



# *GE Power Management*

---



## *Relés Modulares de Protección de Motores basados en Microprocesador* **MMC serie 1000**

---



*Instrucciones*  
**GEK 98832A**





***¿Hay algo que no encuentra?***

***¿Algo no está suficientemente claro?***

SI TIENE ALGÚN COMENTARIO SOBRE EL CONTENIDO DEL PRESENTE MANUAL, POR FAVOR ENVÍENOS UNA COPIA DE ESTA PÁGINA JUNTO CON COPIA DE LA PÁGINA EN LA QUE HA ENCOTRADO EL PROBLEMA, AL NÚMERO DE FAX: **+34 94 485 88 45** RELLENANDO EL CUESTIONARIO SIGUIENTE. ESTAREMOS ENCANTADOS DE SOLUCIONAR SUS DUDAS, Y LE AGRADECEMOS QUE NOS AYUDE A MEJORAR LA CALIDAD DE ESTE LIBRO.

***Empresa:*** \_\_\_\_\_

***Nombre:*** \_\_\_\_\_

***Dirección:*** \_\_\_\_\_

***Teléfono:*** \_\_\_\_\_ ***Fax:*** \_\_\_\_\_

***E-mail:*** \_\_\_\_\_

***Descripción de su duda o sugerencia:***

***Código GEK del manual:*** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# INDICE

<b>1. DESCRIPCION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LISTA DE MODELOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. PRINCIPIOS DE OPERACION.....</b>	<b>7</b>
3.1. CONFIGURACIÓN DEL MMC.....	7
<i>Ajustes.....</i>	7
3.2. PROTECCIÓN TÉRMICA .....	7
<i>Unidad de Imagen Térmica .....</i>	7
3.3. UNIDAD DE SECUENCIA POSITIVA .....	8
3.4. UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA.....	9
3.5. UNIDAD DE SECUENCIA CERO .....	10
3.6. ROTOR BLOQUEADO Y ARRANQUE EXCESIVAMENTE LARGO.....	10
3.7. UNIDAD DE MÍNIMA INTENSIDAD.....	11
3.8. UNIDAD DE CONTROL DEL NÚMERO DE ARRANQUES.....	11
<b>4. APLICACION.....</b>	<b>13</b>
4.1. CONDICIONES PARA LAS QUE SE REQUIERE PROTEGER UN MOTOR .....	13
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN .....	13
<i>OPERACIÓN DE ARRANQUE .....</i>	13
<i>MOTOR EN SERVICIO .....</i>	14
<i>SOBRECARGA DE UN MOTOR .....</i>	15
<i>CURVAS TERMICAS DEL MMC .....</i>	15
4.2. RANGO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DIGITAL MMC.....	16
4.3. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECARGA.....	17
4.4. PROTECCIÓN CONTRA FALTAS ENTRE FASES .....	20
4.8. FALTAS A TIERRA .....	20
4.9. PROTECCIÓN CONTRA ROTOR BLOQUEADO .....	20
4.8. PROTECCIÓN CONTRA ARRANQUE EN MONOFÁSICO .....	20
4.9. PROTECCIÓN CONTRA DESCEBADO DE BOMBAS.....	21
4.10. PROTECCIÓN CONTRA ARRANQUES DEMASIADO FRECUENTES.....	21
<b>5. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....</b>	<b>23</b>
5.1. CIRCUITOS DE INTENSIDAD.....	23
5.2. RANGOS DE AJUSTE .....	23
5.3. FRECUENCIA.....	25
5.4. CONTACTOS DE DISPARO.....	25
5.5. CONTACTOS DE ALARMA.....	25
5.6. PRECISIÓN.....	25
5.7. REPETITIVIDAD.....	25
5.8. RANGOS DE TEMPERATURA .....	25
5.9. HUMEDAD AMBIENTE .....	25
5.10. AISLAMIENTO .....	25
5.11. PRUEBAS TIPO.....	26
5.12. ALIMENTACIÓN .....	26
5.13. PESOS.....	26
<b>6. CONSTRUCCION.....</b>	<b>27</b>
6.1. CAJA .....	27
6.2. UNIONES ELÉCTRICAS Y CONEXIONES INTERNAS .....	27
6.3. IDENTIFICACIÓN.....	27
6.4. DISPOSITIVOS FRONTALES DEL MMC .....	27
6.5. SEÑALIZACIONES EXTERNAS.....	28

<b>7. RECEPCION, MANEJO Y ALMACENAJE .....</b>	<b>29</b>
<b>8. PRUEBAS DE RECEPCION.....</b>	<b>31</b>
8.1. INSPECCIÓN VISUAL.....	31
8.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	31
8.3. UNIDAD DE IMAGEN TÉRMICA .....	32
8.4. UNIDAD DE SECUENCIA POSITIVA .....	32
8.5. UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA .....	33
8.6. UNIDAD DE SECUENCIA CERO .....	34
8.7. UNIDAD DE ROTOR BLOQUEADO Y ARRANQUE DEMASIADO LARGO.....	34
8.8. UNIDAD DE MÍNIMA INTENSIDAD.....	35
8.9. UNIDAD DE CONTROL DEL NÚMERO DE ARRANQUES .....	35
<b>9. MANEJO DEL MMC .....</b>	<b>37</b>
9.1. SECUENCIA DE LECTURAS.....	37
9.3. PUESTA A CERO DE LA IMAGEN TÉRMICA.....	45
9.4. RESET .....	45

# 1.

## DESCRIPCION

---

La serie MMC es un sistema de protección digital de motores que proporciona diversas funciones de protección tales como: protección térmica, mediante la imagen térmica procedente de las intensidades de línea (49), cortocircuitos entre fases (51), entre fases y tierra (51G), protección contra rotor bloqueado (51LR), protección contra desequilibrio o inversión de intensidad (46), protección de mínima intensidad (37) y control del número de arranques (66).

El relé es de tecnología digital y va alojado en un módulo de 1/3 de rack estándar de 19 pulgadas de anchura y 4 unidades de alto.

El MMC tiene dos contactos de disparo, uno de ellos normalmente abierto y el otro, eléctricamente separado, normalmente cerrado. Incorpora dos contactos (NA+NC) de alarma previa de temperatura, eléctricamente separados y de las mismas características que los de disparo. Incorpora además un contacto NC para alarma de equipo.

**La información facilitada en estas instrucciones no pretende cubrir todos los detalles o variaciones del equipo descrito así como tampoco prever todas las eventualidades que pueden darse en su instalación, operación o mantenimiento.**

**Si se desea información complementaria o surge algún problema particular que no pueda resolverse con la información descrita en estas instrucciones, deberán dirigirse a:**

**GE POWER MANAGEMENT  
Av. Pinoa, 10  
48170 Zamudio (Vizcaya)  
Tel: 94 485 88 00  
Fax: 94 485 88 45  
E-mail: [gepm.help@indsys.ge.com](mailto:gepm.help@indsys.ge.com)**



## 2.

# LISTA DE MODELOS

Los datos requeridos para definir completamente un modelo son los indicados en el recuadro. Se ruega que con la denominación precisa del modelo especifiquen claramente sus características.

MMC	1	0	*	0	D	0	1	0	*	00	*	DESCRIPCION
			0									TI fase= 5, TI tierra=5
			1									TI fase= 5, TI tierra=1
			2									TI fase= 5, TI tierra=0.02 (*)
			3									TI fase = 1, TI tierra = 1
												<b>Tensión auxiliar</b>
									F			24/48 Vca/Vcc
									G			48/125 Vca/Vcc
									H			110/240 Vcc - 110/220 Vca
											C	Modelo en caja desenchufable
											S	Modelo montado en sistema MID
											Ø	Modelo no extraíble

(\*) Este modelo debe ser usado solamente con transformadores de intensidad toroidales para la señal de intensidad de neutro.





## 3.

# PRINCIPIOS DE OPERACION

---

### 3.1. CONFIGURACIÓN DEL MMC

El MMC puede operar a 50 ó 60 Hz. La unidad de configuración permite seleccionar la frecuencia de operación.

#### Ajustes

La unidad de configuración tiene asignado el número 0. Sus ajustes son:

0:	50 Hz
1:	60 Hz

### 3.2. PROTECCIÓN TÉRMICA

El sistema de protección MMC proporciona, como se ha mencionado anteriormente, protección térmica para motores trifásicos de c.a. mediante la imagen térmica obtenida a partir de las intensidades de línea. La intensidad nominal del MMC ( $I_n$ ) se multiplica por el factor seleccionado mediante los microinterruptores frontales para hallar la intensidad de toma ( $I_s$ ). Las intensidades de secuencia positiva y negativa están dadas en veces  $I_s$  (ver el apartado DISPOSITIVOS FRONTALES DEL MMC para detalles sobre el ajuste de  $I_s$ ).

#### Unidad de Imagen Térmica

La unidad de imagen térmica mide las corrientes de las tres fases del motor. Los transformadores de línea del circuito protegido suministran las corrientes que van a alimentar a los transformadores de entrada del relé, los cuales reducen las intensidades a niveles adecuados. Estas intensidades son digitalizadas mediante un conversor Analógico-digital. Todo el proceso posterior se realiza sobre los valores digitalizados.

Un algoritmo calcula continuamente los valores de los componentes de secuencia positiva y negativa  $I_1$  e  $I_2$ . Posteriormente estos valores se combinan produciendo un efecto equivalente a:

$$I_{eq} = \sqrt{I_1^2 + K_1 I_2^2}$$

donde  $K_1$  es una constante que sobrevalora el efecto de la componente  $I_2$  de secuencia negativa y es seleccionable para los valores de 1-2-3-4-5-6.

