

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SISTEMA MONITOR DE ARCO INTERNO EN CELDAS METAL
CLAD DE 22.9KV EN UNA SUBSTACION DE DISTRIBUCION
PRIMARIA.**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

Jaime Alfredo Llanto Esteban

**PROMOCIÓN
2003 - II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**SISTEMA MONITOR DE ARCO INTERNO EN CELDAS METAL CLAD DE
22.9KV EN UNA SUBESTACION DE DISTRIBUCION PRIMARIA**

*Dedico este trabajo a:
Mis padres, que fueron, son y serán fuente
de fortaleza, inspiración y sacrificio.*

SUMARIO

Nosotros, en general todas las sociedades dependemos cada vez más del funcionamiento sin interrupciones del suministro eléctrico. La carencia causa daños tanto al proveedor de energía como al usuario provocando pérdidas de facturación y pérdidas de producción respectivamente. Independientemente de lo seguro que pueda ser un sistema eléctrico los fallos o cortocircuitos ocurren. Por tanto, cuando esto ocurra se deberá reducir al mínimo los daños y la solución es aislar la falla de manera selectiva de tal forma que la parte no afectada siga en funcionamiento.

El Sistema Monitor de Arco es un sistema de protección muy rápido para Celdas de Media Tensión. Su diseño es tal que garantiza la seguridad del personal y minimiza los daños del sistema eléctrico provocados por las corrientes de arco. Reducir los daños significa también una reparación más rápida y restaurar con mayor celeridad el suministro eléctrico. Un Sistema Monitor de Arco detecta un arco en una instalación, al interior de la celda Metal Clad ya sea en el compartimiento de cables, compartimiento de interruptor o compartimiento de barras, y mide la corriente de fallo. Al detectar el fallo el Sistema Monitor inmediatamente dispara el interruptor(es) correspondiente(s) para aislar el fallo. El Sistema Monitor de Arco opera mucho más rápido que los convencionales reles de protección y así el daño causado por un fallo o cortocircuito podrá ser reducido al mínimo.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

DEFINICION DE FALLA DEL ARCO

1.1 Definición	3
1.2 Características	4
1.3 Causas	6
1.4 Consecuencias	6

CAPÍTULO II

DEFINICION DE CELDA METAL CLAD EN MEDIA TENSION

2.1 Definición	9
2.2 Características	11
2.3 Normas de Fabricación	13

CAPÍTULO III

SISTEMA MONITOR DE ARCO INTERNO

3.1 Introducción	16
3.2 Definición	17
3.3 Componentes	17
3.4 Características	21
3.4.1 Principio de funcionamiento	21
3.4.2 Tiempo de actuación	24
3.4.3 Instalación sencilla	24
3.4.4 Seguridad adicional. Monitor con sensor de corriente	25
3.4.5 Ventajas o Beneficios del Sistema Monitor de Arco	26

CAPÍTULO IV

PROTECCION DE SOBRECORRIENTE VS PROTECCION DE ARCO

4.1 Introducción	29
4.2 Descripción	29
4.2.1 Subestación típica de Media Tensión con protección convencional	32

4.2.2 Subestación típica de Media Tensión con protección de arco	33
--	----

CAPÍTULO V

PROTECCION DE BARRA DE MEDIA TENSION VS PROTECCION DE ARCO

5.1 Introducción	37
5.2 Descripción	47
5.2.1 Protección diferencial de barras con protección convencional	40
5.2.2 Protección de barras basada en protección de arco	40

CAPÍTULO VI

APLICACIONES

6.1 Cuando la falla se origina en el compartimiento de cables	43
6.2 Cuando la falla se origina en el compartimiento de interruptor	46
6.3 Cuando la falla se origina en el compartimiento de barras	49

CAPÍTULO VII

DIFERENCIA DE DAÑOS PROVOCADOS POR UN FALLO

7.1 Diferencias de daños producidos por un fallo en Celdas Metal Clad que usan protección de arco frente a los que no usan protección de arco	52
---	----

CAPITULO VIII

EXPERIENCIAS

8.1 Subestación de distribución Primaria Huachipa 22.9kV, 2000 A, 20kA, 60Hz	62
8.2 Subestación de distribución Primaria Bujama 22.9kV, 2000 A, 20kA, 60Hz	67

CONCLUSIONES	72
---------------------	----

ANEXO A	73
----------------	----

ANEXO B	79
----------------	----

ANEXO C	90
----------------	----

BIBLIOGRAFÍA	95
---------------------	----

PROLOGO

El presente informe trata de puntualizar el uso del Sistema Monitor de Arco Interno y su aplicación en las Celdas Metal Clad aisladas en aire de Media Tensión, particularmente en el nivel de tensión de 22.9kV de una Red de Distribución Primaria. Este Sistema Monitor se diseño motivado por reducir al mínimo los daños causados por el sistema eléctrico al producirse un fallo (cortocircuito) al interior de la celda Metal Clad. La solución fundamental consistiría en aislar la falla tan rápido como sea posible, mientras se mantiene el funcionamiento del resto de las partes no afectadas y de esa manera se evitarían cortes prolongados de suministro eléctrico que causan perdida de facturación al proveedor de energía eléctrica y perdidas de producción al consumidor del suministro eléctrico.

En el capitulo I se presentara una definición de falla de arco, características y sus efectos.

En el capitulo II se presentara una definición de Celda Metal Clad aisladas en aire en Media Tensión y su característica mas importante como lo es la compartimentación en cuatro cubículos: compartimiento de aparato de maniobra extraíble y con corte del arco eléctrico al vacío, compartimiento de cables, compartimiento de conexiones de baja tensión y compartimiento de barras.

En el capitulo III presentaremos al Sistema Monitor de Arco Interno, utilización, características, componentes, importancia y nos referiremos brevemente a la norma IEC 62 271-200 en la que exige que toda Celda de Media Tensión debe tener protección contra arcos internos.

En los capítulos IV y V nos referiremos a las diferencia que se presentan entre una protección contra fallos o cortocircuitos convencional versus la protección con el Sistema Monitor de Arco puntualizando básicamente en los tiempos de actuación de ambas protecciones.

En el capitulo VI presentaremos una aplicación del Sistema Monitor de Arco en 05 Celdas Metal Clad aisladas en aire de 22.9kV de una Subestación de Distribución Primaria, ilustraremos en diagramas las conexiones desde el Sistema Monitor de Arco a los diversos compartimientos de las Celdas Metal Clad (compartimiento de cables, aparato de maniobra, conexiones de baja tensión y barras).

En el capítulo VII mostraremos mediante video y fotos la diferencia de efectos que se producen cuando ocurre un fallo en celdas que usan el Sistema Monitor y en los que no lo usan.

CAPITULO I

DEFINICION DE FALLA DEL ARCO

1.1 Definición

Es un cortocircuito que se da a través del aire entre una parte viva y tierra o entre partes vivas. Este cortocircuito es generado por errores humanos, malas instalaciones, contactos erróneos y otras contingencias que conllevan a las fallas eléctricas y que es uno de los más severos al que puede estar sometido una celda en Media Tensión.

Los sistemas eléctricos, generalmente inductivos, dotan a los electrones de suficiente energía para acortar la distancia que aparece en la zona de separación de los conductores. Normalmente, son los primeros electrones los que ionizan el medio que los rodea, sea el que sea, y la creación de plasma facilita desde el principio el paso de la corriente.

La falla del arco eléctrico o cortocircuito aparece en un medio gaseoso, por perforación dieléctrica entre dos electrodos o a partir de un valor de campo eléctrico E/d , que depende de la forma de los electrodos y de la naturaleza y la densidad del gas (ver figura 1.1, siendo “d” la distancia entre los electrodos).

Por tanto, siempre es necesario tener en cuenta cierta separación mínima de los electrodos o conductores para evitar la perforación dieléctrica del medio, y mas aun, teniendo en cuenta que los sistemas eléctricos son generalmente inductivos nos obliga a aumentar la distancia mínima de separación entre electrodos.

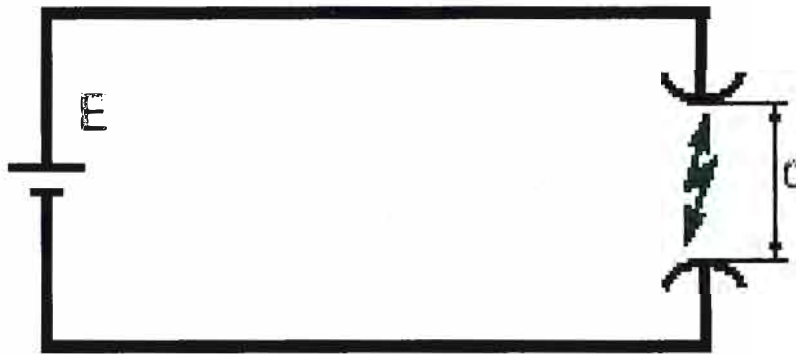


Figura 1.1: El arco eléctrico y la influencia del campo E/d.

1.2 Características

Entre las más importantes características del fallo del Arco son los siguientes:

- a) Se emiten grandes cantidades de energía en pocos milisegundos.
- b) El fallo de Arco se presenta en alta radiación tanto de luz visible como invisible, aproximadamente entre longitudes de onda que van desde 300nm a 1500nm.
- c) La temperatura del Arco es mayor a 10000 °C.
- d) La resistencia durante la descarga del Arco puede variar y siendo la Energía proporcional a I^2t (ver figura 1.2 y figura 1.3, donde I: corriente, t: tiempo).
- e) El proceso del fallo de Arco tiene tres fases importantes:
 - Fase de Compresión, cuando se produce una sobre presión rápida e importante sin emisión de gases. Esta fase se da entre los primeros 5 a 20ms.
 - Fase de Emisión, es la fase cuando se generan los gases y el arco empieza a expandirse, se alcanza niveles de incendio. Esta fase se da entre 20 a 50ms.
 - Fase de Fusión o Térmico, es la fase cuando se agrede térmicamente al material solidó. Esta fase se desarrolla hasta que corte el Arco.
- f) Para que no exista riesgos de sobrepresión y/o fusión de material, el dispositivo actuante debe interrumpir el Arco en un tiempo menor a 50ms.
- g) La falla del Arco o cortocircuito se mueve a gran velocidad, hasta 100m/s.

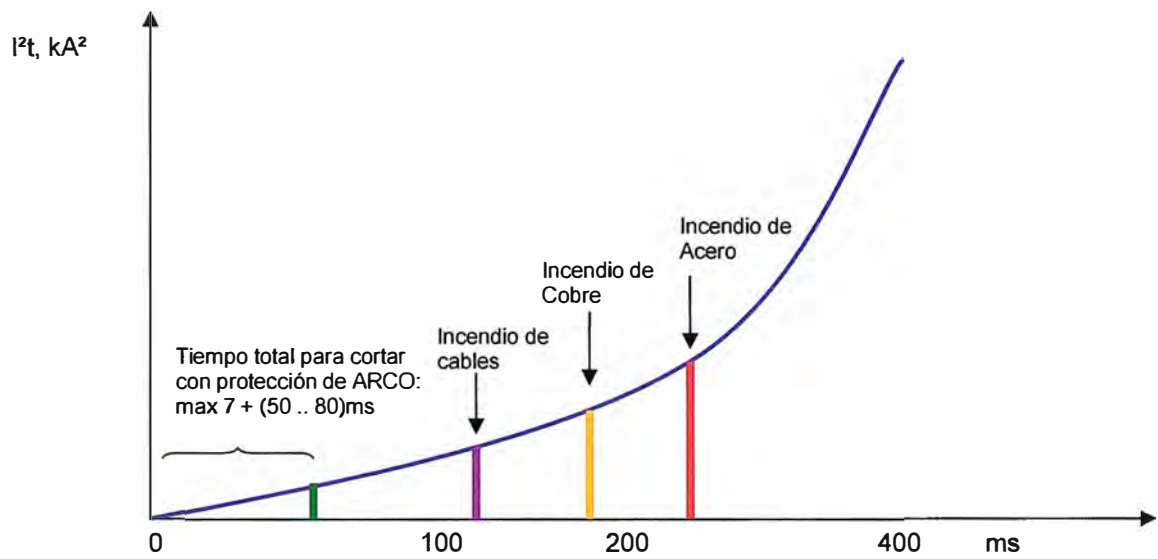


Figura 1.2: La Energía es proporcional a I^2t .

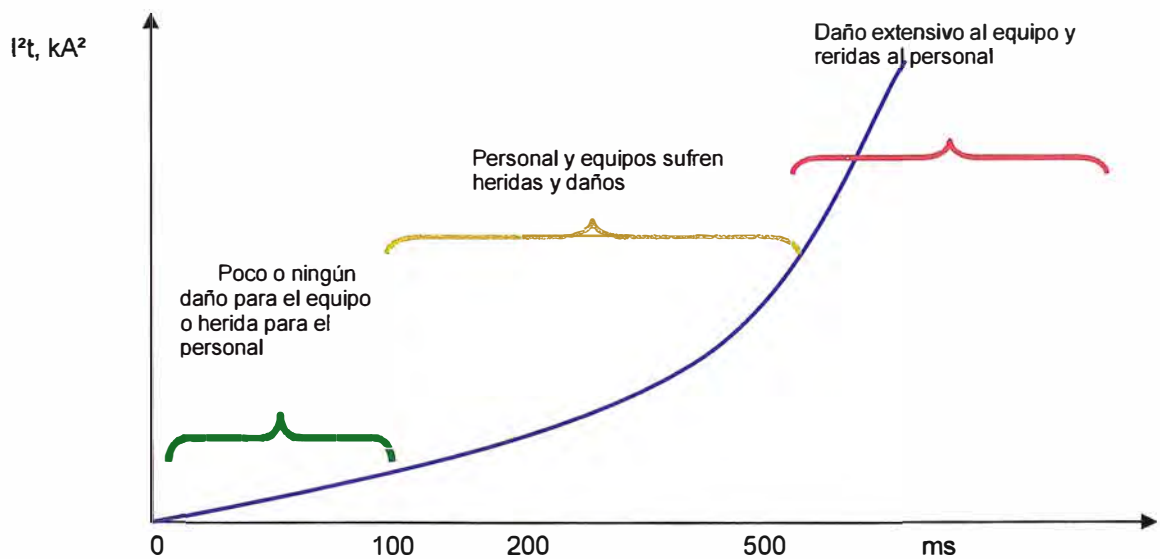


Figura 1.3: Daño causado por el ARCO depende de la corriente de arco y tiempo.

1.3 Causas

Las causas que provocan los fallos del Arco son atribuibles desde los errores humanos hasta agentes externos tales como:

- a) Errores Humanos.- Entre los mas usuales tenemos los siguientes:
 - Conexiones deficientes
 - Olvido de herramientas al interior de las celdas de Media Tensión.

- Fallas durante la fabricación.
- Errores en los cálculos de diseño tales como distancias mínimas de seguridad.
- Maniobras equivocadas en las celdas de Media Tensión.
- Falta de equipamiento o materiales para las celdas de Media Tensión.

b) Agentes Externos.- Entre los mas comunes tenemos:

- Polución agresiva del medio ambiente.
- Animales que se introducen a las celdas de Media Tensión.
- Deterioro.

1.4 Consecuencias

El fenómeno del Arco eléctrico o cortocircuito es de los daños el mas severo que puede ocurrir trayendo consigo dramáticas consecuencias si es que no se prevé su extinción en el mas breve plazo.

Los efectos o consecuencias más importantes del Arco tienen que ver con lesiones graves o muertes de operarios, grandes daños en las instalaciones e indisponibilidades prolongadas del equipamiento.

Es importante anotar que los cortes prolongados de suministro debido a los cortocircuitos causan perdida de facturación al proveedor de energía eléctrica y perdidas de producción al consumidor del suministro eléctrico, siendo esta una de las principales consecuencias que nuestra sociedad hoy en día viene sufriendo.

De no contar con un sistema que actué rápidamente en la extinción, los fallos de arco podrían desencadenar desde un incendio hasta una explosión con lamentables pérdidas humanas y cuantiosa pérdida económica.

En la figura 1.4 se muestra una celda de Media Tensión con la puerta frontal abierta y doblada a consecuencia de una explosión provocada por un cortocircuito, además podemos apreciar que los efectos de la explosión también afectaron a las celdas contiguas. Es evidente los daños materiales provocados y es inevitable la interrogante que habría sucedido con el operador de la celda de haberse encontrado en ese lugar y en ese instante?.



Figura 1.4: Explosión provocada por un cortocircuito.

Un fallo del Arco o cortocircuito además de provocar incendios, explosiones y altas temperaturas también ocasiona la expulsión de gases tóxicos que podrían ser fatales para los operadores de las celdas y los que estén a los alrededores.

Erróneamente se piensa que una manera de evitar daños al personal operador a causa de una explosión por un cortocircuito es reforzando mecánicamente las celdas de Media Tensión, tener en cuenta que eso aumentaría considerablemente el costo de las mismas y a la vez se complicaría su maniobrabilidad.

En la figura 1.5 se muestra otra explosión e incendio provocada por un cortocircuito con resultado más devastador, las celdas se muestran inservibles.



Figura 1.5: Explosión e incendio producto de un cortocircuito.

CAPITULO II

DEFINICION DE CELDA METAL CLAD EN MEDIA TENSION

2.1 Definición

De acuerdo a la norma IEC 60 298, es un término genérico que relaciona a los dispositivos de maniobra y sus combinaciones asociados con equipamientos de protección, control, medición y regulación, también es la unión de tales dispositivos y equipamientos con interconexiones asociadas, accesorios y estructuras soportes.

También las celdas de Media Tensión son nudos importantes en los sistemas de suministros de energía modernos. Por eso es tan importante su funcionamiento confiable y sus maniobras claramente definidas de acuerdo con los parámetros especificados, así como de la seguridad del personal y la protección contra averías en caso de sobrecarga.

Además, podríamos definir a las celdas Metal Clad de Media Tensión como gabinetes metálicas autosoportadas estructuradas por compartimientos netamente metálicas en las que se alojan el aparato de maniobra, conexionado de cables de poder, barras de cobre y conexionados de baja tensión (control y protección de la celda).

En las celdas Metal Clad el aparato de maniobra es extraíble, de esta manera se podrá realizar trabajos de mantenimiento en compartimientos de cables o aparato de maniobra mientras las barras estén en servicio continuo (energizadas) garantizando la protección del personal operador de la celda.

La figura 2.1 muestra un corte de la Celda Metal Clad en la que se aprecian los cuatro compartimientos en la que el medio de aislamiento entre ellos y entre los componentes al interior de la celda es el aire.

Los compartimientos de una celda Metal Clad son cuatro y se muestran de la siguiente manera:

- Lado izquierdo, se muestra el compartimiento de aparato de maniobra extraíble y con corte del arco eléctrico en botellas de vacío.

- Lado superior izquierdo, se muestra el compartimiento de conexiones de baja tensión, en este se encuentran todos los circuitos de protección, control, medición y regulación del aparato de maniobra y otros accesorios interconectados, en general de toda la Celda Metal Clad.
- Lado inferior derecho, se muestra el compartimiento de cables de potencia, aquí es donde se conectan los cables de potencia a la celda Metal Clad y también se encuentran los transformadores de medición de corriente, tensión y seccionador de puesta a tierra si lo hubiera, algunas veces también se ubican en este compartimiento los pararrayos.
- Lado superior derecho, el compartimiento de barras de cobre puro, mediante estas se realizan las interconexiones con otras celdas formando de esa manera un tren de celdas con una sola barra en común. Esta barra vendría a ser un nodo a la que ingresan y salen las corrientes eléctricas.

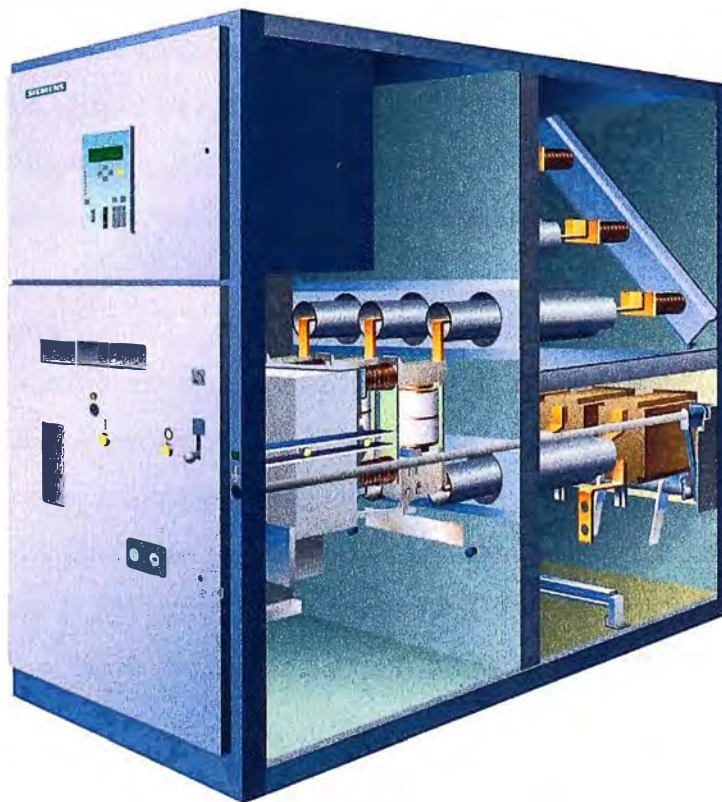


Figura 2.1: Celda Metal Clad aislada en aire de Media Tensión.

2.2 Características

Las características más resaltantes de las celdas Metal Clad aisladas en aire son:

- Todas las operaciones de apertura y cierre del aparato de maniobra con corte del arco eléctrico al vacío se realizan con la puerta cerrada, mas aun la extracción hasta la posición de seccionamiento deberá realizarse con la puerta cerrada.
- Las celdas Metal Clad tienen sistemas de enclavamientos mecánicos y algunas veces eléctricos para evitar realizar operaciones con el aparato de maniobra con la puerta abierta, evitando poner en riesgo la vida del personal operador.
- Protección contra contactos directos y contra la penetración de cuerpos extraños, esto se garantiza con la compartimentación de la celda y con grado de protección IP4X para celda tipo interior, respectivamente.
- Los compartimientos son en chapa de acero a prueba de arcos eléctricos internos.
- Desplazamiento del modulo extraíble dentro de la celda mediante rodillos con rodamientos de bolas en el aparato de maniobra.
- Desplazamiento del modulo extraíble fuera de la celda con la ayuda de un carro externo para el aparato de maniobra.

En las figuras 2.2 y figura 2.3 mostraremos las posiciones del aparato de maniobra en posición conectado o de servicio y posición de desconectado o de seccionamiento (extraíble), respectivamente.

En las mismas figuras 2.2 y 2.3 podemos apreciar a los transformadores de medición de tensión y corriente, este último importante para medir la sobrecorriente (tener en cuenta que la sobrecorriente se origina debido a una falla de arco o cortocircuito) y poner en alerta al Sistema Monitor de Arco Interno que lo aguardaremos en el próximo capítulo.

Adicionalmente en las figuras antes mencionadas, podemos visualizar los terminales donde se conectarán los cables de potencia, esta se muestran al costado derecho del transformador de tensión. También observamos en la parte superior izquierda el compartimiento de barra.

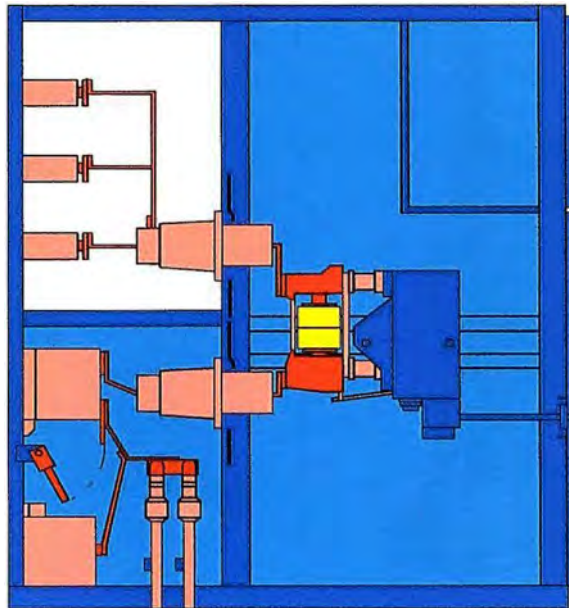


Figura 2.2: Aparato de maniobra en posición de servicio.

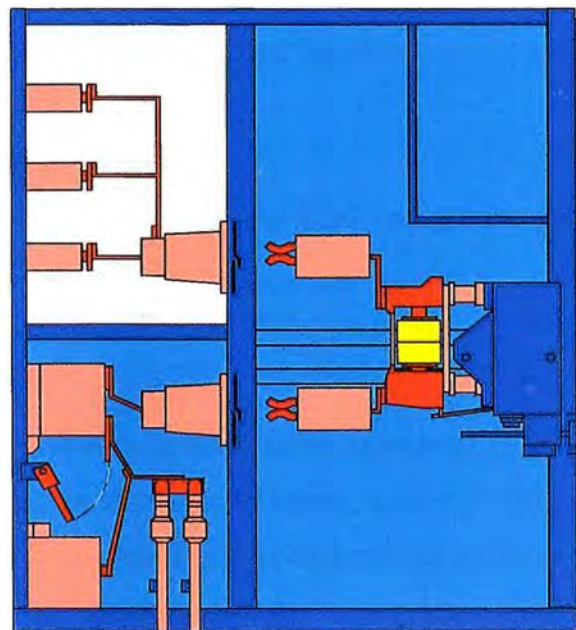


Figura 2.3: Aparato de maniobra en posición de seccionamiento.

La figura 2.4 muestra el carro para la extracción fuera de la celda al aparato de maniobra

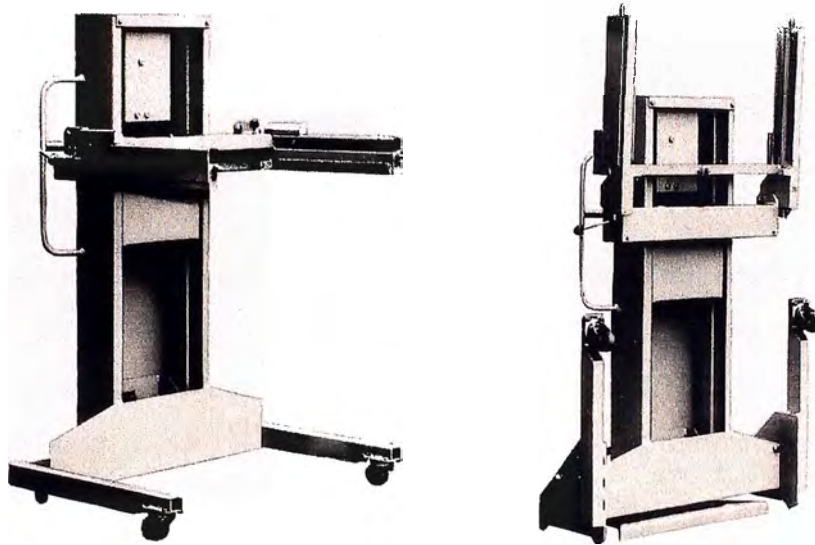


Figura 2.4: Carro para extracción fuera de la celda, a la izquierda lista para utilizar y a la derecha plegado.

