



---

VIA PRATI BASSI 22 - 21020 TA INO (VA) - ITALY  
OFFICES TEL. +39.0331.956081 - FAX +39.0331.957091  
E-MAIL isa@isatest.com  
WEB www.isatest.com

FECHA: 16/03/2009

DOC.SIS10168

REV. 4

**EDS – Sistema de diagnóstico experto para la  
monitorización continua de equipos en  
subestaciones**



<b>1 PRÓLOGO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 NORMAS Y REQUISITOS DE REFERENCIA .....</b>	<b>5</b>
2.1 DIRECTIVAS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....	5
2.2 DIRECTIVA DE BAJA TENSIÓN.....	5
<b>3 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES .....</b>	<b>6</b>
3.1 NOCIONES GENERALES DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN ASOCIADO AL SISTEMA MRE.....	6
3.2 INTERRUPTOR.....	8
3.2.1 Circuitos para la Monitorización de los contactos auxiliares.....	8
3.2.2 Circuitos para la monitorización de la densidad del gas SF6.....	8
3.2.3 Cálculos de tiempo de la unidad periférica.....	8
3.2.4 Cálculos de la unidad periférica de la densidad del gas SF6.....	9
3.2.5 Características generales de la unidad.....	9
3.3 UNIDAD PERIFÉRICA I <sup>2</sup> T.....	11
3.3.1 Circuitos para la Medida de la corriente.....	11
3.3.2 Circuitos para la monitorización de las barras A/B.....	11
3.3.3 Cálculos de la I <sup>2</sup> T.....	11
3.3.4 Características generales de la unidad.....	12
3.4 UNIDAD PERIFÉRICA DEL TI PARA SF6.....	13
3.4.1 Características de los circuitos para la monitorización de la densidad de gas SF6.....	13
3.4.2 Cálculos de la unidad periférica para la densidad del gas SF6 .....	13
3.4.3 Características Generales de la unidad .....	13
3.5 UNIDAD PERIFÉRICA DEL PARARRAYOS.....	14
3.5.1 Prólogo.....	14
3.5.2 Medida de las corrientes .....	14
3.5.3 Medida del número de descargas.....	15
3.5.4 Cálculos de las unidades de pararrayos.....	15
3.5.5 Característica general de la unidad.....	15
3.6 UNIDAD PERIFÉRICA DE TTS.....	16
3.6.1 Prólogo.....	16
3.6.2 Circuitos para la medida de tensión.....	16
3.6.3 Cálculo de la unidad periférica del TTs .....	16
3.6.4 Características generales de la unidad.....	16
3.7 UNIDAD DE CÁLCULO EN EL ARMARIO DE LA LÍNEA DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN CUANDO ESTÁ PRESENTE EL SISTEMA MRE .....	17
3.7.1 Entradas desde las unidades periféricas.....	17
3.7.2 Software de la unidad del cálculo.....	17
3.7.3 Tiempos del Interruptor .....	17
3.7.4 Densidad del gas SF6 (interruptor y TI) .....	19
3.7.5 I <sup>2</sup> T .....	19
3.7.6 Pararrayos.....	19
3.7.7 Monitorización del TT .....	19
3.7.8 Características generales de la unidad de cálculo de la línea.....	20

## 1 Prólogo

El objetivo del sistema de monitorización on line (continuo), modelo EDS – Sistema de Diagnóstico Experto, es resaltar los mal funcionamientos antes que causen una ineficiencia en el sistema, con el objetivo de una mejor intervención en el mantenimiento. Con el objetivo de alcanzar este reto es necesario ajustar el sistema de monitorización continuo: cualquier monitorización con instrumentos dedicados se pueden programar dependiendo de la información recibida.

Un criterio básico de diseño del sistema es que el conjunto de los equipos de monitorización no debe reducir la fiabilidad del conjunto del sistema.

Como consecuencia de este criterio de diseño, la fabricación actual sigue pautas de fiabilidad extrema para los componentes utilizados y la minimización de las conexiones del sistema controlado.

En particular:

- . Los módulos montados en el exterior están diseñados para trabajar en rangos amplios de temperatura (desde -40°C a +85°C);
- . La unidad central adopta los componentes tipo industrial (desde -25°C a +85°C)

Dado que la subestación a monitorizar adopta el sistema MRE utilizado por TERNA\*, todas las medidas ejecutadas por los equipos de monitorización se transmiten mediante fibra óptica bidireccional a una unidad montada en armario de la línea (U.S) y son aquí procesadas; los resultados calculados luego se transfieren al sistema MRE mediante una unidad de monitorización (U.M.) ubicado en el armario de la línea. El protocolo de comunicación entre la unidad de monitorización (U.M.) y la unidad de cálculo se define a través de la norma IEC 60870-5-101. El subsiguiente análisis de las señales y las causas que hacen disparar las alarmas, las ejecuta las unidades dedicadas, leyendo los datos desde el sistema MRE.

Utilizando una línea dedicada, separada del sistema MRE, también es posible modificar parámetros de los equipos de monitorización periféricos, e incluso actualizar su firmware sin la necesidad de ir físicamente a campo.

La construcción física de los equipos del sistema EDS permite montarlos en una amplia gama de equipos instalados en la subestación.

---

\* TERNA es la empresa estatal de transporte de A.T. de Italia

## 2 NORMAS y REQUISITOS DE REFERENCIA

El equipo EDS cumple con las directivas, CEE relativa a la compatibilidad Electromagnética de Baja Tensión.

### 2.1 Directivas de Compatibilidad Electromagnética

Directiva no. 2004/108/EC. Norma Aplicable: EN61326-1 + A1 + A2.

#### EMISIÓN

- CISPR16 (EN 55011, clase A); Límites y métodos de medida de las características de perturbaciones características de radio frecuencias industriales, científicas y médicas (ISM).