Se incluye la secuencia negativa en la fórmula anterior para proteger al motor de los efectos producidos por las corrientes desequilibradas, originadas por apertura de una fase, desequilibrio de fases o inversión de fases. Si las corrientes de línea no están equilibradas, utilizando las componentes simétricas podemos comprobar que se genera un flujo que gira con una velocidad sincronizada pero en sentido contrario. Este flujo produce en el rotor un calentamiento suplementario que se transmite al estator produciendo el efecto de una sobrecarga. La imagen térmica del MMC tiene presente este efecto y protege al motor del sobrecalentamiento producido en el rotor y estator debido a las corrientes desequilibradas. La imagen térmica protege al motor de forma segura en grandes sobrecargas de corta duración.

La unidad de imagen térmica protege asimismo contra arranques demasiado frecuentes del motor, puesto que una vez que se ha producido un disparo la salida de disparo permanece activa hasta que la temperatura disminuye por debajo del 80% del límite de disparo.

## Modo de Operación

La intensidad equivalente citada anteriormente es procesada mediante un algoritmo de imagen térmica para hallar la temperatura equivalente en cada instante  $\theta$ . Cuando  $\theta$  alcanza un valor límite  $\theta_{lim}$  se produce la salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

La lectura F1 del MMC muestra la relación en tanto por ciento de la temperatura en un momento dado y el límite. Este límite es la temperatura en la que se estabilizaría el motor si circulara por él una corriente trifásica simétrica igual al ajuste de la toma. Véase la sección MANEJO DEL MMC para una descripción detallada de las lecturas.

La figura 1 muestra el tiempo de operación en función de la intensidad térmica equivalente de la curva de imagen térmica para una constante de tiempo  $\tau = 180$  s y el motor arrancado del estado frío.

Las constantes de tiempo pueden seleccionarse con valores entre 3 y 60 minutos, con pasos de 3 minutos. Los tiempos de operación para constantes de tiempo superiores a 3 minutos se obtienen multiplicando los tiempos para  $\tau = 3$  min. por el correspondiente factor. Así por ejemplo, los tiempos para  $\tau = 6$  serán 2 veces los correspondientes a  $\tau = 3$ .

Cuando se produce enfriamiento a motor parado, la constante de tiempo que se emplea es distinta a la que se emplearía para enfriamiento con motor en marcha. Esta nueva constante de tiempo es ajustable de 1 a 6 veces la constante de tiempo de operación con motor en marcha. A efectos exclusivamente de selección de la constante de tiempo a emplear, el MMC considera que el motor ha parado cuando la componente de secuencia positiva es menor del 15% de la toma.

### Ajustes:

La unidad de imagen térmica tiene asignado el número 1. Sus ajustes son:

- 1-1 Constante de sobrevaloración de la componente de secuencia negativa (K1)  
Rango: de 1 a 6 en pasos de 1  
Unidades: Adimensional
- 1-2 Constante de tiempo ( $\tau_1$ )  
Rango: de 3 a 60 en pasos de 3.  
Unidades: minutos
- 1-3 Constante de tiempo para enfriamiento a motor parado ( $\tau_2$ )  
Rango: de 1 a 6 en pasos de 1.  
Unidades: veces  $\tau_1$

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 1-2.

## 3.3. UNIDAD DE SECUENCIA POSITIVA

La componente de secuencia positiva calculada a partir de los datos digitalizados es comparada con el valor de arranque programado. Si lo sobrepasa, arranca el temporizador de la unidad de secuencia positiva. Cuando este temporizador alcanza el tiempo programado, se produce la salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

El arranque de la unidad se produce al 100% del valor de arranque programado; su reposición se produce al 90% del valor de arranque programado.

### Ajustes

La unidad de secuencia positiva tiene asignado el número 2. Sus ajustes son:

- 2-1 : Valor de arranque del instantáneo.  
Rango : de 3 a 11 en pasos de 1  
Unidades : veces Is.

- 2-2 :** Temporización.  
Rango : de 50 a 100 en pasos de 5  
Unidades : milisegundos.

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 2-1.

### **3.4. UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA**

La unidad de secuencia negativa tiene dos modos de operación: como unidad instantánea o como unidad de tiempo inverso. En este último modo la unidad sigue la familia de curvas de la figura 2. Los dos modos no pueden estar activos al mismo tiempo.

#### **Modo instantáneo**

La componente de secuencia negativa calculada a partir de los datos digitalizados es comparada con el valor de arranque programado. Si lo sobrepasa, arranca el temporizador de la unidad de secuencia negativa. Cuando este temporizador alcanza el tiempo programado, se produce la salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

El arranque de la unidad se produce al 100% del valor de arranque programado; su reposición se produce al 90% del valor de arranque programado.

#### **Modo curva**

La unidad sigue la familia de curvas de la figura 2. El valor de arranque de la unidad puede seleccionarse; esto no causa variación en la forma de la curva, sino que la trunca eliminando las intensidades a la izquierda del valor programado.

El arranque de la unidad se produce al 105% del valor de truncamiento programado; su reposición se produce al 90% del valor de truncamiento programado. El valor mínimo de disparo es el 105% de 0.2, es decir, 0.21.

#### **Ajustes**

La unidad de secuencia negativa tiene asignado el número 3. Sus ajustes son:

- 3-1 :** Selección de modo de operación.  
1 - Instantáneo.  
2 - Curva.
- 3-2 :** Valor de arranque del instantáneo.  
Rango : de 0.5 a 8 en pasos de 0.1  
Unidades : veces Is.
- 3-3 :** Temporización del instantáneo.  
Rango : de 0.05 a 10 en pasos de 0.05  
Unidades : segundos.
- 3-4 :** Valor de truncamiento de la curva.  
Rango : de 0.2 a 1 en pasos de 0.1  
Unidades : veces Is.
- 3-5 :** Dial de la curva.  
Rango : de 0.05 a 1 en pasos de 0.05  
Unidades : Adimensional.

Cada uno de los modos de funcionamiento puede inhabilitarse independientemente si se desea. Para inhabilitar el modo instantáneo se programa un 0 en el ajuste 3-2; para inhabilitar el modo curva se programa un 0 en el ajuste 3-5. Este sistema tiene por objeto el evitar que, si se selecciona en 3-1 el modo equivocado pueda entrar la unidad en funcionamiento.

### **3.5. UNIDAD DE SECUENCIA CERO**

La componente de secuencia cero de las intensidades puede ser aplicada al relé indistintamente a través de un transformador de intensidad tipo toroidal o a través del circuito residual de los tres transformadores de intensidad situados en el sistema de alimentación.

Esta corriente, después de filtrada para suprimir el tercer armónico, es digitalizada y comparada con el valor de arranque programado. Si lo sobrepasa, arranca el temporizador de la unidad de secuencia cero. Cuando este temporizador alcanza el tiempo programado, se produce la salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

El arranque de la unidad se produce al 100% del valor de arranque programado; su reposición se produce al 90% del valor de arranque programado.

#### **Ajustes**

La unidad de secuencia cero tiene asignado el número 4. Sus ajustes son:

- 4-1 :** Valor de arranque del instantáneo.  
 Rango : de 0.06 a 0.24 en pasos de 0.01  
 Unidades : veces la toma de neutro (xIn GRN).
- 4-2 :** Temporización.  
 Rango : de 0.05 a 10 en pasos de 0.05  
 Unidades : segundos.

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 4-1.

### **3.6. ROTOR BLOQUEADO Y ARRANQUE EXCESIVAMENTE LARGO**

Cuando la componente de secuencia positiva de las intensidades de línea sobrepasa un valor programado, se pone en marcha un temporizador. Este temporizador deberá ser programado como mínimo a un tiempo ligeramente superior al del tiempo de arranque del motor.

Al arrancar el motor, si el rotor está bloqueado o por causa de la carga el tiempo de arranque es superior al normal, se detectará una corriente mayor que la nominal al final del tiempo de arranque. Esta es una condición anormal y por tanto se produce una salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

El arranque de la unidad se produce al 100% del valor de arranque programado; su reposición se produce al 90% del valor de arranque programado.

#### **Ajustes**

La unidad de rotor bloqueado tiene asignado el número 5. Sus ajustes son:

- 5-1 :** Valor de arranque del instantáneo.  
 Rango : de 1 a 4 en pasos de 0.1  
 Unidades : veces Is.
- 5-2 :** Temporización.  
 Rango : de 1 a 60 en pasos de 1  
 Unidades : segundos.

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 5-1.

### 3.7. UNIDAD DE MÍNIMA INTENSIDAD

Cuando la componente de secuencia positiva desciende por debajo de un valor programado pero tiene un valor superior al 15% del valor de la toma, se produce el arranque de esta unidad. Cuando este temporizador alcanza el tiempo programado, se produce la salida de disparo y una indicación mediante el LED rojo de **DISPARO**.

El arranque se produce cuando la intensidad es menor que el valor programado y mayor que el 15% de la toma. La unidad se repone si la intensidad asciende por encima del 110% del valor programado o desciende por debajo del 13.5% de la toma.

#### Ajustes

La unidad de mínima intensidad tiene asignado el número 6. Sus ajustes son:

- 6-1 :** Valor de arranque del instantáneo.  
 Rango : de 20 a 80 en pasos de 10  
 Unidades : veces ls en tanto por ciento.
- 6-2 :** Temporización.  
 Rango : de 0.1 a 10 en pasos de 0.1  
 Unidades : segundos.