2.3 Normas de Fabricación

Las normas de fabricación para las celdas Metal Clad y en general para toda celda desde 1kV hasta 52kV son:

- IEC 60 298 (1990) + Adm. 1 (1994)
- IEC 62 271-200

Es importante resaltar que la norma de fabricación vigente es la IEC 62 271-200 y aunque la norma IEC 60 298 era una gran ayuda, con el tiempo fue superada por el desarrollo técnico. Básicamente, el desarrollo de los interruptores de potencia al vacío libres de mantenimiento, redujo considerablemente las veces de acceder a la celda a realizar mantenimiento a los interruptores de potencia. Por esta razón y por otras que continuación detallamos perdió vigencia la norma IEC 60 298.

La nueva norma IEC 62 271-200 destaca cuatro características esenciales:

- Exigencias dieléctricas modificadas, se exigen 25 impulsos de tensión contra los 15 impulsos de tensión de la IEC 60 298.

- Los interruptores y seccionadores de tierra se prueban dentro de las celdas y no por separado según la IEC 60 298.
- Nueva clasificación de la compartimentación, en vez de los términos Metal Clad según la norma IEC 60 298 ahora con la norma vigente se usara el termino PM (Compartimentación Metálica).
- Clasificación de arco eléctrico mas severa, toda celda fabricada bajo esta nueva norma tendrá que ser a prueba de arco interno.

En el ANEXO A se muestra un resumen de la norma vigente IEC 62 271-200.

A continuación la figura 2.5 y figura 2.6 muestran dos maneras diferentes como las norma clasifican a las celdas de Media Tensión y como para la norma IEC 60 298 era opcional que las celdas cumplieran con ser a prueba de arco interno.

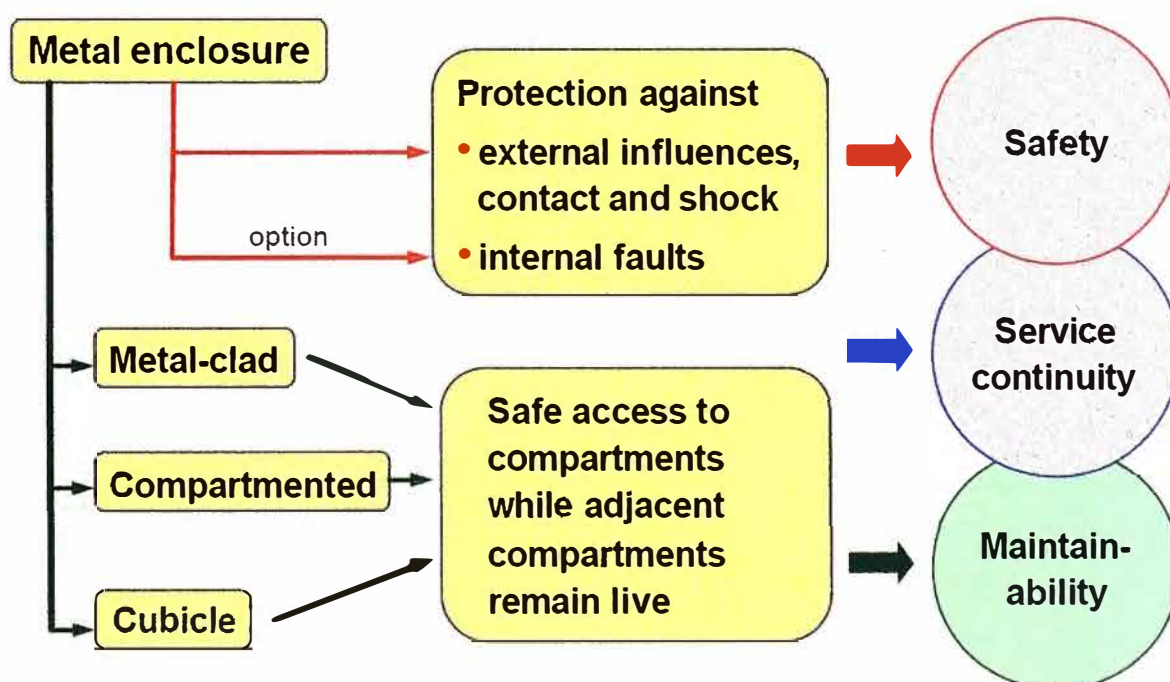


Figura 2.5: Clasificación de las celdas de acuerdo a la norma IEC 60 298.

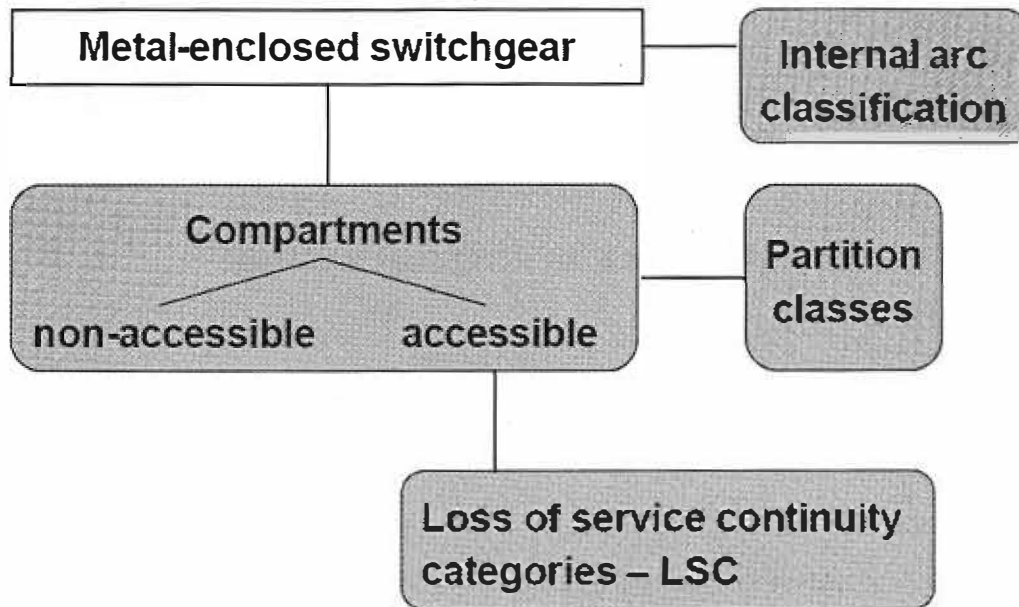


Figura 2.6: Clasificación de las celdas de acuerdo a la norma vigente IEC 62 271-200.

CAPITULO III

SISTEMA MONITOR DE ARCO INTERNO

3.1 Introducción

Actualmente la demanda de energía eléctrica crece de una manera exponencial y con ello la calidad en la continuidad de servicio del suministro eléctrico es más estricta y exigente, causándose graves pérdidas económicas cuando el proveedor lo restringe o cuando fallen sus instalaciones eléctricas producto de por ejemplo un cortocircuito. Además, es importante mencionar que cuando esto último suceda es muy probable que el personal operador se vea afectado de graves lesiones o incluso la muerte.

El método para menguar tales pérdidas económicas y/o daños al personal es aislar en el menor tiempo posible las fuentes que originan la falla o cortocircuito. Para tal objetivo se ha desarrollado el Sistema Monitor de Arco Interno cuya función principal es aislar las posibles fuentes de falla en el sistema eléctrico, valiéndose de sensores de luz dispuestas en cada compartimiento de la celda Metal Clad y midiendo a través de los transformadores de corriente instaladas en las celdas las sobrecorrientes originadas por el cortocircuito, de esta manera se mandara una señal a un centro monitor y este a su vez emitirá una señal al interruptor de potencia que alimenta la falla y desconectará.

Es importante programar una lógica adecuada que asegure la actuación rápida del sistema Monitor para despejar fallas en un sistema eléctrico y así evitar explosiones y/o incendios con consecuencias graves.

Hoy en día, las subestaciones eléctricas de distribución primaria extreman la seguridad contra cortocircuitos y la tendencia es el empleo de estos Sistemas Monitores de Arco Interno dentro de las celdas Metal Clad, particularmente en el nivel de tensión de 22.9kV.

3.2 Definición

El Sistema Monitor de Arco Interno es un sistema de protección fácilmente adaptable para la protección de los sistemas eléctricos de distribución- Este sistema reduce significativamente el riesgo potencial de daño a las personas y a la pérdida de la producción de los materiales originados por falla de arco.

Es un sistema modular que consiste de una unidad central. Unidades de entradas/salidas I/O, sensores de arco eléctrico y posibles relés multiplicadores o mezcladores.

Este sistema de protección de arco es adecuado tanto para celdas de media tensión. En adición a las instalaciones de nuevas celdas, el sistema también puede ser instalado en celdas existentes.

El Sistema Monitor de Arco Interno es en resumen:

- Tiempo de operación del sistema de 1 a 7 milisegundos.
- Localización precisa de la falla de arco.
- Cuatro zonas selectivas de protección.
- Sistema de cableado mediante fibra óptica.
- Es configurable.

3.3 Componentes

El sistema está compuesto por Monitores de Arco y Mezcladores ópticos, que los llamaremos MAI2-CC, MAI2-SC y MO2 respectivamente (los modelos mencionados son del Fabricante Boherdi-Argentina).

Los MAI poseen entradas y salidas ópticas, indicación visible, sensor de sobrecorriente (modelo MAI2-CC), salidas de alarma y una lógica de operación configurable.

MAI2-SC (Ver figura 3.1)

- Tensión de entrada: 48/110/220 Vcc
- Tensión de salida: 12 Vcc y 17 Vcc
- 8 entradas de luz de arco.
- 4/5 salidas de disparo.
- 3 entradas ópticas (señal de sobrecorriente por fibra óptica).
- 2 salidas ópticas (sobrecorriente y luz de arco).

- 2 contactos normalmente abiertos para señalar disparos y 1 normalmente cerrado alarma por supervisión interna.



Figura 3.1: Monitor MAI2-SC.

Este monitor MAI2-SC a diferencia del monitor que a continuación describiremos modelo MAI2-CC no posee medición de corriente.

MAI2-CC (Ver figura 3.2)

- Tensión de entrada: 48/110/220 Vcc
- Tensión de salida: 12 Vcc y 17 Vcc
- 8 entradas de luz de arco.
- 4/5 salidas de disparo.
- 3 entradas ópticas (señal de sobrecorriente por fibra óptica).
- 2 salidas ópticas (sobrecorriente y luz de arco).
- 2 contactos normalmente abiertos para señalar disparos y 1 normalmente cerrado alarma por supervisión interna.
- Medición de corriente

Este monitor medirá las sobrecorrientes que se presentan cuando ocurra una falla de arco o cortocircuito.



Figura 3.2: Monitor MAI2-CC.

Los MO2 permiten unificar la señal proveniente de 3 sensores de arco en una sola (frecuentemente utilizado con captosres que provienen de una misma celda); esto implica un ahorro en la cantidad de fibra óptica y en la facilidad de conexionado.

MO2 (Ver figuras 3.3 y 3.4)

- 3 entradas ópticas (opcional 4).
- 1 salida óptica.
- Entradas no responden a una luz permanente.
- 1 contacto normalmente cerrado para supervisión interna.
- Alimentación en tensión continua.



Figura 3.3: Mezclador MO2.

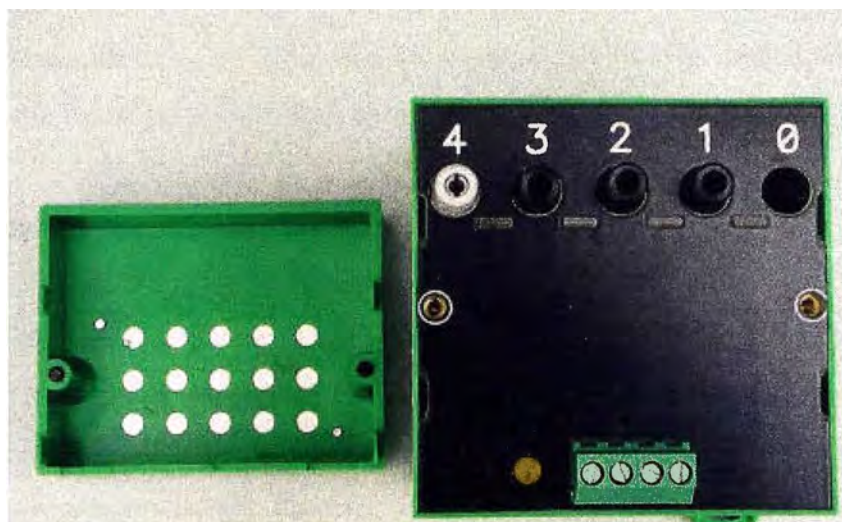


Figura 3.4: Vista interna del mezclador MO2.

Los captosres ópticos extraíbles de amplio ángulo de detección de la luz de arco, cuentan con soporte de sujeción y se conectan mediante fibra óptica de plástico a los elementos anteriormente mencionados. Ver figura 3.5.



Figura 3.5: Captor óptico y Fibra Óptica.

3.4 Características

Utilizando el Sistema monitor de Arco Interno en combinación con interruptores de última generación se puede lograr un tiempo total de desconexión menor a 70 ms (milisegundos).

3.4.1 Principio de funcionamiento

El propósito del Sistema Monitor de Arco Interno es desconectar rápidamente la instalación, inmediatamente después que ocurre el arco. El sistema, por medio de sus captosres ópticos, detecta cualquier incremento importante en la intensidad de luz. Una vez detectado el arco el Monitor de Arco Interno envía una señal de disparo directamente al mecanismo de apertura de los interruptores correspondientes. De ésta forma se garantiza el menor tiempo de arco independientemente de cualquier retardo generado en los relés de protección o definido para cumplir con la selectividad requerida.

- Ingreso de señales.- El sistema de protección actúa por la detección de luz en los captosres ubicados en cada compartimiento monitoreado. Para habilitar la orden de disparo es posible verificar la presencia de sobrecorriente en alguna celda de entrada.
- Detección de sobrecorriente.- La presencia de sobrecorriente se detecta midiendo individualmente la corriente de fase a través de los transformadores de protección de la celda. La plaqueta de corriente verifica el nivel de intensidad comparándolo con un valor preajustado por preset y si es sobrepasado produce una habilitación para el disparo de los monitores vinculados a esta señal. La conexión se hace por bornes 25-26 para la fase R, 27-28 para S y 29-30 para T, ver figura 3.10.
- Función inhibición.- Esta función se utiliza básicamente para probar el monitor.
- Repetición de señales.- Cada monitor de arco es apto para repetir por fibra óptica señales de luz de arco o sobrecorriente. De acuerdo a la figura 3.10, la luz de arco que ingresa por los 8 optocaptosres N° 35 – 42 es repetida por el optoemisor de arco N° 33, opcionalmente puede captar la información que proviene desde los optodetectores N° 43 – 45. La señal de sobrecorriente que se genera en el monitor MAI2-CC es repetida por el optoemisor N° 34 y para que sea recibida por otro monitor, debe ingresar por alguna de las entradas N° 43, 44 o 45.

- Disparos.- los monitores MAI2-CC poseen cuatro triacs libre de potencial para la excitación de las bobinas de apertura de los interruptores de potencia y un optotransmisor para disparo de telemando.
- Descripción de placas; señalización.- Son las siguientes:
 - a) Placa fuente.- El led amarillo encendido indica funcionamiento correcto de la fuente de alimentación de tensión. Ver figura 3.6.



Figura 3.6: Placa fuente.

- b) Placa de disparo.- En esta placa se generan los disparos de potencia, para la apertura de interruptores, así como el disparo para tele protección. Los pulsos de disparo duran 200ms aproximadamente. Ver figura 3.7.



Figura 3.7: Placa de disparo.

- c) Placa de corriente.- Cuando la corriente sensada supera al umbral prefijado, el led verde se enciende y se establece la alarma por sobrecorriente. Estas señales quedan retenidas, se anulan pulsando RESET en el frente de la misma placa. El pulsador PRUEBA simula una corriente superior al umbral y sirve para comprobar la comunicación de la señal de sobrecorriente a otros monitores interconectados vía fibra óptica. Ver figura 3.8.

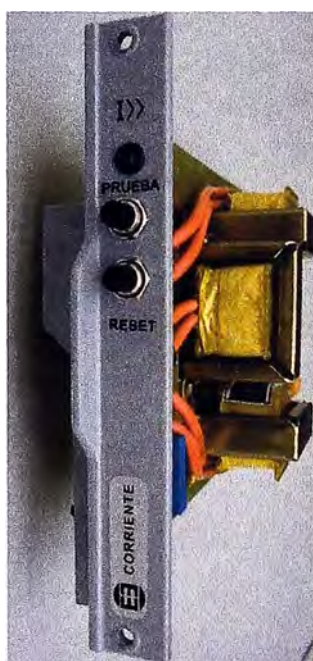


Figura 3.8: Placa de corriente.

- d) Placa de lógica.- El led verde indica la recepción de la información de sobrecorriente, esta no queda retenida. El led rojo enciende cuando se produce una orden de apertura del interruptor, esta ultima si queda retenida; se puede anular pulsando reset. Cuando queda registrada un número en el display de 7 segmentos en cualquiera de los monitores se deberá recurrir al listado respectivo que asocia el número con el captor o la fibra de repetición de señal para una instalación dada, para lograr el seguimiento o ruteo de las señales al monitor de arco. Esto permitirá saber en que celda se produjo un arco o a que equipo remitirse cuando se trata de una señal repetida. Ver figura 3.9.



Figura 3.9: Placa Lógica.

3.4.2 Tiempo de actuación

El Sistema Monitor de Arco Interno es extremadamente rápido, envía una señal de disparo en aproximadamente 1 o 2 milisegundos. El tiempo de desconexión total depende del tipo de interruptor usado pero generalmente el proceso entero demora menos de 70 ms.

3.4.3 Instalación sencilla

El Sistema Monitor de Arco Interno es muy sencillo de instalar en cualquier tipo de sistema eléctrico, ya sea una instalación nueva o existente. Las fibras ópticas de plástico pueden ser instaladas sin requisitos especiales, adyacentes a cables de comando o alimentación ya que no son conductoras y no son sensibles a los campos eléctricos o magnéticos. La fibra óptica es provista en carretes y se corta a medida en el momento de la instalación. La ubicación de los captadores ópticos no es crítica ya que poseen un amplio ángulo de detección. Los captadores ópticos se colocan en los extremos de las fibras, uno por cada compartimiento a supervisar. De

ser necesario, luego de una falla por ejemplo, los captosres pueden ser reemplazados sin tener que remover todo el tramo de fibra óptica instalado.

3.4.4. Seguridad adicional. Monitor con sensor de corriente

Los captosres ópticos pueden reaccionar ante otras formas de luz intensa, por ejemplo, los flashes de una cámara fotográfica, la luz producida por soldadoras eléctricas, etc.

Para evitar la pérdida de energía por disparos no deseados se puede utilizar un Monitor de Arco Interno con sensor de corriente incorporado. La utilización de éste modelo permite incorporar a la condición de disparo una dependencia con el nivel de corriente presente. De ésta forma, ajustando el nivel de corriente justo por encima del valor normal de operación se previenen disparos causados por fuentes de luz irrelevantes. Se cuenta con un potenciómetro para ajustar la sobrecorriente ($1.5I_n - 3I_n$) donde I_n es corriente nominal.

Es recomendable configurar las protecciones de arco o Sistema Monitor de Arco Interno bajo dos condiciones, una primera condición es que haya presencia de luz ocasionada por la falla de arco que debe ser aproximadamente 1000 lux o superior, y una segunda condición seria la presencia de corriente. De esa manera, tal como se indica líneas arriba, se evitaría actuaciones inesperadas del Sistema Monitor de Arco Interno con la inevitable consecuencia de la apertura de los interruptores de potencia y la posterior desenergización de la subestación eléctrica, ocasionando pérdidas de procesos y producción. Tener en cuenta que la señal de corriente se consigue con los transformadores de corriente instalados en las Celdas Metal Clad.

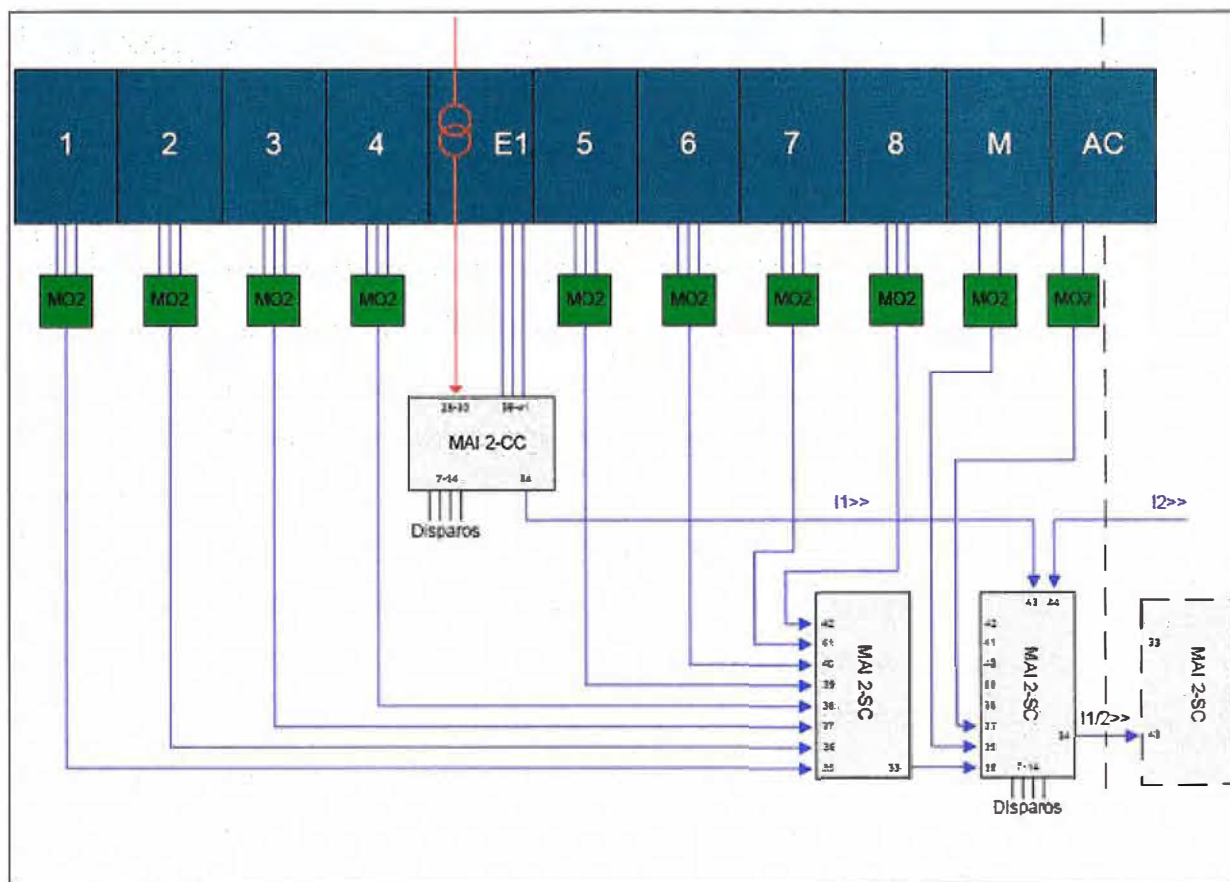


Figura 3.10: Ejemplo de una conexión típica del Sistema Monitor de Arco Interno.

3.4.5 Ventajas o Beneficios del Sistema Monitor de Arco

Las ventajas o beneficios obtenidos debido al uso del Sistema Monitor de Arco se presentan siempre relacionadas a las necesidades del usuario; a continuación describiremos algunas ventajas más importantes para diferentes usuarios y /o aplicaciones:

- Fabricantes de Celdas o Gabinetes:
 - a) La implementación de este Sistema es económico tanto para aplicaciones básicas como complejas.
 - b) El Sistema se puede adaptar a cambios durante de ejecución del proyecto.
 - c) Sensores de arco montables en etapas.
 - d) Es posible chequear completamente el buen funcionamiento del Sistema antes de la entrega al usuario final.
 - e) Instalación rápida.

- Industrias:
 - a) Instalación, comprobación y chequeo rápidos.
 - b) Los sensores se pueden instalar incluso en zonas con tensión.
 - c) Interfaz de usuario amigable.
 - d) Es muy rápida la localización de las fallas de arco.
 - e) Integración a los sistemas de protección de arco existentes, interconexión entre varios sistemas.
 - f) Medida de corriente desde varias posiciones.
- Eléctricas:
 - a) Fácil extensión a más puntos de conexión.
 - b) Interfaz con sistema SCADA.
 - c) Instalación y puesta en marcha sencillas por el propio personal.
 - d) El Sistema Monitor de Arco se integra fácilmente cuando se realiza la remodelación del sistema de protección.
- Centrales Eléctricas Generadoras:
 - a) Operación rápida y precisa puesto que las corrientes son elevadas.
 - b) Opera como protección de arco de barras alternativo a la protección de barras convencional.
 - c) Alta inmunidad contra las interferencias.
- Empresas Distribuidores de Energía:
 - a) Uso de componentes normalizados.
 - b) Los sistemas de protección de arco se completan en bloques.
 - c) Mayor posibilidad de actualizaciones sucesivas.
- Integradores de sistemas:
 - a) Preparación y pre-instalación en las protecciones existentes.
 - b) Rápida instalación y chequeo en taller.
 - c) Adaptación a los cambios durante la puesta en marcha y en el futuro.

En el ANEXO B mostraremos tablas de características técnicas de los Sistemas Monitores de Arco Interno que hoy en día existen en el mercado, los fabricantes Boherdi de Argentina y VAMP de Finlandia son los dos fabricantes más utilizados en nuestro medio.

CAPITULO IV

PROTECCION DE SOBRECORRIENTE VS PROTECCION DE ARCO

4.1 Introducción

Todas las subestaciones Eléctricas siempre cuentan con una protección convencional como lo es la protección de sobrecorriente, pero esta protección es muy lenta comparada con la protección de arco. La protección de arco no es una alternativa a la protección de sobrecorriente, sino más bien es complementaria.