Límites aceptados para las emisiones de conducidas:

- . 0.15-0.5 MHz: 79 dB pico; 66 dB medio
- . 0.5-5 MHz: 73 dB pico; 60 dB medio
- . 5-30 MHz: 73 dB pico; 60 dB medio

Límites aceptados para la emisión radiada:

- . 30-230 MHz: 40 dB (30 m)
- . 230-1000 MHz: 47 dB (30 m)
- EN 61000-3-3: Fluctuaciones inducidas en la alimentación;

#### INMUNIDAD

- EN 61000-4-2 Inmunidad de descarga Electrostática: 8 KV en el aire, 4 KV en contacto.
- EN 61000-4-3 Inmunidad de Radio-Frecuencia:  $f= 900 \pm 5$  MHz, campo 10 V/m, AM modulada 80% 1 KHz.
- EN 61000-4-4 Inmunidad de transitorios eléctricos rápidos (trenes de impulsos): 2 KV pico; 5/50 ns.
- EN 61000-4-5 Inmunidad frente a impulsos de choque: 1KV modo diferencial, 2 KV modo común; 1.2/50 us.
- EN 61000-4-6 Inmunidad de perturbaciones conducidas: 0.15-80 MHz, 3 Veff, 80% AM 1 KHz.
- EN 61000-4-8 Inmunidad de campo magnético de Baja Frecuencia: 30 A (rms)/m.
- EN 61000-4-11 Inmunidad frente a huecos de tensión de alimentación: 20 ms con 100% amplitud del hueco.

### 2.2 Directiva de Baja Tensión

Directiva n. 2006/95/EC.

- Norma aplicable: CEI EN 61010-1. La categoría de clase, grado de polución y categoría de instalación de los diversos módulos se resume en la siguiente tabla.
- Protección de entradas y salidas: diferentes para cada modulo (ver tabla), según la IEC EN 60529.
- Temperatura y Humedad relativa: diferente para cada modulo (ver tabla).
- Altitud: menor de 2000 m.

MODULO	POSICION de SENSOR	TEMPERATURA	IP	H.Relativa
Interruptor	Caja control del interruptor	- 25 °C a + 65 °C	20	10 – 90%
I2T	En el armario	- 10 °C a + 50 °C	20	10 – 90%
SF6 TA	Exterior	- 25 °C a + 65 °C	65	10 – 90%
Descargador	Exterior	- 25 °C a + 65 °C	65	10 – 90%
TTs	Caja TTs	- 25 °C a + 65 °C	20	10 – 90%

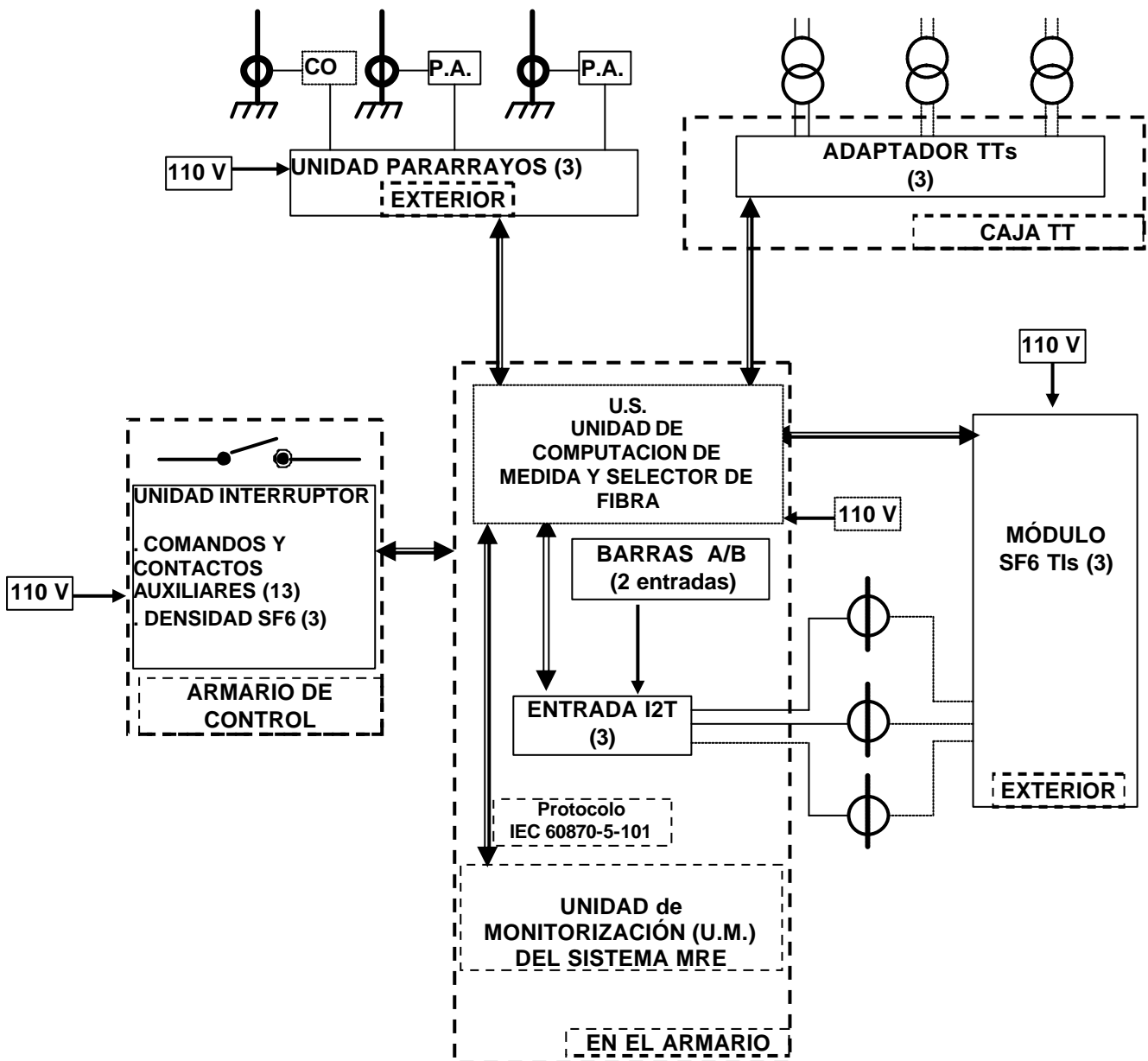
Unida de línea	En el armario	- 10 °C a + 50 °C	20	10 – 90%
Unida Central	Subestación- cuarto de control	0 °C a + 50 °C	20	20 – 80%

