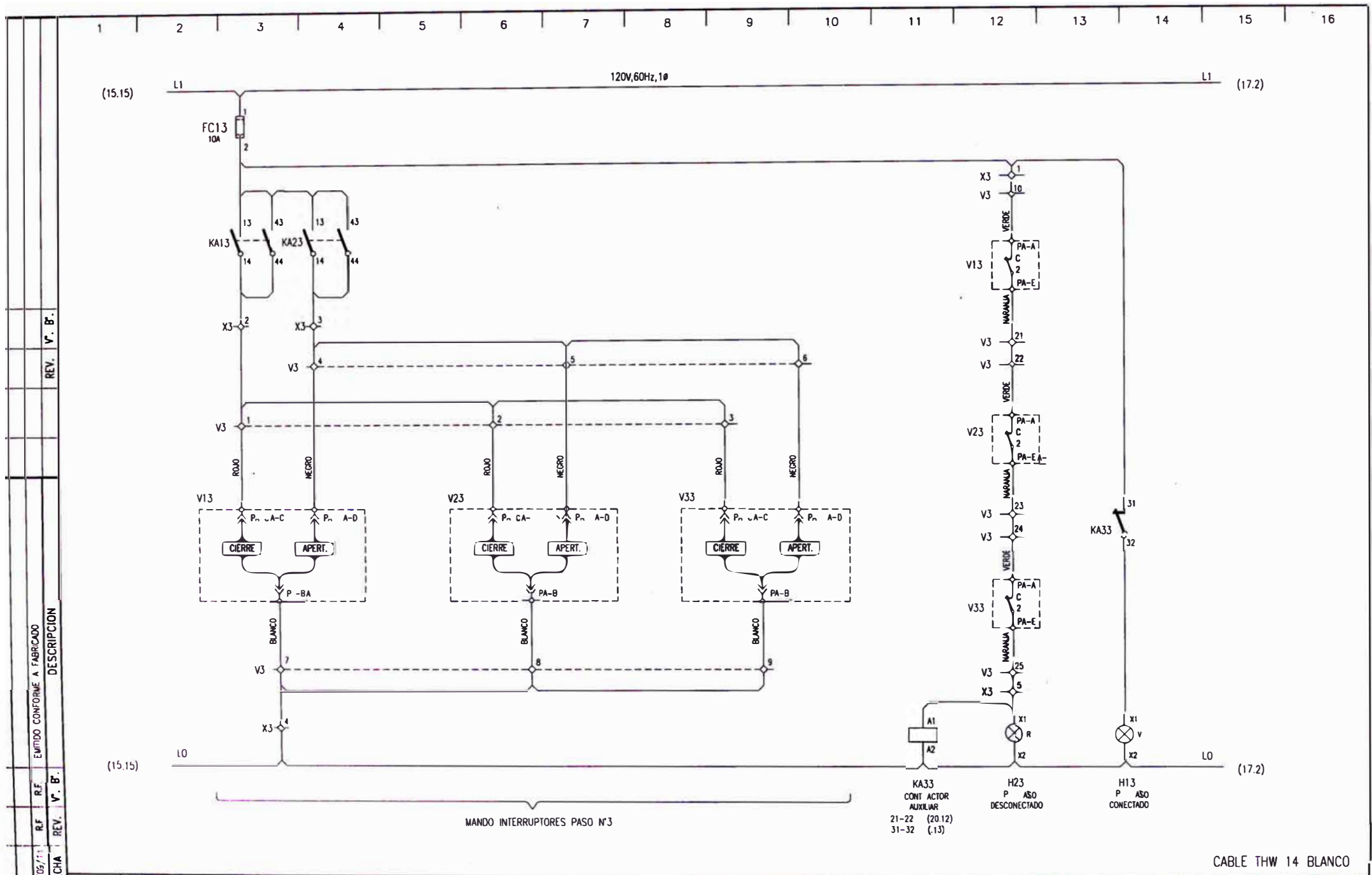
EDICION FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	DESCRIPCION
DISENADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	CIRCUITO DE CONTROL PASO 2 SOCIEDAD MINERA EL BROCAL
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11	

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

M / R	14490-01
CANT/PLANO	15/26
N° PLANO	PE2100121



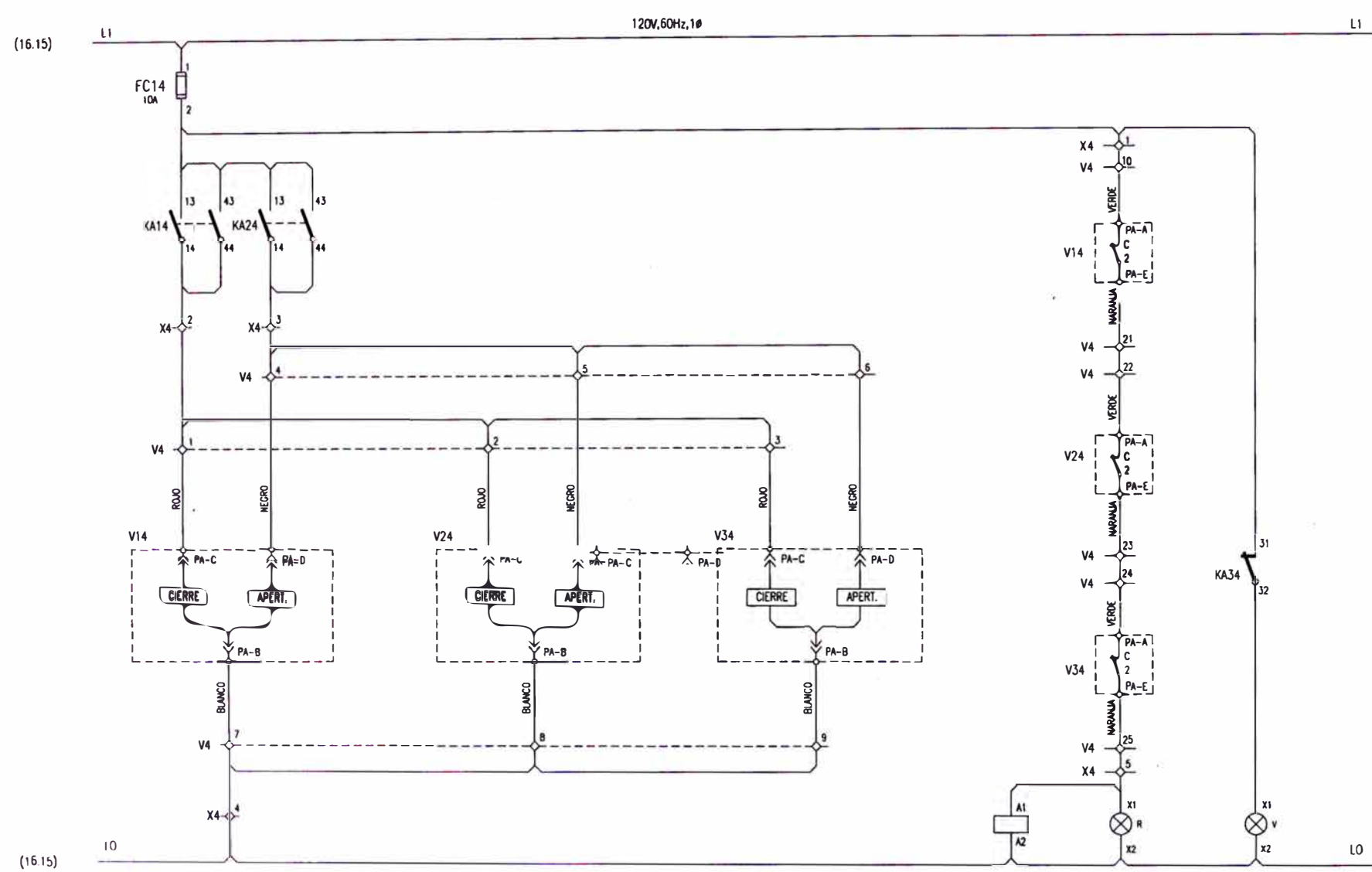
2 / 09 / 11	R.F.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO
EDICION	FECHA	DESCRIPCION
REV. V. B.		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION : CIRCUITO DE CONTROL PASO 3
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø

M / R	4490-01
CANT./PLANO	16/26
N° PLANO	PE2100121



MANDO INTERRUPTORES PASO N°4

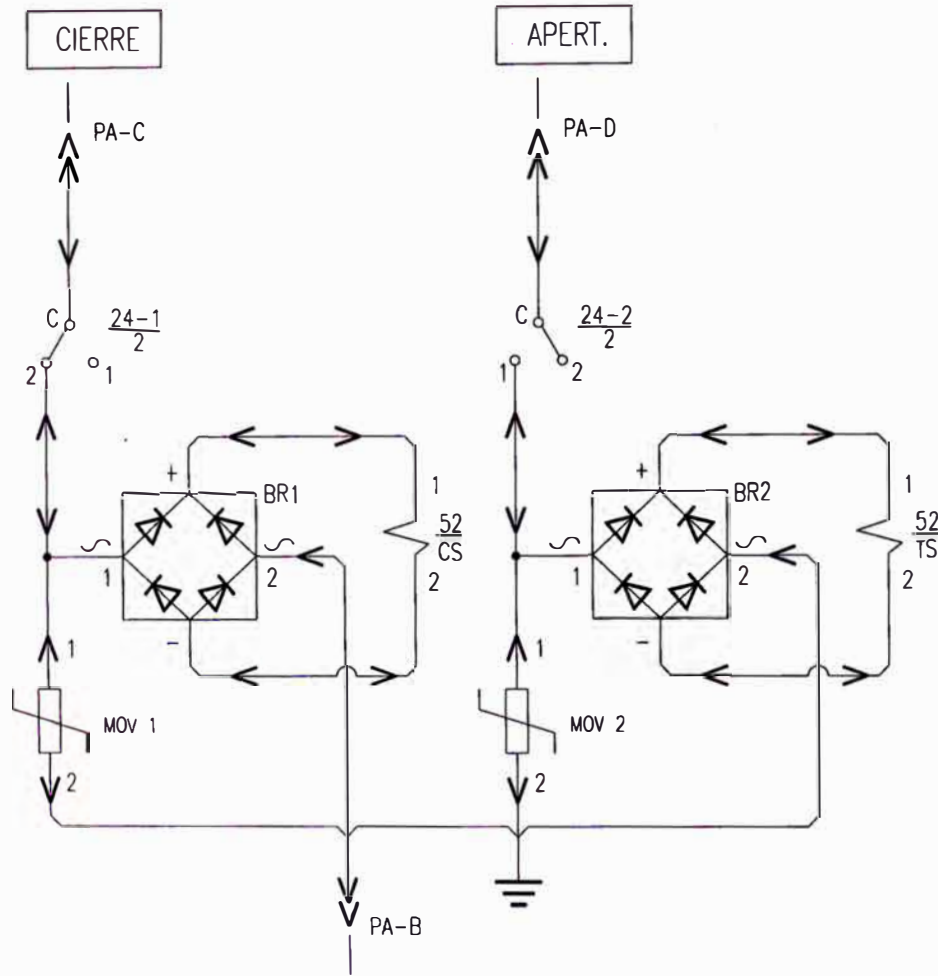
- KA34 CONTACTOR AUXILIAR
21-22 (20.13)
31-32 (.13)
- H24 PASO 3 DESCONECTADO
- H14 PASO 3 CONECTADO

CABLE THW 14 BLANCO

REV. V. B.	DESCRIPCION
REV. V. B.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO
R.F.	R.F.
FECHA	FECHA
27/09/11	21/09/11
27/09/11	21/09/11
21/09/11	21/09/11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA	DESCRIPCION : CIRCUITO DE CONTROL PASO 4 SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	USO : BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø	H / R	4490-01	
	DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.			21/09/11	CANT/PLANO	17/26
	REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.			21/09/11	N° PLANO	PE2100121
	APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.			21/09/11		

*NOTA:
 VER DETALLE DEL CIRCUITO INTERNO EN VACIO UNIPOLAR VERSA VAC
 CORRESPONDIENTES A LOS CIRCUITOS V11, V21, V31, V12, V22, V32,
 V13, V23, V33, V14, V24, V34



NOTA:

PARA EL CORRECTO USO DEL BANCO DE CONDENSADORES SE DEBERA DE TENER EN CUENTA:

1. BANCO DE CONDENSADORES EN MODO MANUAL.

EL OPERADOR DEBERA DE TENER EN CUENTA QUE ENTRE OPERACIONES DE APERTURA Y CIERRE DEL MISMO PASO DEL BANCO DEBERAN DE TRANSCURRRIR POR LO MENOS 5 MINUTOS, PARA GARANTIZAR LA DESCARGA DE LOS CONDENSADORES HASTA NIVELES NO PELIGROSOS

2. BANCO DE CONDENSADORES EN MODO AUTOMATICO

LA REGULACION DE FACTOR DE POTENCIA LA REALIZA EL CONJUNTO REGULADOR-PLC SEGUN LAS CONFIGURACIONES DE TIEMPO REALIZADAS EN EL REGULADOR Y EL PLC.

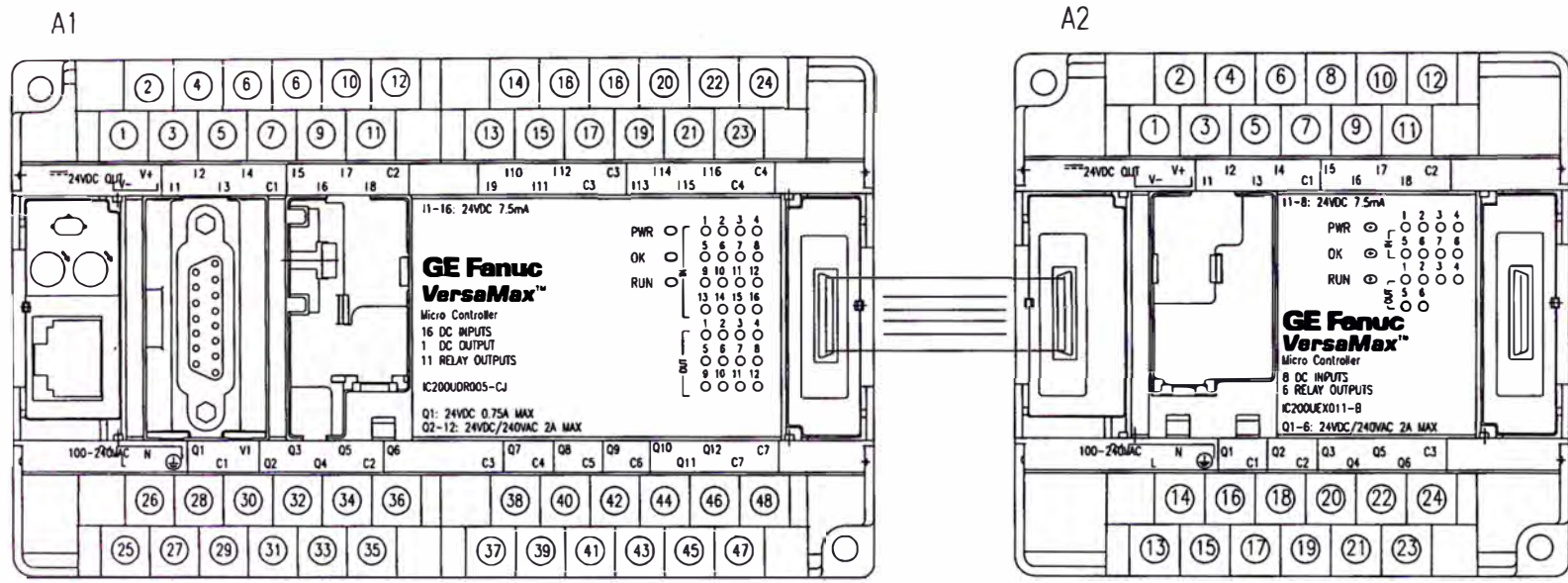
EDICION: 21/09/11
 R.F. REV. V. B.
 DESCRIPCION: EMITIDO CONFORME A FABRICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PERU	NOMBRE			
	DISEÑO	ING. R.FLORES	R.F.	
	REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION	DETALLE DE CIRCUITO INTERNO DE INTERRUPTOR EN VACIO
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	

USO	BANCO DE CONDENSADORES MT
	9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	18/26
N° PLANO	PE2100121