El uso de la protección de arco es importante porque además de actuar en el menor tiempo posible, es selectivo (solamente aísla la parte afectada por el fallo de arco) y de esa manera evita interrupciones totales y prolongadas de energía eléctrica en una subestación eléctrica.

4.2 Descripción

Cuando se utilizan los sistemas de protección tradicional coordinando la revisión de tiempos o sistemas basados en bloqueos, se corre el riesgo de que la respuesta del sistema de protección no sea lo suficientemente rápida en caso de falla de arco en la subestación. Además, las fallas de tierra de alta impedancia pueden causar tiempos de operación prolongados en los reles de fallas de tierra llevando a una gran liberación de la energía del arco. Esto es riesgoso para los operadores en la subestaciones.

A continuación mostraremos dos subestaciones una con protección convencional de sobrecorriente y otra con protección de arco (Sistema Monitor de Arco interno).

- Protección de Sobrecorriente

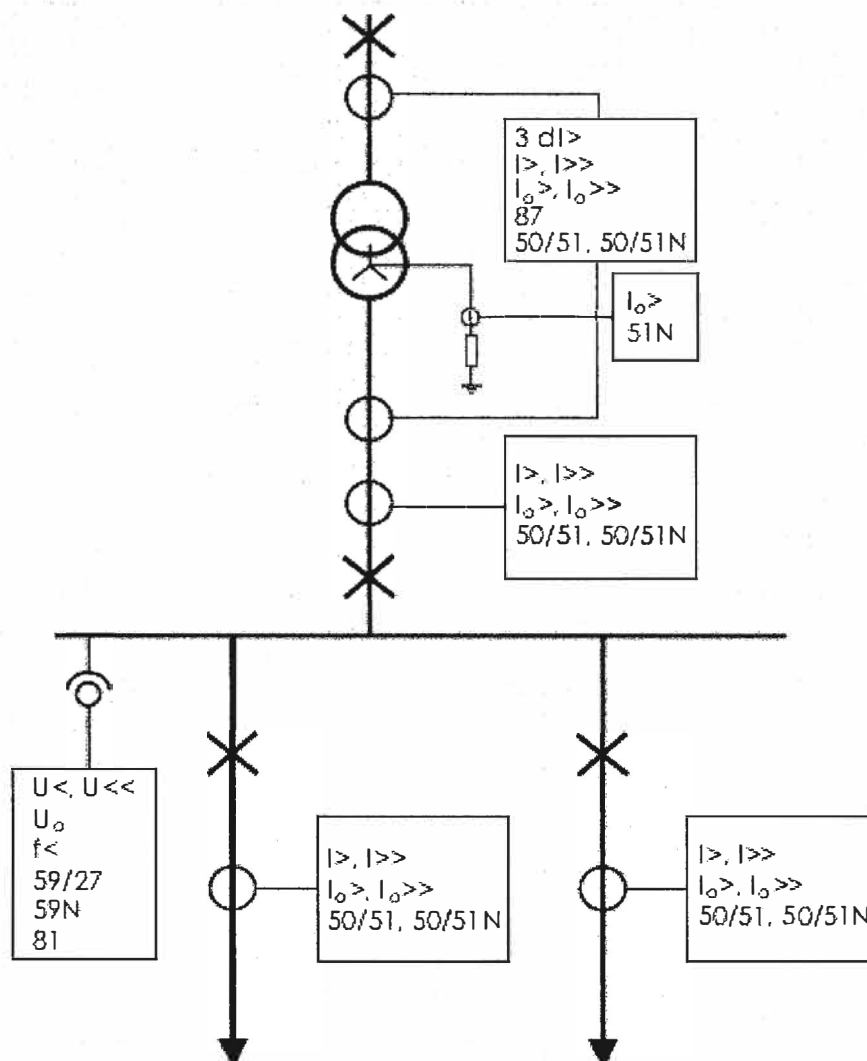


Figura 4.1: Sistema de Protección convencional de sobrecorriente en Media Tensión.

En la figura 4.1, podemos apreciar una subestación típica en Media Tensión con protecciones de sobrecorriente. La subestación eléctrica consiste de un interruptor que alimenta la barra principal (interruptor de entrada o Celda Metal Clad de entrada) y dos interruptores de alimentación a cargas (interruptores de salida o Celdas Metal Clad de salida), también podemos apreciar que hay un transformador de potencia con el neutro aterrado mediante una impedancia y transformador de medición en barras de la subestación. Los sistemas de protección empleados sobre los interruptores son de sobrecorriente con funciones de protección 50/51 y 50/51N básicamente.

- Protección de Arco (Sistema Monitor de Arco Interno)

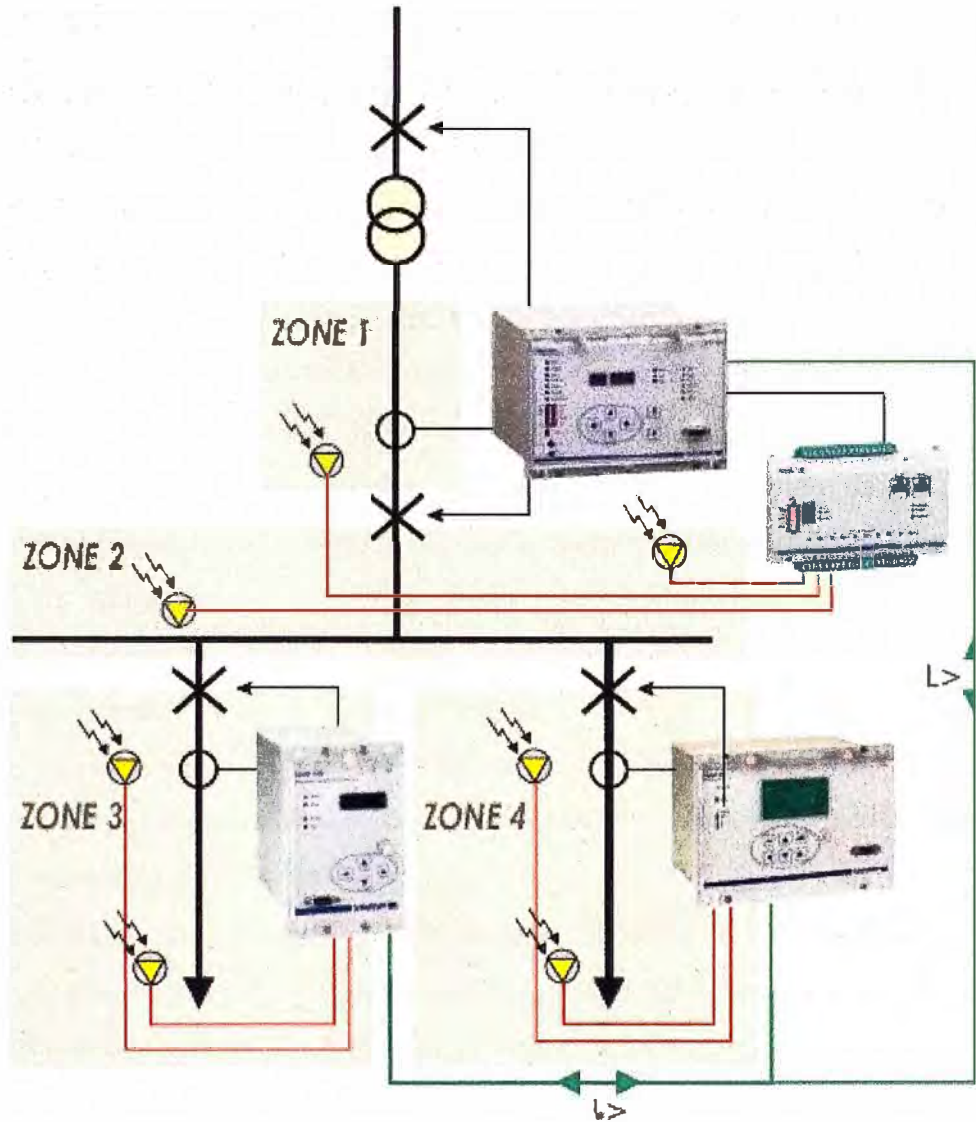


Figura 4.2: Sistema de Protección empleando el Sistema de Monitor de Arco Interno.

En la figura 4.2, presenta a la misma subestación de la figura 4.1, pero esta vez podemos observar que los interruptores serán influenciados por los relés de arco o Sistema Monitor de Arco (el modelo mostrado es del Fabricante VAMP-Finlandia), los triángulos amarillos que se muestran en el gráfico nos representan los sensores de luz ubicados en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad (compartimiento de barra, interruptor y cables). Con la protección de

arco se lograra despejar la falla por zonas y evitar de esa manera la ausencia de energía eléctrica en toda la subestación.

4.2.1 Subestación típica de Media Tensión con protección convencional

Teniendo en cuenta la figura 4.1, explicaremos los tiempos de actuación de la protección convencional de sobrecorriente y al final obtendremos aproximadamente el tiempo en que se despeja la falla con este tipo de protección.

Consideremos dos posibles fallas, una en el compartimiento de cables de uno de los interruptores de salida y la otra falla en barras, tal como se muestra en figura 4.3.

- Primera posibilidad.- Si la falla se presenta en el interruptor de salida (compartimiento de cables), se tendrán los siguientes tiempos de actuación de la protección de sobrecorriente mas el tiempo de actuación del interruptor de salida:

Muestreo	15 – 30 ms
Contacto	5 ms
Retardo	30 – 350 ms
Interruptor	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos. Salida:
 $15 + 5 + 30 + 80 = \mathbf{130 \text{ ms}}$

- Segunda posibilidad.- Si la falla se presenta en barras de la subestación, se tendrán los siguientes tiempos de actuación de la protección de sobrecorriente mas el tiempo de actuación del interruptor de entrada:

Muestreo	15 – 30 ms
Contacto	5 ms
Retardo	30 – 350 ms
Interruptor	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos.
 Entrada: $15 + 5 + 350 + 80 = \mathbf{450 \text{ ms}}$

Importante tener en cuenta que cuando nos referimos al tiempo de actuación del interruptor es el tiempo llamado “break time” (tiempo de corte), este es la suma de los tiempos de apertura

(opening time) de los contactos móviles del interruptor, que es aproximadamente 65 ms, mas el tiempo que tarda en extinguirse el arco (arcing time), que es aproximadamente 15 ms.

Finalmente, el tiempo para despejar una falla utilizando una protección de sobrecorriente tardara entre 130 y 450 ms. Tener en cuenta que a más de 100 ms ya se genera incendio en los cables y a 450 ms habrá presencia de incendio en barras de cobres y laminas de acero (ver figura 1.2 y 1.3 del capítulo I).

4.2.2 Subestación típica de Media Tensión con protección de arco

Teniendo en cuenta la figura 4.2, explicaremos los tiempos de actuación de la protección de arco y al final obtendremos aproximadamente el tiempo en que se despeja la falla con este tipo de protección.

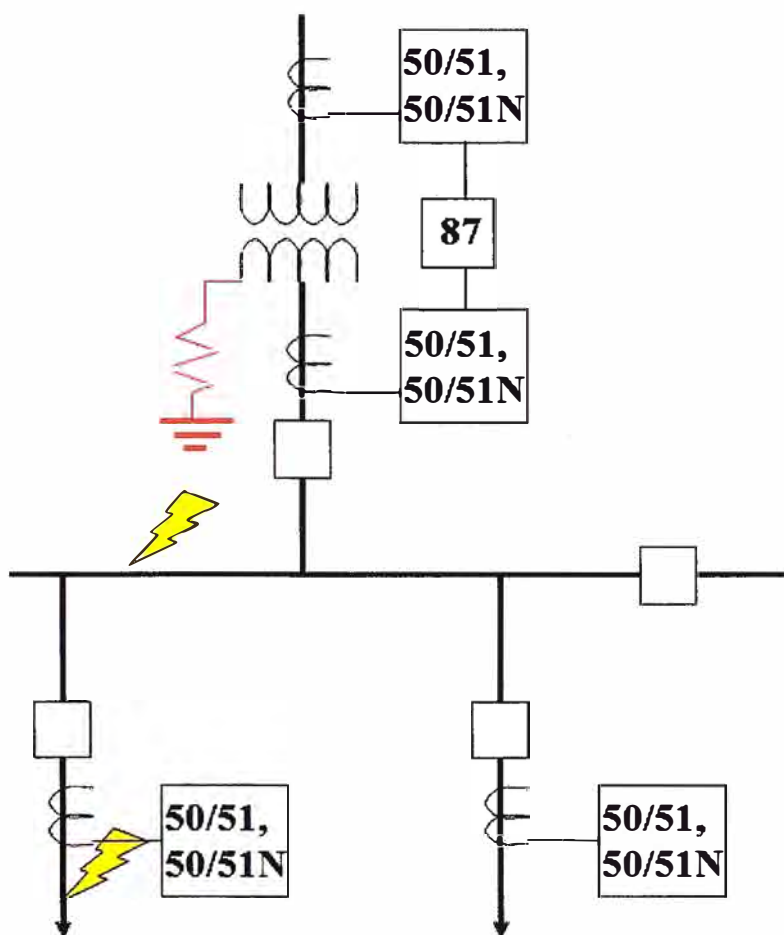


Figura 4.3: Protección de Sobrecorriente. Posibles fallas en interruptor de salida (compartimiento de cables) y falla en barras de la subestación.

Consideremos dos posibles fallas, una en el compartimiento de cables de uno de los interruptores de salida y la otra falla en barras, tal como se muestra en figura 4.4, en esta figura se muestra el Sistema Monitor de Arco Interno del fabricante VAMP y la manera en que se distribuyen los sensores ópticos en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad (representados por los interruptores).

Primera posibilidad.- Si la falla se presenta en el interruptor de salida (compartimiento de cables), se tendrán los siguientes tiempos de actuación de la protección de arco más el tiempo de actuación del interruptor de salida:

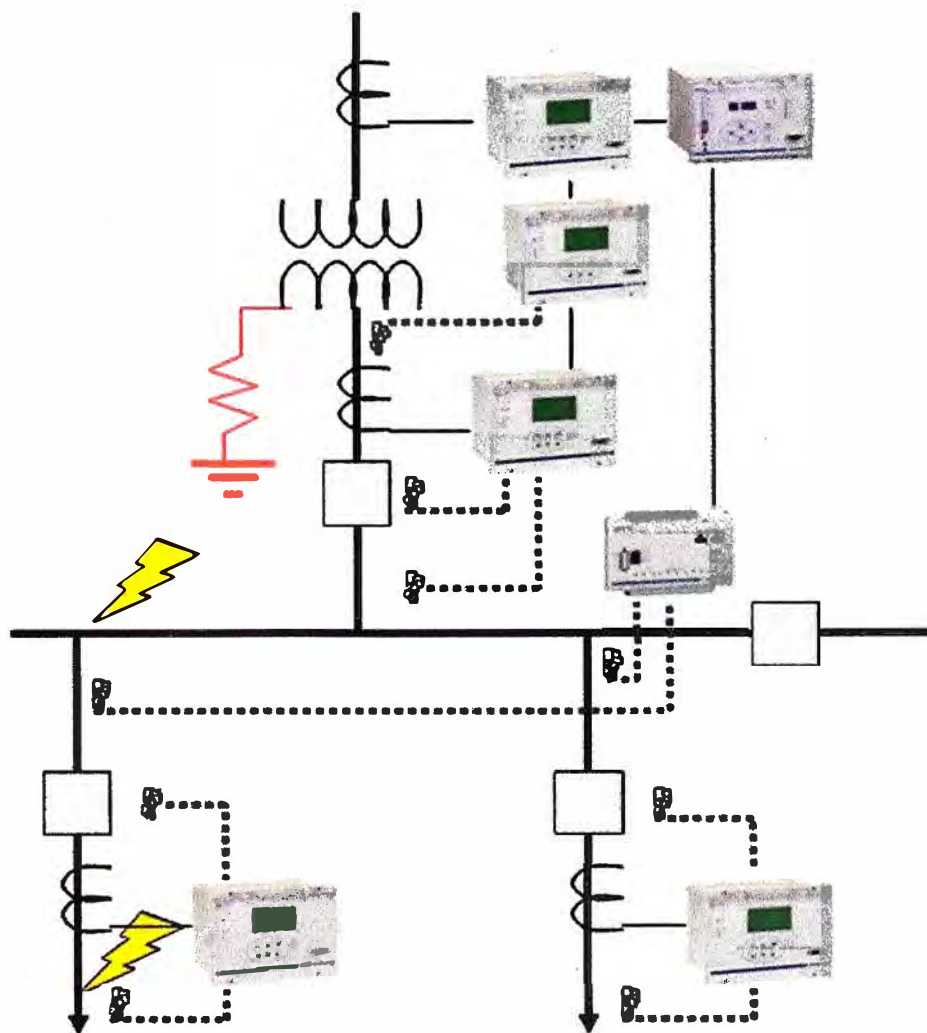


Figura 4.4: Protección de arco. Posibles fallas en interruptor de salida (compartimiento de cables) y falla en barras de la subestación.

Información de luz	1 ms
Sobrecorriente	1 ms (7 ms en rele)
Contacto	5 ms
Interruptor	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos. Salida:

$$1 + 1 + 5 + 80 = 87 \text{ ms}$$

$$1 + 7 + 5 + 80 = 93 \text{ ms (máximo si incluye rele convencional)}$$

- Segunda posibilidad.- Si la falla se presenta en barras de la subestación, se tendrán los siguientes tiempos de actuación de la protección de arco mas el tiempo de actuación del interruptor de entrada:

Información de luz	1 ms
Sobrecorriente	1 ms (7 ms en rele)
Contacto	5 ms
Interruptor	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos. Salida:

$$1 + 1 + 5 + 80 = 87 \text{ ms}$$

$$1 + 7 + 5 + 80 = 93 \text{ ms (máximo si incluye rele convencional)}$$

Finalmente, el tiempo para despejar una falla con la protección de arco o Sistema Monitor de Arco tardara entre 87 y 94 ms. Si tenemos en cuenta la figura 1.2 y 1.3 del capítulo I, no se presentan daños en los equipos ni heridas en las personas.

En la figura 4.5 podemos observar la distribución típica de los sensores ópticos dentro de los compartimientos de interruptor, barras y cables de la Celda Metal Clad. La distribución de los sensores ópticos puede variar de acuerdo al criterio del usuario y al grado de confiabilidad que se le quiera asignar. Notar que en el compartimiento de interruptor es necesario colocar mínimo dos sensores ópticos, uno encima y otro por debajo del interruptor.



Figura 4.5: Disposición típica de los sensores ópticos dentro de los compartimentos de una Celda Metal Clad.

Podemos concluir este capítulo afirmando que es más conveniente usar una protección de arco o el Sistema Monitor de arco Interno para despejar en el menor tiempo posible una falla de arco y de esa manera evitar daños en los equipos y en las personas. Se ha demostrado en base a tiempos de actuación que la protección de arco es más rápido que la protección de sobrecorriente.

CAPITULO V

PROTECCION DE BARRA DE MEDIA TENSION VS PROTECCION DE ARCO

5.1 Introducción

Los esquemas de protección en Media Tensión han sido complementados tradicionalmente por esquemas diferenciales de barras. Las implementaciones de esquema diferencial son costosas debido a que necesitan transformadores de corriente adicionales y requieren una complicada ingeniería y cableado. De lo anterior, el sistema de protección de arco o el uso del Sistema Monitor de Arco Interno es el más económico para esta aplicación y además el más rápido para liberar una falla de arco.

De la misma manera como en el capítulo anterior demostramos que la protección de arco es el más recomendado, en este capítulo también recurriremos a los tiempos de actuación de la protección de barra frente al de la protección de arco para decidir cuál es el más adecuado y el que garantiza el menor tiempo de liberación de la falla.

Las figuras de este capítulo mostrarán el uso del Sistema Monitor de Arco Interno del fabricante VAMP. Los arreglos que se mostrarán en las figuras no necesariamente son las idóneas, solo sirven de referencia para ayudar a explicar didácticamente el capítulo en desarrollo.

5.2 Descripción

Para poder implementar una protección diferencial de barras se requieren montar en las Celdas de Media Tensión de entrada y salida transformadores de corriente adicionales para poder comparar las corrientes que entran y salen de la barra, esto complica la ingeniería y el alambrado al interior de las Celdas de Media Tensión.

En cambio, para implementar la protección de arco no se requieren equipamientos adicionales y esto hace más amigable el manejo de las Celdas de Media Tensión.

A continuación, mostraremos dos maneras de protección de barras, por un lado aplicando diferencial de barras y otra mediante protección de arco.

- Protección diferencial de barras

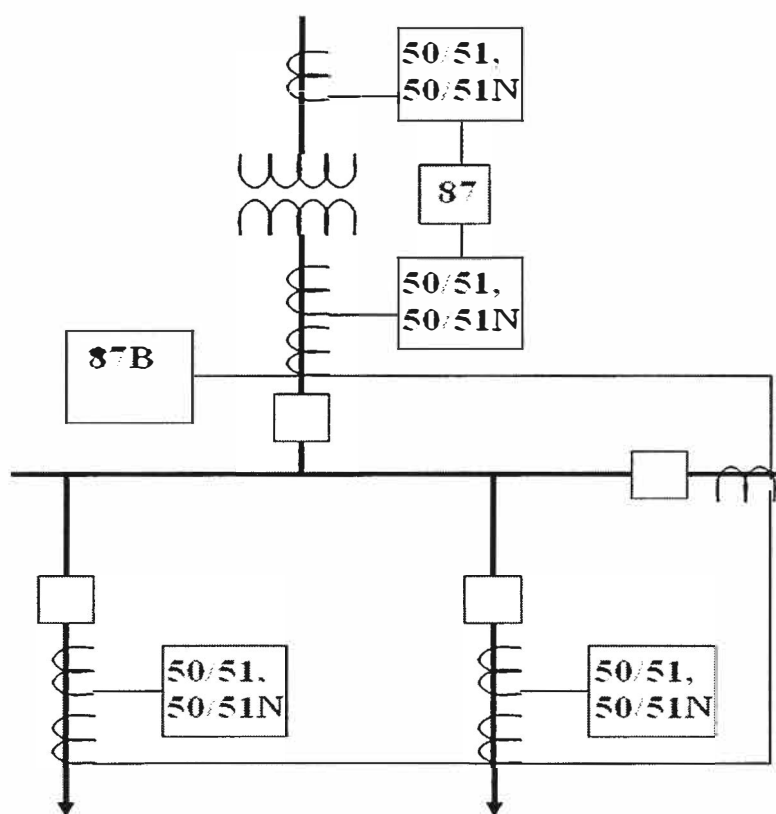


Figura 5.1: Subestación basada en protección diferencial de barra 87B.

La figura 5.1, muestra la implementación típica de una protección diferencial de barras (función de protección 87B), observamos que se requiere adicionar transformadores de corriente en las Celdas de Media Tensión o adicionar devanados extras a los transformadores de corriente existentes, incluso, se debe implementar transformadores de corriente en barras de la subestación.

Es importante mencionar que los cuadrados mostrados en la figura 5.1 nos representan a los interruptores o Celdas Metal Clad de Media Tensión. Podemos distinguir un interruptor de entrada, dos interruptores de salida y un interruptor de acople (se muestra a la derecha de de la barra).

Los transformadores de corriente se encargaran de verificar que la corriente que entra debe ser igual a la suma de corrientes que salen de la barra, de no serlo actuara la protección diferencial de barra y se despejara la falla.

- Protección de barras basada en protección de arco (Sistema Monitor de Arco)

La figura 5.2, muestra la implementación del Sistema Monitor de Arco Interno y la distribución de los sensores ópticos en los compartimientos de las Celdas Metal Clad de Media Tensión. Es importante mencionar que para una falla ubicada ya sea en la barra de la Celda de entrada o salida, todos los interruptores (entrada y salida) se encargaran de despejar o liberar la falla y además en caso de haber un interruptor de acople o Celda de acople, tal como se muestra en la figura 5.1 a la derecha de la barra, también apertura para aislar la barra afectada por la falla.

Notar que no se requiere implementar transformadores de corriente adicional o devanados extras.

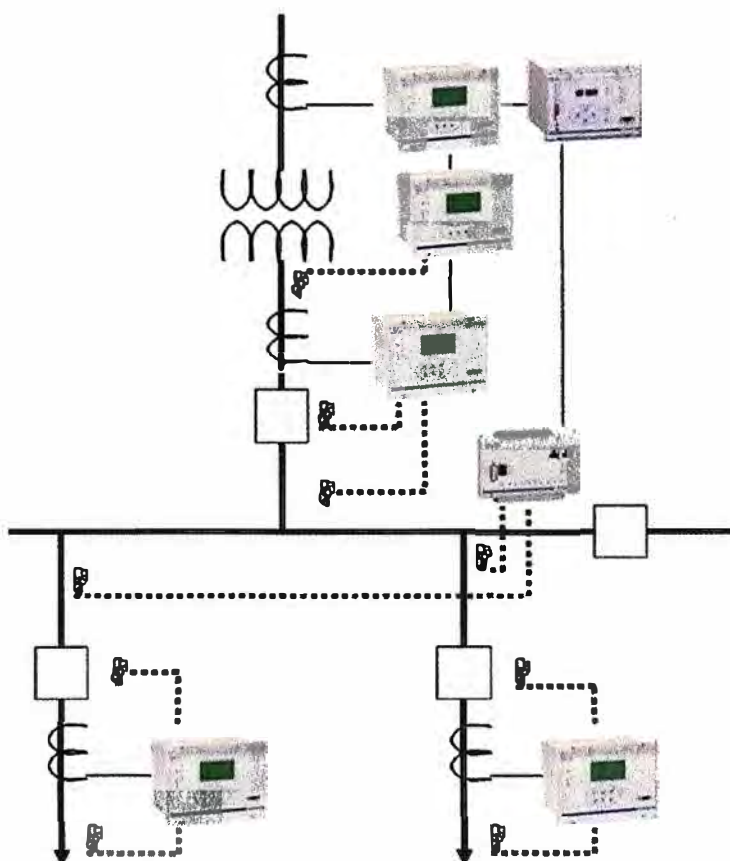


Figura 5.2: Subestación basada en protección de arco o Sistema Monitor de Arco Interno.

5.2.1 Protección diferencial de barras con protección convencional

Teniendo en cuenta la figura 5.1, explicaremos los tiempos de actuación de la protección diferencial de barra (protección convencional) y al final obtendremos aproximadamente el tiempo en que se despeja la falla con este tipo de protección.