### 3 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES

#### 3.1 Nociones Generales del sistema de monitorización asociado al sistema MRE

Este capítulo resume las características y las funciones de los componentes del EDS:

- . Unidades Periféricas, ejecutan la conversión de la señal de monitorización, y las transmiten cuando son solicitadas por fibra óptica bidireccional a la unidad de cálculo de la línea (U.S.);
- . La unidad de calculo en el armario de la línea (U.S.), que continuamente controla las unidades periféricas, recibe las medidas mediante fibras ópticas a través de un selector de fibra, calcula las medidas, confronta los resultados con los umbrales de alarma y envía mensajes de envío a la unidad de monitorización (U.M.) del sistema MRE mediante el protocolo IEC 60870-5-101.



## UNIDADES PERIFÉRICAS DE LINEA Y UNIDA DE CÁLCULO

Las unidades periféricas están montadas:

- Módulo del interruptor: en el armario de control del Interruptor; los transductores para la monitorización del gas SF6 se colocan en el exterior, en la columna de las galgas de presión.
- Módulo I2T: en el armario de línea, conectada mediante pequeños transformadores con núcleo que se pueden abrirse los cables de conexión del lado secundario del TI;
- Módulo de TT: en el armario de TTs;
- Módulo de pararrayos: exterior, en un armario colocado en el descargador central. Cada transformador incluye un pre-amplificador (P.A);
- Módulo SF6 TI: exterior, en una caja colocada en el TI central
- varios transductores (TI, Transformador Capacitivo, etc.. , dependiendo de la aplicación)

Las unidades remotas, aquellas que no están posicionadas en el armario de la posición, están conectadas mediante fibras ópticas bidireccionales al concentrador (U.S.) situado en el armario (cuatro fibras en total). En el mismo módulo (U.S.) también se sitúa la unidad de cálculo, que mantiene la comunicación con varias de las unidades remotas, procesa los resultados obtenidos y comunica mediante el protocolo IEC 60870-5-101 con la unidad de monitorización MRE ubicada en el armario.

## **3.2 Interruptor**

La unidad periférica del interruptor incluye los siguientes circuitos:

- . Monitorización de los contactos auxiliares;
- . Densidad del gas SF<sub>6</sub>.

### **3.2.1 Circuitos para la Monitorización de los contactos auxiliares**

- Número de entradas: 16.
- Tipo de las entradas monitorizadas: con potencial.
- Tensiones de entrada: desde 93,5 a 121 V CC.
- Umbral de tensión:  $77 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$ .
- Criterio de reconocimiento: una entrada se admite como cerrada si sobrepasa el umbral durante un tiempo superior a 200  $\mu\text{s}$ .
- Precisión de la medida de tiempo:  $\pm 100 \mu\text{s}$ .
- Los circuitos de entrada están aislados; tensión soportada 500 V ac.
- Corriente absorbida para los circuitos de entrada: 2 mA nominal.
- Impedancia de entrada: superior a 20 KOhm.
- En el caso de falta de algún componente del circuito de medida, la impedancia mínima de entrada es 10 kOhm. La corriente resultante no daña el circuito.

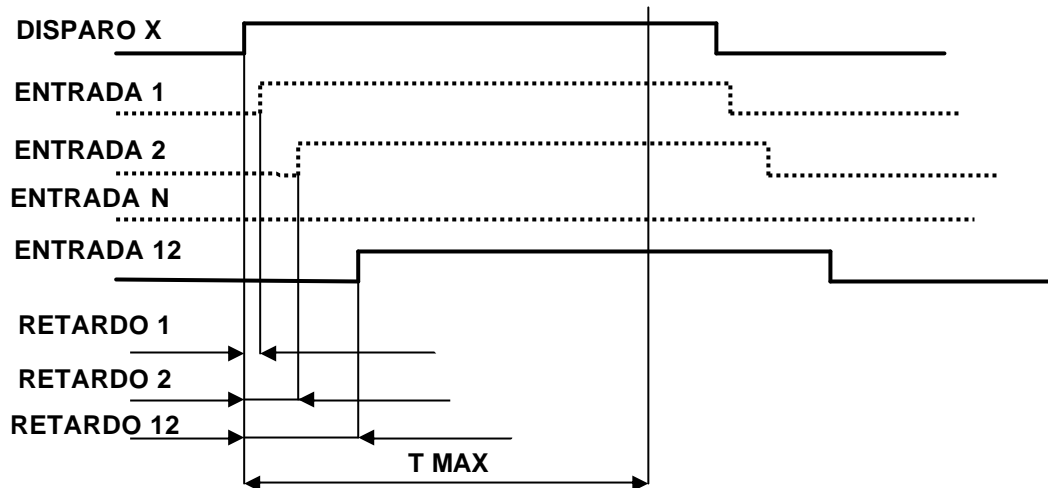
### **3.2.2 Circuitos para la monitorización de la densidad del gas SF<sub>6</sub>**

- Número de entradas: 3.
- Tipo de transductor: medidor de densidad WIKA GD-10, o equivalente.
- Rango de densidades a medir: desde 0 a 60 Kg./m<sup>3</sup>, o desde 30 a 60 Kg/m<sup>3</sup>
- Salida del transductor: corriente dc en la alimentación, adecuada para ser medida por el circuito de monitorización, con un cable resistente al fuego de acuerdo con la norma CEI 20-22, con una longitud máxima de 20 m.
- Precisión de la medida de densidad:  $\pm 2\%$  de la medida  $\pm 2\%$  del rango total.