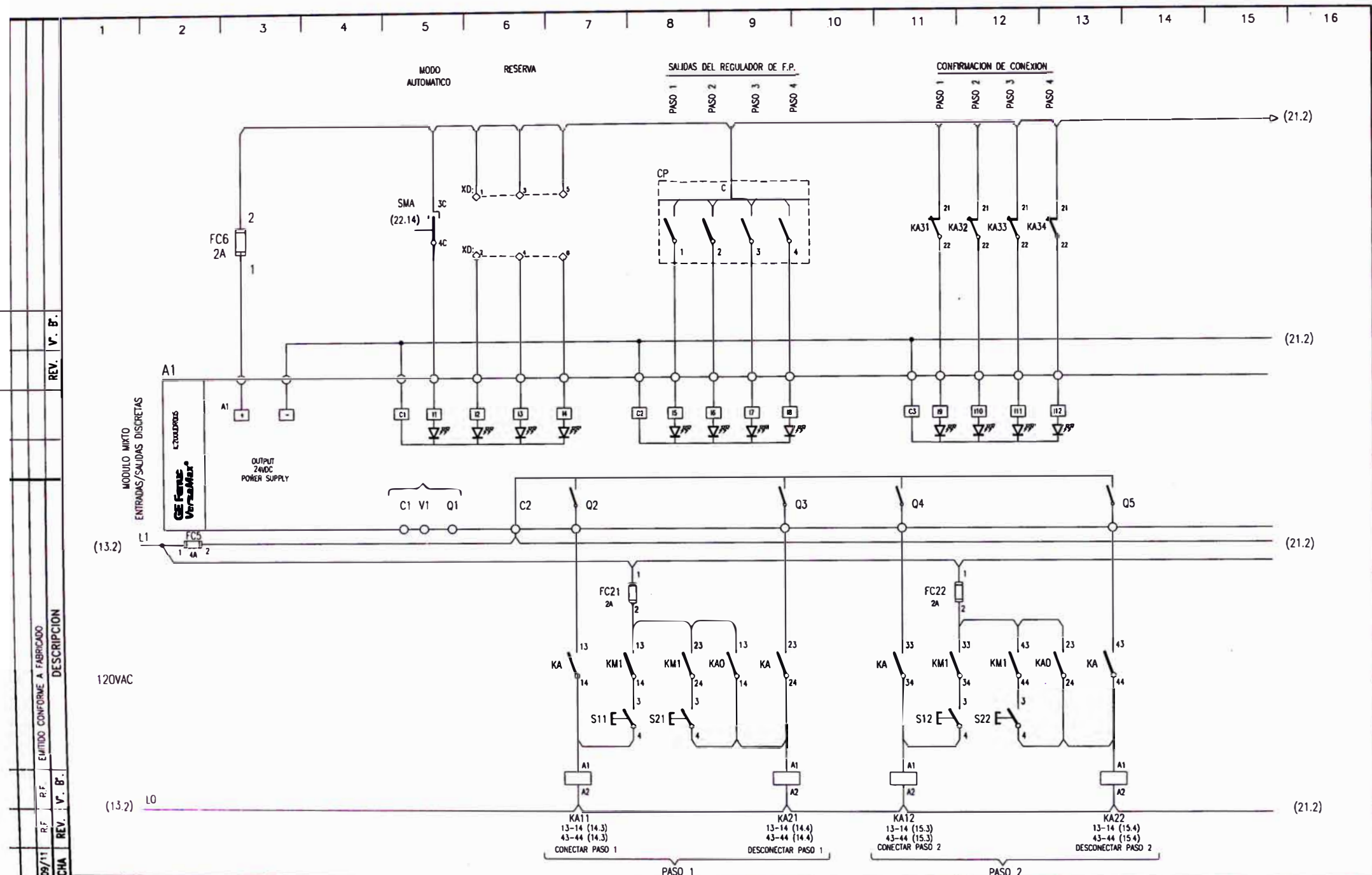
REV. V. B.	DESCRIPCION
REV. V. B.	EMISSO CONFORME A FABRICADO
REV. V. B.	R.F.
REV. V. B.	R.F.
REV. V. B.	R.F.
REV. V. B.	FECHA
REV. V. B.	FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISENADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	REVISADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11
	APROBADO	ING. R.FLORES	R.F. 21/09/11

DESCRIPCION :
ARQUITECTURA DE PLC VERSAMAX MICRO
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	19/26
N° PLANO	PE2100121



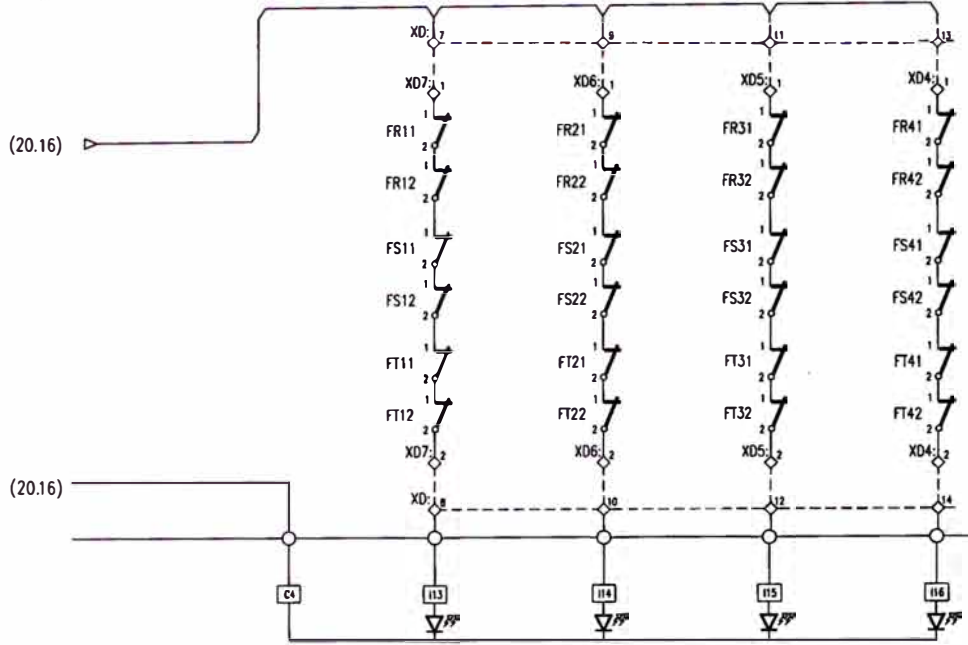
EDICION	FECHA	REV.	V. B.	DESCRIPCION
G	27/09/11	R.F.	R.F.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	LIMA	PERU			
NOMBRE	ING. R.FLORES	FIRMA	R.F.	FECHA	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	R.F.	21/09/11	
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	R.F.	21/09/11	

DESCRIPCION : CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø

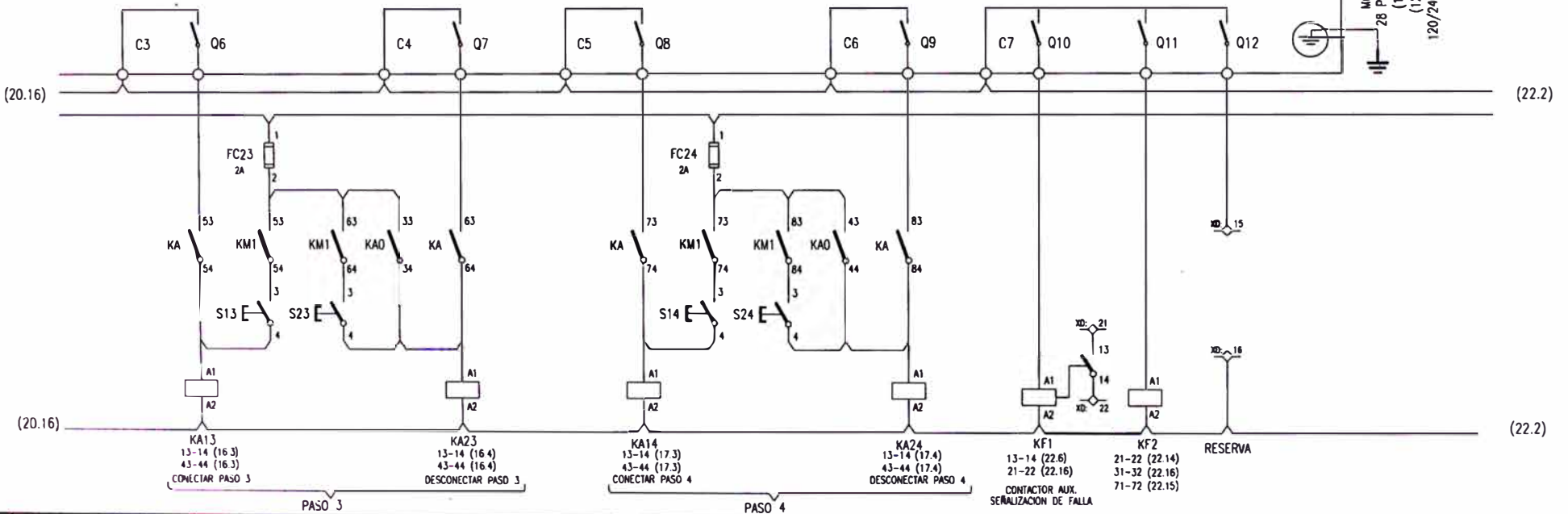
H / R	4490-01
CANT/PLANO	20/26
N° PLANO	PE2100121



XF: CONTACTOS DE INDICACION FUSION FUSIBLE
 1-2: FUSION DE FUSIBLES PASO 1 DE BANCO DE CONDENSADORES
 3-4: FUSION DE FUSIBLES PASO 2 DE BANCO DE CONDENSADORES
 5-6: FUSION DE FUSIBLES PASO 3 DE BANCO DE CONDENSADORES
 7-8: FUSION DE FUSIBLES PASO 4 DE BANCO DE CONDENSADORES

XD(7,6,5,4):1-2: BORNES A DISTANCIA UBICADOS EN LAS COLUMNAS DE CONDENSADORES

XD:7,8,9,10,11,12,13,14: BORNES A DISTANCIA UBICADOS EN CAJUELA DE CONTROL PARA RECIBIR LAS SEÑALES DE FALLA DE FUSIBLE DE PROTECCION DE CONDENSADORES.