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 6-1.

### 3.8. UNIDAD DE CONTROL DEL NÚMERO DE ARRANQUES

Esta unidad detecta los arranques del motor e impide que se produzcan más de un número programado en un tiempo dado. Los arranques detectados se introducen en una "Ventana de Tiempos" de duración programable. Por ejemplo, si la duración de la ventana está programada a 20 minutos, un arranque permanece dentro de la ventana durante los 20 minutos siguientes al instante en que se detecta. Cuando en la ventana hay un número de arranques igual al programado, la unidad disparará si el motor se para, a fin de evitar un nuevo arranque. La unidad nunca dispara con el motor en marcha. La salida de disparo se indica mediante el LED rojo de **DISPARO**.

Una vez producido el disparo, la salida de disparo permanecerá activa durante un tiempo mínimo programable por el usuario. Una vez transcurrido ese tiempo, seguirá activa mientras haya en la ventana de tiempos un número de arranques igual o mayor al programado (la única forma en que puede haber más arranques que los programados es si el contacto de disparo no detiene el motor; por ejemplo, durante pruebas).

El número máximo de arranques que pueden almacenarse en la ventana de tiempos es de 10. Si se produjeran más, el más antiguo sería borrado y el último producido ocuparía su lugar. Conviene tener en cuenta este comportamiento en caso de pruebas, donde la salida de disparo no impide posteriores arranques.

#### Ajustes

La unidad de control del número de arranques tiene asignado el número 7. Sus ajustes son:

- 7-1 :** Duración de la ventana de tiempos.  
 Rango : de 10 a 100 en pasos de 1.  
 Unidades : minutos.
- 7-2 :** Número de arranques permisibles.  
 Rango : De 1 a 10 en pasos de 1.  
 Unidades : arranques.
- 7-3 :** Tiempo mínimo de activación del contacto de disparo.  
 Rango : De 10 a 100 en pasos de 1.  
 Unidades : minutos.

Esta unidad puede ser inhabilitada si se desea; esto se logra programando un valor de 0 en el ajuste 7-1.

A efectos de la detección de arranques, se considera que el motor se ha parado cuando la intensidad de secuencia positiva disminuye por debajo de 0.15 veces la toma y permanece allí por un período continuo de al menos 0.1 segundos. Se detecta un arranque cuando, estando el motor parado (de acuerdo con la definición anterior) la intensidad de secuencia positiva asciende de 0.15 a 0.70 veces la toma en menos de 0.1 segundos. Si asciende por encima de 0.15 y permanece allí por más de 0.1 segundos pero no cumple la condición de arranque, se considera que el motor está en marcha pero no se cuenta arranque.

### ***FUENTE DE ALIMENTACION***

La fuente de alimentación suministra la tensión auxiliar regulada a +5 Volts c.c. y +24 Volts c.c. para la circuitería interna.

## 4.

# APLICACION

---

Antes de seleccionar la protección de un motor, es importante considerar cuidadosamente sus características principales, tales como la Potencia, Tensión de operación, Corriente de arranque y su duración, características de la carga, máximo tiempo que puede permanecer en situación de bloqueo del rotor y la intensidad de corriente que se tiene en esta situación, etc.

### **4.1. CONDICIONES PARA LAS QUE SE REQUIERE PROTEGER UN MOTOR**

Fundamentalmente, son dos las condiciones para las que se requiere realizar la protección de un motor:

#### **Condiciones externas**

Dependen básicamente de las condiciones impuestas por la red donde esté instalado el motor y podemos clasificarlas como sigue:

- Tensiones desequilibradas en la red
- Bajas tensiones de operación
- Pérdida de una fase
- Inversión de fases
- Pérdida de sincronismo (motores síncronos).

#### **Condiciones internas**

Son producidas por fallos del propio motor y podemos citar las siguientes:

- Fallos de rodamientos
- Cortocircuitos internos
- Sobrecargas

### **4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN**

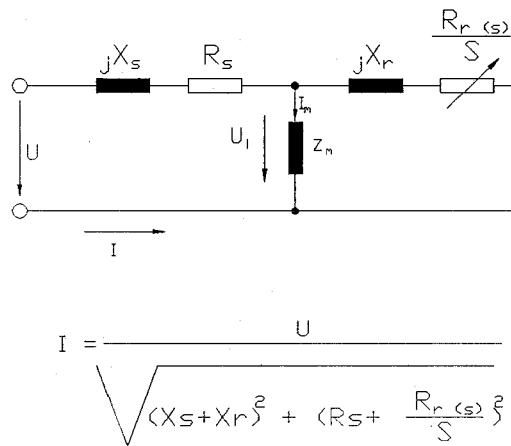
#### **OPERACIÓN DE ARRANQUE**

Durante el arranque la impedancia del motor es pequeña debido a que el circuito equivalente de un motor de inducción en estas condiciones es muy similar al de un transformador con el devanado secundario en cortocircuito (ver diagrama). Por este motivo, la corriente de arranque es típicamente de 4 a 8 veces la intensidad nominal del motor. Asimismo, la duración del arranque de un motor es aproximadamente de 10 a 15 segundos, y la magnitud de la corriente de arranque permanece prácticamente constante durante el 90% del tiempo de arranque, para luego decrecer rápidamente al valor de la corriente nominal o de carga en régimen permanente.

En el momento de la conexión del motor se produce un pico muy alto de corriente asimétrica que puede llegar a un valor de 2.5 veces la intensidad de arranque, pero que tiene una duración muy corta (aproximadamente un ciclo).



DIAGRAMA DEL CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR DE INDUCCION



- I Corriente del motor en el estator
- Im Corriente de magnetización
- U Tensión en bornas
- Rs Resistencia del estator
- Rr(s) Resistencia del rotor referida al estator
- S Deslizamiento
- Xr Reactancia de dispersión del rotor
- Xs Reactancia de dispersión del estator
- Zm Impedancia de magnetización

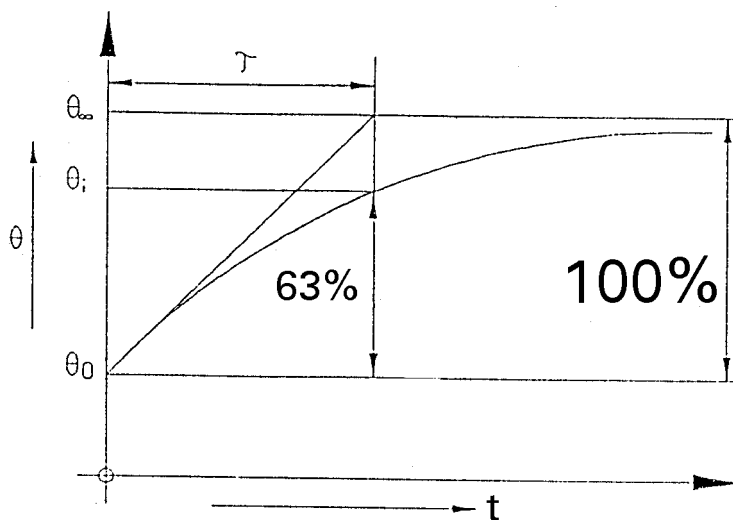
**TEMPERATURA EN RÉGIMEN**

Por condiciones de diseño y de optimización, un motor en régimen permanente opera dentro de sus límites de calentamiento, por lo que es necesario evitar sobrecargas térmicas que puedan causar daños al aislamiento, que es uno de los componentes más débiles del motor.

En régimen permanente, el motor se calienta siguiendo una ley exponencial hasta un valor final, debido a que se cede calor continuamente al entorno. Asimismo, en operación normal las constantes de tiempo de enfriamiento son muy similares a las de calentamiento. Por otro lado, si el motor está completamente parado después de estar en servicio, las constantes de tiempo de enfriamiento pueden ser entre 4 y 6 veces mayores que las de calentamiento. Así pues, un motor tardará más tiempo en enfriarse si está parado.

Se denomina "Constante de tiempo" y se representa por  $\tau$  al tiempo necesario para que un cuerpo que va a pasar de una temperatura inicial  $\theta_0$  a una temperatura final  $\theta$  adquiera el 63% del incremento de temperaturas necesario para alcanzar  $\theta$ ; es decir, el tiempo que tardará en alcanzar, partiendo de  $\theta_0$ , la temperatura intermedia  $\theta_i$  donde:

$$\theta_i = \theta_0 + (\theta_\infty - \theta_0) \times 0.63$$



Si hacemos  $\theta_0$  origen de temperaturas, en un momento dado la temperatura viene dada por:

$$\theta = \theta_N (1 - e^{-(t/\tau)}) (I/I_N)^2$$

donde:

- $\theta$ : Incremento de temperatura en un tiempo dado
- $\theta_N$ : Temperatura nominal (la que se alcanza si  $I = I_N$ )
- $I_N$ : Corriente nominal del motor
- $I$ : Corriente que circula por el motor
- $t$ : Tiempo
- $\tau$ : Constante de tiempo

### SOBRECARGA DE UN MOTOR

La condición de sobrecarga en un motor se produce principalmente en los siguientes casos:

- Por un arranque excesivamente largo
- Por problemas mecánicos que dificulten la operación normal en el motor, causando un par superior al nominal.
- Por pérdida de tensión en una fase.