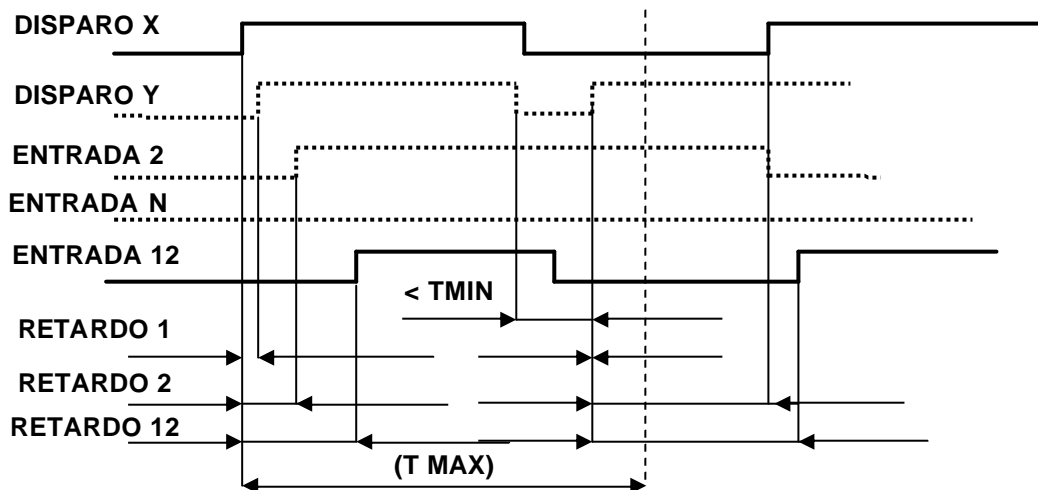
### **3.2.3 Cálculos de tiempo de la unidad periférica**

- En la instalación, es necesario programar las entradas de disparo para las medidas de tiempo (disparo, un total de siete) y las entradas aceptadas de la posición del Interruptor y las no aceptadas de la posición del Interruptor (total de seis).
- Cuando una de las entradas de disparo se acepta como positiva (duración mayor de 200  $\mu\text{s}$ ), la unidad registra todos los tiempos de las otras 12 entradas (ver imagen).
- La duración máxima de la medida es TMAX (programable). Si una entrada no cambia dentro de este tiempo, el resultado es “no cambiado”.
- La medida de los tiempos termina si:
  - . Se alcanza el valor TMAX; o
  - . Una de las entradas de disparo abre (durante más de 200  $\mu\text{s}$ ) y cierra (durante más de 200  $\mu\text{s}$ ) después de un tiempo TMIN (programable), significando que se ha emitido un nuevo comando u orden.
- . Nótese que si una orden está presente en el momento del disparo, el retardo resultante es cero.





### A) MEDIDA DE LOS TIEMPOS HASTA QUE SE ALCANCE EL TMAX



### B) SEGUNDO DISPARO DENTRO DE TMAX

- Todas las medidas, identificadas por el canal de disparo y el canal medido, se envían a la unidad central para su consiguiente procesamiento.

#### 3.2.4 Cálculos de la unidad periférica de la densidad del gas SF6

- La corriente del transductor, que mide la densidad del gas, se convierte en una medida de densidad; el valor se transmite mediante fibra óptica.

#### 3.2.5 Características generales de la unidad

- Tensión de alimentación: 110 V CC nominal; rango de tensión desde 93,5 a 121 V CC.
- Consumo: 10 W.
- En caso de falta, la alimentación está protegida con un fusible de 0,2 A.
- Conexión de entradas:
  - . Contactos de comandos e interruptor: mediante mordazas
  - . Densidad de gas SF6: mediante mordazas.

- Conexión de la salida: mediante conector para fibra óptica tipo ST multimodal 62.5 / 125 micras
- Señalización de mal funcionamiento:
  - . Falta en la alimentación de los transductores del SF6; transmitidos por fibra óptica;
  - . Falta en la alimentación interna; transmitida por fibra óptica;
- Ejecución: caja para ser instalada en el interior del armario de control del interruptor.
- Peso: 2 Kg.
- Dimensiones: 200 x 200 x 100 mm.

### 3.3 Unidad periférica I<sup>2</sup>T

#### 3.3.1 Circuitos para la Medida de la corriente

- Número de entradas: 3.
- Conexiones de medida: transformadores toroidales situados en el lado del secundario de los TIs.
- Características del transformadores toroidales:
  - . Descripciones: Transformador toroidal revestido de resina, para será atornillado por la base, con un conector de salida.
  - . Agujero central: 12 mm de diámetro.
  - . Relación del transformador: 1000//1.
  - . Corriente del primario: 5 A; impulso 150 A (30\*IN) durante 1 s, 2\*IN para tiempo indefinido.
- Precisión global: transformador, convertidor, medida rms:  $\pm 5\%$  de la medida  $\pm 2\%$  del rango.