KA13 13-14 (16.3) 43-44 (16.3) CONECTAR PASO 3
 KA23 13-14 (16.4) 43-44 (16.4) DESCONECTAR PASO 3
 PASO 3
 KA14 13-14 (17.3) 43-44 (17.3) CONECTAR PASO 4
 KA24 13-14 (17.4) 43-44 (17.4) DESCONECTAR PASO 4
 PASO 4
 KF1 13-14 (22.6) 21-22 (22.16) 31-32 (22.16) 71-72 (22.15)
 KF2 13-14 (22.6) 21-22 (22.14) 31-32 (22.16) 71-72 (22.15)
 RESERVA

EDICION	FECHA	REV.	V. B.	DESCRIPCION
C	21/09/11	R.F.		EMITIDO CONFORME A FABRICADO

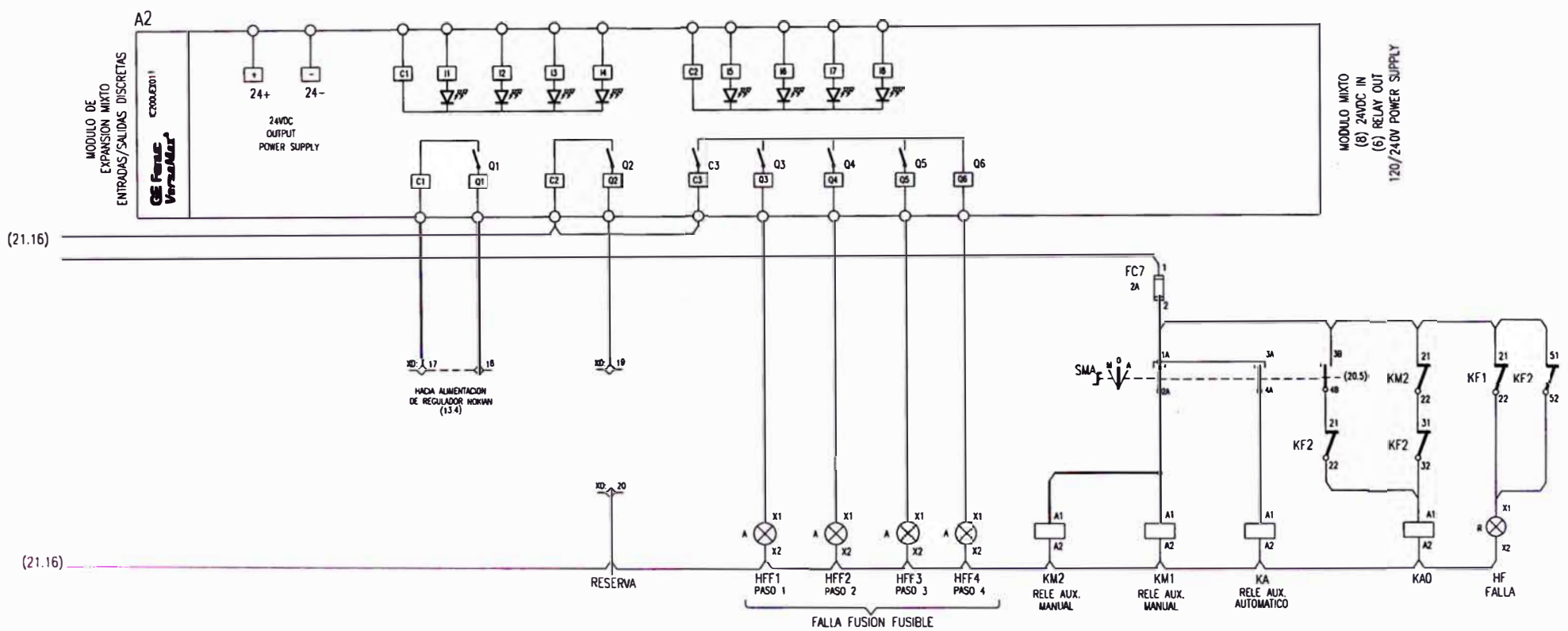
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISEÑADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	REVISADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	APROBADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION : CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC
 SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	21/26
N° PLANO	PE2100121

DIRECCIONES DE CONTACTOS PARA:			
KM1	13-14 (20.8)	53-54 (21.4)	
	23-24 (20.8)	63-64 (21.4)	
	33-34 (20.12)	73-74 (21.8)	
	43-44 (20.12)	83-84 (21.8)	
KM2	21-22 (.15)		
KA	13-14 (20.7)	53-54 (21.3)	
	23-24 (20.9)	63-64 (21.6)	
	33-34 (20.11)	73-74 (21.8)	
	43-44 (20.13)	83-84 (21.10)	
KAO	13-14 (20.9)		
	23-24 (20.12)		
	33-34 (21.5)		
	43-44 (21.10)		



EMITIDO CONFORME A FABRICADO
R.F. R.F.
FECHA REV. V. B. DESCRIPCION

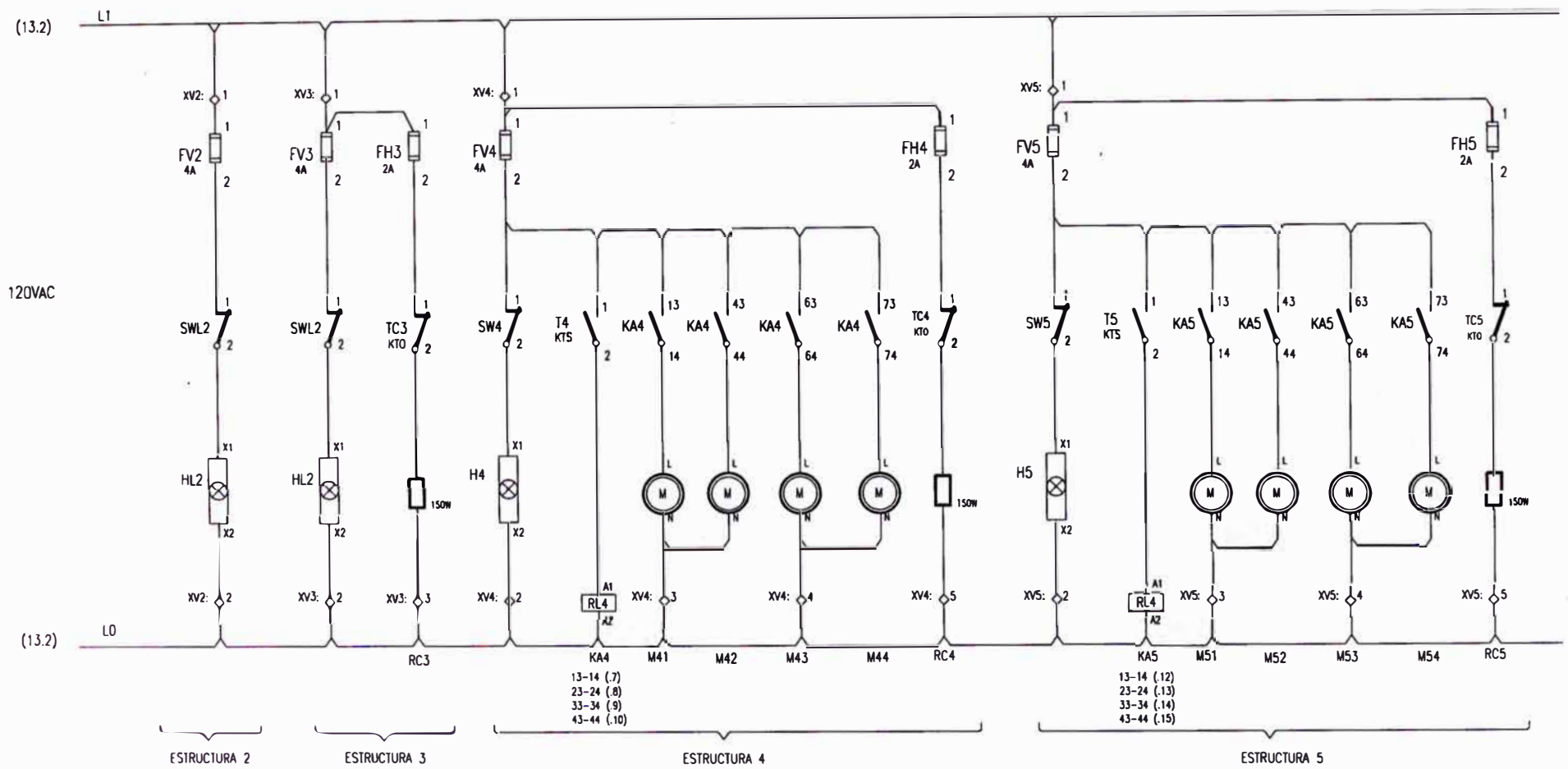
0 21/09/11 R.F. R.F.
FECHA REV. V. B. DESCRIPCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU			
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	