Es importante mencionar que la protección diferencial de barras utilizada a nivel de Media Tensión es la protección tipo alta impedancia (función de protección 87B) y que el uso de la protección diferencial de barra tipo baja impedancia es impráctico en Media Tensión.

Otras características de la protección diferencial de barra son: el uso de transformadores de corriente adicionales, se complica su implementación por el uso de excesivo alambrado e ingeniería complicada que involucra dimensionado de resistencias

Si la falla se presenta en barras de la subestación, se tendrán los siguientes tiempos de actuación de la protección diferencial de barras mas el tiempo de actuación del interruptor:

Tiempo de operación típica del rele	15 – 50 ms
Interruptor.	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos:

$$15 + 80 = 95 \text{ ms}$$

5.2.2 Protección de barras basada en protección de arco

Es la protección utilizando el Sistema Monitor de Arco Interno; teniendo en cuenta la figura 5.2, mencionaremos los tiempos de actuación del Sistema Monitor de Arco y el tiempo de actuación del interruptor, finalmente obtendremos el tiempo total de despeje de la falla con este tipo de protección.

Tenemos los siguientes tiempos de actuación:

Tiempo de operación de la protección de arco	1 – 7 ms
Interruptor	50 – 80 ms

Por tanto, el tiempo completo para despejar la falla será la suma de los tiempos:

$$7 + 80 = 87 \text{ ms.}$$

Finalmente, podemos observar que los tiempos de actuación con una protección diferencial de barras convencional frente a una protección de arco o el uso del Sistema Monitor de Arco

Interno es equivalente, pero tengamos en cuenta que para implementar una protección diferencial de barra se tienen que incorporar mas equipamientos (transformadores de corriente adicionales) y mas desarrollo de ingeniería complicada y su implementación es más complicada por el cableado excesivo a utilizar, todo lo anterior se traduce a un mayor costo por el uso de la protección diferencial de barras. Por el contrario, la protección de arco o Sistema Monitor de Arco Interno solamente necesita implementar los monitores en las cajas de control y colocar los sensores ópticos en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad de Media Tensión (figura 5.3).

Por tanto, podemos concluir afirmando que la protección de arco o Sistema Monitor de Arco Interno es el más recomendable que la protección diferencial de barra.

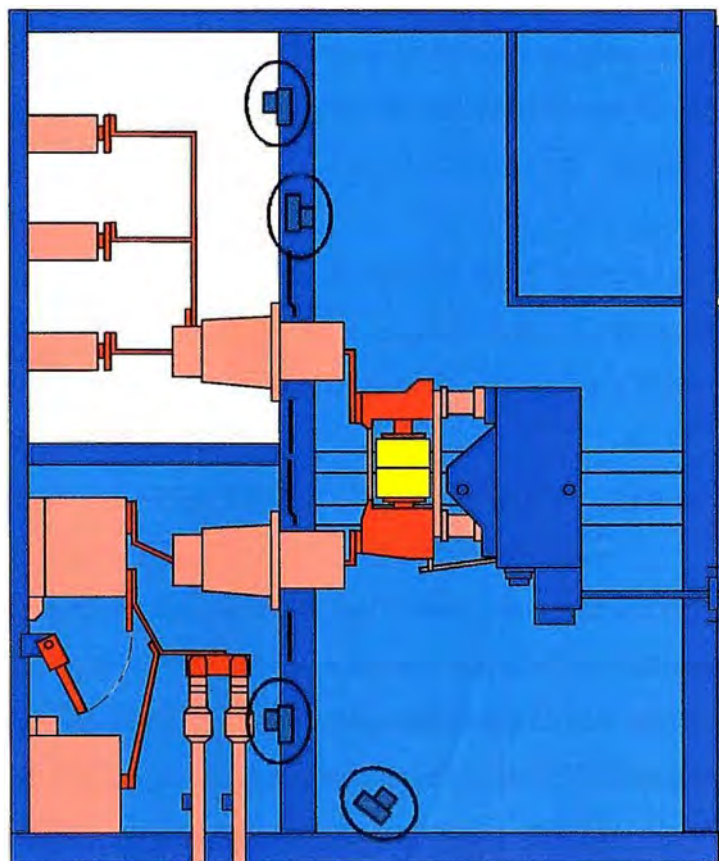


Figura 5.3: Disposición típica de los sensores ópticos en una Celda Metal Clad.

CAPITULO VI

APLICACIONES

En el presente capítulo abordaremos cuatro situaciones posibles de ocurrencia de una falla de arco en una subestación de Media Tensión conformada por una Celda de entrada y dos Celdas de salida, siempre teniendo en cuenta que las Celdas son tipo Metal Clad a prueba de arco interno y que cumplen con la norma vigente IEC 62 271-200 (revisar capítulo I).

Presentaremos una primera situación en la que la falla se origina en el compartimiento de cables; analizaremos cuando la falla se origina en compartimiento de cables de la Celdas de entrada y otra en el compartimiento de cables de una de las Celdas de salida, ambos en tiempos diferentes (no simultáneos).

La segunda situación es cuando la falla se origina en el compartimiento de interruptor; analizaremos cuando la falla se origina en compartimiento de interruptor de la Celda de entrada y otra en el compartimiento de interruptor de una de las Celdas de salida, ambos en tiempos diferentes (no simultáneos).

Una tercera y última situación será abordada cuando la falla se origina en el compartimiento de barras (zona 2) de cualquiera de las Celdas sea entrada o salidas.

Los gráficos presentados en este capítulo son solamente referenciales, no necesariamente reales, que nos ayudaran a explicar didácticamente las diversas situaciones presentadas en caso de ocurrir una falla en cualquier compartimiento de las Celdas Metal Clad.

Tener en cuenta que los interruptores nos representan a una Celda Metal clad, los interruptores están siendo representados en los gráficos con una “equis (X)”, los círculos mostrados son la representación de los transformadores de corriente montados al interior de las Celdas Metal Clad.

Es importante mencionar que para fines didácticos, los gráficos solamente muestran a los interruptores de potencia y los transformadores de corriente, esto no significa que una Celda

Metal Clad solamente contenga estos dos equipos, las Celdas están mucho más equipadas con otros equipos de medida, control y protección, tales como transformadores de tensión, reles de protección, medidores multifuncionales, y equipamientos que eventualmente podrían equipar una celda, tales como transformadores toroidales, pararrayos, etc.

6.1 Cuando la falla se origina en el compartimiento de cables

Analizaremos dos situaciones independientes, uno es cuando la falla se origina en el compartimiento de cables de la Celda Metal Clad de entrada y la otra situación es cuando la falla se origina en el compartimiento de cables de la Celda Metal Clad de Salida:

- Falla originada en compartimiento de cables de Celda Metal Clad de entrada:

Consideremos al interruptor o Celda Metal Clad de entrada que se muestra en figura 6.1; la falla se origina en compartimiento de cables (zona 1), el sensor ubicada en esa zona rápidamente captara la luz de la falla de arco, esta información será entregada directamente al monitor de arco o a través de otro dispositivo llamado mezclador (su uso no es necesariamente requerido), en aproximadamente 1 ms, luego, dependiendo de la configuración del monitor de arco, mandara a aperturar al interruptor de entrada solamente por la señal de luz recibida, de lo contrario necesitara una señal adicional, señal de corriente (obtenida de los transformadores de corriente), para que conjuntamente con la señal de luz recibida por el monitor arco, mande a aperturar al interruptor de entrada para despejar la falla.

Con la apertura del interruptor de entrada toda la barra queda desenergizada y de esa manera se evita propagar el daño a las demás Celdas Metal Clad (salidas)

Es importante resaltar que es mejor configurar el Sistema Monitor de Arco Interno para que actúe con señal de luz y corriente.

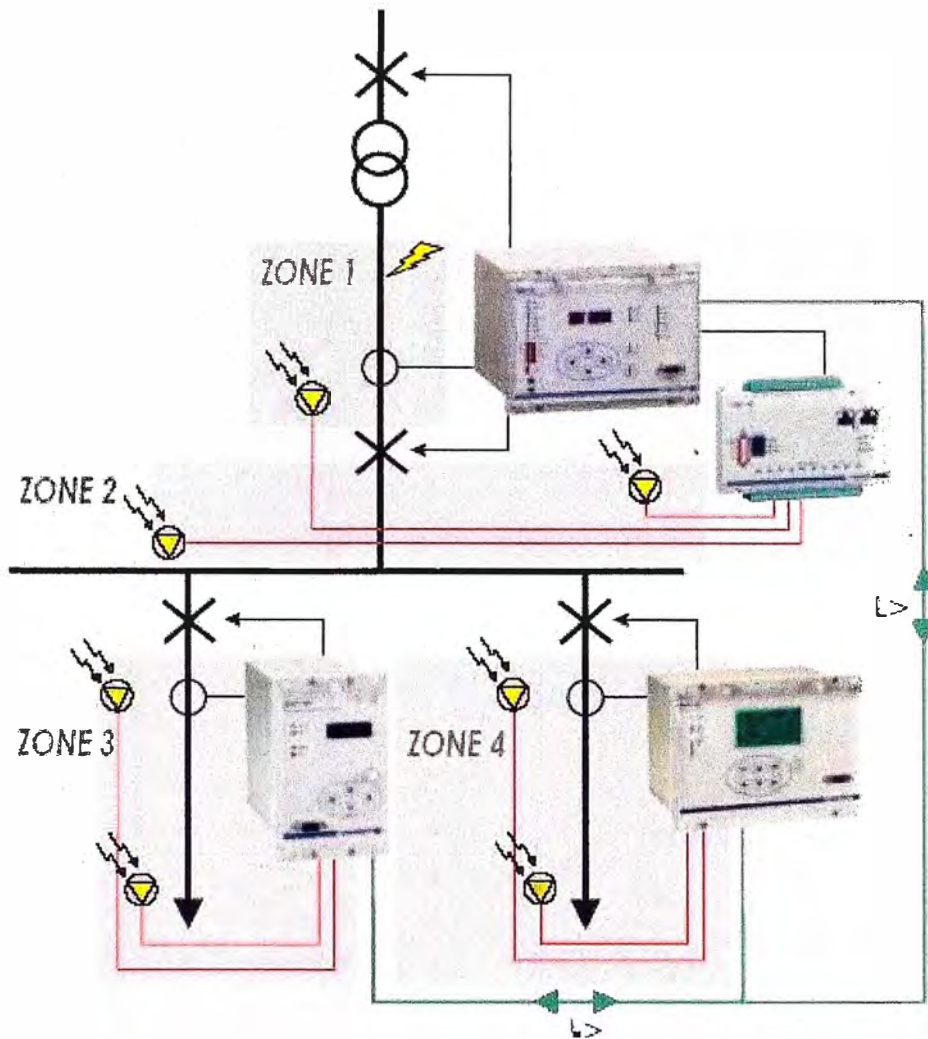


Figura 6.1: Falla en compartimiento de cables de Celda Metal Clad de entrada.

- Falla originada en compartimiento de cables de Celda Metal Clad de salida:
Consideremos al interruptor o Celda Metal Clad de salida que se muestra a la derecha en la figura 6.2, en realidad el efecto es el mismo si consideramos la otra Celda Metal Clad de salida; la falla se origina en el compartimiento de cables (zona 4), el sensor ubicada en esa zona captará la luz y la enviará al Sistema Monitor de Arco instalado en esa Celda de salida y dependiendo si está programada para actuar solamente con luz o luz y corriente, de los transformadores de corriente de la misma Celda, mandará a aperturar al interruptor de salida para despejar la falla de arco, aislando solamente la parte afectada por la falla, es decir, aguas abajo del interruptor de salida (zona 4).

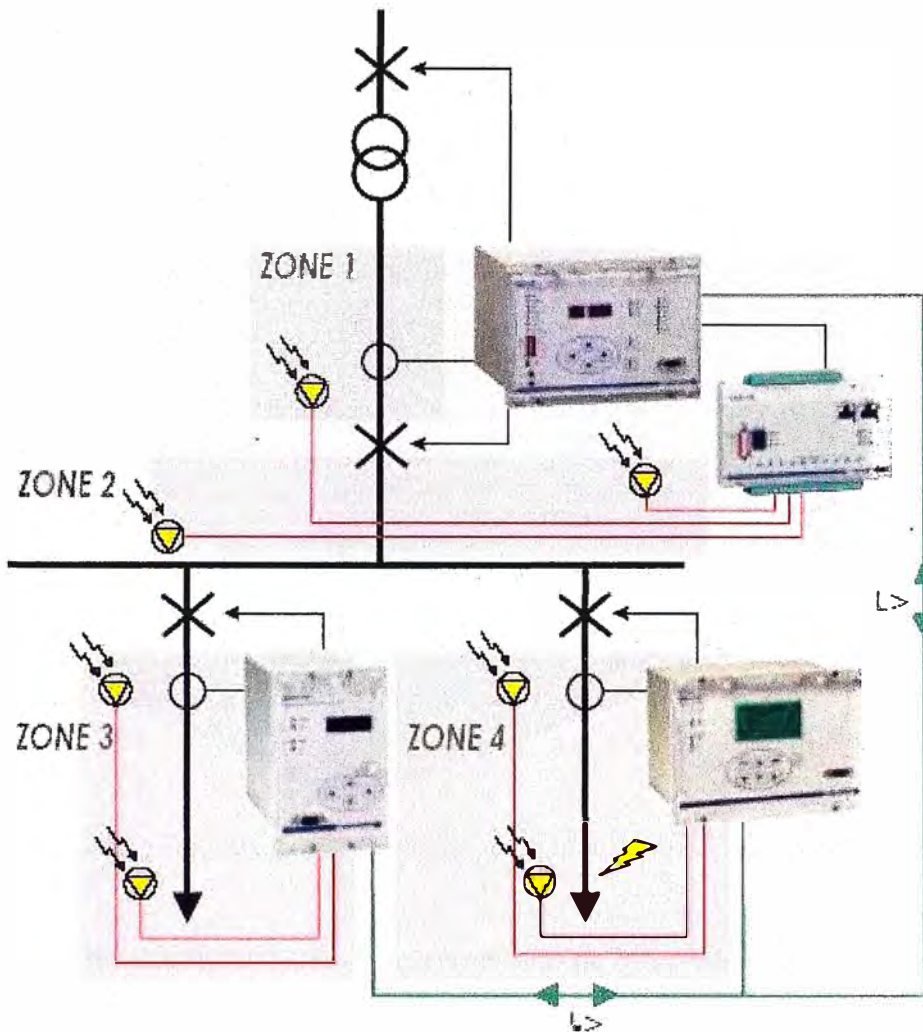


Figura 6.2: Falla en compartimiento de cables de Celda Metal Clad de salida.

De la misma forma, si la falla ocurriera en compartimiento de cables de la otra Celda Metal Clad de salida (zona 3), el interruptor correspondiente aperturara para despejar la falla y aislara la zona 3 dañada. Para ambos casos presentados, ver figura 6.3.

En esta sección hemos analizado la ocurrencia de dos situaciones en tiempos diferentes (falla originada en compartimiento de cables de Celda de entrada y salida), si bien en la realidad es posible que se presenten al mismo tiempo, aun no se han reportado casos similares.

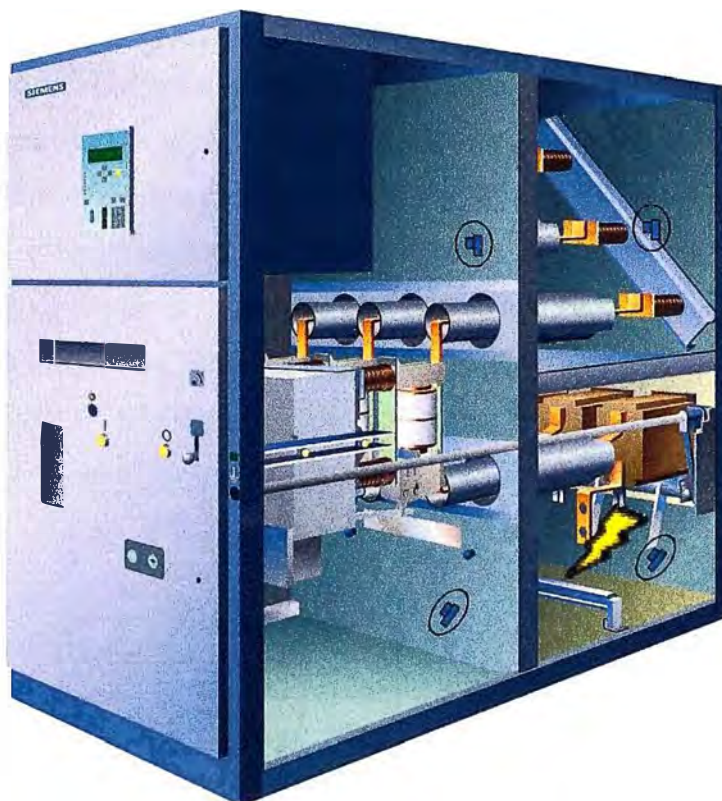


Figura 6.3: Falla en compartimiento de cables de una Celda Metal Clad.

6.2 Cuando la falla se origina en el compartimiento de interruptor

Analicemos las siguientes dos situaciones:

- Falla originada en compartimiento de interruptor de Celda Metal Clad de entrada:

Consideremos al interruptor de entrada de la figura 6.4, cuando la falla se origina en el interruptor de potencia, el sensor ubicada en el compartimiento de interruptor (la luz puede ser captada por cualquiera de los dos sensores ubicadas en ese compartimiento), la señal será enviada directamente al monitor de arco o a través de un dispositivo llamado mezclador (su uso no es necesariamente requerido), ubicadas en la Celda Metal Clad de entrada, y dependiendo si el monitor de arco está configurada para actuar solo con luz o con luz y corriente, obtenida de los transformadores de corriente de la propia Celda, el monitor mandara a aperturar al interruptor de entrada para despejar la falla de arco. Al aperturar el interruptor de entrada toda la subestación quedara desenergizada. De esa manera se lograra evitar que los efectos de la falla de arco se expandan por las demás Celdas Metal Clad.

- Falla originada en compartimiento de interruptor de Celda Metal Clad de salida:

Considerando el interruptor de salida que se muestra a la izquierda de la figura 6.5, la falla se origina en el compartimiento de interruptor de la Celda Metal Clad de salida, la luz originada por la falla de arco es captada por uno de los sensores ubicados en el mencionado compartimiento y se envía la señal al monitor de arco instalado en la misma Celda de salida, el monitor dependiendo de su configuración, actuación solo por luz o luz y corriente, mandara a aperturar al interruptor de salida, y se despejara la falla, toda la zona 3 o aguas abajo del interruptor de salida, aislándolo para evitar que se propague los daños por toda la subestación.

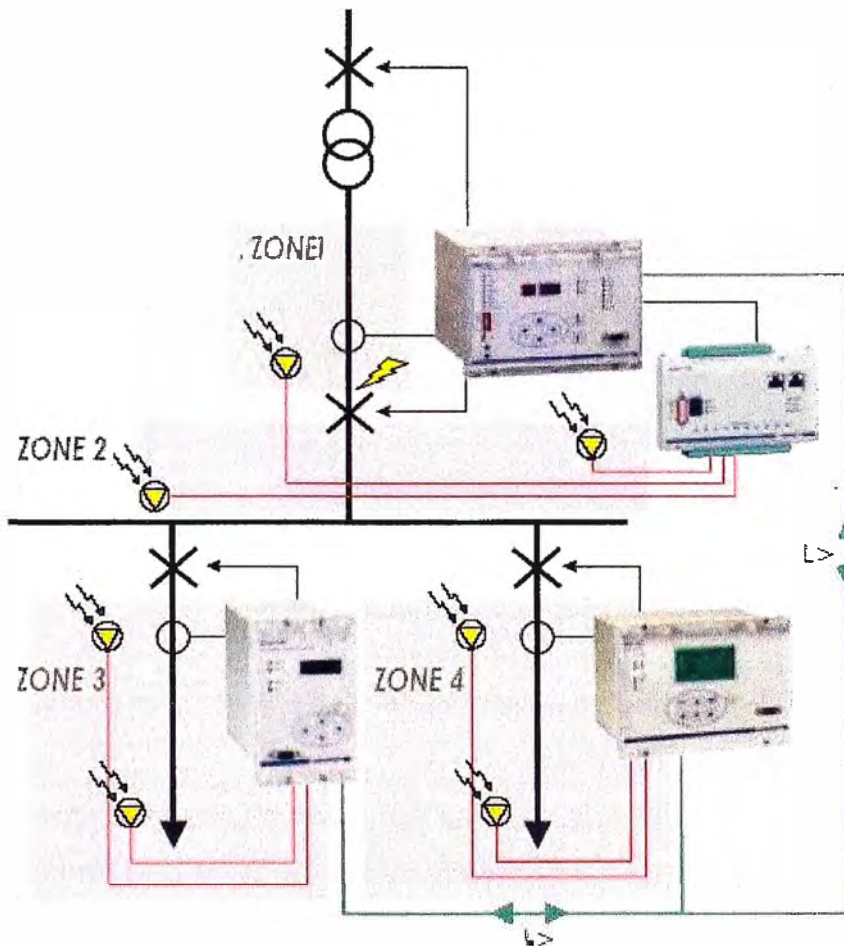


Figura 6.4: Falla en compartimiento de interruptor de Celda Metal Clad de entrada.

La figura 6.6 muestra una Celda Metal Clad típica en la que se presenta una falla de arco en el compartimiento de interruptor, independiente si la celda es de entrada o

salida, observar que en ese compartimiento existen dos sensores ópticos que captarán la luz originada por la falla de arco interno.

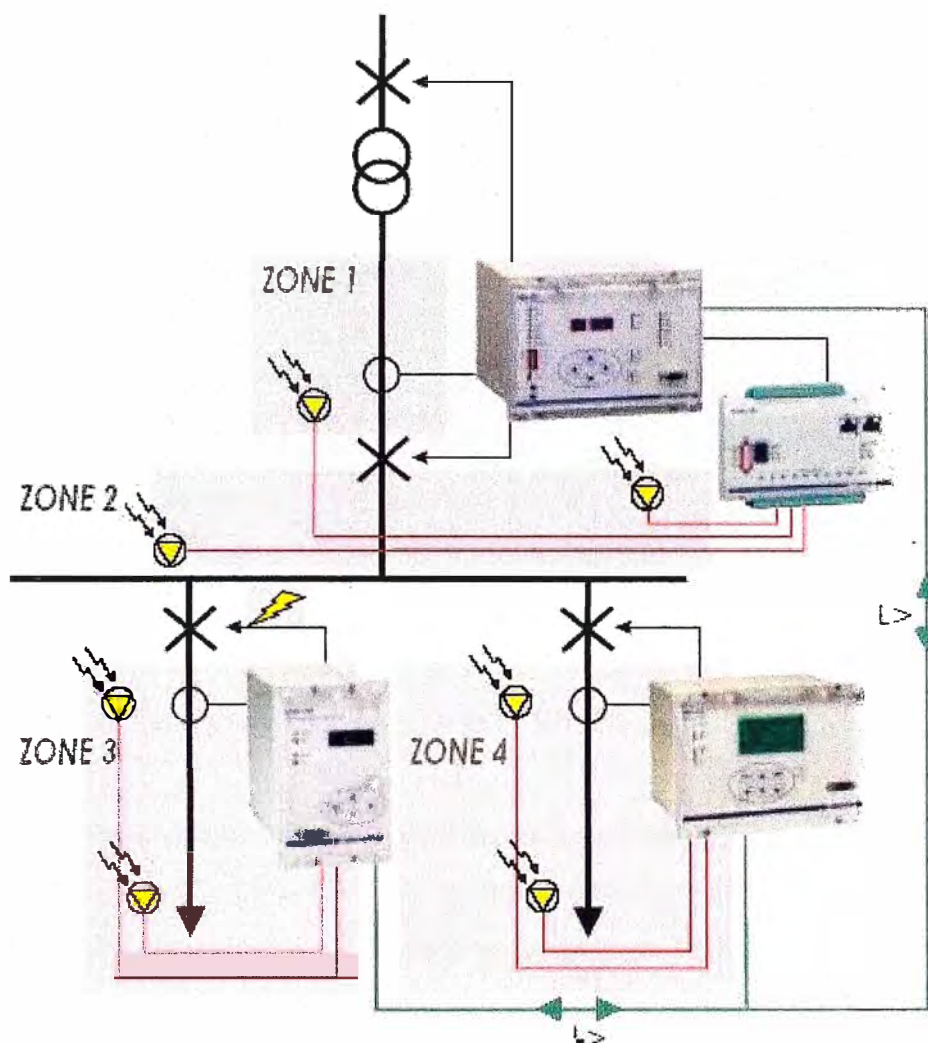


Figura 6.5: Falla en compartimiento de interruptor de Celda Metal Clad de salida.

Aun que parezca obvio, es preciso mencionar que cuando la falla ocurra en la parte superior del interruptor (brazo de conexión con el compartimiento de barras), será el sensor superior quien capte la luz, en cambio, cuando la falla ocurra en la parte inferior del interruptor (brazo de conexión con el compartimiento de cables), será el sensor inferior quien capte la luz.



Figura 6.6: Falla en compartimiento de interruptor de una Celda Metal Clad.

6.3 Cuando la falla se origina en el compartimiento de barras

Considerando la figura 6.7; para este caso, en que la falla se origina en el compartimiento de barras, zona 2, independientemente si la falla se presenta en barras de la Celda de entrada o salida, todos los monitores de arco mandaran a aperturar a todos los interruptores de la subestación, para poder despejar completamente la barra que es la zona donde se presenta el daño y evitar que este se propague aguas arriba y aguas debajo de la subestación. El monitor mandara apertura de interruptores cuando reciba la señal de luz o luz y corriente, dependiendo como fue configurada. Las señales de corriente se obtendrán de los transformadores de corriente de las propias Celdas Metal Clad.

En la figura 6.8, se muestra una Celda Metal Clad típica en la que la falla se origina en el compartimiento de barras; tener en cuenta que todos los compartimientos de barras de todas las Celdas Metal Clad forman una sola barra continua, es por ello que cuando ocurre una falla es mejor aislar toda la barra aperturando todos los interruptores ligadas a la barra en mención.