### CURVAS TERMICAS DEL MMC

La ecuación dada anteriormente para la temperatura era

$$\theta = \theta_N (1 - e^{-(t/\tau)}) (I/I_N)^2$$

El MMC utiliza una ecuación en la que el tiempo de disparo es función de la intensidad que circula por el motor, eliminando así toda referencia a temperaturas. La constante de tiempo  $\tau$  recibe en el MMC el nombre de  $\tau_1$ .

Mediante unos microinterruptores situados en el frente del relé se programa una intensidad nominal. Si la intensidad que circula por el relé es superior a la intensidad nominal programada se producirá un disparo de la protección térmica, al cabo de un tiempo que viene dado por la ecuación siguiente:

$$t = \tau_1 \ln \frac{I^2}{I^2 - 1}$$

donde:

$t =$  tiempo de disparo

$\tau_1$  = constante de tiempo  
 $I$  =  $I_m / I_s$   
 $I_m$  = Intensidad que circula por el motor  
 $I_s$  = Intensidad nominal programada

Esta ecuación es aplicable sólo si el relé parte del Estado Cero Térmico, es decir, de una situación en la que circulaba por él intensidad  $I = 0$ . Si, por el contrario, el relé se había estabilizado en una situación en la que circulaba una corriente dada, menor que la nominal y en un momento dado la corriente aumenta hasta un valor superior al nominal, el tiempo de disparo a partir del momento en que se produce este incremento viene dado por la ecuación:

$$t = \tau_1 \ln \frac{I_2 - I_{2e}}{I_2 - 1}$$

donde:

$I_e$  =  $I_{me} / I_s$   
 $I_{me}$  = Intensidad a la que se había estabilizado el motor  
 $I_s$  = Intensidad nominal programada.

y el resto de los símbolos tienen el mismo significado que en la ecuación anterior.

En estas ecuaciones, la intensidad  $I_m$  se define de forma siguiente:

$$I_m = \sqrt{(I_1^2 + K_1 I_2^2)}$$

donde:

$I_1$ : Componente de secuencia positiva  
 $I_2$ : Componente de secuencia negativa

Se ha encontrado que esta fórmula representa adecuadamente los efectos en el motor de la componente de secuencia negativa de la intensidad de entrada. La constante  $K_1$  es un valor entero programable de 1 a 6.

Estas ecuaciones representan las curvas teóricas sobre las que se basa el MMC. La unidad de imagen térmica funciona de acuerdo a la curva de la figura 1, que sigue muy de cerca los valores teóricos.

A  $I_m$  se le llama "Intensidad térmica equivalente" y la representamos por  $I_{eq}$ .

## **4.2. RANGO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN DIGITAL MMC**

El MMC protege al motor contra:

- Sobrecarga y exceso de temperatura, mediante la unidad de imagen térmica.
- Faltas entre fases, mediante la unidad de sobreintensidad de secuencia positiva.
- Bloqueo de rotor y arranque excesivamente largo, mediante una unidad de sobreintensidad de secuencia positiva independiente.
- Arranque en monofásico, por medio de una unidad de sobreintensidad de secuencia negativa.
- Faltas a tierra, mediante la unidad de sobreintensidad instantánea de secuencia cero (homopolar).
- Funcionamiento en vacío de bombas, mediante una unidad de mínima intensidad.
- Arranques demasiado frecuentes, mediante una unidad de control de arranques.

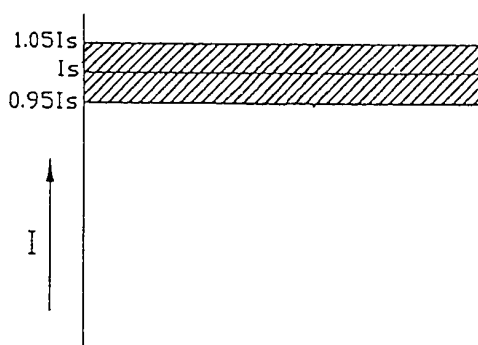
### 4.3. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECARGA

Para la correcta regulación del elemento térmico, tendremos que actuar sobre una selección de la intensidad de entrada (intensidad de toma del relé,  $I_s$ ) y sobre la constante de tiempo del elemento térmico.

Todo motor eléctrico tiene una intensidad nominal ( $I_M$ ), a la cual puede trabajar indefinidamente sin sufrir daños. Tiene también un valor de sobrecarga admisible ( $S$ ) que se expresa en veces  $I_M$ . Con estos dos valores debemos delimitar el ajuste de la intensidad de entrada del relé.

El error en la medida del relé determina, para una intensidad de toma dada, una zona en la que puede producirse el disparo. Puesto que el error del MMC es de  $\pm 5\%$ , la zona de disparo se extiende desde  $1/0.95 I_s$  ( $\sim 1.05 I_s$ ) hasta  $1/1.05 I_s$  ( $\sim 0.95 I_s$ ).

#### ZONA DE DISPARO DEL MMC



El principal criterio a tener en cuenta es el siguiente : **la zona de disparo debe estar por debajo de la sobrecarga admisible por el motor.** De tal modo se asegura que el relé disparará si la intensidad pasa del valor de sobrecarga admisible, con lo que el motor queda debidamente protegido.

El segundo criterio que se debe observar es: **la zona de disparo debe estar por encima de la intensidad nominal.** De esta forma obtendremos el máximo aprovechamiento de la zona de trabajo del motor.

Si las características del motor son tales que no es posible cumplir los dos criterios al mismo tiempo, el criterio principal tiene preferencia, y deberemos resignarnos a perder una parte de la zona de trabajo para proteger al motor contra sobrecargas no soportables.

Veamos como se aplicarían estos criterios en un caso concreto.

Para el ajuste de la intensidad de regulación, requerimos los siguientes datos:

$S =$  Valor de sobrecarga admisible; por ejemplo, si se admite una sobrecarga del 10%,  $S = 1,1$ .

$I_M =$  Intensidad nominal del motor a plena carga

$RTI =$  Relación de transformación de los TI de línea

$I_N =$  Intensidad nominal del relé.

#### Ejemplo 1:

Supongamos un motor de:

Potencia:	800 CV
Tensión:	6000 V
Rendimiento:	$\eta=0.96$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0.93$
Sobrecarga admisible:	15%
Tiempo de arranque:	25s

GEK-98832A

Tiempo máximo de bloqueo del rotor:	40s
Intensidad de arranque:	5 veces la nominal
Relación de transformación:	75/5 (15)
I nominal del MMC:	5A

Calculamos la intensidad nominal del motor:

$$Pot(KW) = \sqrt{3}VI_M\eta \cos \varphi = Pot(CV) * 0.736$$

$$I_M = \frac{800 \times 0.736}{0.96 \times 0.93} * \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{1}{6KV} \approx 63.5A$$

Ahora pasamos esta intensidad nominal a valores de lectura del relé. Para ello, debemos tomar en cuenta la relación de transformación de los T.I. de línea y la intensidad nominal del MMC, llamaremos  $I_m$  a la intensidad nominal del motor vista por el MMC, en veces la I nominal del MMC:

$$I_m = \frac{I_M}{RTI \times I_N}$$

En este caso:

$$I_m = \frac{63.5}{(75/5) \times 5} = 0.8467$$

por tanto, la intensidad de sobrecarga admisible tiene un valor de:

$$1.15 \times 0.8467 = 0.9737$$

para cumplir el criterio principal, la intensidad  $I_s$  debe ser igual o menor que:

$$0.9737 / 1.05 = 0.9273$$

por otro lado, para cumplir el segundo criterio la intensidad  $I_s$  debe ser igual o mayor que:

$$0.8467 / 0.95 = 0.891$$

Así pues, un valor seleccionado entre 0.891 y 0.9273 será el que deba programarse como  $I_s$ . Seleccionamos 0.9, para lo cual movemos todos los interruptores del panel frontal a la izquierda excepto uno de los rotulados **0.4** y el rotulado **0.1**, lo que nos dará una suma de  $(0.4 + 0.4 + 0.1) = 0.9$ . En la figura puede verse la zona de disparo para este ajuste.

**ZONA DE DISPARO DEL EJEMPLO 1**

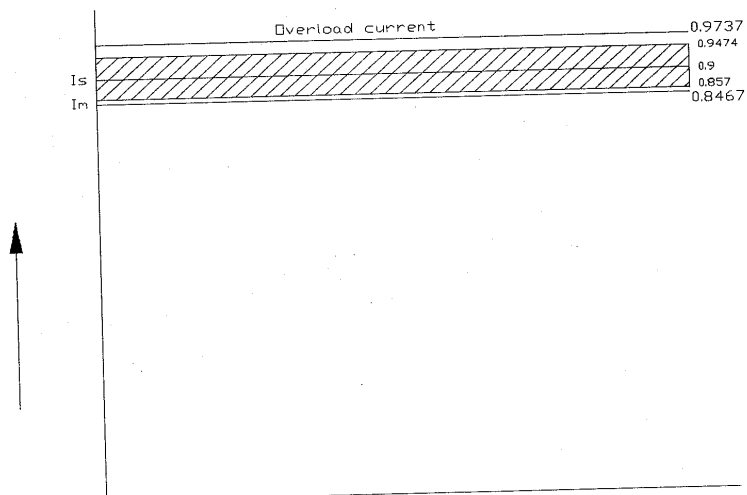


Fig. 2

**Ejemplo 2:**

Supongamos un motor de:

- Potencia: 400 CV
- Tensión: 380 V
- Rendimiento:  $\eta=0.92$
- Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0.89$
- Sobrecarga admisible: 10%
- Relación de transformación: 600/5 (120)
- I nominal del MMC: 5A

Calculamos la intensidad nominal del motor:

$$Pot(KW) = \sqrt{3}I_M \eta \cos \varphi = Pot(CV) * 0.736$$

$$I_M = \frac{400 * 0.736}{0.92 * 0.89} * \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{1}{0.38KV} \approx 546A$$

$$I_m = \frac{546}{(600/5) * 5} = 0.91$$

la intensidad de sobrecarga admisible tiene un valor de:

$$1.1 * 0.91 = 1.001$$

para cumplir el criterio principal, la intensidad I\_s debe ser igual o menor que:

$$1.001 / 1.05 = 0.953$$

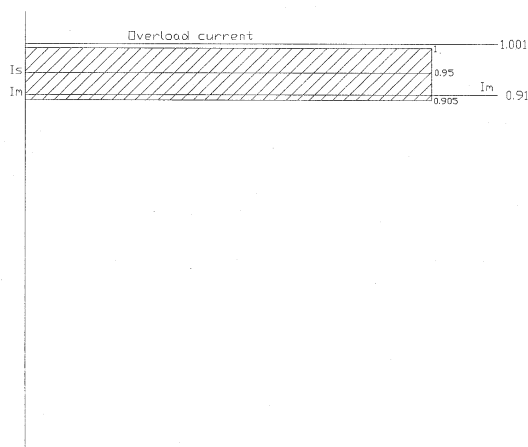
por otro lado, para cumplir el segundo criterio la intensidad I\_s debe ser igual o mayor que:

$$0.91 / 0.95 = 0.9578$$

Es imposible cumplir los dos criterios al mismo tiempo, por lo que damos preferencia al primero y seleccionamos I\_s = 0.95; para ello movemos a la izquierda todos los interruptores del panel frontal excepto uno de

los rotulados **0.4**, el rotulado **0.1** y el rotulado **0.05**, lo que nos da una suma de  $(0.4 + 0.4 + 0.1 + 0.05) = 0.95$ . En la figura puede verse que la zona de disparo ocupa parte de la zona de trabajo.

#### ZONA DE DISPARO DEL EJEMPLO 2



#### 4.4. PROTECCIÓN CONTRA FALTAS ENTRE FASES

En caso de tener un cortocircuito en los terminales de un motor, la intensidad de falta es generalmente mayor que cualquier intensidad normal, incluida la de arranque. En general, con una temporización entre 50 y 100ms como la que permite el MMC, la intensidad de arranque de la protección de secuencia positiva debe seleccionarse menor que el 50% de la magnitud del cortocircuito trifásico, pero mayor del 160% de la intensidad de pico en el arranque. Para el motor del ejemplo 1, seleccionaríamos un valor para  $\gg I_1 = 8$  (ocho veces la toma).

#### 4.8. FALTAS A TIERRA

Como criterio general, para el ajuste de la unidad de secuencia cero debe tomarse el 20% de la intensidad mínima de falta a tierra en los terminales del motor, como valor de arranque de la protección.

#### 4.9. PROTECCIÓN CONTRA ROTOR BLOQUEADO

Un motor con el rotor bloqueado está en una situación peligrosa, debido a la gran cantidad de calor generado, que no puede disiparse con la rapidez necesaria.

En general, no es posible distinguir esta condición de la de arranque normal sólo con la intensidad. Es preciso medir también el tiempo que la intensidad está presente para ver si es mayor que el tiempo de arranque normal del motor.

El tiempo de arranque del motor es del orden de los 10s y el máximo tiempo que el motor puede permanecer bloqueado están en el orden de 20s. Es muy importante que el fabricante suministre los tiempos exactos.

En el motor del caso 1, deberíamos programar un valor entre 25 y 40 segundos; un ajuste de 29 ó 30 segundos sería adecuado.

#### 4.8. PROTECCIÓN CONTRA ARRANQUE EN MONOFÁSICO

La unidad instantánea de secuencia negativa protege contra desequilibrios en la tensión de entrada. Puede optarse entre operación instantánea o bien según las curvas de tiempo inverso de la figura 2.

#### **4.9. PROTECCIÓN CONTRA DESCEBADO DE BOMBAS**

Para prevenir los daños que se producen en las bombas cuando trabajan en vacío, el MMC va provisto de una unidad de mínima intensidad. Esta unidad supervisa constantemente el valor de la componente de secuencia positiva. Si decrece por debajo de un valor programado se produce una señal de disparo, excepto si la intensidad decrece por debajo del límite del 15% de la toma. El disparo puede temporizarse de 0.1 a 10s.

#### **4.10. PROTECCIÓN CONTRA ARRANQUES DEMASIADO FRECUENTES**

Para evitar los daños que podría producir en el motor el efecto acumulativo de un número excesivo de arranques en un corto espacio de tiempo, el MMC incorpora una unidad de control de número de arranques. Esta unidad impide que se produzca un número de arranques mayor que el programado durante un tiempo dado, también programable. Si esta unidad dispara, la salida de disparo permanece activa durante un tiempo mínimo programable, para asegurar al motor un periodo de recuperación.





## 5.

# ESPECIFICACIONES TECNICAS

---

### 5.1. CIRCUITOS DE INTENSIDAD

#### Intensidades nominales.

5 A ó 1 A para los elementos de fase; 5 A ó 1 A para tierra. También 20 mA para una unidad especial de tierra.

#### Capacidades térmicas

Continuamente:	2xIn
Durante 3 segundos	: 50xIn
Durante 1 segundo:	100xIn

#### Cargas

Para modelos de:

In=5A	0.3 VA
In=1A	0.3VA
In=0.02A	0.08 VA

### 5.2. RANGOS DE AJUSTE

#### Unidad de imagen térmica

Intensidades de las tomas (Is)

Desde 0.40 a 1.55xIn en pasos de 0.05xIn.

Constante de tiempo ( $\tau_1$ )

De 3 a 60 minutos en pasos de 3 minutos.

Cte. de tiempo para enfriamiento a motor parado. ( $\tau_2$ )

1, 2, 3, 4, 5, ó 6 veces  $\tau_1$

Constante de sobrevaloración de secuencia negativa (K1)

Valores discretos de 1, 2, 3, 4, 5 ó 6

Temperatura de alarma

80% de la temperatura de disparo

#### Unidad de secuencia positiva

Rango

Desde 3 a 11 veces la corriente seleccionada en la toma de la unidad de imagen térmica en pasos de 1.

Tiempo de operación

Temporizado de 50 a 100 ms en paso de 5 ms.

### **Unidad de secuencia negativa en modo instantáneo**

Rango

Desde 0.5 a 8 veces la corriente seleccionada en la toma de la unidad de imagen térmica en pasos de 0.1.

Tiempo de operación

Temporizado de 0.05 a 10s en pasos de 0.05s.

### **Unidad de secuencia negativa en modo curva**

Curvas de la figura 2 truncadas en un valor seleccionable entre 0.2 y 1.0 veces la toma en pasos de 0.1.

### **Unidad de secuencia cero**

Rango:

Desde 0.06 a 0.24 veces el valor nominal de la unidad de secuencia cero (In GRN) en pasos de 0.01.

Intensidad nominal:

1A, 5A ó 20 mA (opcional).

Tiempo de operación

Temporizado de 0.05 a 10s en pasos de 0.05s.

### **Unidad de rotor bloqueado**

Rango:

Desde 1 a 4 veces la corriente seleccionada en la toma de la unidad de imagen térmica en pasos de 0.1.

Tiempo de operación

Temporizado de 1 a 60 s en pasos de 1 s.

### **Unidad de mínima intensidad**

Rango:

Desde el 20% al 80% de la corriente seleccionada en la toma de la unidad de imagen térmica en pasos de 10%.

Tiempo de operación

Temporizado de 0.1 a 10 s en pasos de 0.1 s.

### **Unidad de control de número de arranques**

Rango:

Desde 1 a 10 arranques en pasos de 1.

Ventana de tiempos

De 10 a 100 minutos en pasos de 1 minuto.

Tiempo mínimo con disparo activo

De 10 a 100 minutos en pasos de 1 minuto.

### **5.3. FRECUENCIA**

50 ó 60 Hz, programable por el usuario.

### **5.4. CONTACTOS DE DISPARO**

Capacidad de cierre: 3000 W resistivos durante 0.2 s con un máximo de 30A y 300 VCC.

Capacidad de corte: 50 W resistivos con 2 A y 300 VCC máximo.

Capacidad continua: 5 A con 300 Vcc máximo.

### **5.5. CONTACTOS DE ALARMA**

Capacidad de cierre: 5 A cc durante 30 s y 250 Vcc máximo

Capacidad de corte: 25W inductiva y 250 Vcc máximo

Capacidad continua: 3A.

### **5.6. PRECISIÓN**

Valor de operación: 5%

Tiempo de operación: 5% ó 25 ms (el que sea mayor)

Índice de error clase E según BS142 para intensidades y tiempos de operación: Clase E-5.

### **5.7. REPETITIVIDAD**

Valor de operación: 1%

Tiempo de operación: 2% ó 25ms (el que sea mayor).

### **5.8. RANGOS DE TEMPERATURA**

Rango efectivo -5° C a +40° C

Rango operativo -10°C a +55°C

Rango de almacenamiento -40° C a +70°C

### **5.9. HUMEDAD AMBIENTE**

Hasta el 95% sin que exista condensación

### **5.10. AISLAMIENTO**

Entre cada terminal y chasis: 2000 Vca durante 1 min. a la frecuencia industrial.