DESCRIPCION : CONEXIONADO DE MODULO ENTRADAS Y SALIDAS PLC
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO : BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3ø

H / R	4490-01
CANT/PLANO	22/26
N° PLANO	PE2100121



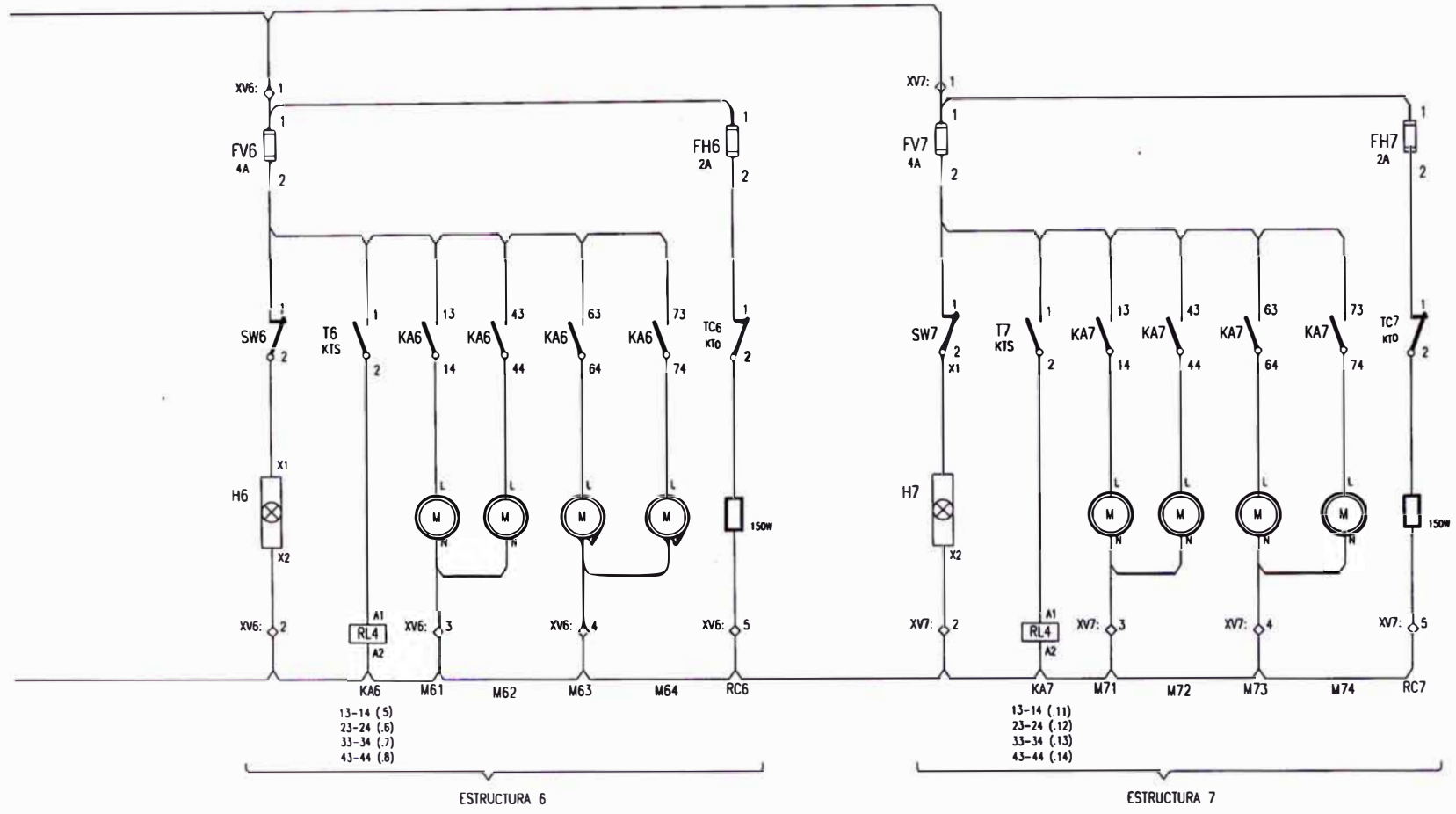
CABLE THW 14 BLANCO

EDICION	FECHA	REV.	V. B.
0	21/09/11	R.F.	
EMITIDO CONFORME A FABRICADO			
DESCRIPCION			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
LIMA PERU	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	INC. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :	SISTEMA DE VENTILACION Y CALEFACCION
USO :	BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø
	SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

H / R	4490-01
CANT/PLANO	23/26
N° PLANO	PE2100121



13-14 (.5)
23-24 (.6)
33-34 (.7)
43-44 (.8)

13-14 (.11)
23-24 (.12)
33-34 (.13)
43-44 (.14)

ESTRUCTURA 6

ESTRUCTURA 7

EDICION R.F. R.F. R.F. R.F. R.F.
FECHA 21/09/11 21/09/11 21/09/11 21/09/11 21/09/11
DESCRIPCION EMITIDO CONFORME A FABRICADO

REV. V. B.

REV. V. B.

CABLE THW 14 BLANCO

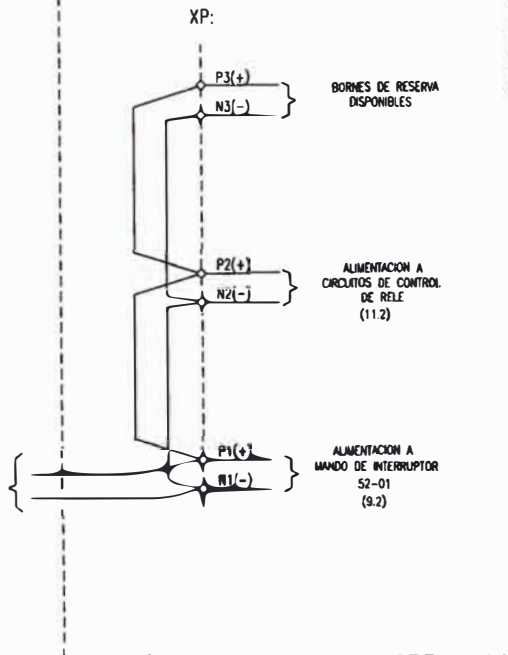
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA PERU	NOMBRE	FIRMA	FECHA
	DISEÑADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	REVISADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
	APROBADO ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :	SISTEMA DE VENTILACION Y CALEFACCION
USO :	BANCO DE CONDENSADORES MT 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Ø
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL	

H / R	4490-01
CANT/PLANO	24/26
N° PLANO	PE2100121

INTERCONEXION DE BORNES
DE ALIMENTACION AUXILIAR
ENTRE EQUIPOS

BANCO DE CONDENSADORES MT



TENSION DE ALIMENTACION
DESDE TABLERO
DE SERVICIOS AUXILIARES
110VDC

EMITIDO CONFORME A FABRICADO
DESCRIPCION
EDICION FECHA REV. R.F. V. B.