#### 3.3.2 Circuitos para la monitorización de las barras A/B

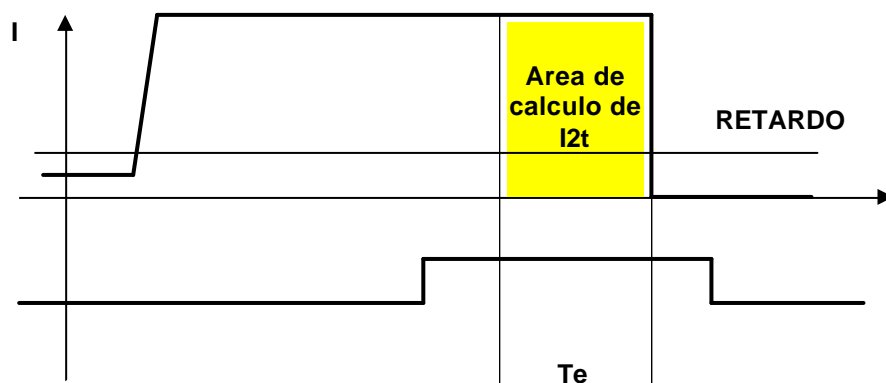
- Número de entradas: 2.
- Tipo de entradas monitorizadas: con potencial.
- Tensión de las entradas: desde 93,5 a 121 V CC.
- Tensión del umbral:  $77 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$ .
- Criterio de reconocimiento: una entrada es considerada como cerrada si ésta supera el umbral durante un tiempo superior a 200  $\mu\text{s}$ .
- Precisión de la medida de tiempo:  $\pm 100 \mu\text{s}$ .
- Los circuitos de entrada están aislados; tensión soportada 500 V ca.
- Corriente consumida por los circuitos de entrada: 2 mA nominal.
- Impedancia de entrada: superior a 20 kOhm.
- En caso de falta de algún componente del circuito de medida, la impedancia mínima de la entrada es de 10 KOhm. La corriente resultante no daña adicionalmente el circuito.

#### 3.3.3 Cálculos de la I<sup>2</sup>T

- El modulo recibe el comando de apertura actual activado por el módulo del interruptor, desde la unidad de cálculo ubicada en el armario de línea (U.S.), y con estas órdenes de comando la unidad inicia la medida. La toma de datos para cada fase es 1 KHz.

A partir de las corrientes medidas, el módulo calculará las siguientes funciones:

- . Verificar que la corriente sea superior al valor programado de umbral
- . Calcula la I<sup>2</sup>Te mediante integración de los valores de corriente de la última parte del evento, correspondiente al tiempo programado Te de extinción del arco (tiempo medio del arco).



. La figura muestra los cálculos ejecutados por el instrumento.

- El valor calculado  $I^2T_e$  se transmite a la unidad central para cálculos subsiguientes. El error total en la medida de  $I^2T_e$  es inferior al 10% para corrientes superiores a 15 IN.
- El módulo detecta y transfiere la selección de barras A/B, que será utilizado por el sistema MRE para la monitorización del TT.

### **3.3.4 Características generales de la unidad**

- Tensión de alimentación: 110 V CC nominal; rango de tensión desde 93,5 a 121 V CC.
- Consumo: 5 W.
- En caso de falta, la alimentación está protegida con un fusible de 0,1 A.
- Conexión de las entradas desde los transformadores: mediante conectores o pinzas.
- Conexión de la salida: mediante un conector para la unidad de cálculo de la línea (U.S).
- Señal de mal funcionamiento:
  - . Falta en las alimentaciones internas; transmitidas a la unidad de cálculo de la línea (U.S).
- Ejecución: caja para ser montada dentro del armario de línea.
- Peso: 2 Kg.

### **3.4 Unidad periférica del TI para SF6**

La unidad incluye tres circuitos para la medida de la densidad de gas SF6.

#### **3.4.1 Características de los circuitos para la monitorización de la densidad de gas SF6**

- Número de entradas: 3.
- Tipo de transductores: medidores de densidad WIKA GD-10, o equivalente.
- Rango de densidades a medir: desde 0 a 60 kg/m<sup>3</sup>, desde 15 a 45 kg/m<sup>3</sup> o desde 30 a 60 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo del transductor instalado.
- Salida del transductor: corriente dc en la alimentación de valor adecuado, útil para ser medida por el circuito de monitorización, con un cable resistente al fuego que cumple la norma CEI 20-22, con una longitud máxima de 20 m.
- Precisión de la medida de densidad:  $\pm 2\%$  de la medida  $\pm 2\%$  del total del rango.

#### **3.4.2 Cálculos de la unidad periférica para la densidad del gas SF6**

- La corriente del transductor, que mide la densidad del gas, se convierte en medida de densidad; el valor se transmite mediante fibra óptica.

#### **3.4.3 Características Generales de la unidad**

- Tensión de alimentación: 110 V CC nominal; rango de tensión desde 93,5 a 121 V CC.
- Consumo: 10 W.
- En caso de falta, la alimentación está protegida con un fusible de 0,2 A.
- Conexiones de las entradas a los transductores: mediante conectores o pinzas.
- Conexión a la salida: mediante el conector para fibra óptica tipo ST multimodal 62.5 / 125 micras
- Señalización de mal funcionamiento:
  - . Falta en la alimentación de los transductores de SF6; transmitido por fibra óptica;
  - . Falta en la alimentación interna; transmitido por fibra óptica;
- Ejecución: caja de acero inoxidable para ser montada en el exterior.
- Peso: 2 kg, más el contenido.
- Dimensiones: 300 x 300 x 130 mm.

### **3.5 Unidad periférica del Pararrayos**

#### **3.5.1 Prólogo**

El modulo sirve para el propósito de verificar la eficiencia de las descargas de los pararrayos de óxido metálico instalados en las líneas de transporte de AT, según la norma IEC 60099-5 A1 ED. 1.0 Sección 6: Indicadores de Diagnóstico de los pararrayos de óxido metálico en servicio (método B1)

El control se ejecuta con el pararrayos en servicio, analizando a través de un transformador de corriente la corriente descargada en la conexión a tierra. Esta corriente normalmente tiene valores en el rango entre fracciones de mA y unos pocos mA, y esta caracterizada por una deformación del tercer armónico, cuyo valor es una indicación de la degradación del propio pararrayos.

El equipo amplifica la corriente medida por la pinza, mide el verdadero valor eficaz de la corriente total, filtra la componente del tercer armónico mediante un filtro pasa-banda y mide el valor eficaz resultante. Este valor se compara con el valor máximo aceptado; cuando es superior al umbral se genera una alarma.