Entre circuitos independientes: 2000 Vca durante 1 min. a la frecuencia industrial.

Entre terminales de cada circuito de salida: 1000 Vca durante 1 min. a la frecuencia industrial.

## **5.11. PRUEBAS TIPO**

### **Prueba de interferencia**

2.5 kV longitudinal, 1 kV transversal, clase III según CEI- 255-4.

### **Prueba de impulso:**

5 kV de pico, 1 2/50  $\mu$ s, 0.5 J según CEI- 255-4.

### **Descarga electrostática**

Según CEI 801-2 clase III.

### **Radiointerferencia:**

Según CEI 801-3 clase III.

### **Transitorios rápidos**

Según CEI 801-4 clase III.

## **5.12. ALIMENTACIÓN**

Existen tres modelos (ver lista de modelos)

Modelo F:	24-48 Vac/Vcc
Modelo G:	48 - 125 Vac/Vcc
Modelo H:	110 - 240 Vcc / 110-220 Vca

Consumo: menor de 1.5 W en todas las tensiones.

## **5.13. PESOS**

Peso aproximado:

- Neto : 4 kg
- Embalado: 5 kg

## 6.

# CONSTRUCCION

---

### 6.1. CAJA

La caja del MMC es de chapa de acero. Las dimensiones generales se muestran en la figura 8.

La tapa frontal es de material plástico y se ajusta a la caja del relé haciendo presión sobre una junta de goma situada en toda la periferia del relé, lo que produce un cierre hermético que impide la entrada de polvo.

### 6.2. UNIONES ELÉCTRICAS Y CONEXIONES INTERNAS

La unión de los cables exteriores se hace en los dos bloques de terminales montados en la parte posterior de la caja. Cada bloque de terminales contiene 12 bornas a base de tornillo de 4mm. de diámetro roscado.

Todas las entradas de intensidad van sobre un bloque de terminales, situado en la parte posterior, en la misma placa de fondo. Este bloque tiene capacidad para soportar las corrientes secundarias de los transformadores de intensidad. Los conductores de entrada de intensidad internos son de mayor sección que el resto de los cables de las conexiones interiores. Se han diseñado de forma que tengan la menor longitud posible para minimizar la carga resistiva soportada por los transformadores de intensidad. Las conexiones se hacen a través de terminales engastados a presión. Los cables de intensidad de entrada van en sus propios mazos, separados de los demás mazos de cables con el fin de minimizar los efectos de acoplamiento de campos magnéticos asociados a las intensidades de entrada, sobre los conductores interiores de señales débiles.

### 6.3. IDENTIFICACIÓN

El modelo completo del relé se indica en la placa de características. La figura 3 representa la placa frontal del MMC.

Los bloques de terminales van identificados por una letra situada en la placa posterior, justamente sobre el borde izquierdo (visto el relé desde atrás) de cada bloque. Hay dos bloques de terminales en cada caja y cada cual tiene un único código (de la A a la B) para evitar confusiones al hacer el conexionado de los cables externos.

En cada bloque de terminales, los tornillos de unión (1 a 12) están marcados por números grabados.

### 6.4. DISPOSITIVOS FRONTALES DEL MMC

En el frente del MMC y sobre su placa frontal, según se muestra en la figura 3, van situados los elementos de ajuste y señalización siguientes:

#### Selector de toma de corriente

Es el elemento con el que se selecciona la intensidad mínima de operación del relé. Consta de dos bancos de dos interruptores, los cuales llevan una cifra a su derecha. Los interruptores están abiertos cuando se encuentran a la izquierda, y cerrados cuando se encuentran a la derecha. La intensidad de toma a la que está ajustado el relé ( $I_s$ ) sería el producto de la intensidad nominal de fases ( $I_n$ ) por 0.55 más la suma de las cantidades escritas a la derecha de cada interruptor cerrado.

**Ejemplo:** ajustar un relé de  $I_n=5A$  para una  $I_s$  de 4.5 A. Para ello y dado que  $5 \times 0.9 = 4.5$ , debemos cerrar los interruptores necesarios para formar la cantidad de 0.5, que sumada a la fija de 0.4, nos dará 0.9; conseguimos esto cerrando los interruptores rotulados **0.4 y 0.1**, y abriendo todos los demás.

El rango de intensidad es:

$I_s$  desde 0.40 a  $1.55 \times I_n$  en pasos de  $0.05 \times I_n$ .

## **Pulsadores y Display**

El MMC dispone de tres pulsadores para control de todas las operaciones del relé. Asimismo, dispone de tres displays luminosos de siete segmentos para suministrar información al usuario. La operación de estos elementos se explica con detalle en la sección MANEJO DEL MMC.

## **6.5. SEÑALIZACIONES EXTERNAS**

El MMC dispone de tres diodos luminosos (LEDs) en el frente del relé para señalar las siguientes situaciones:

- **EN SERVICIO.** LED verde que indica que el relé está funcionando
- **ARRANQUE PROTECCION.** LED rojo que indica que se ha producido el arranque de alguna unidad de protección.
- **DISPARO PROTECCION.** LED rojo que indica que se ha producido el disparo de alguna unidad. Este LED permanece encendido hasta que es apagado por el usuario mediante un RESET (ver apartado MANEJO DEL MMC); si al relé se le retira la tensión auxiliar, al volver a aplicarla el LED adopta el estado que tenía antes de retirar la tensión.

## **7. RECEPCION, MANEJO Y ALMACENAJE**

---

Este relé se suministra al cliente dentro de un embalaje especial que lo protege debidamente durante el transporte, siempre que éste se haga en condiciones normales.

Inmediatamente después de recibir el relé, el cliente deberá comprobar si aquél presenta algún signo de haber sufrido deterioro durante el transporte. Si resulta evidente que el relé ha sido dañado por mal trato debe notificarse inmediatamente por escrito a la compañía de transportes, dando parte a la fábrica del hecho.

Para desembalar el relé es necesario tomar las precauciones normales, teniendo cuidado de no perder los tornillos que se suministran dentro de la caja.

Si el relé no va a ser instalado inmediatamente, es conveniente almacenarlo en su embalaje de origen, en un lugar seco y libre de polvo.





## 8.

# PRUEBAS DE RECEPCION

---

Se recomienda que una vez recibido el relé se hagan de forma inmediata una inspección visual y las pruebas que a continuación se indican, para asegurarse de que el relé no ha sufrido ningún daño en el transporte.

Estas pruebas pueden realizarse como pruebas de instalación o de recepción, según criterio del usuario. Puesto que la mayor parte de los usuarios tienen procedimientos diferentes para pruebas de instalación y de recepción, esta sección indica todas las pruebas que pueden realizarse con el MMC.

Si las pruebas realizadas indican que el relé no funciona correctamente debe comunicarse a la fábrica. Debido a su carácter digital, el MMC no requiere modificaciones del calibrado.

### 8.1. INSPECCIÓN VISUAL

Comprobar que el modelo indicado en la placa frontal corresponde a los datos del pedido.

Desembalar el relé y comprobar que no existen partes rotas y que no hay signos de que el relé haya sufrido deterioro durante el transporte.

### 8.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED DE ALIMENTACIÓN

Todos los dispositivos que funcionan con corriente alterna están influenciados por la frecuencia. Puesto que una forma de onda no sinusoidal es el resultado de una onda de frecuencia fundamental más una serie de armónicos de esta onda fundamental, se deduce que los dispositivos que funcionan con c.a. (relés) están influenciados por la forma de onda aplicada.

Para probar correctamente relés que funcionan con c.a. es fundamental usar una onda senoidal de intensidad y/o tensión. La pureza de una onda senoidal (la ausencia de armónicos) no puede expresarse de una forma específica para un relé determinado. No obstante, cualquier relé que incorpore circuitos sintonizados, circuitos R-L y R-C o elementos no lineales (como los relés de sobreintensidad de tiempo inverso) se verá afectado por formas de onda no senoidales.

Estos relés responden a la forma de onda de la intensidad de una forma diferente a la de la mayor parte de los amperímetros de c.a. Si la red utilizada para las pruebas contiene un porcentaje de armónicos apreciable las respuestas del amperímetro y del relé serán distintas.

Los relés han sido calibrados en fábrica utilizando una red de 50 ó 60 Hz con un contenido de armónicos mínimo. Cuando se realicen las pruebas de recepción o instalación deberá utilizarse una red cuya forma de onda no contenga armónicos.

Los amperímetros y cronómetros utilizados para realizar las pruebas deben estar calibrados y su precisión debe ser mejor que la del relé. La red utilizada en las pruebas debe permanecer estable, principalmente en los niveles próximos a la intensidad de arranque de pruebas así como durante el tiempo en el que el relé opera según la curva que se prueba.

Es importante destacar que la precisión con que se realice la prueba depende de la red de alimentación y de los instrumentos utilizados. Las pruebas funcionales realizadas con alimentación o instrumentos inadecuados son útiles para comprobar que el relé funciona correctamente y, por lo tanto, para verificar sus características de forma aproximada.

### 8.3. UNIDAD DE IMAGEN TÉRMICA

Esta sección describe el procedimiento de prueba del relé MMC mediante una red trifásica. El procedimiento para pruebas con una red monofásica se describe en el Apéndice 1.