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
DIAGRAMA DE INTERCONEXION
TENSION AUXILIAR CONTINUA
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ

H / R	4490-01
CANT/PLANO	25/26
N° PLANO	PE2100121

MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

MODULO
PASO N°1

MODULO
PASO N°2

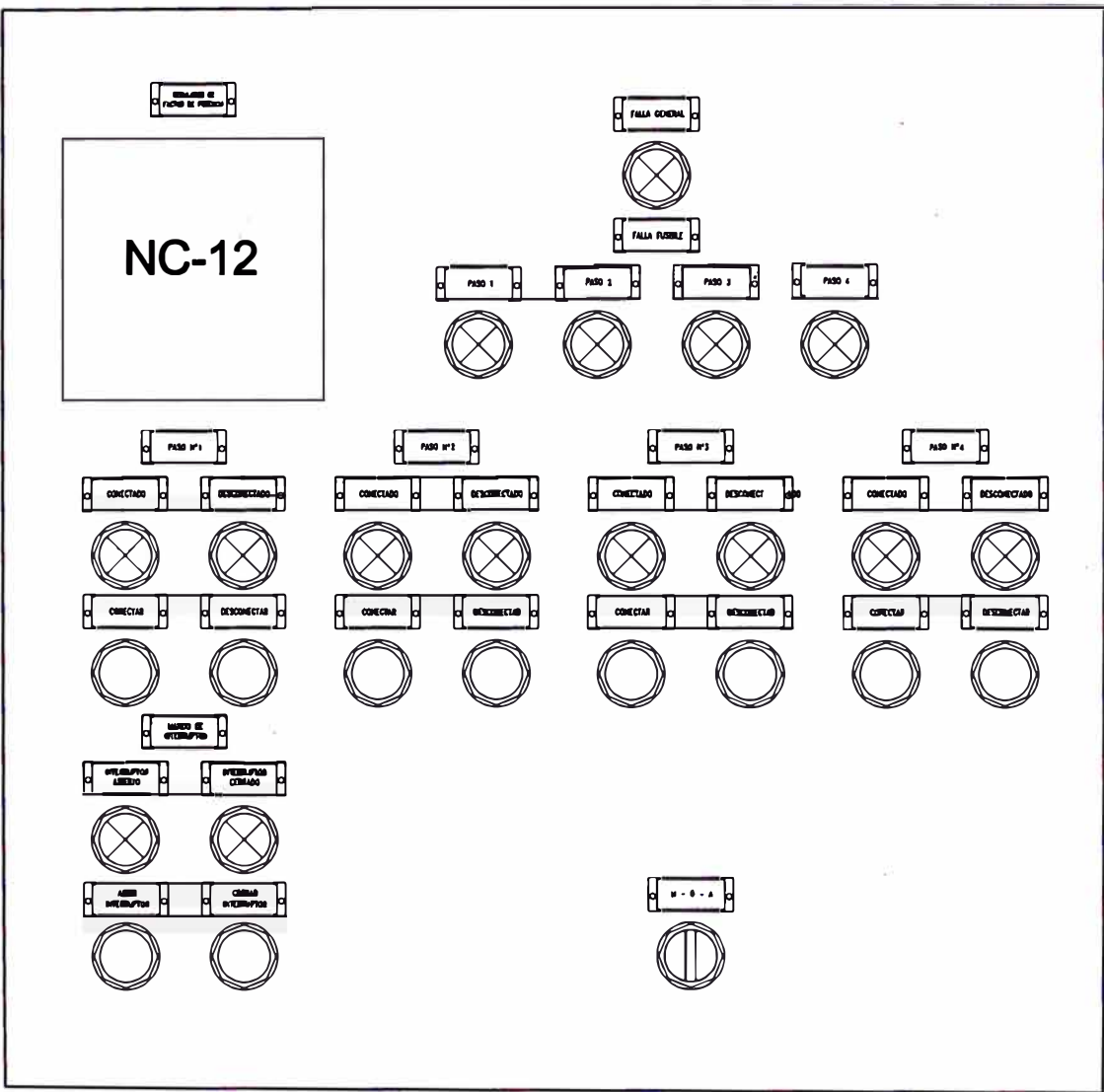
MODULO
PASO N°3

MODULO
PASO N°4

INTERRUPTOR
DE POTENCIA

SECCIONADOR
DE POTENCIA

CELDA DE
LLEGADA



EDICION / R.F. / 21/09/11 / DESCRIPCION

REV. / V. B.

REV. / V. B.

DESCRIPCION

DESCRIPCION

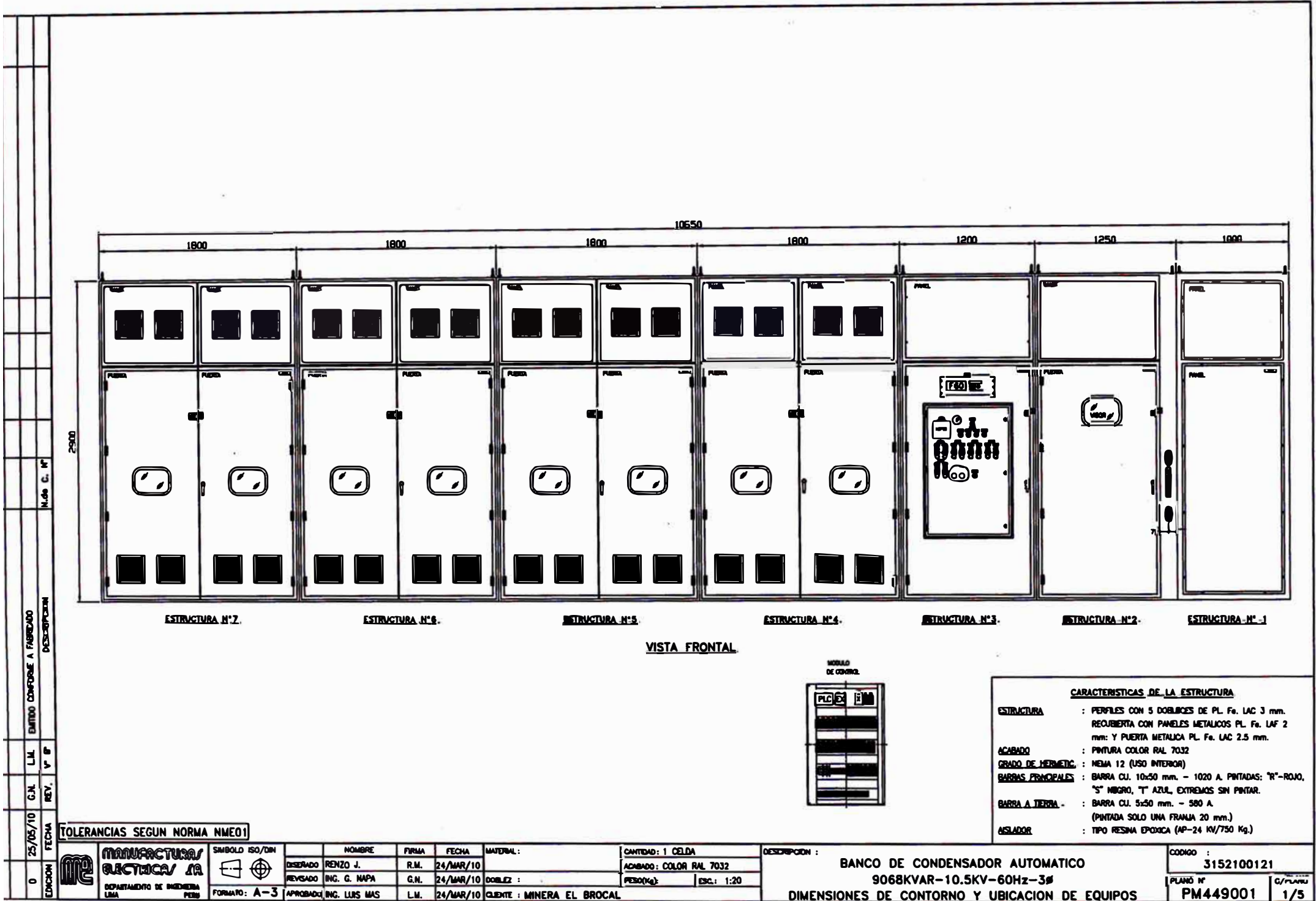
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	ING. R.FLORES	R.F.	
REVISADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11
APROBADO	ING. R.FLORES	R.F.	21/09/11

DESCRIPCION :
DETALLE DE LETREROS
EN BANCO DE CONDENSADORES
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL

USO :
BANCO DE CONDENSADORES MT
9068KVAR-10.5KV-60Hz-3ø

H / R	4490-01
CANT/PLANO	26/.
N° PLANO	PE2100121



0	25/05/10	C.H.	L.M.	DISEÑO CONFORME A FABRICADO
0	25/05/10	FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN
0	25/05/10	FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