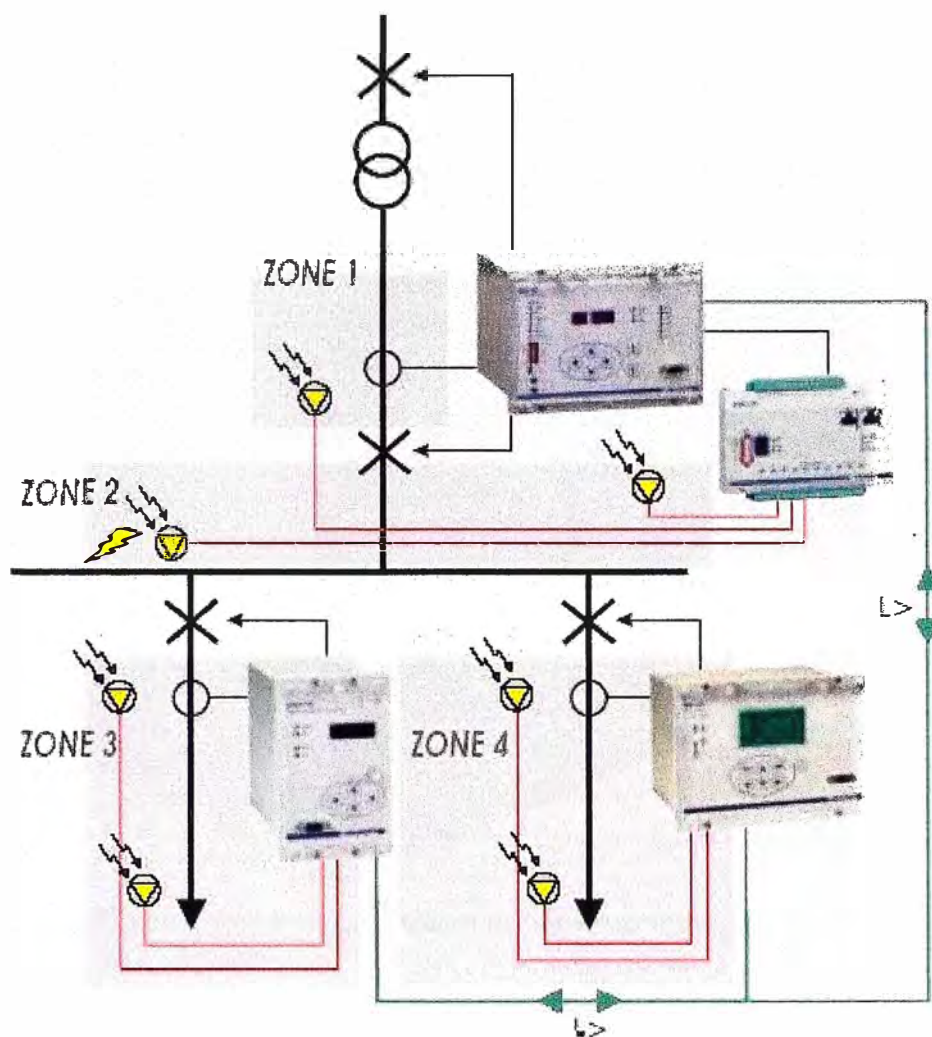


Figura 6.7: Falla en compartimiento de barra de una Celda Metal Clad.



Figura 6.8: Falla en compartimiento de barras de una Celda Metal Clad.

CAPITULO VII

DIFERENCIA DE DAÑOS 'PROVOCADOS POR UN FALLO

El presente capítulo diferenciara los daños provocados por el fallo o falla de arco en Celdas Metal Clad que utilizan la protección de arco o Sistema Monitor de Arco Interno frente a los que no lo utilizan. La diferenciación de los daños se hará gráficamente mediante fotografías reales en la que se podrá verificar (visualmente) la peligrosidad de los efectos de un fallo de arco.

Visualizaremos como las Celdas Metal Clad que no usan una protección de arco terminan incendiadas. También visualizaremos como Celdas que no son Metal Clad (por tanto no son a prueba de arco interno según norma IEC 62 271-200) y que no utilizan la protección de arco tienen un peor destino, terminan incendiadas, dobladas, con partes metálicas desprendidas, puertas abiertas, paredes laterales abiertas, en conclusión, inservibles. En contra parte, las Celda Metal Clad que utilizan la protección de arco sufren pequeños daños, básicamente tales como quemaduras de cables en una fase y presencia de hollín, pero nunca las Celdas Metal Clad sufrirán desprendimientos de sus puertas frontales ni paredes laterales.

7.1 Diferencias de daños producidos por un fallo en Celdas Metal Clad que usan protección de arco frente a los que no usan protección de arco.

A continuación visualizaremos fotografías reales de Celdas Metal Clad y Celdas no Metal Clad que han sufrido los efectos de un fallo o falla de arco que no utilizaban una protección de arco, también veremos fotos de los pequeños daños producidos en las Celdas Metal Clad que utilizaban una protección de arco o Sistema Monitor de Arco.

- En las figuras 7.1 y 7.2 podemos ver interruptor y compartimientos de barras dañadas en Celdas Metal Clad antes de implementar protección de arco. Esto sucedió en la subestación Eskon – South Arica.



Figura 7.1: Celda Metal Clad con compartimiento de barras quemado.



Figura 7.2: Interruptor dañado en Celda Metal Clad.

Ahora, veremos lo que sucedió después de que se implemento el Sistema Monitor de Arco interno. La figura 7.3 muestra una oscilografía en la que visualiza que la falla se elimina después de 4 ciclos y en la figura 7.4 s muestra que el daño es limitado en el compartimiento de cables de la Celda Metal Clad, se puede visualizar la presencia de quemadura en solamente una de las fases.

Comparando los daños provocados por una falla de arco en Celdas Metal Clad que usan protección de arco contra los que no usan, las diferencias de daños son notables.

Tener en cuenta que solamente estamos visualizando los daños materiales ocurridos, mas no sabemos los daños que se pudo ocasionar a las personas que estaban en ese momento cerca de las Celdas.

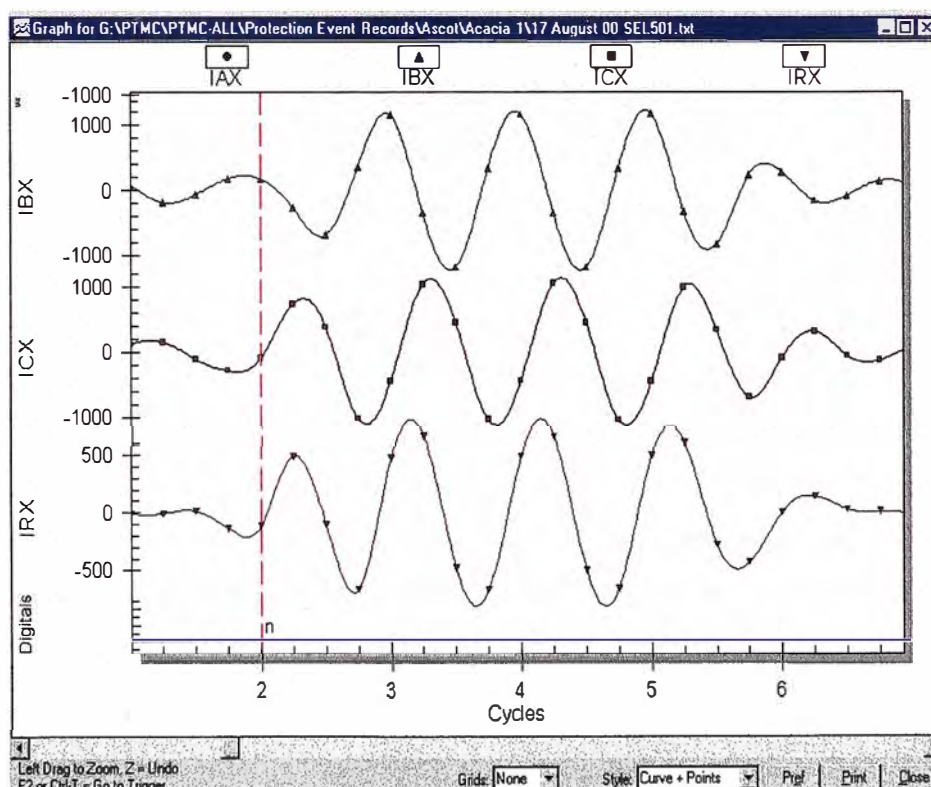


Figura 7.3: Oscilografía que muestra la eliminación de la falla en 4 ciclos.



Figura 7.4: daño limitado en compartimiento de cables de Celda Metal Clad.

- Las siguientes figuras se muestran una prueba realizada en laboratorio de KEMA – USA, la prueba consiste en simular un cortocircuito en el compartimiento de interruptor de una Celda de Media Tensión aplicando 50kA durante 500 ms sin protección de arco interno. La figura 7.5 vemos que se simula un cortocircuito en los brazos del interruptor, con un alambre que unen las tres fases o brazos del interruptor; en la figura 7.6 se muestra un panel con testigos de algodón que se coloca frente a la Celda Metal Clad, este panel deberá permanecer intacto luego de realizarse la prueba de cortocircuito, independientemente si la Celda Metal Clad use o no una protección de arco (según norma IEC 62 271-200); y en la figura 7.7 se muestra el compartimiento de interruptor después de la prueba, vemos que los aislamientos están dañados, el eje del macho de las tulipas están descentradas e inservibles.



Figura 7.5: Simulación de cortocircuito en compartimiento de interruptor.

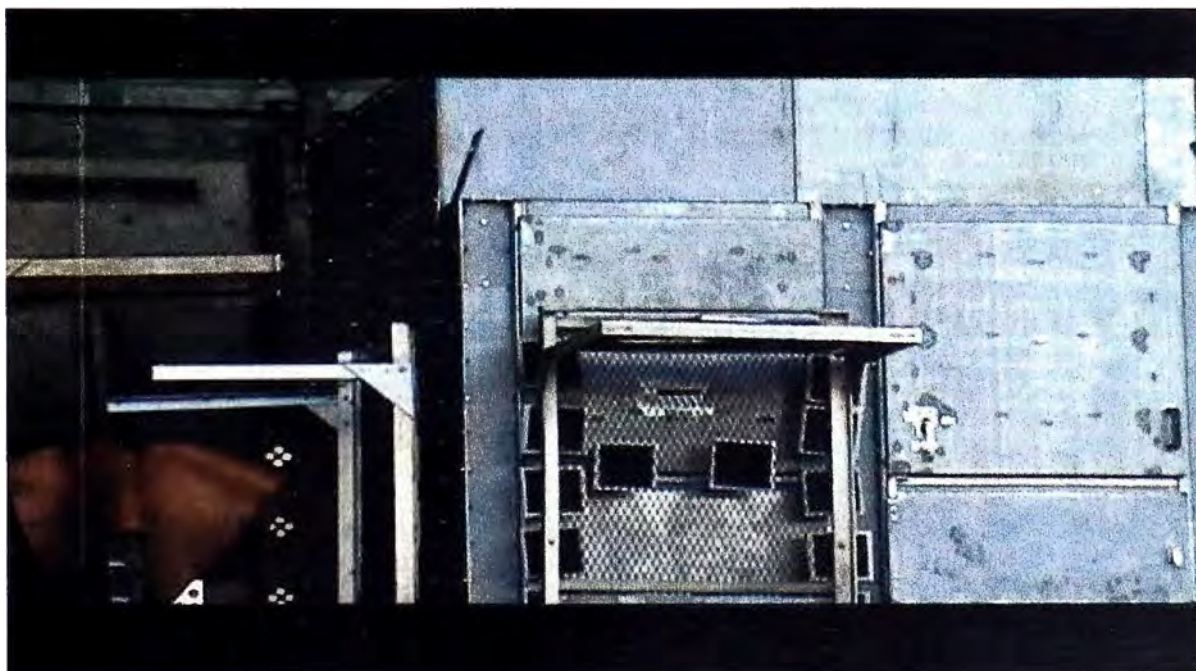


Figura 7.6: Panel con testigos de algodón frente a la Celda Metal Clad.

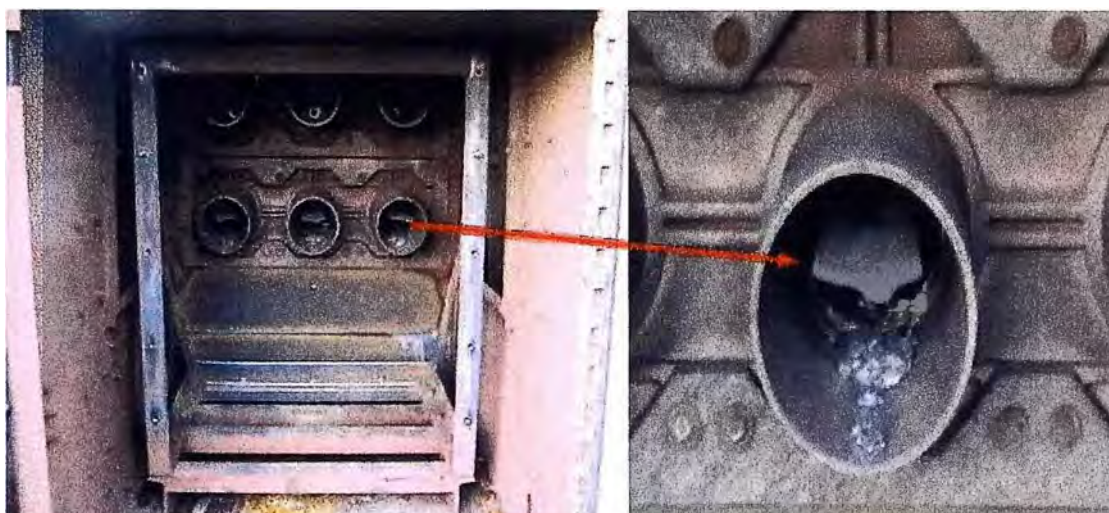


Figura 7.7: Compartimiento de interruptor dañado.

Ahora veremos que sucede si se realiza la misma prueba bajo las mismas condiciones en Celdas Metal Clad, pero con la implementación de una protección de arco.

Vemos en la figura 7.8, después de realizar la prueba de cortocircuito el panel con los testigos de algodón están intactos, tampoco hay muestras de quemaduras en los testigos de algodón y el panel no sufrió doble alguno y la figura 7.9 muestra al interior del compartimiento de interruptor que no hubo daños considerables, solo se muestra un punto de quemadura en una de la barra que simula un brazo del interruptor.

Los paneles con testigos, es una malla con un marco de fierro en la cual se colocan trozos de algodón distribuidas cada cierta distancia. Luego de la prueba de arco, estos testigo o trozos de algodón serán los indicadores (los trozos de algodón no deberían de quemarse) para saber si la Celda Metal Clad pasa o no la prueba.

Naturalmente después de realizar la prueba de arco interno la Celda Metal Clad queda dañada, lo que indica que ya no se podrá utilizar, por tanto, las pruebas de arco interno para las Celdas Metal Clad son destructivas.



Figura 7.8: Panel con testigos de algodón intacto después de la prueba de cortocircuito.

Los daños que se producen en las Celdas Metal Clad que utilizan una protección de arco o Sistema Monitor de Arco Interno son mínimos, debido al tiempo de actuación de estos sistemas que generalmente es de 95 ms a comparación de cualquier sistema de protección convencional cuyo tiempo de respuesta o liberación de falla supera largamente al de la protección de arco.

Finalmente, veremos algunas figuras en la que se muestran Celdas que no son Metal Clad y que no utilizaron protección de arco.

Sin duda, esas Celdas sufrieron voladuras de las puertas frontales y paredes laterales, además de desprendimientos de trozos de metales y con consecuencias graves desde una explosión e incendios hasta la muerte del personal operador de las Celdas.

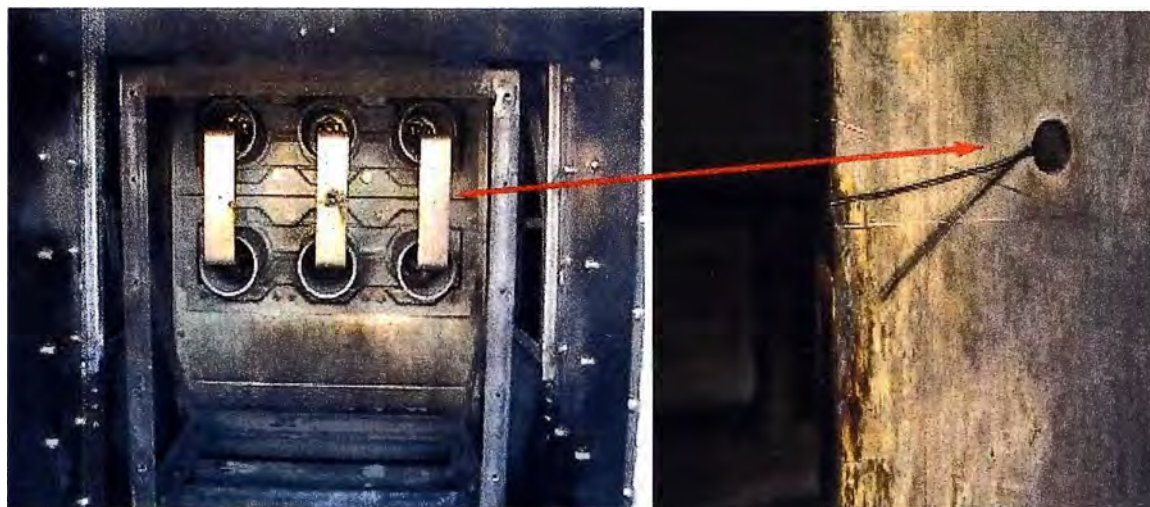


Figura 7.9: Compartimiento de interruptor sin mayores daños.

- La figura 7.10 muestra una Celda no Metal Clad después de un cortocircuito, esto sucedió en la subestación de 33kV en Sungei Petani-Kedah. El reporte indicó, además de la pérdida de producción en la planta y daños en los equipos, la muerte de un ingeniero y otro herido.

Como podemos observar la explosión originada por la falla de cortocircuito ocasionó que las puertas frontales se abrieran, incluso el interruptor salió despedido de la Celda. Es por esto, la importancia del uso de una protección de arco que atenuara el impacto del daño en cuestión de milisegundos y además las Celdas deben cumplir con la norma vigente de fabricación IEC 62 271-200.



Figura 7.10: Celda no Metal Clad después de una falla de cortocircuito en subestación de 33kV en Kedah.

- La figura 7.11, muestra otra Celda no Metal Clad en una subestación de 17.5kV en Brasil, devastada por la explosión ocasionada por un cortocircuito. Podemos observar que las puertas se abrieron y los equipamientos internos están prácticamente fundidos por la temperatura generada por el cortocircuito. La Celda tenía como características eléctricas 17.5kV de tensión nominal y 16kA de corriente de cortocircuito nominal. Al igual que el caso anterior se produjo pérdida de procesos y producción de la planta y daños a los equipos.



Figura 7.11: Celda no Metal Clad después de una falla de cortocircuito en subestación de 17.5kV en Brasil.

CAPITULO VIII

EXPERIENCIAS

Actualmente el Sistema Monitor de Arco Interno está siendo implementado en muchas subestaciones, generalmente de distribución primaria. Incluso, las normativas internas de seguridad de muchas empresas de distribuidoras de energía eléctrica las contemplan para que sean implementadas en sus respectivas subestaciones y de esta manera garantizar la seguridad e integridad de su personal de operaciones.

En este capítulo abordaremos las experiencias de la implementación del Sistema Monitor de Arco Interno, que fueron implementadas en dos subestaciones de distribución primaria en 22.9kV; el Sistema Monitor de Arco Interno se instaló al interior de Celdas Metal Clad de 22.9kV, 2000 A en barra y 20kA de corriente de cortocircuito nominal.

Es importante mencionar que los planos eléctricos mostrados en este capítulo se presentarán a mayor escala en el ANEXO C, también se mostrarán planos adicionales con el detalle de la filosofía eléctrica de la implementación del Sistema Monitor de Arco Interno.

El Sistema Monitor de Arco Interno utilizado en estas experiencias fue de la fábrica Boherdi.

A continuación analizaremos la implementación y la filosofía de funcionamiento del Sistema de Monitor de Arco Interno en dos subestaciones de distribución primaria.

8.1 Subestación de distribución Primaria Huachipa 22.9kV, 2000 A, 20kA, 60Hz

Esta subestación de distribución primaria está equipada con cinco Celdas Metal Clad a prueba de arco interno, una celda de entrada, una celda de medición y tres celdas de salida de las siguientes características eléctricas:

- Tensión de operación 22.9 kV
- Tensión nominal 24 kV
- Corriente nominal en barras 2000 A

- Corriente de cortocircuito nominal 20 kA
- Frecuencia nominal 60 Hz.

La subestación es tipo interior y está instalada a menos de 1000 metros sobre el nivel del mar.

La figura 8.1 muestra el diagrama unifilar eléctrico de esta subestación, podemos observar que son cuatro Celdas Metal Clad de Media Tensión 22.9kV, una Celda Metal Clad de entrada, tres Celdas Metal Clad de salida y una Celda Metal de medida. En cada una de estas Celdas Metal Clad se instalara el Sistema Monitor de Arco Interno

El Sistema Monitor de Arco Interno instalado en estas Celdas Metal Clad fue de la firma Boherdi de Argentina

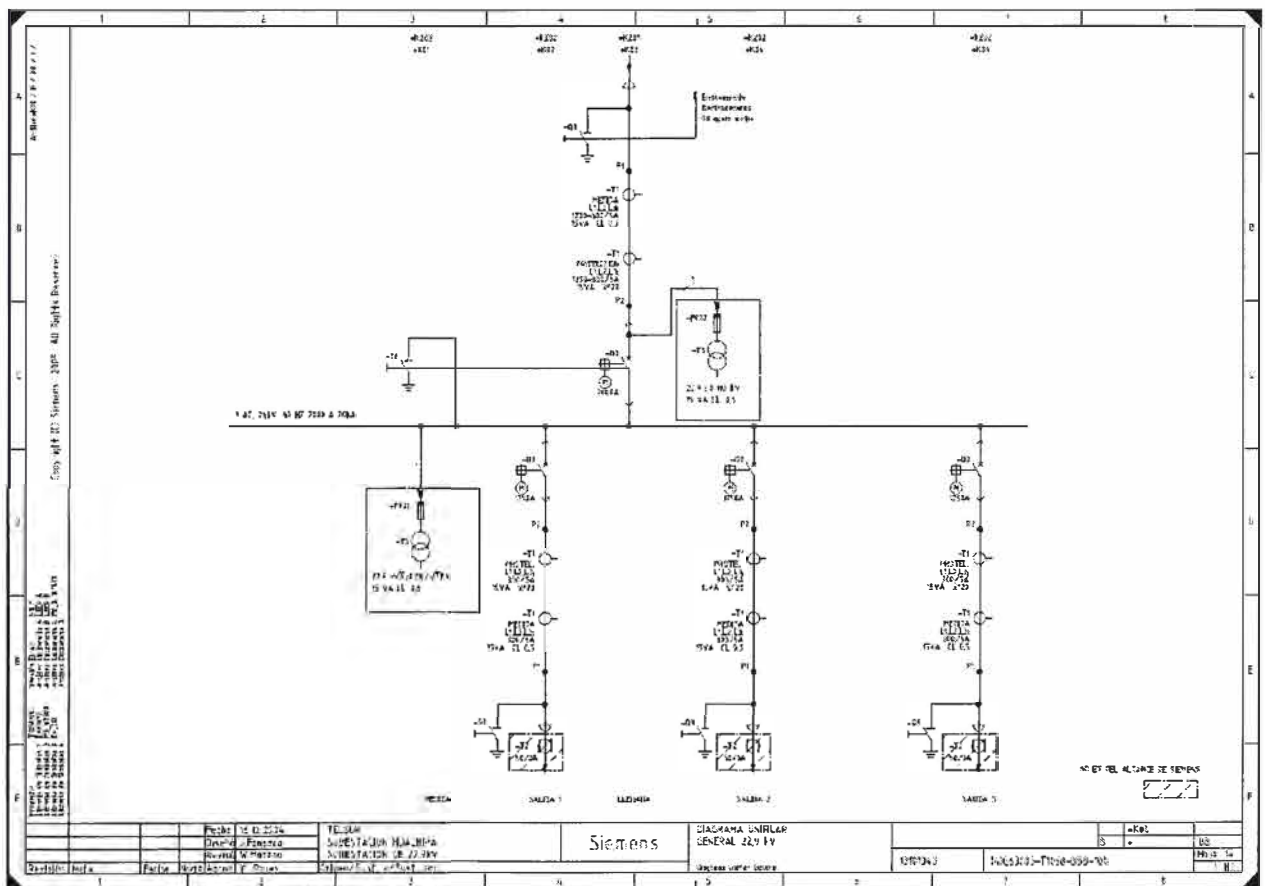


Figura 8.1: Diagrama unifilar de la subestación de distribución primaria Huachipa.

Es importante mencionar que para el cableado con fibra óptica, es conveniente el uso de tuberías corrugadas por cuyo interior atravesaran las fibras ópticas que conectarán los

monitores de arco con los sensores ópticos colocados en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad; estas tuberías corrugadas de aluminio protegerán a la fibra óptica contra posibles golpes o calentamiento al interior de las Celdas Metal Clad.

Teniendo en cuenta que los sensores ópticos se ubican en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad, a continuación mostraremos la ubicación de cada uno de estos sensores y además el cableado con fibra óptica desde los monitores de arco (ubicados en la caja de baja tensión de las celdas) hasta los sensores ópticos. Consideremos la siguiente leyenda para cada compartimiento de las celdas. Ver figura 8.2.

B: Compartimiento de barras.

IN: Compartimiento de interruptor.

CA: Compartimiento de cables.

TR: Compartimiento de transformador de tensión.

FU: Compartimiento de fusibles (es el mismo compartimiento TR).

ME: Compartimiento de medición (es el compartimiento CA pero adicionalmente se ubican transformador de tensión).

Observamos en la figura 8.2 a los sensores (representados por puntos) ubicados en cada compartimiento B, FU, IN, CA y TR de la celda de medida, entrada y salidas (salida 1,2 y 3). Los sensores son cableados con fibras ópticas hasta los mezcladores MO2, estos a su vez derivaran las distribuirán las señales de luz hasta los monitores MAI2-SC y MAI2-CC (con medición de corriente). Además, este ultimo repetirá la señal de corriente al MAI2-SC que juntamente con las señales de luz de cada compartimiento mandaran (condición de disparo de los interruptores por luz y corriente) a aperturar a los respectivos interruptores. En la TABLA N° 8.1, de lógica de disparo, podemos describir que en la columna “Arco en” se mencionan a las Celdas Metal Clad, donde TR es la celda de entrada (o celda de transformador de potencia TR), MED es la celda de medición y celdas de salidas 1,2 y3, luego se mencionan a los compartimientos de cada celda. La columna “Sobrecorriente” explica la presencia de sobrecorriente, generada por una falla de arco aguas abajo de la celda de entrada, que se mide mediante el transformador de corriente y esta señal de corriente se transmite al monitor MAI2- CC (este monitor a su vez repetirá la señal de corriente al monitor MAI2-SC) ubicada en esta misma celda. Finalmente, la columna “Disparo Interruptor” explica que cuando se presenta sobrecorriente en TR (además de

presencia de luz captada por los sensores) tendrá que disparar el interruptor TR (interruptor de la celda de entrada), interruptor AA-TR (disparo aguas arriba de la celda de entrada TR) e interruptor de salidas, de acuerdo al compartimiento en que se presente la falla de arco.