El entorno de medida se caracteriza por la presencia de grandes campos eléctricos y magnéticos. Al fin de minimizar su efecto en la medida, el transformador está apantallado contra campos magnéticos; además la señal se pre-amplifica en el propio transformador. El cable que conecta el transformador a la unidad periférica es por ello menos sensible al campo eléctrico.

#### **3.5.2 Medida de las corrientes**

- Número de entradas: 3.
- Conexión: en el cable de puesta a tierra del pararrayos.
- Características de los transformadores de medida:
  - . Descripción: Transformador toroidal revestido de resina, con conector de salida.
  - . Relación de transformación: 1000//1.
  - . Error de relación desde 0,1 mA a 10 mA:  $5\% \pm 0,05 \text{ uA}$ .
  - . Diámetro del agujero central: 50 mm.
  - . Conexión: con conector.
  - . Cable de conexión: apantallado, 5 pines, longitud máxima 10 metros.
- Medida de corriente, medida por la pinza:
  - . Verdadero valor eficaz de la corriente total;
  - . Valor eficaz del 3<sup>er</sup> armónico;
  - . Conversión digital de estas tensiones para la transmisión por fibra óptica.
- Rango de la corriente total: 19,99 mA.
- Rango del 3<sup>er</sup> armónico: 1999 uA.
- Respuesta del filtro al 3<sup>er</sup> armónico:
  - . < - 60 dB a 50 Hz;
  - . 0 dB a 150 Hz;
  - . < - 20 dB a 250 Hz y frecuencias mayores.
- Errores:
  - . Medida a 50 Hz, valor eficaz:  $\pm 5\%$  de la medida  $\pm 1\%$  del rango.
  - . Medida a 150 Hz, valor eficaz:  $\pm 10\%$  de la medida  $\pm 2\%$  del rango.
- Insensibilidad frente a campos externos. En presencia de las siguientes perturbaciones:

- . Campo eléctrico: < 10 KV/m;
- . Campo magnético uniforme: < 50 UT;
- . Campo magnético No-Uniforme, creado por la circulación de una corriente de 20 A en un conductor situado a 50 mm de distancia del transformador de corriente, la medida será como máximo de 2 mA eficaces a 50 Hz.

### **3.5.3 Medida del número de descargas**

- Número de entradas: 3.
- Conexión: en el cable de tierra del pararrayos.
- El número de descargas se incrementarán si el valor de la corriente es superior que el umbral programado (500 A, 2000A, 5000A, > 5000A)
- Error en la medida de la amplitud del impulso de corriente: < 30%

### **3.5.4 Cálculos de las unidades de pararrayos**

- A la recepción de un comando emitido por la unidad de cálculo ubicada en el armario de la línea (U.S.), se llevan a cabo las medidas de la corriente fundamental y del 3<sup>er</sup> armónico y son transmitidas a la propia unidad de cálculo (U.S.).
- Siempre a la recepción del comando, el número de descargas se transfieren, junto con las fecha, hora y minuto de cada evento.

### **3.5.5 Característica general de la unidad**

- Alimentación: Tensión nominal 110 V CC; rango de tensión desde 93,5 a 121 V CC.
- Consumo: 5 W.
- En caso de falta, la alimentación está protegida con un fusible de 0,1 A.
- Conexión de las entradas de los transformadores y los sensores de descarga: mediante conectores y mordazas.
- Conexión de la salida: mediante conectores de fibra óptica tipo ST multimodal 62.5 / 125 micras
- Señalización del mal funcionamiento:
  - . Falta en la alimentación interna; transmitido mediante fibra óptica;
- Ejecución: caja de acero inoxidable montada en el exterior
- Peso: 2 Kg, más el peso del contenedor
- Dimensiones: 300 x 300 x 130 mm

### **3.6 Unidad periférica de TTs**

#### **3.6.1 Prólogo**

El propósito de esta unidad es suministrar una medida precisa de la tensión secundaria del TT (Trafo de Tensión), y destacar las anomalías en el funcionamiento del propio transformador comparándolo al valor de los secundarios de otros TTs de la subestación, operación llevada a cabo por el sistema MRE.

Cada módulo incluye tres circuitos de conversión de señal de medida.

#### **3.6.2 Circuitos para la medida de tensión**

- Número de entradas: 3.
- Conexión: en los secundarios del TT, mediante el transformador aislado.
- Rango: 100 V CA.
- Precisión global: transformador, medida del valor eficaz y convertidor, desde 65 V CA:
  - . Temperatura desde 25 °C:  $\pm 0,1\%$  de la medida  $\pm 0,02\%$  del rango.
  - . Rango completo de temperaturas (desde -25°C a + 60 °C):  $\pm 0,5\%$  de la medida  $\pm 0,1\%$  del rango;
  - . Diferencias entre dos unidades, cuya diferencia de temperatura sea inferior a 10 °C:  $\pm 0,2\%$  de la medida  $\pm 0,04\%$  del rango.

#### **3.6.3 Cálculo de la unidad periférica del TTs**

- A la recepción del comando emitido por la unidad central, el periférico de cada fase:
  - . Muestra la tensión a 10 KHz durante un periodo de 10 s;
  - . Calcula el verdadero valor eficaz de la tensión medida;
  - . Transmite las medidas a la unidad de cálculo de la línea (U.S).

#### **3.6.4 Características generales de la unidad**

- Alimentación: desde los secundarios de los TTs. Rango de tensión: desde 40 a 100 V ca.
- Carga en la alimentación: tipo resistivo (factor de potencia superior a 0,9); máximo 3 VA por fase.
- En caso de falta de un componente en el circuito de medida, la impedancia mínima de la entrada pasar a 1 kOhm (carga en de TT de 3,3 VA). La corriente subsiguiente no provoca ningún daño adicional del circuito.
- Conexión de las entradas de los transformadores: mediante conectores de pinzas.
- Conexión de la salida: mediante un conector de fibra óptica tipo ST multimodal 62.5 / 125 micras
- Señalización de malfuncionamiento:
  - . Falta en la alimentación interna; transmitida por fibra óptica;
- Ejecución: caja para ser montada en el armario del TT
- Peso: 2 Kg.
- Dimensiones: 200 x 200 x 100 mm.