1. Conectar el relé como se indica en la figura 5. Para aplicar intensidad al relé usar la red de 120 V - 60 Hz , con una resistencia variable en serie.
2. Inhabilitar todas las demás unidades para que no interfieran con la prueba. Para ello, dar valor 0 a los ajustes 2-1, 3-2, 3-5, 4-1, 5-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Ajustar el relé en la toma mínima. Para ello, refiriéndonos a la figura 3 que representa el frente del relé:
  - Situar todos los interruptores de selección de toma a la izquierda.
  - Ajustar la constante de tiempo  $\tau_1$  a 3 minutos (ajuste 1-2).
  - Ajustar la constante de sobrevaloración de la componente de secuencia negativa a 3 (ajuste 1-1).
4. Aplicar sucesivamente intensidades de 2, 5 y 10 veces el valor de la toma mínima y comprobar que los tiempos de actuación están comprendidos en los intervalos señalados en la Tabla 1. Comprobar que el relé de salida opera y el LED de DISPARO se enciende.

**TABLA 1**

Intensidad nominal (A)	Intensidad Aplicada (A)	Veces Is mínima	Tiempo de operación (s)
5	4.0	2	48.5 – 53.6
	10.0	5	7.06 – 7.8
	20.0	10	1.77 – 1.95

5. Repetir la prueba del punto 4 pero seleccionando una constante de tiempo  $\tau_1$  de 60 minutos. Comprobar que el tiempo de operación está dentro de los márgenes indicados en la tabla 2.

**TABLA 2**

Intensidad nominal (A)	Intensidad aplicada (A)	Veces Is mínima	Tiempo de operación (s)
5	4.0	2	970 – 1072
	10.0	5	141 – 156
	20.0	10	35.4 - 39

Después de cada medida debe reponerse la imagen térmica – ver “Puesta a Cero de Imagen Térmica” en la sección MANEJO DEL MMC – a fin de que el tiempo obtenido en la prueba siguiente corresponda al representado en la Figura 1 (Motor en Frío).

### 8.4. UNIDAD DE SECUENCIA POSITIVA

Conectar el relé como se indica en la figura 5.

#### Comprobación del arranque

1. Ajustar el relé en la toma mínima. La unidad de secuencia positiva se ajustará en 3 veces Is. Ajustar la temporización a 50 milisegundos.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 3-2, 3-5, 4-1, 5-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.

3. Aplicar intensidad al relé y comprobar que se enciende el LED de arranque y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 95% y el 105% del valor de arranque ajustado.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, disminuir la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de ARRANQUE para un valor de intensidad igual o mayor que el 85.5% del valor de arranque.

#### **Comprobación del tiempo de operación**

5. Con el relé configurado como se indica en el apartado 1 aplicar una intensidad de 2 veces el valor de arranque (es decir, 6 x Is) y comprobar que el tiempo de disparo es igual a 50 ms dentro de los márgenes de error aplicables a este relé. Repetir la prueba con el temporizador programado a 100 ms.

### **8.5. UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA**

Conectar el relé como se indica en la figura 6.

#### **Modo instantáneo: comprobación del arranque**

1. Ajustar el relé en la toma mínima. Seleccionar modo instantáneo para la unidad de secuencia negativa. Ajustar la temporización a 50 milisegundos.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-5, 4-1, 5-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Aplicar intensidad al relé y comprobar que se enciende el LED de arranque y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 95 y el 105% del valor de arranque ajustado.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, disminuir la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de arranque para un valor de intensidad igual o mayor que el 85.5% del valor de arranque.

#### **Modo instantáneo: comprobación del tiempo de operación**

5. Con el relé configurado como se indica en el apartado 1 aplicar una intensidad de 2 veces el valor de arranque (es decir, 2 x Is) y comprobar que el tiempo de disparo es igual a 50ms dentro de los márgenes de error aplicables a este relé. Repetir la prueba con el temporizador programado a 10s.

#### **Modo Tiempo Inverso: comprobación del calibrado de las tomas de arranque**

6. Ajustar el relé en la toma mínima. Seleccionar modo tiempo inverso para la unidad de secuencia negativa. Ajustar el valor de truncamiento a 0.2 veces Is. Seleccionar la curva de dial 0.1.
7. Aplicar intensidad al relé y comprobar que el LED de ARRANQUE del frente del relé se enciende entre el 100 y el 110% del valor de truncamiento seleccionado y que posteriormente se cierra el relé de disparo.
8. Con el contacto del relé de salida cerrado disminuir la intensidad aplicada comprobando que con un valor de intensidad igual o mayor que el 85.5% del valor de truncamiento seleccionado, se repone el relé de salida y se apaga el LED de ARRANQUE. Repetir la prueba para el valor de truncamiento 1.

#### **Modo tiempo inverso: comprobación del tiempo de actuación**

9. Ajustar el relé en la toma mínima. Seleccionar modo tiempo inverso para la unidad de secuencia negativa. Ajustar el valor de truncamiento a 0.2 veces Is. Seleccionar la curva de dial 0.5.
10. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-2, 4-1, 5-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
11. Aplicar sucesivamente intensidades de 0.4, 1, 2 y 10 veces la toma mínima comprobando que el tiempo de operación está dentro de los márgenes indicados en la tabla 3.

**TABLA 3. Curva de tiempo inverso  
(In = 5A)**

Veces la toma mínima	Intensidad aplicada (A)	Tiempos de operación para curva (IT=0.5) en segundos
0.4	0.8	8.9 – 11.24
1.0	2.0	3.82 – 4.43
2.0	4.0	2.3 – 2.55
10.0	20.0	0.88 – 0.973

## **8.6. UNIDAD DE SECUENCIA CERO**

Conectar el relé como se indica en la figura 7.

### **Comprobación del arranque**

1. Ajustar el relé en la toma mínima. La unidad de secuencia cero se ajustará en 0.06 veces In GNR. Ajustar la temporización a 50 ms.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-2, 3-5, 5-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Aplicar intensidad al relé y comprobar que se enciende el LED de ARRANQUE y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 95 y el 105% del valor de arranque ajustado.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, disminuir la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de arranque para un valor de intensidad igual o mayor que el 85.5% del valor de arranque.

### **Comprobación del tiempo de operación**

5. Con el relé ajustado como se indica en el apartado 1 aplicar una intensidad de 2 veces el valor de arranque (es decir,  $0.12 \times \text{InGRN}$ ) y comprobar que el tiempo de disparo es igual a 50ms dentro de los márgenes de error aplicables a este relé. Repetir la prueba con el temporizador programado a 10s.

## **8.7. UNIDAD DE ROTOR BLOQUEADO Y ARRANQUE DEMASIADO LARGO**

Conectar el relé como se indica en la figura 5.

### **Comprobación del arranque**

1. Ajustar el relé en la toma mínima. La unidad de rotor bloqueado se ajustará en 1 vez Is. Ajustar la temporización a 1 segundo.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-2, 3-5, 4-1, 6-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Aplicar intensidad al relé y comprobar que se enciende el LED de ARRANQUE y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 95 y el 105% del valor de arranque ajustado.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, disminuir la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de arranque para un valor de intensidad igual o mayor que el 85.5% del valor de arranque.

### **Comprobación del tiempo de operación**

5. Con el relé ajustado como se indica en el apartado 1 aplicar una intensidad de 2 veces el valor de arranque (es decir,  $2 \times \text{Is}$ ) y comprobar que el tiempo de disparo es igual a 1 s dentro de los márgenes de error aplicables a este relé. Repetir la prueba con el temporizador programado a 60s.

## 8.8. UNIDAD DE MÍNIMA INTENSIDAD

Conectar el relé como se indica en la figura 5.

### Comprobación del arranque

1. Ajustar el relé en la toma mínima. La unidad de mínima intensidad se ajustará en 80% de Is. Ajustar la temporización a 0.1 s.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-2, 3-5, 4-1, 5-1 y 7-2 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Aplicar intensidad al relé partiendo de cero e incrementando lentamente y comprobar que se enciende el LED de ARRANQUE y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 14.25 y el 15.75 % del valor de arranque Is.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, disminuir la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de arranque para un valor de intensidad igual o mayor que el 12.8% del valor de Is.
5. Aplicar intensidad al relé, partiendo de 1xIs y disminuyendo lentamente y comprobar que se enciende el LED de ARRANQUE y se cierra posteriormente el relé de disparo cuando la intensidad está entre el 84 y el 76% del valor de Is.
6. Con el contacto del relé de disparo cerrado, aumentar la intensidad aplicada comprobando que se repone el relé de disparo y se apaga el LED de arranque para un valor de intensidad igual o menor que el 92.4% del valor de Is.

### Comprobación del tiempo de operación

7. Con el relé ajustado como se indica en el apartado 1 aplicar una intensidad 50% de Is y comprobar que el tiempo de disparo es igual a 100 ms dentro de los márgenes de error aplicables a este relé. Repetir la prueba con el temporizador programado a 10s.

## 8.9. Unidad de Control del Número de Arranques

Conectar el relé como se indica en la figura 5.