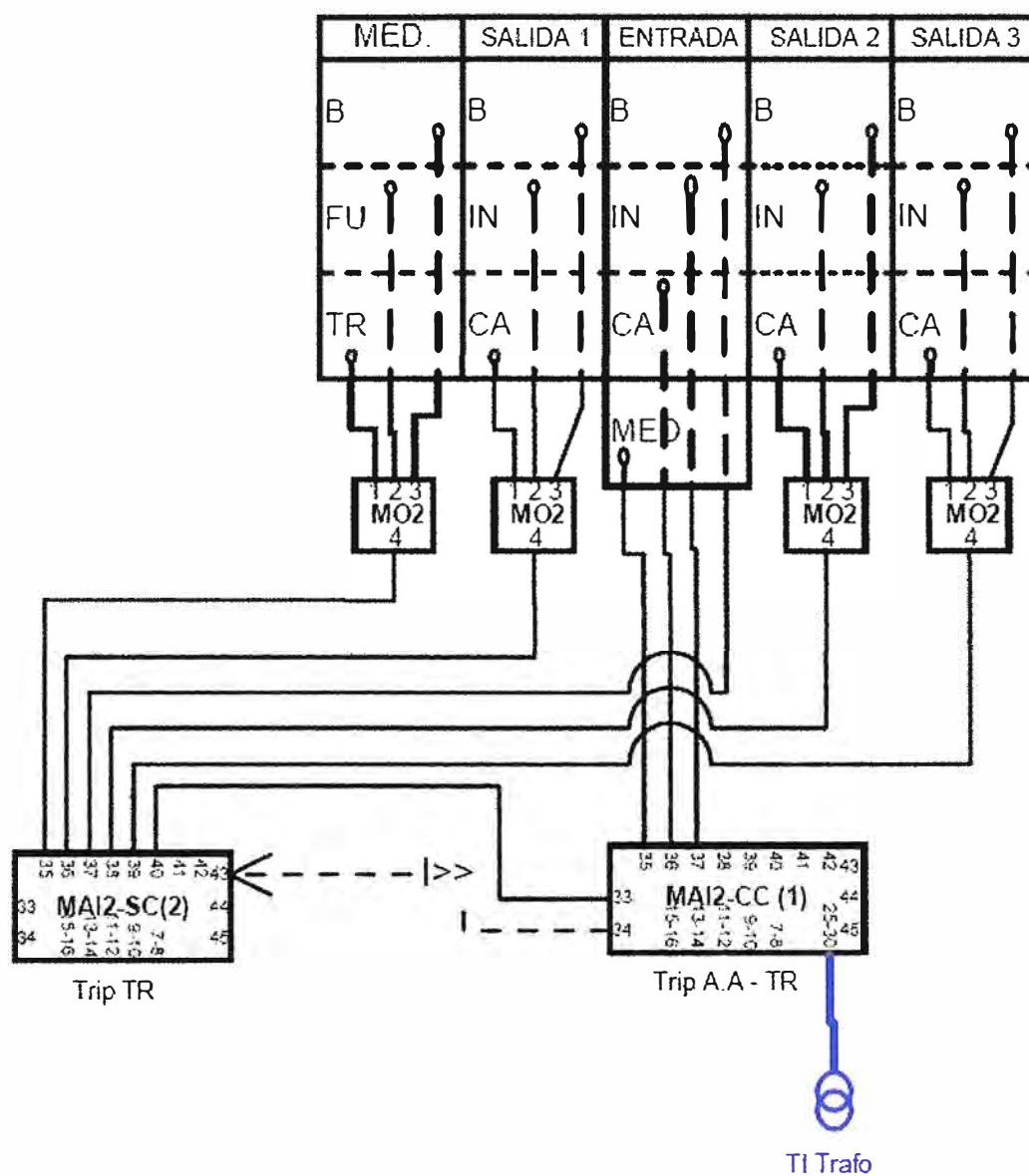


Figura 8.2: Esquema de ubicación de sensores y conexión de fibra óptica en los compartimientos de las Celdas Metal Clad de la subestación Huachipa.

TABLA N° 8.1: Lógica de disparo de los interruptores de las Celdas Metal Clad de la subestación Huachipa.

Arco en		Sobrecorriente en	Disparo Interruptor				
Celda	Comp.		TR	AA-TR	Salida 1	Salida 2	Salida 3
TR	B	X	X				
	IN	X	X	X			

	CA	X	X	X			
	MED	X	X	X			
SALIDA 1	B	X	X				
	IN	X	X		X		
	CA	X			X		
SALIDA 2	B	X	X				
	IN	X	X			X	
	CA	X				X	
SALIDA 3	B	X	X				
	IN	X	X				X
	CA	X					X
MED	B	X	X				
	FU	X	X				
	TR	X	X				

Analizamos la TABLA N°8.1; si la falla de arco se presentara en la celda TR y en el compartimiento de interruptor (IN), los interruptores de la celda TR y el equipo de maniobra aguas arriba (AA-TR) dispararan, sacando de servicio toda la subestación. Si la falla de arco se presentara en una de las celdas de salida, celda de salida 2 por ejemplo, y en el compartimiento de cables (CA), el interruptor de esta celda disparara sacando de servicio solamente a la celda 2. Pero si la falla de arco se presentara en cualquier compartimiento de la celda de medida (MED), el disparo será del interruptor TR de la celda de entrada. Tener en cuenta que siempre se estará midiendo la sobrecorriente (señal de corriente) conjuntamente con la luz que se genera por el arco (señal de luz) en cualquiera de los compartimientos, se estará presentando las dos condiciones para que pueda disparar el interruptor de la celda donde se presente la falla de arco

8.2 Subestación de distribución Primaria Bujama 22.9kV, 2000 A, 20kA, 60Hz

Esta subestación de distribución primaria está equipada con cinco Celdas Metal Clad a prueba de arco interno, una celda de entrada, una celda de medición y tres celdas de salida de las siguientes características eléctricas:

- Tensión de operación 22.9 kV
- Tensión nominal 24 kV

- Corriente nominal en barras 2000 A
- Corriente de cortocircuito nominal 20 kA
- Frecuencia nominal 60 Hz.

La subestación es tipo interior y está instalada o ubicada a menos de 1000 metros sobre el nivel del mar.

La figura 8.3 muestra el diagrama unifilar eléctrico de esta subestación, podemos observar que son cuatro Celdas Metal Clad de Media Tensión 22.9kV, una Celda Metal Clad de entrada, dos Celdas Metal Clad de salida y una Celda Metal de medida. En cada una de estas Celdas Metal Clad se instalara el Sistema Monitor de Arco Interno

El Sistema Monitor de Arco Interno instalado en estas Celdas Metal Clad fue de la firma Boherdi de Argentina.

Es importante mencionar que para el cableado con fibra óptica, es conveniente el uso de tuberías corrugadas por cuyo interior atravesaran las fibras ópticas que conectaran los monitores de arco con los sensores ópticos colocados en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad; estas tuberías corrugadas de aluminio protegerán a la fibra óptica contra posibles golpes o calentamiento al interior de las Celdas Metal Clad.

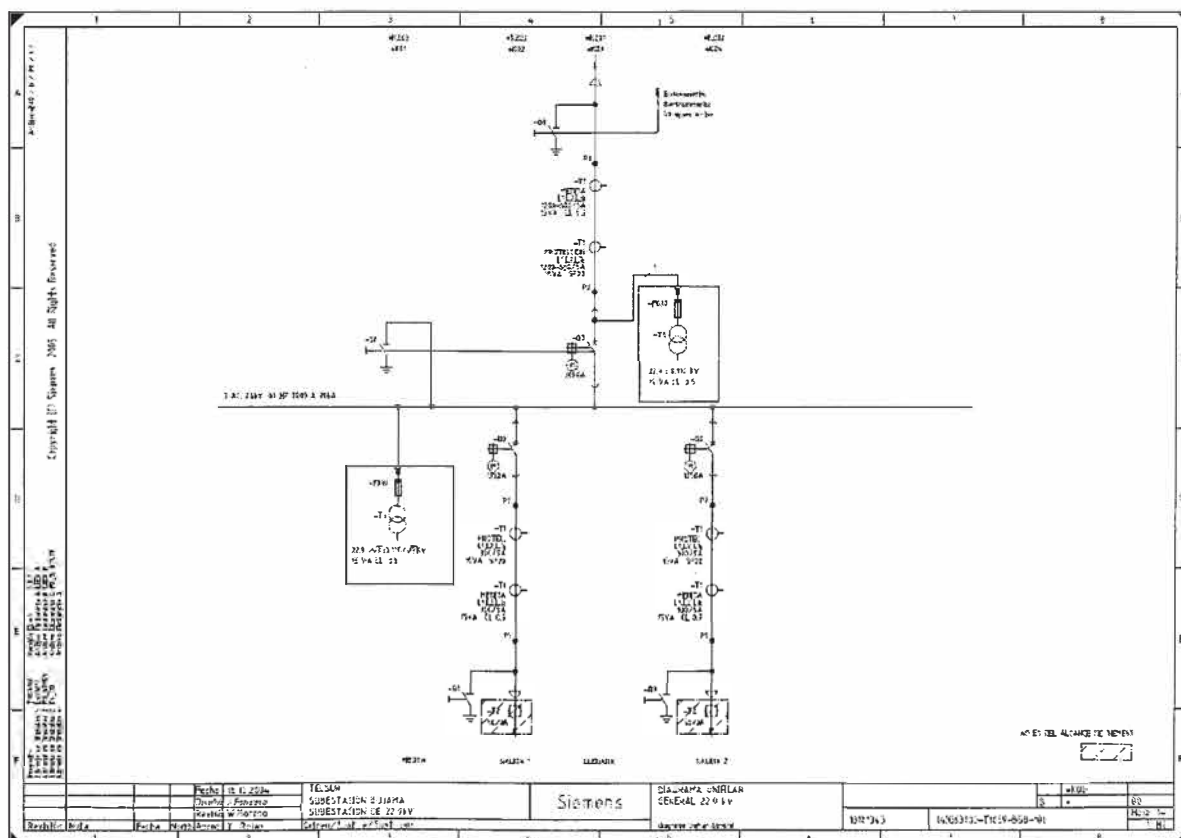


Figura 8.3: Diagrama unifilar de la subestación de distribución primaria Bujama.

La figura 8.4 muestra los compartimientos de las Celdas Metal Clad que conforman la subestación Bujama, y en estos compartimientos se muestra la distribución de los sensores ópticos y su respectivo cableado hasta los monitores de arco, la aplicación es análoga al de la figura 8.2.

Teniendo en cuenta que los sensores ópticos se ubican en cada compartimiento de las Celdas Metal Clad, a continuación mostraremos la ubicación de cada uno de estos sensores y además el cableado con fibra óptica desde los monitores de arco (ubicados en la caja de baja tensión de las celdas) hasta los sensores ópticos. Consideremos la siguiente leyenda para cada compartimiento de las celdas. Ver figura 8.4.

B: Compartimiento de barras.

IN: Compartimiento de interruptor.

CA: Compartimiento de cables.

TR: Compartimiento de transformador de tensión.

FU: Compartimiento de fusibles (es el mismo compartimiento TR).

ME: Compartimiento de medición (es el compartimiento CA pero adicionalmente se ubican transformador de tensión).

Observamos en la figura 8.4 a los sensores (representados por puntos) ubicados en cada compartimiento B, FU, IN, CA y TR de la celda de medida, entrada y salidas (salida 1 y 2). Los sensores son cableados con fibras ópticas hasta los mezcladores MO2, estos a su vez derivaran las distribuirán las señales de luz hasta los monitores MAI2-SC y MAI2-CC (con medición de corriente). Además, este ultimo repetirá la señal de corriente al MAI2-SC que juntamente con las señales de luz de cada compartimiento mandaran (condición de disparo de los interruptores por luz y corriente) a disparar a los respectivos interruptores.

En la TABLA N° 8.2, de lógica de disparo, podemos describir que en la columna “Arco en” se mencionan a las Celdas Metal Clad, donde TR es la celda de entrada (o celda de transformador de potencia TR), MED es la celda de medición y celdas de salidas 1 y 2, luego se mencionan a los compartimientos de cada celda. La columna “Sobrecorriente” explica la presencia de sobrecorriente, generada por una falla de arco aguas abajo de la celda de entrada, que se mide mediante el transformador de corriente y esta señal de corriente se transmite al monitor MAI2- CC (este monitor a su vez repetirá la señal de corriente al monitor MAI2-SC) ubicada en esta misma celda. Finalmente, la columna “Disparo Interruptor” explica que cuando se presenta sobrecorriente en TR (además de

“Disparo Interruptor” explica que cuando se presenta sobrecorriente en TR (además de presencia de luz captada por los sensores) tendrá que disparar el interruptor TR (interruptor de la celda de entrada), interruptor AA-TR (disparo aguas arriba de la celda de entrada TR) e interruptor de salidas, de acuerdo al compartimiento en que se presente la falla de arco.

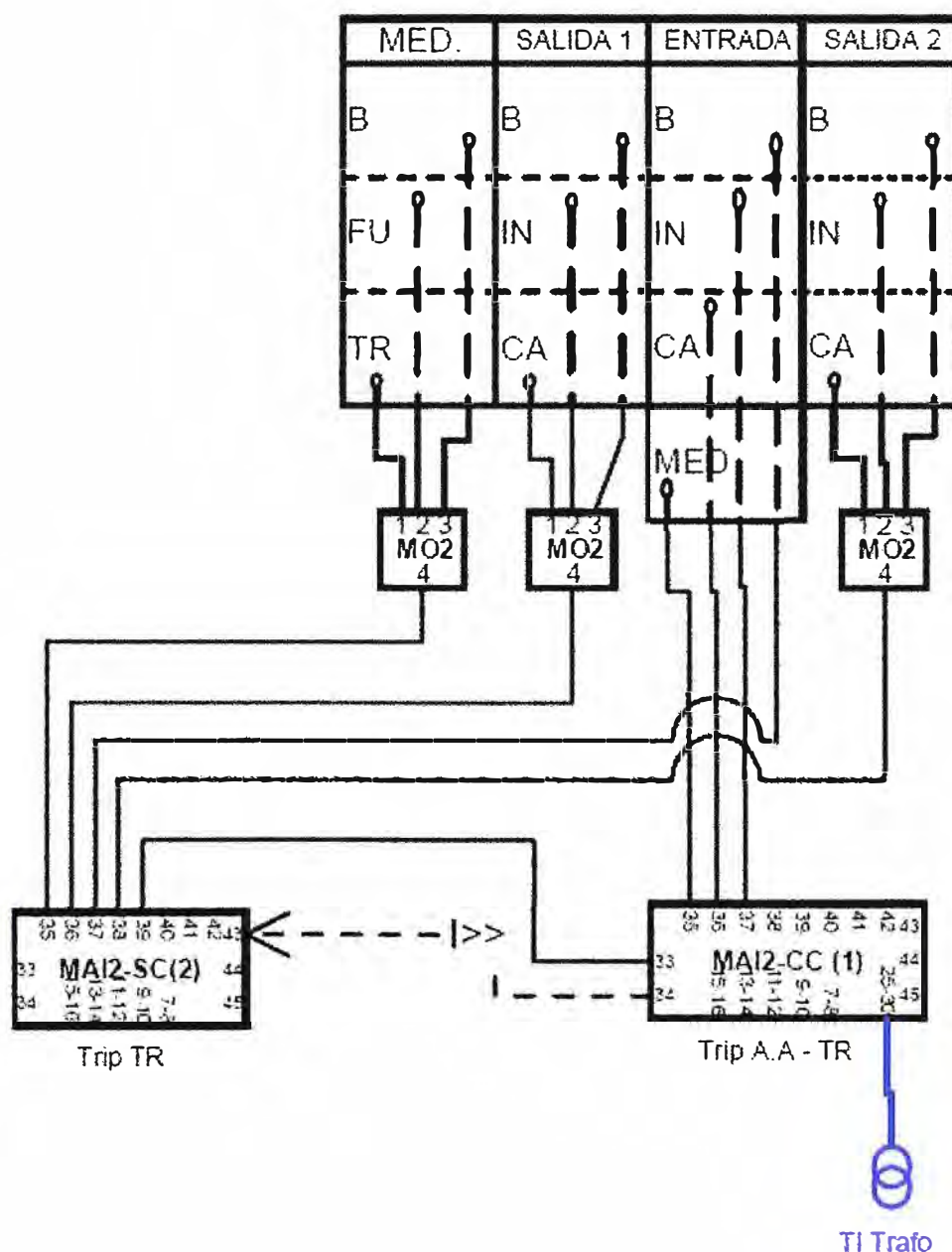


Figura 8.4: Esquema de ubicación de sensores y conexión de fibra óptica en los compartimientos de las Celdas Metal Clad de la subestación Bujama.

La TABLA N° 8.2, muestra los disparos de los interruptores de acuerdo al lugar donde se presenta la falla de arco, para las Celdas Metal Clad de la subestación Bujama.

TABLA N° 8.2: Lógica de disparo de los interruptores de las Celdas Metal Clad de la subestación Bujama.

Arco en		Sobrecorriente en	Disparo Interruptor			
Celda	Comp.		TR	AA-TR	Salida 1	Salida 2
TR	B	X	X			
	IN	X	X	X		
	CA	X	X	X		
	MED	X	X	X		
SALIDA 1	B	X	X			
	IN	X	X		X	
	CA	X			X	
SALIDA 2	B	X	X			
	IN	X	X			X
	CA	X				X
MED	B	X	X			
	FU	X	X			
	TR	X	X			

Analizamos la TABLA N°8.2; si la falla de arco se presentara en la celda TR y en el compartimiento de interruptor (IN), los interruptores de la celda TR y el equipo de maniobra aguas arriba (AA-TR) dispararan, sacando de servicio toda la subestación. Si la falla de arco se presentara en una de las celdas de salida, celda de salida 2 por ejemplo, y en el compartimiento de cables (CA), el interruptor de esta celda disparara sacando de servicio solamente a la celda 2. Pero si la falla de arco se presentara en cualquier compartimiento de la celda de medida (MED), el disparo será del interruptor TR de la celda de entrada. Tener en cuenta que siempre se estará midiendo la sobrecorriente (señal de corriente) conjuntamente con la luz que se genera por el arco (señal de luz) en cualquiera de los compartimientos, se estará presentando las dos condiciones para que pueda disparar el interruptor de la celda donde se presente la falla de arco.

CONCLUSIONES

1. La protección contra falla de arco utilizando el Sistema Monitor de Arco Interno es simple de aplicar y muy económica.
2. El Sistema Monitor de Arco Interno provee protección de barras en Media Tensión, evitando que se produzca un incendio y la propagación de la misma a lo largo del compartimiento de barras.
3. La protección de arco con el Sistema Monitor de Arco Interno actúa en menor tiempo que una protección de sobrecorriente o protección diferencial de barras convencional.
4. La protección de arco se puede programar para que actúe con la detección de luz a través de los sensores ópticos y para mayor confiabilidad, además, se puede programar para que actúe con sobrecorriente.
5. La protección de sobrecorriente no protege contra fallas de arco.
6. El Sistema Monitor de Arco Interno es aplicable para Media Tensión y Baja tensión.
7. Para evitar daños en personas y equipos cuando ocurre una falla de arco, es necesario despejar la falla en menos de 100 ms y para ello el Sistema Monitor de Arco Interno es el adecuado, por que despeja la falla actuando sobre el interruptor en menos de 95 ms.

ANEXO A

A.1 Resumen de la norma de fabricación de celdas IEC 62 271-200.



Estamos preparados:  2271-200

La nueva norma para celdas de media tensión.

Power Transmission and Distribution

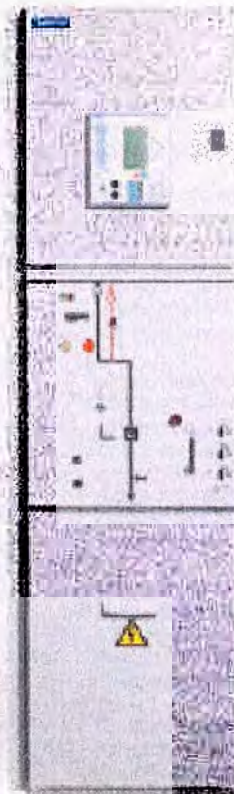
SIEMENS

Normas para todos

Las celdas de media tensión son cada vez más importantes en los sistemas de suministro de energía modernos. Por eso es tan importante su funcionamiento confiable y sus mantos claramente definidos de acuerdo con los parámetros especificados, así como la seguridad del personal y la protección contra averías en caso de sobrecarga.

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) se dedica al desarrollo de las especificaciones necesarias a este respecto y a su armonización y desarrollo ulterior a nivel mundial. Así también para la CEI 62271-200 – la nueva norma para celdas de media tensión.

Siemens ha integrado las exigencias de esta norma como uno de los primeros fabricantes, ofreciendo ya hoy la gama completa de celdas aisladas en aire y en gas con ensayos de tipo según CEI 62271-200.



CEI 62271-200

CEI 62271-200

Una retrospectiva

CEI 60298 – Durante cuatro décadas, esta abreviatura era la pauta a seguir en lo que se refería a ensayos de tipo para caídas con blindaje metálico. Hoy en día existen decenas de miles de caídas para distribución primaria y secundaria basadas en esta norma – certificadas según la parte obligatoria de la norma y ensayos opcionales según el caso. Para poder identificar cualquier caída con el certificado* con ensayos de tipo* era obligatorio realizar con éxito los ensayos siguientes:

Ensayo dieléctrico para comprobar el nivel de aislamiento de las caídas (ensayos con tensión estabida de impulso y con tensión resistida de breve duración a tensión no industrial con los valores especificados de acuerdo con la tensión nominal correspondiente)

Ensayos de calentamiento para comprobar la capacidad de carga con las corrientes nominales de servicio

Ensayos con corriente de pico y de breve duración para comprobar la capacidad de carga dinámica y térmica de los circuitos principales y de los circuitos a tierra; los ensayos se efectúan con corriente nominal de pico de cortocircuito, corriente nominal de cierre en cortocircuito o corriente nominal de corte en cortocircuito

Ensayo de capacidad de maniobra para comprobar la capacidad de cierre y de corte de los aparatos incorporados

Ensayo de funcionamiento mecánico para comprobar las funciones mecánicas y los endavamientos

Ensayos de grado de protección para comprobar la protección contra contactos directos y la penetración de cuerpos extraños

Ensayo de presión y resistencia para comprobar la hermeticidad al gas y la resistencia a la presión de caídas aisladas en gas

Además existía la posibilidad de hacer certificar las caídas de forma voluntaria en cuanto a su resistencia a los arcos internos y seguridad para personas.

De entre una serie de seis criterios, los fabricantes y explotadores de las caídas podían seleccionar y comprobar aquellos que fueran relevantes para ellos.

Criterio 1: No deberán abrirse puertas y tapas.

Criterio 2: No deberán salir despedidas piezas de las caídas.

Criterio 3: En el blindaje exterior no se deberán originar agujeros.

Criterio 4: Los indicadores textiles verticales no se deberán inflamar.

Criterio 5: Los indicadores textiles horizontales no se deberán inflamar.

Criterio 6: Las conexiones a tierra deberán seguir efectivas.

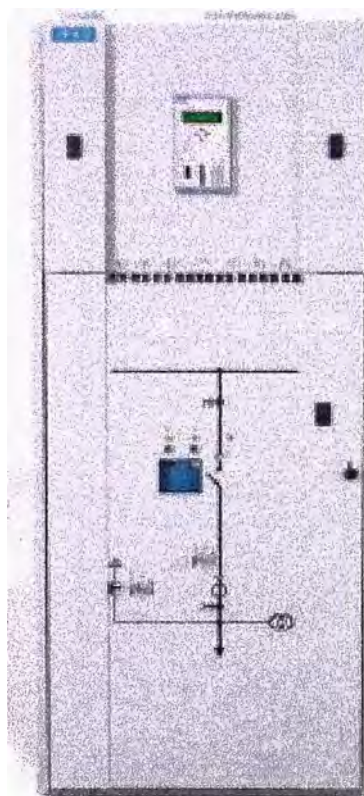
Para garantizar el acceso seguro a componentes individuales dentro de la caída, p.ej. a los cables de alimentación, sin desconectar las barras, la norma CEI 60298 distinguió tres tipos de compartimentación diferentes destinados únicamente a la protección contra contactos directos.

Compartimentación metálica: Distribución de la caída en cuatro compartimientos (compartimiento de barras, compartimiento del aparato de maniobra, compartimiento de conexión, compartimiento de baja tensión); compartimentaciones de chapa de acero entre los distintos compartimientos, tapa de chapa de acero o de materia plástica

Compartimentación general: Distribución de la caída en cuatro compartimientos al igual que en la compartimentación metálica, pero con las compartimentaciones de los distintos compartimientos de materia plástica

Compartimentación parcial: Todos los demás tipos constructivos que no correspondan a las características de compartimentación metálica o general citadas arriba

En estas consideraciones le da prioridad el acceso a los interruptores de potencia de pequeño volumen de accionamiento usuales entonces para poder efectuar trabajos de mantenimiento necesarios por el número limitado de ciclos de maniobra sin largas interrupciones del servicio. En caídas con compartimentación metálica o general, las barras en el compartimiento de barras y los cables de alimentación en el compartimiento de conexión podían, de esta modo, permanecer en servicio durante el mantenimiento. En caso de compartimentación parcial había que desconectar los cables de alimentación mientras que las barras podían permanecer en servicio.



Nuevas especificaciones nuevos retos

La CEI 62271-200 en resumen

Aunque la antigua norma CEI 60298 era una gran ayuda, con el tiempo fue superada por el desarrollo técnico.

Ante todo, la propagación de los interruptores de potencia al vacío libres de mantenimiento, con un número de ciclos de maniobra mucho más alto de lo normal, hizo que ya no fuera tan necesario el acceso frecuente a este tipo de interruptor de potencia.