### **3.7 Unidad de cálculo en el armario de la línea del sistema de monitorización cuando está presente el sistema MRE**

#### **3.7.1 Entradas desde las unidades periféricas**

La unidad de cálculo en el armario de la línea recoge las medidas de los varias unidades remotas, para ser más precisos aquellas que no están ubicadas en la caja de la línea, mediante fibras ópticas. La unidad de cálculo lee las medidas en tiempos determinados desde las unidades remotas; los tiempos de medida típicos se resumen en la siguiente tabla.

<b>Unidad</b>	<b>Periodo de medida típico</b>	<b>Respuesta en</b>
<b>Interruptor:</b>		
- Tiempo.	10 s	10 s
- I2Te	10 s	10 s
- SF6 del Interruptor	desde 10 s a 24 h	10 s
<b>SF6 TI</b>	desde 10 s a 24 h	10 s
<b>PARARRAYOS</b>	1 día	10 s
<b>TT</b>	1 día	60 s

El periodo de sondeo de medida se programa para cada tipo de unidad. La unidad periférica calcula la disponibilidad de medidas con los tiempos indicados. A la confirmación del mensaje del éxito de la medida, la unidad almacena la medida en la memoria local; de lo contrario repite la transmisión de la medida.

#### **3.7.2 Software de la unidad del cálculo**

El sistema operativo de la unidad de cálculo se basa en la plataforma de Windows CE, por lo que el software se desarrollará con herramientas de programación de Microsoft. Las características básicas son:

- Ejecución de la monitorización de varias unidades periféricas
- Almacenaje de los resultados en una base de datos de forma diaria/semanal/anual que se pueden consultar fácilmente
- Análisis de la tendencia de la densidad del SF6
- Posibilidad de modificar los parámetros de los umbrales
- Posibilidad de configurar remotamente los umbrales, puesta a cero de las medidas, etc.
- Actualización del Firmware de varias unidades periféricas
- Consulta remota desde un PC mediante una IP estática (con password)
- Transmisión de las medidas y las alarmas a la unidad de monitorización (U.M.) del sistema MRE

En los párrafos que siguen se encuentra un mayor de detalle de las medidas ejecutadas

#### **3.7.3 Tiempos del Interruptor**

La unidad del interruptor transmite 12 medidas cuando se sondea para una consulta. La unidad de cálculo del armario de línea recibe las siguientes medidas:

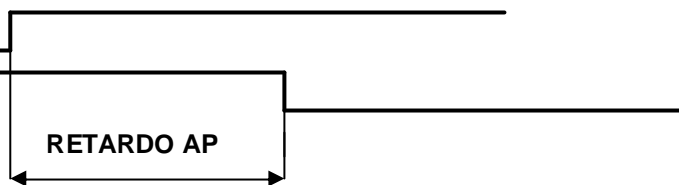
- . Tiempo entre la orden de apertura y el de la separación de contactos del Interruptor (una o tres

medidas, dependiendo si es una apertura monofásica o trifásica).

- . Retardo entre el contacto cerrado y de la separación de contactos del Interruptor (tres medidas);
- . Tiempo de dispersión del disparo (para una orden de apertura trifásica);
- . Dispersión de polos a la Apertura (una o ninguna medida, dependiendo si la apertura es trifásica o monofásica respectivamente);
- . Dispersión de polos al Cierre (una o ninguna medida, dependiendo si el cierre es trifásico o monofásico respectivamente);

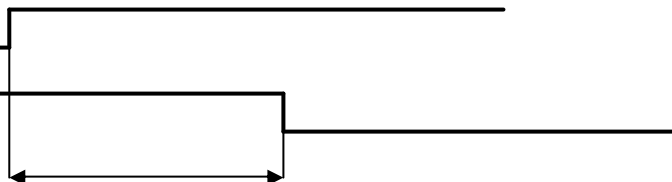
**ORDEN DE APERTURA  
(DISPARO)**

**SEPARACIÓN DE CONTACTOS  
DEL INTERRUPTOR  
(APERTURA)**



**ORDEN DE CIERRE**

**CIERRE DEL INTERRUPTOR**



**ORDEN DE APERTURA 1  
(DISPARO BOBINA 1)**

**ORDEN DE APERTURA 2  
(DISPARO BOBINA 2)**

**ORDEN DE APERTURA 3  
(DISPARO BOBINA 3)**

**SEPARACION DEL CONTACTO  
POLO 1 DEL INTERRUPTOR**

**SEPARACION DEL CONTACTO  
POLO 2 DEL INTERRUPTOR**

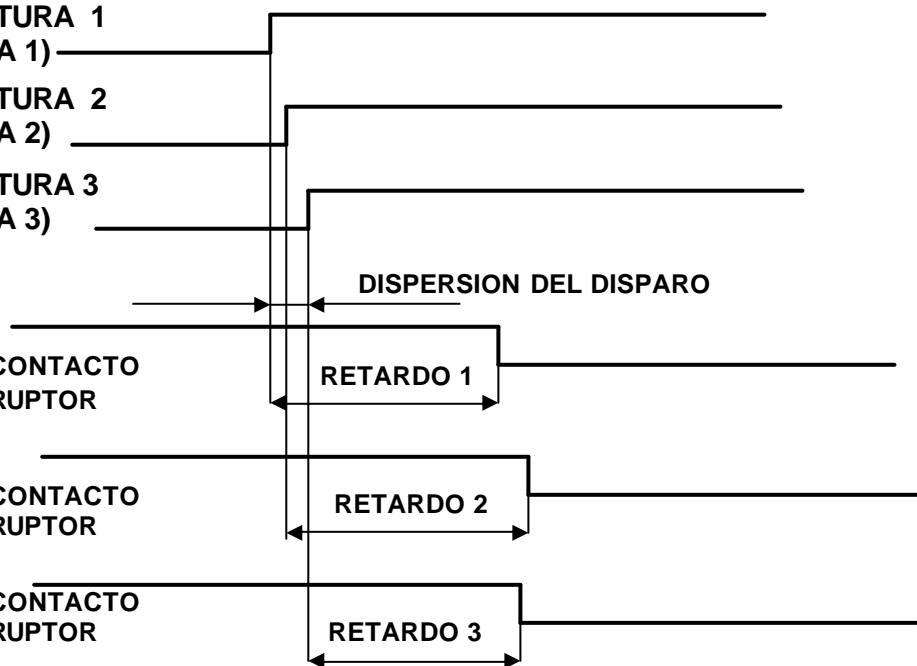
**SEPARACION DEL CONTACTO  
POLO 3 DEL INTERRUPTOR**