MANUFACTURAS ELECTRICAS SA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LMA

SIMBOLO ISO/DIN	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:
	DISEÑADO	RENZO J. R.M.	24/MAR/10	CANTIDAD: 1 CELDA
	REVISADO	ING. G. NAPA G.N.	24/MAR/10	ACABADO: COLOR RAL 7032
	APROBADO	ING. LUIS MAS L.M.	24/MAR/10	DOBLEZ: PESO(Kg): ESC: 1:20

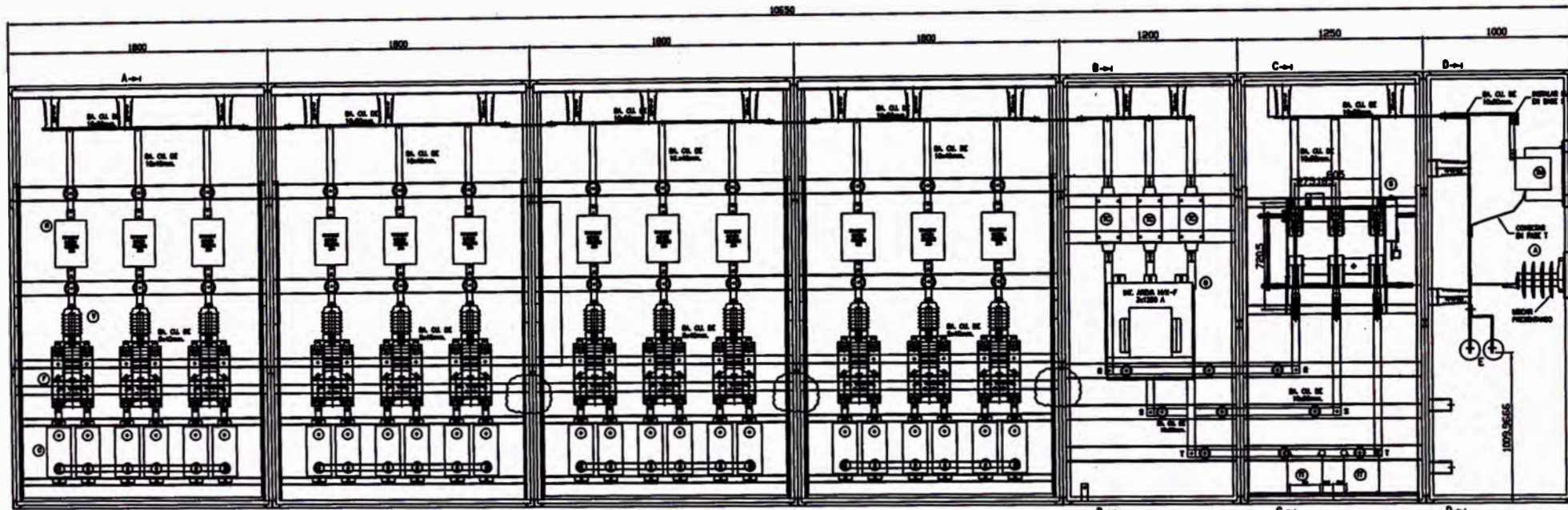
DESCRIPCIÓN : **BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO**
 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ
 DIMENSIONES DE CONORTNO Y UBICACION DE EQUIPOS

CODIGO :	3152100121
PLANO N°	PM449001
C/PLANO	1/5

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA	: PERFILES CON 5 DOBLES DE PL. Fe. LAC 3 mm. RECOBERTA CON PANELES METALICOS PL. Fe. LAF 2 mm: Y PUERTA METALICA PL. Fe. LAC 2.5 mm.
ACABADO	: PINTURA COLOR RAL 7032
GRADO DE HERMETIC.	: NEMA 12 (USO INTERIOR)
BARRAS PRINCIPALES	: BARRA CU. 10x50 mm. - 1020 A. PINTADAS: "R"-ROJO, "S" NEGRO, "T" AZUL, EXTREMOS SIN PINTAR.
BARRA A TIERRA	: BARRA CU. 5x50 mm. - 580 A. (PINTADA SOLO UNA FRANJA 20 mm.)
AISLADOR	: TIPO RESINA EPODICA (AP-24 KV/750 Kg.)





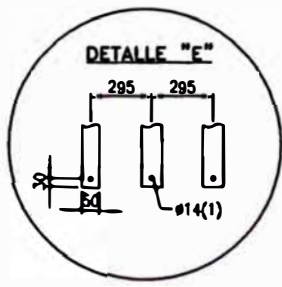
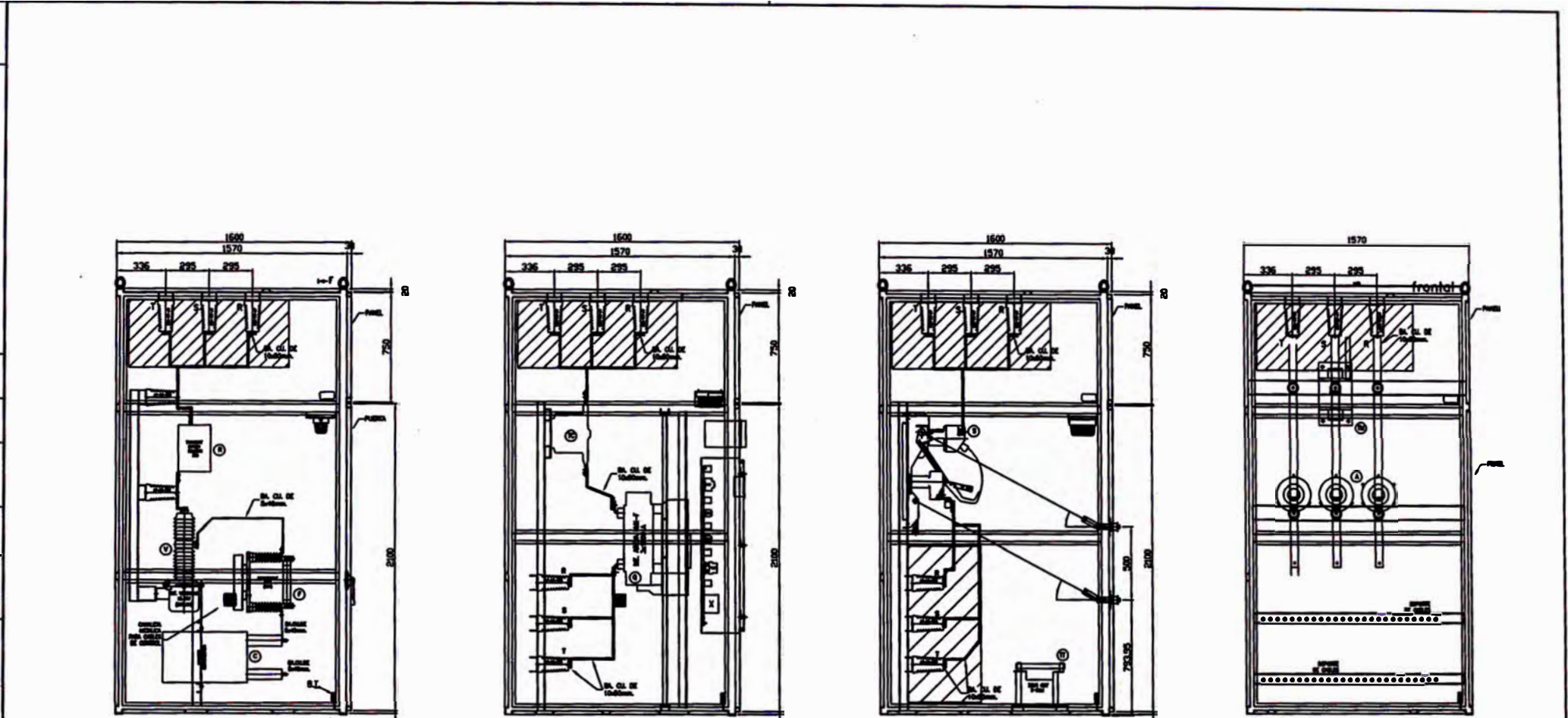
VISTA FRONTAL
(SIN PANEL/PUERTAS)