El principio de extinción al vacío es tecnológicamente tan superior a todos los demás tipos de extinción del arco, que el interruptor de potencia pudo volverse a montar en la celda de forma fija, lo que facilitó la primera aplicación del aislamiento en gas con sus importantes propiedades de independencia climática, diseño compacto y ausencia de mantenimiento. Sin embargo, estas dos tecnologías – el principio de extinción al vacío y el aislamiento en gas – no estaban lo suficientemente integradas en la norma existente.

Al final de los años noventa, los gremios competentes de CEI se decidieron a redefinir la norma de celdas, la cual entró en vigor como CEI 62271-200 en noviembre del 2003. Al mismo tiempo se retiró la antigua CEI 60198 sin plazo de transición.

En la nueva norma CEI 62271-200 destacan cuatro características centrales:

1. Exigencias dieléctricas modificadas

Según CEI 60298, en el ensayo con tensión nominal aislada de impulso se permitían dos descargas disruptivas dentro de una serie de 15 impulsos de tensión. De acuerdo con la nueva norma, la serie de ensayos debe ser amplificada por 5 impulsos de tensión si al finalizar los primeros 15 impulsos ha aparecido una descarga disruptiva. Este puede producir un número máximo de 25 impulsos de tensión, con un máximo de dos descargas disruptivas permisibles al igual que antes.

2. Exigencias más altas para el interruptor de potencia y el seccionador de puesta a tierra

Al contrario de lo exigido hasta ahora, el ensayo de capacidad de maniobra para ambos aparatos de maniobra ya no será meramente un ensayo del aparato, sino que deberá efectuarse de forma obligatoria integrado en la celda correspondiente. La diferente disposición del aparato de maniobra con sus brazos de contacto, contactos móviles, barras conductoras etc. dentro de la celda puede tener una influencia negativa sobre su capacidad de maniobra.

Por esto se exige ensayar del interruptor de potencia dentro de la celda con las secuencias de ensayo T1003 y T1004 de la norma para aparatos CEI 62271-100.

3. Nueva clasificación de la compartimentación

Con respecto a la protección contra contactos directos de los componentes individuales, ahora rigen las clases de compartimentación PM (partitions metallic = compartimentaciones y cortinas de metal) o PN (partitions non-metallic = compartimentaciones y cortinas de material plástico). La clasificación ya no se efectúa a través de la descripción constructiva (compartimentación metálica general o parcial), sino de acuerdo con los criterios relativos al explotador (tablas 1 y 2).

4. Clasificación de arco interno más estricta

Aquí también se incluyeron modificaciones mucho más exigentes. Así se definió de nuevo la dirección de la energía de la alimentación del arco, el número máximo de celdas permisibles con el ensayo en la celda final y la dependencia entre la altura del techo y la altura de la celda. Además se deben cumplir completamente los cinco criterios de finalidad como sigue (no se permiten excepciones):

- 1) Las puertas y tapas deben permanecer cerradas; se aceptan deformaciones limitadas
- 2) Ninguna rotura en el blindaje, ninguna pieza de suelta con un peso de más de 60 g
- 3) Ningún agujero en lados accesibles hasta 2 m de altura
- 4) Ninguna inflamación de indicadores horizontales y verticales por gases calientes
- 5) La conexión a tierra del blindaje debe seguir efectiva

Para la clasificación de arco interno para subestaciones transitables y no transitables, la nueva norma CEI 62271-202 obliga a ensayar la subestación con las celdas incorporadas. La clasificación de la subestación obtenida de este modo sólo es válida en combinación con las celdas utilizadas para el ensayo. Esta clasificación no puede aplicarse para una combinación con celdas distintas, ya que cada tipo de celda presenta un comportamiento diferente en caso de arco interno (dispositivos de descarga de presión con secciones transversales y presiones de reacción diferentes, distinta combustibilidad debido a la diferente geometría de los conductores).

Tabla 1

Categoría de disponibilidad de servicio	Para abrir un compartimiento accesible de la celda...	Diseño constructivo
LSC 1	... sólo hay que desconectar las barras y, de este modo, todas las celdas	Sin compartimentaciones dentro de la celda, sin paredes de separación entre celdas hacia celdas adyacentes
LSC 2	LSC 2A ... sólo hay que desconectar los cables de alimentación. Las barras y las celdas adyacentes pueden permanecer en servicio	Paredes de separación entre celdas y distancia de accionamiento con compartimentación hacia las barras
	LSC 2B ... los cables de alimentación, las barras y las celdas adyacentes pueden permanecer en servicio	Paredes de separación entre celdas y distancia de accionamiento con compartimentación hacia las barras y los cables

Tabla 2

Tipo de accesibilidad a un compartimiento	Características de acceso	
Controlado por un dispositivo	Apertura para servicio normal y mantenimiento, p.ej. sustitución de fusibles	Acceso controlado por la construcción de la celda, es decir, los procedimientos de inserción evitan una apertura inadmisibles
Accesible por procedimiento	Apertura para servicio normal y mantenimiento, p.ej. sustitución de fusibles	Acceso controlado por un procedimiento adecuado (instrucción laboral del explotador), combinado con un dispositivo de bloqueo (cierre)
Accesible por herramientas	Apertura ni para servicio normal ni para mantenimiento, p.ej. ensayo de cables	Acceso sólo posible con herramientas de apertura, procedimientos de acceso especiales (instrucción del explotador)
No accesible	Apertura no posible (no prevista por parte del explotador, la apertura puede destruir el compartimiento. Este tipo de forma general para los compartimientos llenos de gas de las celdas aisladas en gas. El acceso no es ni necesario ni posible debido a la ausencia de mantenimiento y la independencia climática.	

Tabla 3

En la notación (ACA PLR, I y t) las últimas abreviaturas significan lo siguiente:	
IC	Inermal Arc Classification
A	Distancia de los indicadores 300 mm, es decir, montaje en locales con acceso para personal autorizado, locales de servicio eléctrico cerrados.
PLR	Acceso por el frente (F – Front), por los lados (L – Lateral) y por detrás (R – Rear)
I	Corriente de ensayo – Corriente nominal de corte en cortocircuito (en kA)
t	Duración del arco (en segundos)

Resumen de los valores característicos
Un ensayo realizado con éxito queda descrito por la clasificación de arco interno, que resulta de la definición del grado de accesibilidad, de los tipos de montaje posibles dentro del local así como de la corriente y el tiempo de ensayo. (Tabla 3)

Las celdas de media tensión en redes de distribución primaria y secundaria están clasificadas generalmente con el grado de accesibilidad A. Es decir, que están previstas para su aplicación en locales accesibles exclusivamente para personal autorizado (locales de servicio eléctrico cerrados).

Para celdas con acceso público se ha definido el grado de accesibilidad B (distancia de los indicadores = 100 mm) y para celdas montadas en postes eléctricos el grado de accesibilidad C (indicadores de bajo del poste en una superficie de 3 x 3 m).

Consecuencias para los explotadores
Para los explotadores de celdas, la nueva norma CEI 62371-200 implica las siguientes obligaciones:

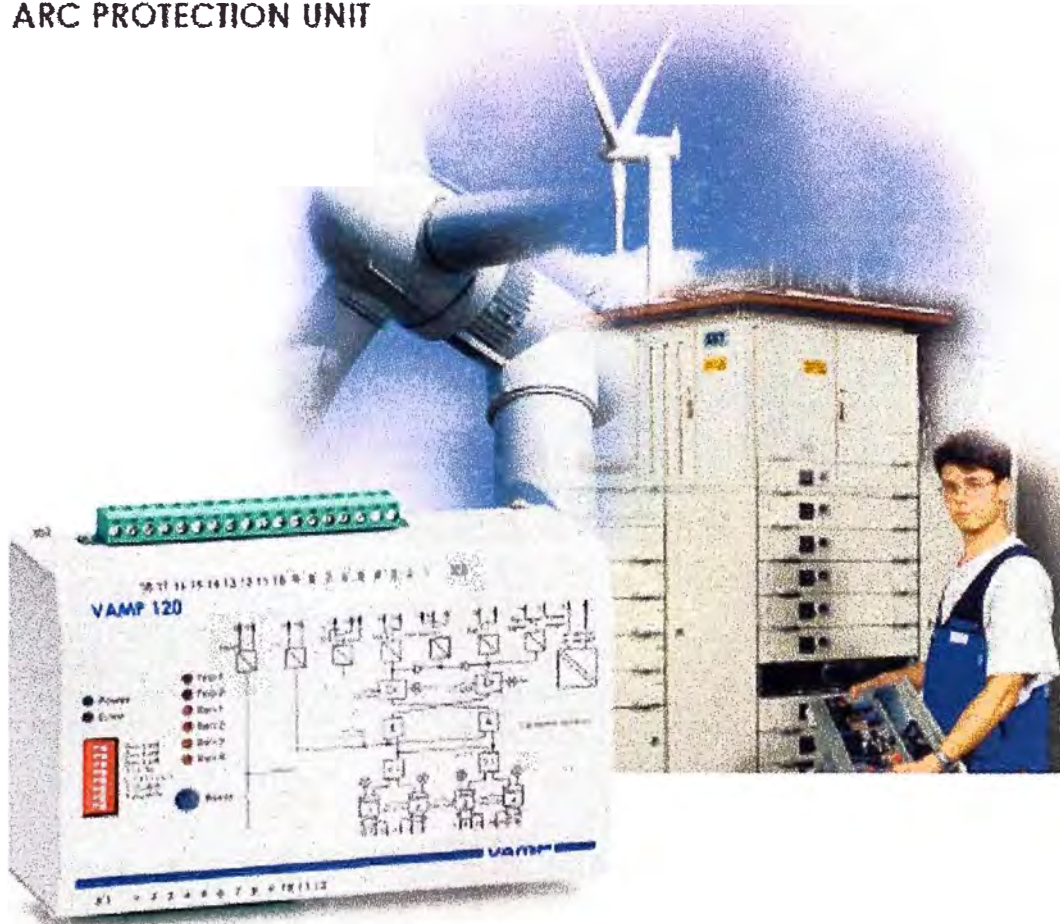
Las celdas ya existentes pueden continuar operándose según CEI 60298. Por el contrario, las celdas nuevas deberán cumplir la norma CEI 62371-200 para evitar cualquier desventaja legal que pudiera originarse. Una situación que desde luego proporciona ventajas, como por ejemplo que las celdas ahora puedan compararse y evaluarse de forma más transparente en cuanto a sus características. Sin embargo, también en el aspecto económico representarían una inversión en el futuro.

ANEXO B

- B.1 Características técnicas del Sistema Monitor de Arco Interno del fabricante VAMP.
 - a) Características técnicas del tipo VAMP 120.
 - b) Características técnicas del tipo VAMP 120L.
 - c) Características técnicas del tipo VAMP 220.
 - d) Características técnicas de los tipos VAMP 121 y 221 y accesorios.
- B.2 Características técnicas del Sistema Monitor de Arco Interno del fabricante BOHERDI.

VAMP 120

ARC PROTECTION UNIT

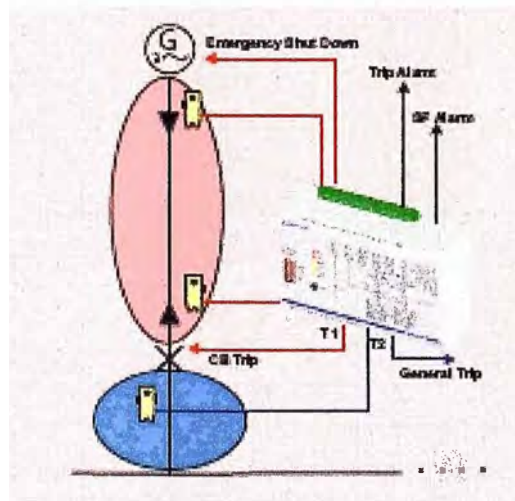


- Part of VAMP arc protection system family
- Designed for applications where limited amount of arc sensors are required
- Optimized for wind power applications
- Selective arc protection in medium voltage switchgear cable compartment
- Light only or combined light and current criteria from Vamp device

**Main technical data/
VAMP 120**

Auxiliary voltage	18 ... 265 V dc	
	40 ... 265 V ac	
Digital inputs		
- External reset input	18 ... 265 V ac / dc	
- Current status	18 ... 265 V ac / dc	
Number of arc sensor channels	Group 1 2 pcs	Group 2 2 pcs
Stepping contacts		
	1 pcs NO	1 pcs NO
- rated voltage	250 V ac / dc	
- continuous carry	5 A	
- make and carry for 0,5 s	35 A	
- make and carry for 3 s	15 A	
- opening time	7 ms	
- contact material	AgCdOx	
Alarm / signal contacts		
- SF (arc) alarm contact	1 pcs change over	
- Trip alarm	1 pcs change over	
- Trip signal	1 pcs NC	
- rated voltage	250 V ac / dc	
- continuous carry	5 A	
- make and carry for 0,5 s	10 A	
- make and carry for 3 s	8 A	
- opening time	7 ms	
- contact material	AgCdOx	

**Typical
wind power
application**



Vamp Ltd
P.O. Box 310
FI-05101 VAAKA
Finland

Viikingi aadressid:
Väestü Alajõe tee 25
74900 Järva-Peipsi
Eesti, Hiinamaa

tel: +358 20 753 3000
fax: +358 20 753 3005
E-mail: vamps@vamps.fi
http://www.vamps.fi



ISO 9001:2000
certified company



We reserve the right to product alterations without prior notice.
Copyright © Vamp s.p.a. All rights reserved. All the property of their respective holders.

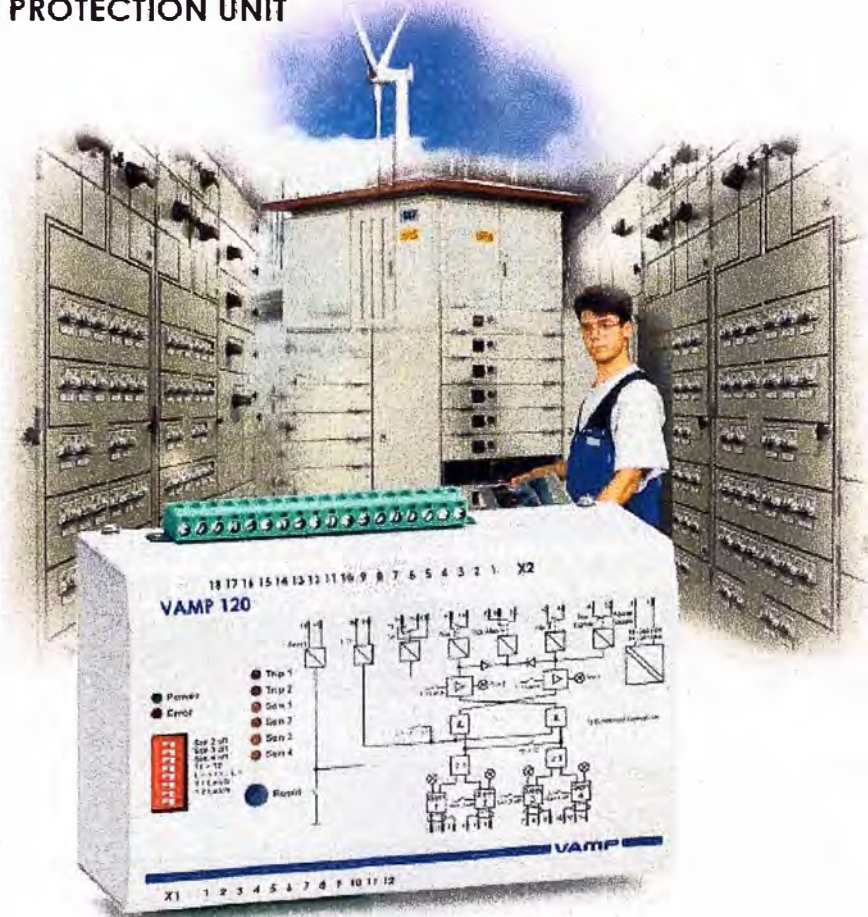
Vaasa Electronics Group

VAMP

100EN001

VAMP 120

ARC PROTECTION UNIT

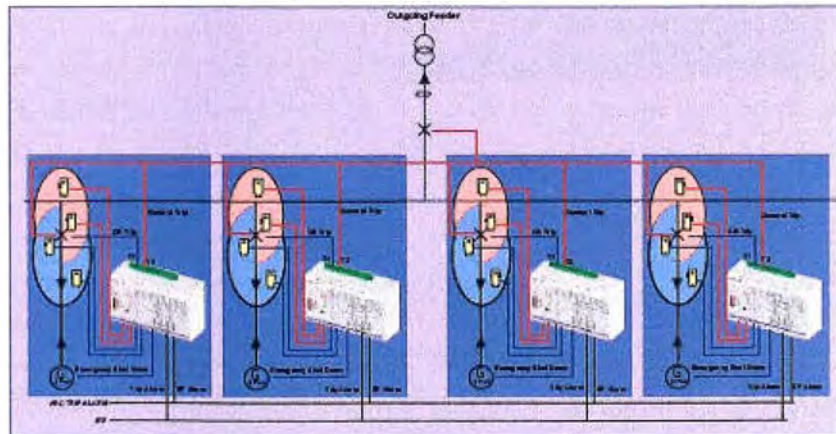


- Part of VAMP arc protection system family
- Designed for applications where limited amount of arc sensors are required
- Optimized for wind power applications
- Selective arc protection in medium voltage switchgear cable compartment
- Light only or combined light and current criteria from Vamp device

**Main technical data/
VAMP 120**

Auxiliary voltage	19 ... 265 V dc	
	40 ... 265 V ac	
Digital inputs		
- External reset input	1B ... 265 V ac / dc	
- Current status	1B ... 265 V ac / dc	
	Group 1	Group 2
Number of arc sensor channels	2 pcs	2 pcs
Tripping contacts	1 pcs NO	1 pcs NO
- rated voltage	250 V ac / dc	
- continuous carry	5 A	
- make and carry for 0.5 s	30 A	
- make and carry for 3 s	15 A	
- operating time	7 ms	
- contact material	AgCdO ₂	
Alarm / signal contacts		
- 5F (error) alarm contact	1 pcs change over	
- Trip alarm	1 pcs change over	
- Trip signal	1 pcs NC	
- rated voltage	250 V ac / dc	
- continuous carry	5 A	
- make and carry for 0.5 s	10 A	
- make and carry for 3 s	8 A	
- operating time	7 ms	
- contact material		
Casing		
- Dimensions (w x h x d)	170 x 106 x 62 mm	
- with connectors:	170 x 126 x 62 mm	
- Weight	1.2 kg	

**Typical
application**



VL120E-002

Vamp Ltd
P.O.Box 810
FI-65101 VAAASA
Finland

Visiting address:
Vaasa Airport Park
Yrittäjänkatu 15
Vaasa, Finland

Tel: +358 20 753 3200
Fax: +358 20 753 3205
Email: vamp@vamp.fi
<http://www.vamp.fi>



ISO 9001:2000
certified company



We reserve the rights to product alterations without prior notice.
Copyright © Vamp Ltd. All trademarks are the property of their respective holders.

Vaasa Electronics Group

VAMP

VAMP 220

ARC PROTECTION SYSTEM



Product highlights

- Arc fault location indicated
- Double trip criteria: light and overcurrent
- Continuous self supervision
- Full selectivity even for complicated applications
- Fulfils protection relay standards
- High stability
- Fulfils relevant EMC standards
- Easy to apply and install
- Easy to retrofit

Main technical data/ VAMP 220

Master unit VAMP 220

Auxiliary voltage, Uaux	40...265 V ac / dc (optionally 18...36 Vdc)
Rated phase current In	1A or 5A
Thermal Withstand x	4 x In (continuous), 100 In (for 1 s)
Rated frequency fn	45...65 Hz
Overcurrent setting, >	0,9 ... 6,0 x In
Operating time	7 ms
Operating time CBFP	7, 80, 100, 150ms
Trip contacts	4 pcs NO 3 pcs NO, 1 pcs NC 2 pcs NO, 2 pcs NC
Alarm contacts	2 pcs
BIO inputs / outputs	+48Vdc, 20mA
L> BIO lines (IN/OUT)	1 pos (Lc>)
L> BIO lines (I> dependent)	1 pos (Lb>)
L> BIO lines (IN)	1 pos (Lc>)
Number of slave units supported	10 pcs / 100 sensors

Tests and environment

Emission	EN 55022
Immunity	IEC 60255-22-1, IEC 60255-11, EN 61000-4-6, EN 61000-4-5, EN 61000-4-4, EN 61000-4-3, EN 61000-4-2
Insulation test	IEC 60255-5
Surge voltage	IEC 60255-5
Vibration shock	IEC 60255-21-1
Operating temperature	-10...+55° C
Relative humidity	<95 %, no condensation allowed
Degree of protection (IEC 60529)	IP54
Weight	4,2 kg
Dimension (w x h x d)	209 x 155 x 225 mm

Measurements / INFO

Phase currents [per unit value]
Overcurrent pick-up setting (0,9 ... 6 x In)
Information about 3 last activations: (slave and sensor address)
Total number of slave units and sensors
Temperature setting values and actual reading

Component failure information (Slave unit number and error code)

Slave unit VAM12CD	
Auxiliary supply	+24 Vdc
Taken from master unit	
Sensor connections	via modular cable
- arc sensors	10 pcs
- temperature sensor	1 pcs
- portable sensor	1 pcs
Weight	0,4kg
Dimension (w x h x d)	140 x 90 x 60 mm
Arc sensor VA1DA-	
Auxiliary supply	12 Vdc
Taken from slave unit	
Power consumption	≈ 2,5 mA
Connection cable length	6 m, VA1DA-6 12 m, VA1DA-12
Weight	0,01 kg

Temperature sensor VA1DT

Auxiliary supply	12 Vdc
Taken from slave unit	
Power consumption	1 - 4 mA
Connection cable length	6 m
Weight	0,01 kg

Portable sensor VA1DT

Auxiliary supply	12 Vdc
Taken from slave unit	
Power consumption	≈ 2,5 mA
Connection cable length	6 m, VA1DA-6 12 m, VA1DA-12
Weight	0,01 kg

Trip multiplier relay VAR 4 CE

Auxiliary supply	24 Vdc
Inputs	1 NO contact
Trip outputs	4 pcs
Weight	0,4kg
Dimension (w x h x d)	140 x 90 x 60 mm

Vamp Ltd
P.O.Box 610
FI-65101 VAAASA
Finland

Visiting address:
Vaasa Airport Park
Yrittäjänkatu 15
Vaasa, Finland

Tel: +358 20 753 3200
Fax: +358 20 753 3205
Email: vamp@vamp.fi
<http://www.vamp.fi>



We reserve the rights to product alterations without prior notice.
Copyright © Vamp Ltd. All trademarks are the property of their respective holders.

Vaasa Electronics Group

ISO 9001:2000
certified company

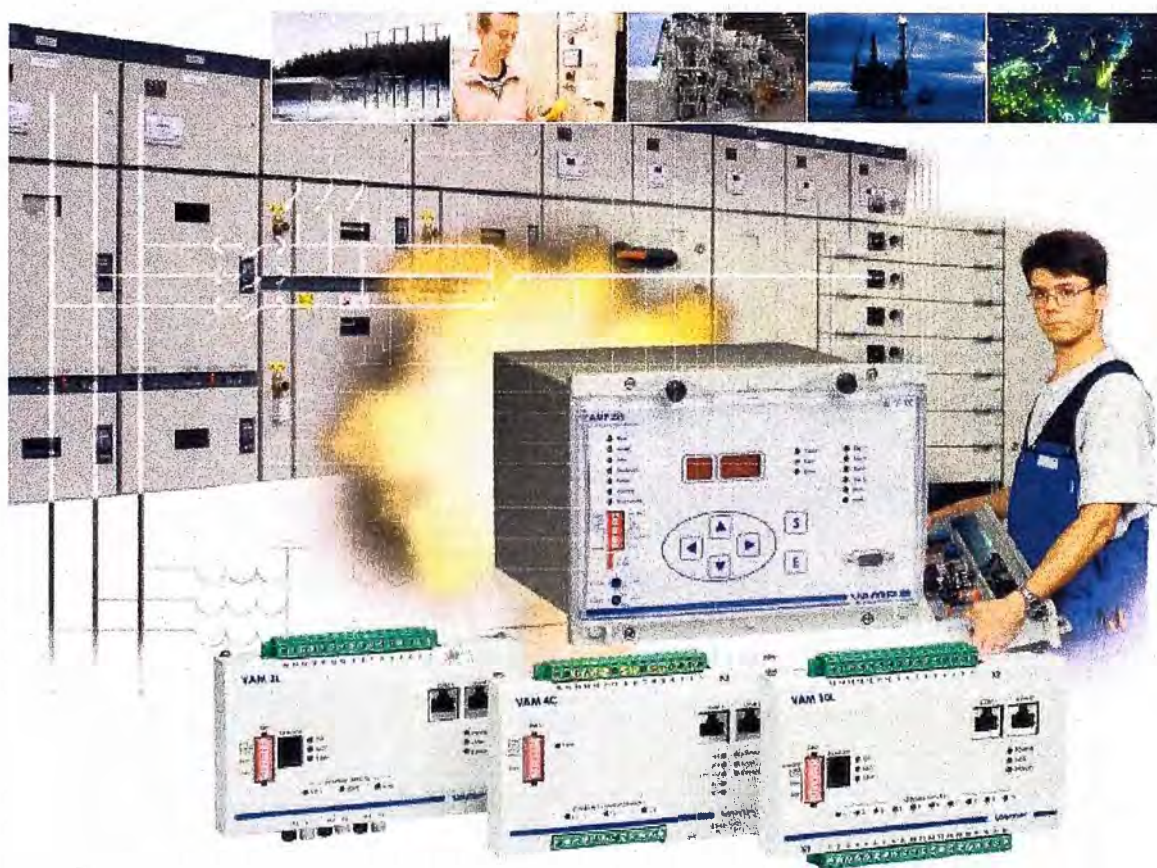


VAMP

VU2016-0005

VAMP Serie Protección de Arco

VAMP 121
VAMP 221





Datos técnicos

Unidad principal VAMP 221

Fuente de alimentación	
- Un	±0.5, 250 V ac/dc
Circuitos de medida	
- Rango de corriente In	1 A / 5 A
- Rango de frecuencia fn	45...85 Hz
- Consumo de potencia	±0.3 VA
- Resistencia térmica	0.2 x In for 1 s
Ajustes de operación	
- Ajuste de la corriente de fase II ₀	0.5...8.0 x In
- Ajuste de la corriente de tierra I ₀	0.05...5.0 x In
- Precisión	±3%
- Relación de inicio	0.05
- t ₀	7 ms
- t ₀ CBFF	100 ms, 150 ms
Contactos de disparo	
- Contactos de disparo	normalmente abiertos
- Relación de tensión	250 V ac/dc
- Corriente continua	5 A
- Corriente puntual a 0.5 s	30 A
- Corriente puntual a 3 s	15 A
- Material de contacto	AgCd0.2
Señal / Contactos de Alarma	
- SF (error) contacto de alarma	1 u, conmutado
- Alarma de disparo	1 u, normalmente abierta
- Relación de voltaje	250 V ac/dc
- Corriente continua	5 A
- Corriente puntual a 0.5 s	10 A
- Corriente puntual a 3 s	5 A
- Material de contacto	AgCd0.2
- Tiempo de operación	7 ms
- Disparo 1, 2, 3, 4	
Entradas/Salidas BIO	
- Tensión	+48 V
- Corriente	20 mA
- Alarma de disparo	normalmente abierta
-> BI línea (entrada)	2 pes
-> BO línea (salida)	3 pes
-> BI/O línea (entrada/salida)	1 pes (1-2)
Puerto esclavo (RJ45)	
- Multí combinaciones	Max 16 esclavos y 3 maestros
- Fuente de alimentación u esclavos	Aislada 24 V dc
- Comunicación (maestro-esclavo)	RS485 (15 kV) información / auto supervisado
- Señal ARC / OC maestro-esclavo	3 sensores ARC y 1 zona OC línea