**DISPERSION DEL DISPARO**

**RETARDO 1**

**RETARDO 2**

**RETARDO 3**



Dispersión de polos = MAX ((RETARDO1-RETARDO2); (RETARDO2-RETARDO3); (RETARDO3- RETARDO1)).

El algoritmo para la dispersión de polos de apertura tiene en cuenta la posible dispersión entre las órdenes de apertura entre las 3 fases.

Para cada tipo de tiempos asociados a un determinado interruptor hay una tolerancia definida. La unidad central verifica los valores con dichas tolerancias y si se sobrepasan, se envía un mensaje de alarma al sistema MRE (9 alarmas en total).

### 3.7.4 Densidad del gas SF6 (interruptor y TI)

Cuando se sondea para consulta, el módulo SF6 del interruptor (ó SF6 del TI) transmite las medidas de densidad. La unidad de cálculo en la línea, habiendo recibido la densidad para cada fase, calcula la velocidad de variación de la densidad, por el siguiente algoritmo:

- Variación rápida, falta: se ejecuta una media sobre un número programable de medidas (por ejemplo 10 medidas, equivalente a 100 s). Si la media de dos valores medios supera el umbral de falta (programable), se emite inmediatamente el evento:
- Variación lenta. La medida de la derivada se ejecuta una vez al día, por la noche, cuando la temperatura es más estable, a la hora programada; el tiempo se sincroniza mediante la entrada del reloj. La derivada se calcula sobre la media de un número programado de valores (por ejemplo 100), como diferencia de las lecturas de dos o más días.

En total, pueden aparecer dos alarmas para cada fase.

### 3.7.5 I<sup>2</sup>T

Cuando se sondea para consulta, la unidad de I<sup>2</sup>T transmite valores de I<sup>2</sup>T para cada fase medida en cada interrupción a la unidad de cálculo; por tanto:

- añade, para cada fase, el valor medido al valor anterior, y almacena el total;
- verifica el total contra el valor de umbral programado, y transmite una alarma cuando se sobrepasa el umbral. Se define dos umbrales: pre-alarma, y alarma (un total de seis umbrales)

Cuando el equipo se instala por primera vez, el usuario puede programar el valor I<sup>2</sup>Te actual del interruptor ya que normalmente aquel ha estado en servicio durante un cierto tiempo.

### 3.7.6 Pararrayos

La unidad de cálculo recibe, por sondeo de la unidad periférica de los pararrayos, para cada fase:

a) El valor de la corriente total y el de la corriente del 3<sup>er</sup> armónico; a continuación verifica los valores contra los umbrales programados, y emite una alarma cuando se sobrepasa el umbral programado. Se definen dos umbrales: pre-alarma y alarma. La medida de la corriente total se almacena junto con el 3<sup>er</sup> armónico, para completar la información del evento.

b) El número de descargas, junto con la información horaria de cada evento

### 3.7.7 Monitorización del TT

El algoritmo para la monitorización de los TTs se utiliza con el propósito de resaltar las anomalías en el transformador, a pesar de las variaciones de tensión de línea y los inevitables errores de medida.

El algoritmo trabaja con las medidas que llegan de por lo menos de tres TT conectados a la misma fase.

Si durante la medida hay una maniobra en la línea, los valores medidos se descartan, y la medida se repite 15 minutos después que se haya reestablecido el servicio a la línea con normalidad.

El algoritmo es el siguiente.

- . Se registran en una tabla las tres medidas;
- . Las diferencias entre las medidas se calculan, tomando como referencia los valores de los varios transformadores;
- . Las diferencias se suman conjuntamente;
- . Se tienen en cuenta las diferencias con respecto al TT con un total inferior, y verificadas contra el máximo de la norma, que es el doble de la suma del error máximo del TT + el error de la medida.

El tiempo probará la eficacia de esta aproximación.

La implementación del algoritmo de monitorización para los TTs, dada la presencia del sistema MRE, deberá ser ejecutada por un ordenador de la subestación, el cual no forma parte del suministro.

### **3.7.8 Características generales de la unidad de cálculo de la línea**

Las fibras que llegan de varias unidades remotas están conectadas a un selector de fibra situado en la línea. El mismo módulo está situada la unidad de cálculo, que gestiona también el protocolo de comunicación con el sistema MRE.

- Conexiones al armario de la línea: mediante conectores por fibra óptica tipo ST multimodal 62.5 / 125 micras
- Función: mide la unidad de cálculo y soporte del protocolo de comunicación IEC 60870-5-101.
- Puerto de servicio para el mantenimiento y programación de funciones locales soportadas por los PCs suministrados con software de diagnóstico y programación
- Puerto Ethernet, con protocolo TCP/IP, para la configuración del sistema de monitorización, y en general para el mantenimiento y auto chequeo del propio sistema.
- Alimentación: tensión nominal 110 V CC; rango de tensión desde 93,5 a 121 V CC.
- Consumo: máximo 50 W.
- En caso de falta, la alimentación está protegida por un fusible de 1 A.
- Ejecución: modulo rack de 19”.