EDICION 0
 FECHA 25/05/10
 G.N. REV.
 L.M. V. B.
 ENTIDAD COMPETENTE A FABRICAR
 DESCRIPCION

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

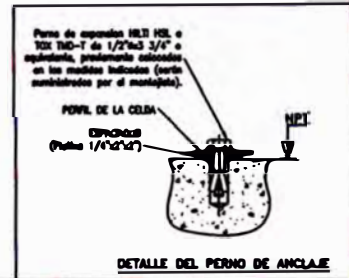
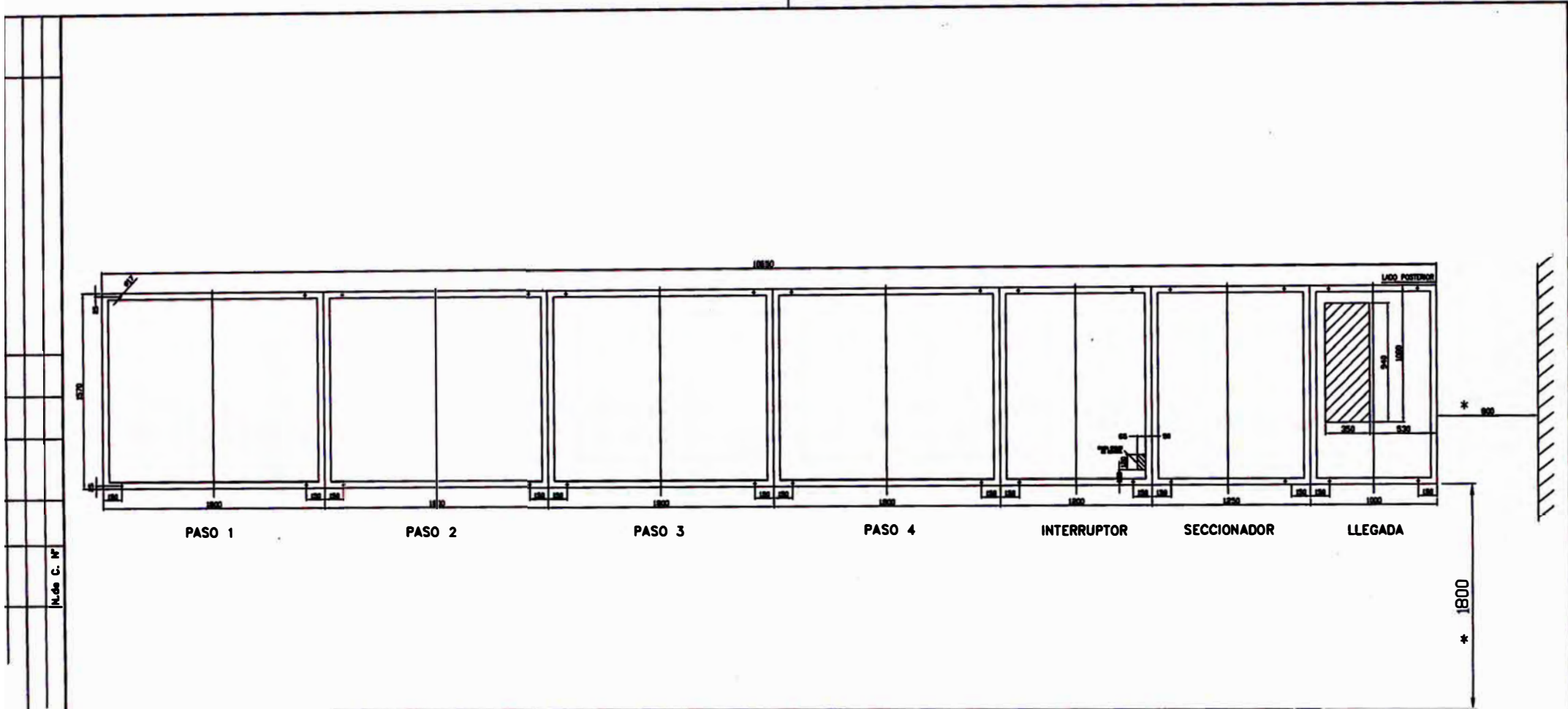
		SIMBOLO ISO/DIN		NOMBRE		FIRMA		FECHA		MATERIAL :		CANTIDAD : 1 CELDA		DESCRIPCION :		CODIGO :		
				DESARROLLADO RENZO J.	R.M.	24/MAR/10						ACABADO : COLOR RAL 7032	BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO		3152100121			
				REVISADO ING. G. NAPA	G.N.	24/MAR/10						DOBLEZ :	PESO(Kg):	ESC.: 1:20	9068KVAR-10.5KV-60Hz-3#		PLANO N°	
				APROBADO ING. LUIS MAS	L.M.	24/MAR/10						CLIENTE : MINERA EL BROCAL	DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS		PM449001		C/PLANO	

EDICION	FECHA	G.N.	L.M.	REVISIONES	DESCRIPCION
0	25/05/10				



TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

	SIMBOLO ISO/DIN 	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:	CANTIDAD: 1 CELDA	DESCRIPCION : BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3Φ DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO : 3152100121
		DISEÑADO RENZO J. REVISADO ING. G. NAPA APROBADO ING. LUIS MAS	R.M. G.M. L.M.	24/MAR/10 24/MAR/10 24/MAR/10	ACABADO: COLOR RAL 7032 PESO(Kg): CLIENTE : MINERA EL BROCAL	ESC.: 1:20		PLANO N° PM449001



0	25/05/10	C.N.	L.M.	ENTRADA CONFORME A FABRICADO
1		REV.	V. B'	DESCRIPCION

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01


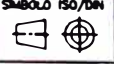
NOTA:
* DIMENSIONES EN MILIMETROS (mm)

	DESEÑADO RENZO J. R.M. 24/MAR/10 REVISADO ING. G. NAPA G.N. 24/MAR/10 APROBADO ING. LUIS MAS L.M. 24/MAR/10	NOMBRE: RENZO J. FIRMA: R.M. FECHA: 24/MAR/10	MATERIAL: CANTIDAD: 1 CELDA ACABADO: COLOR RAL 7032	DESCRIPCION: BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO: 3152100121	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LIMA PERU	SIMBOLO ISO/DIN 	FECHA: 24/MAR/10	DOBLEZ: PESO(Kg): ESC.: 1:20	PLANO N° PM449001	C/PLANO 4/5
	FORMATO: A-3	CLIENTE: MINERA EL BROCAL				

0	25/05/10	C.N.	L.M.	ENTRADA COMPONE A FABRICADO	N. de C. N°
EDICION	FECHA	REV.	V	DESCRIPCION	

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	CATALOGO	FABRICANTE
S	SECCIONADOR DE POTENCIA 27KV,125KVBIL,1200A,40KA,C/CUC.P.A.T	VA3D2714N36HMRR	ABB
Q	INTERRUPTOR FIJO EN VACIO,24KV,1250A	HVX 24-25-12-F-210	AREVA
TT	TRANSFORMADOR DE TENSION 15.5 KV, BIL 110kv	PTG5-2-110-123F	G.E.
TC	INDOOR,CT,JKM-5C WOUN TYPE,15.5KV ,600/5A	755X142017	G.E.
TM	TRANSF.CONTROL 12000V/120-240,5KVA	CPT5-95-5-123A	G.E.
R	TRANSIENT INRUSH REACTORS 47uH,200A,35KV	TIR47-200-35-	NEPSI
V	INT.CAPACITIVO.VERSA VAC.1P,200A,27.5KV, 120VAC	3148B0947G5	JOSLYN
F	HH FUSE E:292,6/12KV,125A	30.012.13.125	SIBA
C	CONDENSADOR DE 533KVAR/7.2KV 1PH 125KVBIL	RAH-98LCTZWC60	G.E.
P	REGULADOR DE FACTOR POTENCIA, 120V	NC12	NOKIAN
A	TRANQUELL XEP STATION ARRESTER	9L11XPA015S	G.E.
PM	RELE DE PROTECCION MULTIFUNCION	F60	G.E.

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

 INDUSTRIAS ELECTRICAS SA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LIMA PERU	SIMBOLO ISO/DIN 	NOMBRE DISEÑADO RENZO J. REVISADO ING. G. NAPA APROBADO ING. LUIS MAS	FIRMA R.M. G.N. L.M.	FECHA 24/MAR/10 24/MAR/10 24/MAR/10	MATERIAL : ACABADO : COLOR RAL 7032 PESO(Kg): ESC: 1:20	CANTIDAD : 1 CELDA DESCRIPCION : BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO 9068KVAR-10.5KV-60Hz-3φ DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO : 3152100121 PLANO N° PM449001	C/PLANO 5/.
	FORMATO : A-3	CLIENTE : MINERA EL BROCAL						