VAM 10L, VAM 3L, VAM 4C

Contactos de disparo	1 pe NO
- Tensión	250 V ac/dc
- Corriente continua	5 A
- Corriente puntual a 0.5 s	30 A
- Corriente puntual a 3 s	15 A
- t ₀	7 ms
Entradas Digitales	1 pe
- Tensión	24 V dc
- Corriente	5 mA
Salidas digitales	1 pe
- Tensión	24 V dc
- Corriente	20 mA (max)
VAM 10 L	
Núm. Canales con sensor de arco	10
Fuente de alimentación	±24 V de vía cable modular o terminales
Consumo de energía, In (en espera)	45 mA
Consumo de energía por canal activo I sensAct	20 mA
Consumo total de energía	45 mA + (n x I sens Act)*
VAM 3 L	
Núm. de anillos de fibra	3 pes
Fuente de alimentación	±24 V de vía cable modular o terminales
Fuente de alimentación, In (en espera)	45 mA
Consumo de energía por canal activo I sensAct	20 mA
Consumo total de energía	45 mA + (n x I sens Act)*
VAM 4 C	
Circuitos de medida	
- Corriente In	1 A / 5 A
- Frecuencia fn	45...85 Hz
- Consumo de energía	±0.3 VA
- Resistencia térmica	0.2 x In for 1 s
Ajustes de operación	
- Ajuste de la corriente de fase II ₀	0.5...8.0 x In
- Ajuste de la corriente de tierra I ₀	0.05...5.0 x In
- Precisión	±3%
- Relación de inicio	0.05

Unidad de protección de arco VAMP 121

Fuente de alimentación	
- Un	24 V dc
- In (en espera)	30 mA
- I sensAct	20 mA
- Inse	120 mA (I sensAct x n)*
Contactos de disparo	
- Número	1
- Tensión	±280 V ac/dc
- Corriente continua	5 A
- Corriente puntual a 0.5 s	30 A
- Corriente puntual a 3 s	15 A
- Capacidad de ruptura DC, Cuando constante de tiempo L/R=40 ms	90 W
- Contacto de material	AgCd0.2
- t ₀	9 ms
Entradas/Salidas BIO	
- Tensión	+24 V
- Corriente de salida	20 mA (max)
- Corriente de entrada	5 mA
- Número de entradas	1
- Número de salidas	1

* n = Número de sensores activados

Dimensiones de caja

Dimensiones VAMP 221 (Ancho x Alto x Profundidad)	208 x 155 x 227 mm
Peso	4.2 kg
Dimensiones VAMP 121 (Ancho x Alto x Profundidad)	167 x 112 x 25 mm
Peso	0.66 kg

Pruebas de alteraciones

Emisión (EN 50081-1)	
- Conducido (EN 55022)	0.15 - 30 MHz
- Emitido (CISPR 11)	20 - 1 000 MHz
Immunidad (EN 50082-2)	
- Descarga estática (ESD)	EN 61000-4-2, clase III 8 kV descarga de contacto 5 kV descarga de aire
- Transición rápida (RFI)	EN 61000-4-4, clase III 2 kV, 5-50 ns, 5 kHz, ±-
- Ataque	EN 61000-4-5, clase IV 4 kV, modo común 2 kV, modo diferencial
- Campo Alta frecuencia Conducido	EN 61000-4-8 0.15 - 80 MHz, 10 V/m
- Campo de Alta frecuencia Emitido	EN 61000-4-9 80 - 1 000 MHz, 10 V/m
- Prueba GSM	EN 60924 200 MHz, 10 V/m, Modulación por pulsos

Pruebas de tensión

Prueba de tensión aislada (IEC 60255-5)	2 kV, 50 Hz, 1 min
Voltaje inicial (IEC 60255-5)	5 kV, 1.2/50 pes, 0.5 J

Pruebas mecánicas

Vibración (IEC 60255-21-1)	10...80 Hz, amplitud ±0.05 mm 80...150 Hz, aceleración 0.5 g Relación de banda 1 octava/min 20 periodos en la dirección del eje X, Y, Z
Choque (IEC 60255-21-1)	medio seno, aceleración 5 g, duración 11 ms, 3 capturas en la dirección del eje X, Y, Z

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 to +55°C
Transporte y Temperatura de almacenamiento	-40 to +70°C
Humedad relativa	< 75% (1 mes, valor promedio) < 80% (30 días al año, no se permite la condensación)

Sistema Monitor de Arco Interno **MAI**



Boherdi Electrónica S.R.L.



Sistema Monitor de Arco Interno MAI – Equipos

Monitor de Arco Interno - MAI2-SC.

- Puede ser configurado para disparar por luz de arco o por luz y corriente.
- Display numérico a leds, indica cual fue la última entrada de luz de arco excitada.
- 8 entradas de luz de arco.
- 4 salidas de disparo de estado sólido capaces de activar cualquier tipo de interruptor en forma directa.
- 3 entradas ópticas, permiten recibir señal de sobrecorriente por fibra óptica.
- 2 salidas ópticas, una para retransmitir señal de sobrecorriente y otra para retransmitir luz de arco.
- 2 contactos NA para señalizar equipo activado.
- Salida de alarma por supervisión interna.



Monitor de Arco Interno - MAI2-CC.



- Puede ser configurado para disparar por luz de arco o por luz y corriente.
- Placa sensora de corriente trifásica para 1 o 3 A, con umbral de activación ajustable.
- Display numérico a leds, indica cual fue la última entrada de luz de arco excitada.
- 8 entradas de luz de arco.
- 4 salidas de disparo de estado sólido, capaces de activar cualquier tipo de interruptor en forma directa.
- 3 entradas ópticas, permiten recibir señal de sobrecorriente por fibra óptica.
- 2 salidas ópticas, una para transmitir señal de sobrecorriente y otra para retransmitir luz de arco.
- 2 contactos NA para señalizar equipo activado.
- Salidas de alarma por supervisión interna.

Mezclador Óptico - MO2.

- Permite simplificar la instalación transmitiendo la luz de arco proveniente de tres lugares por una única salida.
- 3 entradas ópticas, reciben luz de arco. Opcional 4 entradas.
- 1 salida óptica, retransmite la de luz de arco recibida por cualquiera de las 3 entradas ópticas.
- Salida de alarma por supervisión interna.



Captores y fibra óptica.



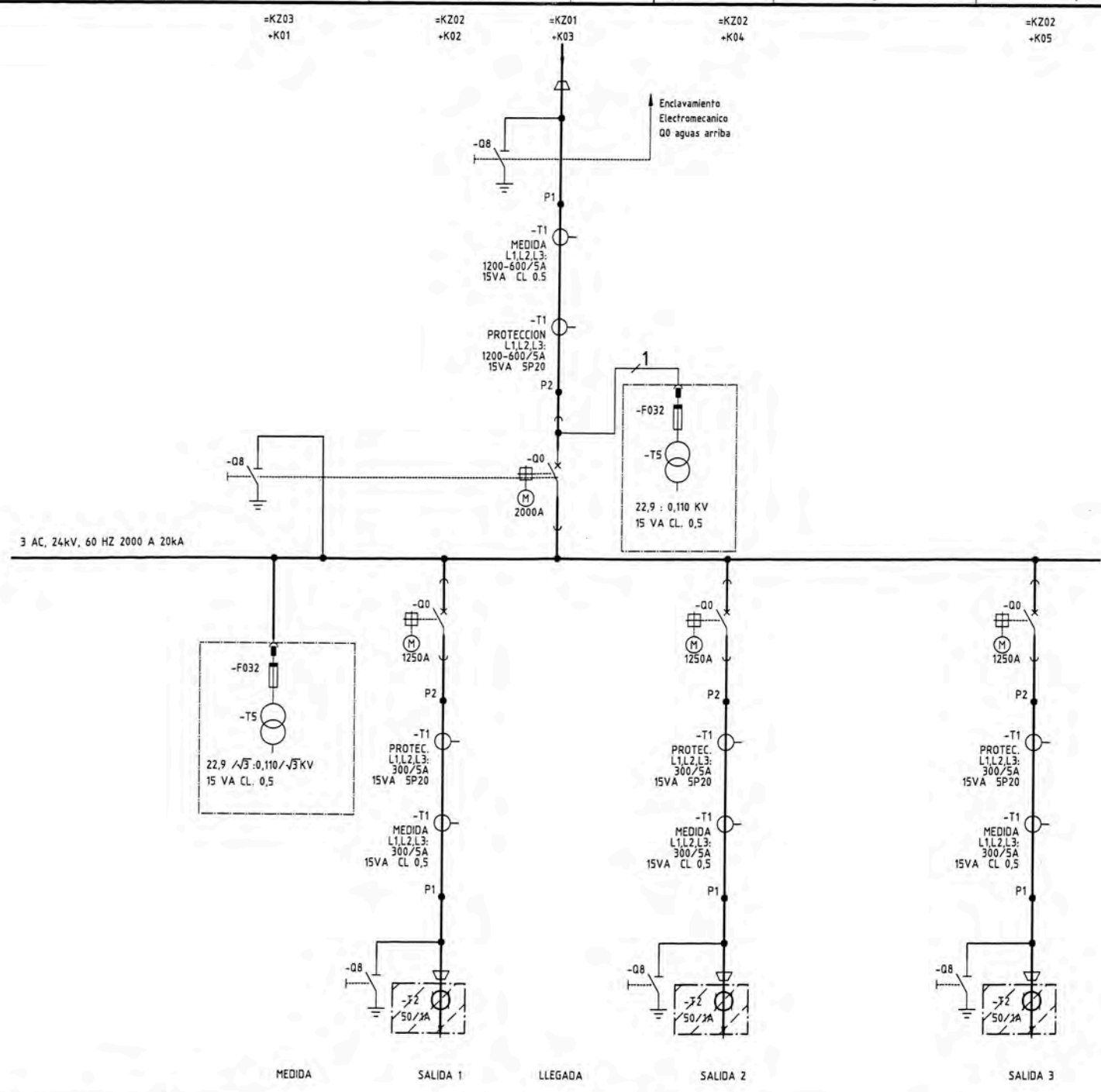
- Captores extraíbles con amplio ángulo de detección.
- Ende de sujeción incluida.
- Fibra óptica de plástico, muy robusta y maleable.

ANEXO C

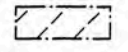
- C.1 Plano Unifilar de la Subestación Huachipa.
- C.2 Esquema de conexionado del Sistema Monitor de Arco Interno de la Subestación Huachipa.
- C.3 Plano Unifilar de la Subestación Bujama.
- C.4 Esquema de conexionado del Sistema Monitor de Arco Interno de la Subestación Bujama.

Archivo: K00 / B / BB / 1 /
 Versión Etad: S.8.7
 Archivo Diccionario A: LEER A
 Archivo Diccionario B: LEER B
 Archivo Diccionario C: PB_5_8.11.99
 Archivo Diccionario D:
 Proyecto: T1058100
 Librería de Símbolos 1: EV60617
 Librería de Símbolos 2: MS_40900
 Librería de Símbolos 3: EV_CO
 Librería de Símbolos 4:

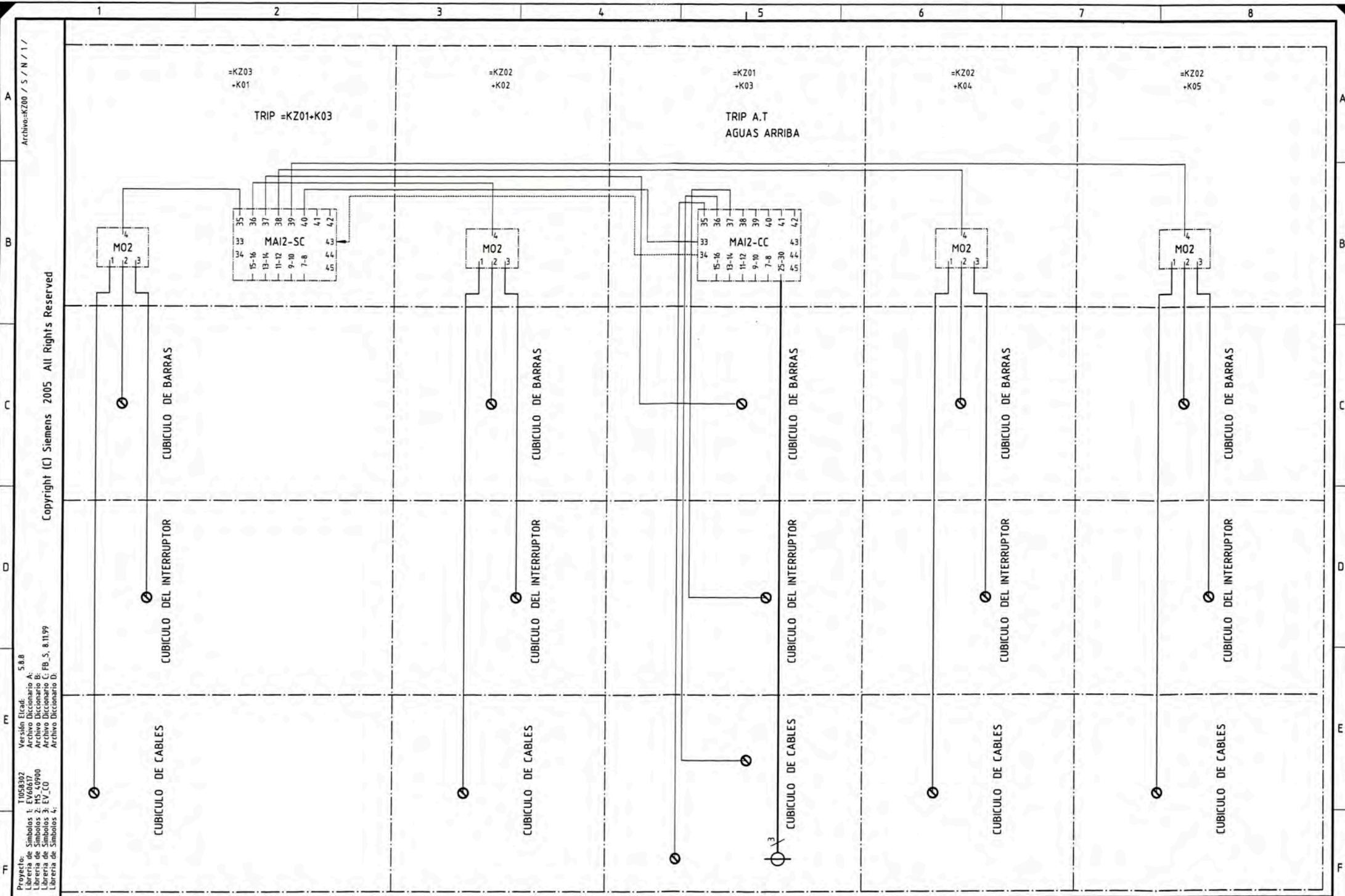
Copyright (C) Siemens 2005 All Rights Reserved



NO ES DEL ALCANCE DE SIEMENS

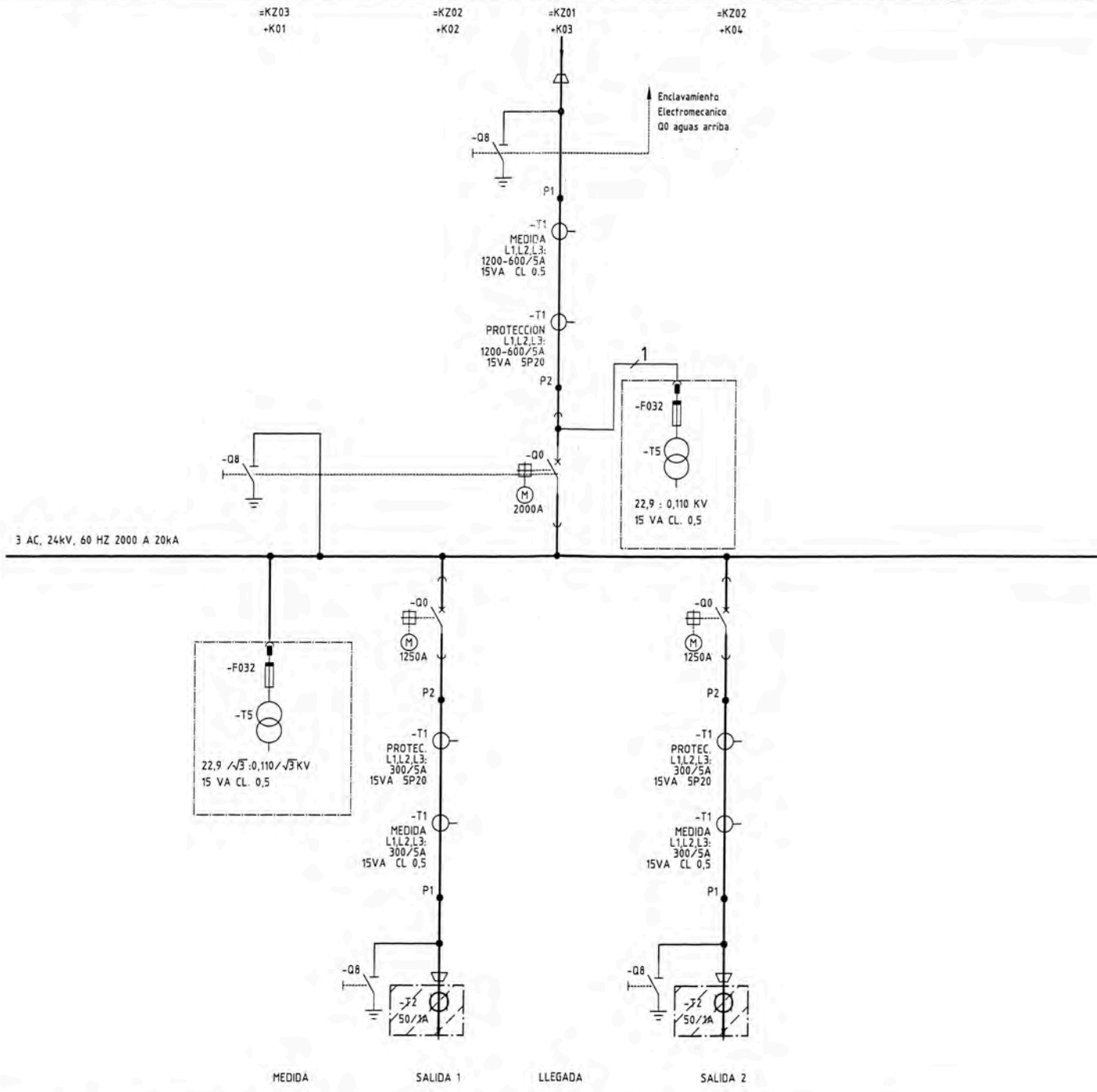


Revisión		Nota	Fecha	Nomb. Aprob.	Y. Rojas	Origen/Sust. a/Sust. por	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL 22,9 kV Diagrama Unifilar General		=K00 B + BB		Hoja 1*
1			16.12.2004	J.Fonseca		TECSUR	SUBESTACION HUACHIPA SUBESTACION DE 22,9kV		13101343 (4)G63003-T1058-BBB-100		1 Hi.

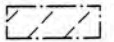


Archivo: KZ00 / S / N / 1 /
 Copyright (C) Siemens 2005 All Rights Reserved
 Versión Elcad: 5.8.8
 Proyecto: T1058302
 Librería de Símbolos 1: EV06077
 Librería de Símbolos 2: EV_0700
 Librería de Símbolos 3: EV_CO
 Librería de Símbolos 4:
 Archivo Diccionario A:
 Archivo Diccionario B:
 Archivo Diccionario C: FB_S_8.11.99
 Archivo Diccionario D:

Revisión		Nota	Fecha	Nomb. Aprob. Y. Rojas	Origen/Sust. a/Sust. por	SISTEMA DE MONITOR DE ARCO INTERNO		=KZ00		N
						Diagrama de circuito		S +K		Hoja 1-
								13101343		1 Hi.
								(3)IG63003-T1058-SN-302		



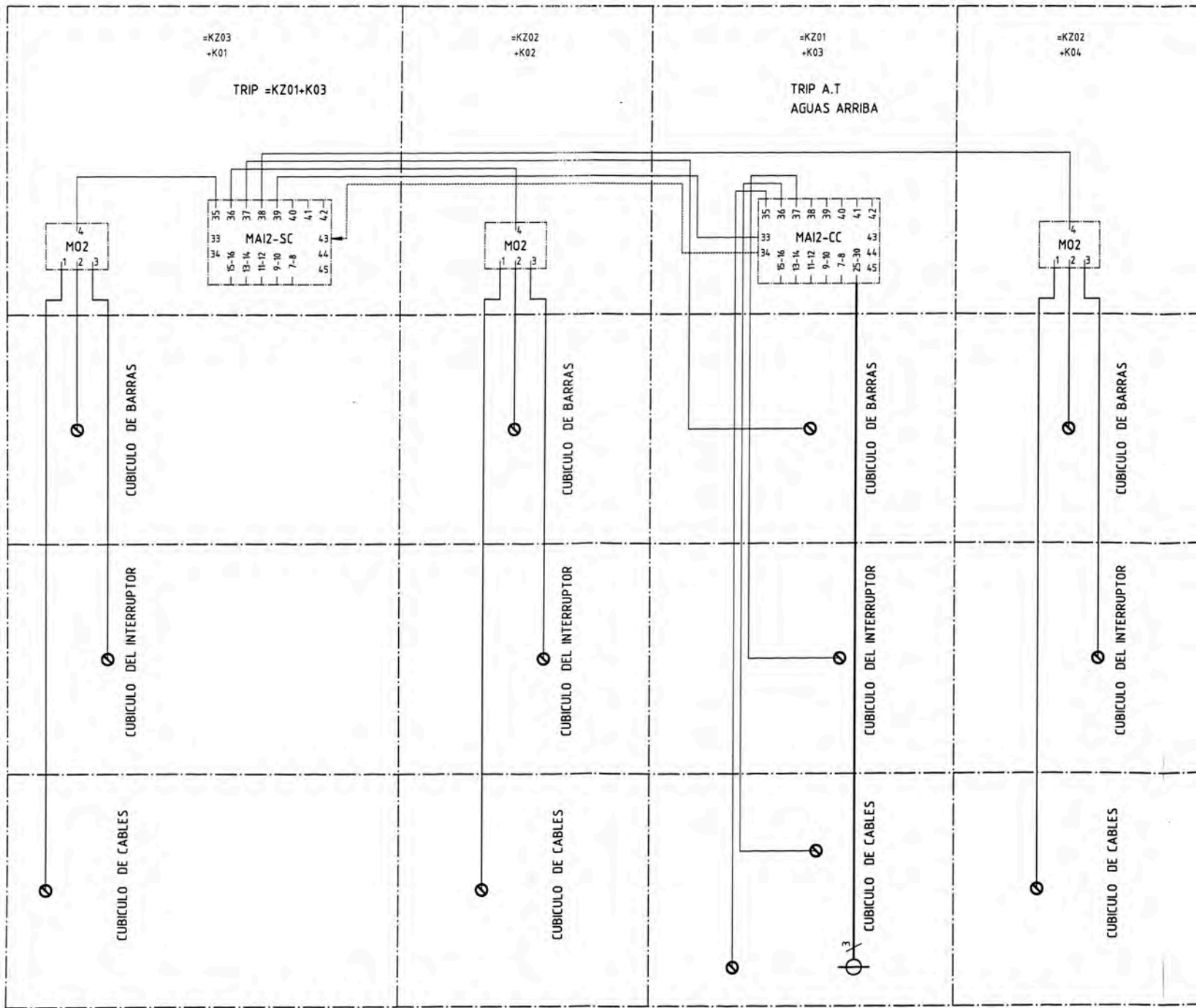
NO ES DEL ALCANCE DE SIEMENS



Revisión	Nota	Fecha	Nomb.Aprobi.	Y. Rojas	Origen/Sust. a/Sust. por	TECSUR SUBSTACION BUJAMA SUBSTACION DE 22,9kV	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL 22,9 kV	13101343	(4)G63003-T1059-BBB-100	1 Hi.
		16.12.2004	J.Fonseca							
			W.Moreno							



=K00	BB
B +	Hoja 1-
	1 Hi.



Revisión		Nota		Fecha	22.04.05	TECSUR		SISTEMA DE MONITOR DE ARCO INTERNO		=KZ00	
				Fecha	22.04.05	SUBESTACION BUJAMA		DE ARCO INTERNO		S +K	
				Revisó	W. Moreno	SUBESTACION 22,9 kV				N	
				Nomb. Aprob.	Y. Rojas	Origen/Sust. a/Sust. por		Diagrama de circuito		Hoja 1-	
										1 Hi.	



13101343

(3)G63003-T1059-SN-302

BIBLIOGRAFÍA

1. Catalogo “Sistema Monitor de Arco Interno MAI”, Boherdi Electrónica S.R.L., Documento EB4-014 Revisión 2-Argentina, 2002.
2. Catalogo “Serie Protección de Arco VAMP 121 y VAMP 221”, Vamp Ltd, Documento VB221.SP001-Finlandia.
3. Catalog SIP-2006 “Siprotec-Numerical Protection Relays”, Siemens AG-Alemania, Protection Systems, Edición 2006.
4. Dipl. Ing. Ansgar Müller, “Switching Devices and Switchgear”, Siemens AG-Alemania, Medium Voltage, Edición 2005.