1. Ajustar el relé en la toma mínima. Programar la duración de la ventana de tiempos en 10 minutos, el número de arranques en 5 y el tiempo mínimo con la salida de disparo activa en 15 minutos.
2. Inhabilitar el resto de las unidades para que no interfieran con la prueba, poniendo a cero los ajustes 1-2, 2-1, 3-2, 3-5, 4-1, 5-1 y 6-1 siguiendo el procedimiento explicado en la sección MANEJO DEL MMC.
3. Aplicar intensidad al relé, de valor 1 vez la toma (1xIs) mantenerla al menos 100ms y retirarla. Hacer esto cuatro veces en rápida sucesión. Aplicar intensidad por quinta vez. Observar que aunque se han contado cinco arranques, el relé no dispara. Retirar la intensidad. En este momento debe producirse el disparo y se inicia la cuenta de tiempo.
4. Con el contacto del relé de disparo cerrado, observar que permanece cerrado durante quince minutos, aunque los disparos han salido de la ventana de tiempos a los diez minutos de producirse.
5. Ajustar el relé en la toma mínima. Programar la duración de la ventana de tiempos en 15 minutos, el número de arranques en 5 y el tiempo mínimo con la salida de disparo activa en 10 minutos. Este cambio de ajustes causa una reinicialización de la unidad, y todos los arranques acumulados se borran.
6. Provocar cinco disparos de la forma explicada en el apartado 3. Iniciar la cuenta de tiempo cuando se cierre el contacto de disparo.
7. Con el contacto del relé de disparo cerrado, observar que permanece cerrado durante 15 minutos, tiempo que tardan los disparos en salir de la ventana de tiempos. Dado que la ventana de tiempos tiene una resolución de medio minuto, el tiempo real estará entre 15' y 15'30".



## 9.

## MANEJO DEL MMC

El MMC se controla mediante un teclado formado por tres pulsadores situados en el frente del relé. Estos pulsadores están alineados verticalmente y, comenzando por el superior, están rotulados “ENTER”, “+” y “-“. El primero está representado por una flecha (ver figura 3), aunque a lo largo de todo este manual nos referimos a él como **ENTER**. El relé suministra información mediante tres displays de siete segmentos y tres LEDs, todos situados en la parte frontal del relé. Los LEDs están alineados en vertical y están rotulados, comenzando por el superior, “EN SERVICIO”, “ARRANQUE” y “DISPARO”. Con la tapa puesta sólo el pulsador ENTER es accesible desde el exterior.

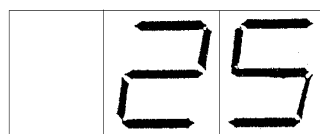
El MMC puede encontrarse en dos situaciones:

**Secuencia de Lecturas:** proporciona información sobre el estado del relé, valores de las componentes simétricas, registros del último disparo, etc. Para su operación solo requiere el pulsador ENTER.

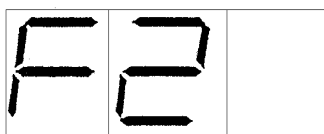
**Secuencia de Ajustes:** permite consultar y cambiar los ajustes de operación del MMC, así como inhabilitar las unidades que lo permitan. Requiere los tres pulsadores.

Además de estas secuencias, pueden realizarse dos operaciones con el teclado: puesta a cero de imagen térmica y RESET. Trataremos estas operaciones con detalle más adelante.

### 9.1. SECUENCIA DE LECTURAS



ENTER



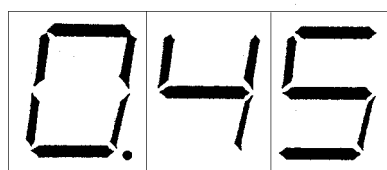
Esta es la secuencia fundamental del MMC y en ella se coloca automáticamente al arrancar. Está dividida en una serie de “Funciones”, cada una de las cuales corresponde a una información diferente. Estas funciones están numeradas del 0 al 8, y se identifican mediante la letra F seguida del número de función.

En operación normal, el MMC muestra habitualmente por el display el valor de una de las funciones, elegida según las unidades que estén activas. Generalmente, esta lectura será la imagen térmica en tanto por ciento del límite de disparo; si suponemos, por ejemplo, que el valor de la imagen térmica es el 25% del valor límite de disparo, veríamos en el display el número 25. Si pulsamos en ese momento la tecla **ENTER** y la mantenemos pulsada, veremos aparecer una F seguida por un número, en este caso el 2.

Mientras la tecla siga pulsada, se mantendrá este código en el display.

Esto nos indica que estamos en la Secuencia de Lecturas y que, al soltar la tecla **ENTER**, veremos en el display el valor de la función 2 (Intensidad de Secuencia Positiva).

Esta es una norma general en toda la Secuencia de Lecturas: el código que aparece mientras mantenemos pulsado **ENTER** corresponde a lo que veremos en el display cuando la soltemos. Supongamos que ya hemos soltado **ENTER**. Entonces estaremos viendo el valor de la intensidad de secuencia positiva que circula por el motor en veces la toma, actualizado constantemente. Así, si circulara una intensidad de 0.45 veces la toma, veríamos en el display lo siguiente:





Si volvemos a pulsar **ENTER** aparecerá F3, código de la siguiente lectura, y al soltarla aparecerá el valor de F3, que corresponde a la intensidad de Secuencia Negativa que circula por el motor; si seguimos pulsando y soltando, iremos viendo sucesivamente todas las lecturas hasta la 8. De esta se pasará a la 0 y así sucesivamente.

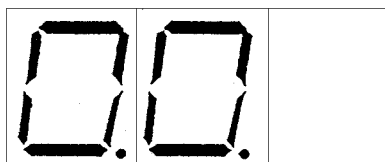
Las lecturas del MMC son las siguientes:

- F0: Estado del relé
- F1: Imagen térmica en tanto por ciento del valor de disparo.
- F2: Intensidad de secuencia positiva
- F3: Intensidad de secuencia negativa
- F4: Intensidad de secuencia cero
- F5: Código de unidad que ha disparado
- F6: I. Positiva que circulaba en el momento del disparo
- F7: I. Negativa que circulaba en el momento del disparo
- F8: I. de secuencia cero que circulaba en el momento del disparo.

Vamos a verlas en detalle:

### F0: Estado del relé

El estado del MMC viene dado por un código de dos dígitos situado a la izquierda del display. Para distinguirlo de otras lecturas, los dos puntos decimales correspondientes están encendidos. Así, un código de estado 00 (todo correcto) se representaría como en la figura siguiente:



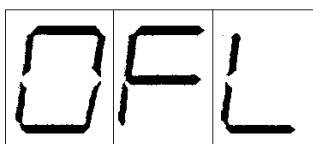
Los códigos de estado del MMC son:

- 00: Todo correcto
- 01: Fallo de ajustes. Los ajustes almacenados son incorrectos.
- 02: Error de funcionamiento. La medida es defectuosa.
- 08: Fallo generalizado.
- 80: Fallo de ROM. La memoria de programa ha fallado.
- 81: Fallo de escritura a EEPROM

Los errores cuya primera cifra es 0 pueden ser subsanables por el usuario. Los errores cuya primera cifra es un 8 indican fallos de la electrónica del relé y requieren reparación del MMC. Los procedimientos de recuperación de errores se verán al tratar de la operación **RESET**.

### F1: Imagen térmica

Esta lectura nos proporciona el valor calculado de la imagen térmica en tanto por ciento respecto al valor de disparo. Cuando este valor llega a 100 se produce el disparo. El display puede representar hasta un valor de 999. Si el cálculo de imagen térmica llegara al 1000%, sobrepasando así la capacidad del display, aparecería el mensaje OFL (Overflow):

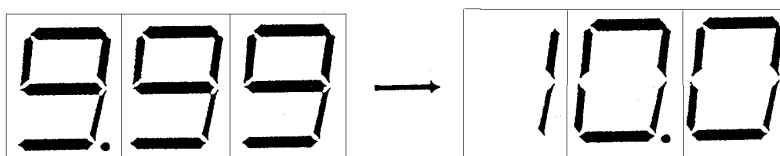


Este mensaje no significa que el valor interno de la imagen térmica no siga aumentando, sólo que el display ya no es capaz de representarlo. Cuando deje de circular corriente, el valor tendrá que bajar de nuevo a 999 antes de que el mensaje OFL desaparezca.

Cuando la representación interna de la imagen térmica es mayor que el espacio destinado a almacenarla, su valor ya no se incrementa, sino que permanece bloqueado hasta que deja de circular corriente y comienza el enfriamiento. Para cada constante de tiempo de la curva térmica, este punto representa un tanto por ciento distinto del límite de disparo, porque cada Constante de Tiempo tiene un límite distinto. En todos los casos este valor está ampliamente por encima del 100%, de modo que este bloqueo no tendrá efecto en operación normal. Sólo en caso de pruebas, en el que la acción del relé de disparo no interrumpa la corriente, podrá llegar la imagen térmica a su límite interno. Para una Constante de Tiempo de 60 minutos, el valor al que se bloquea la imagen térmica es del 182%. Para todas las demás constantes de tiempo es proporcionalmente mayor.

**F2: Intensidad de secuencia positiva**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia positiva que circula por el motor en cada momento en veces la toma (xIs). La representación se hace con precisión variable, donde el número de decimales que se muestran depende del valor de la lectura. Como ejemplo, véase el paso de 9.99 a 10.00 veces la toma.



**F3: Intensidad de secuencia negativa**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia negativa que circula por el motor en cada momento en veces la toma (xIs). La representación se hace con precisión variable, donde el número de decimales que se muestran depende del valor de la lectura.

**F4: Intensidad de secuencia cero**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia cero que circula por el motor en cada momento en veces la toma de neutro (x In GRN). La representación se hace con precisión constante de dos decimales.

**F5: Código de unidad del último disparo**

Esta lectura muestra el código de la unidad que ha causado el último disparo. En caso de que más de una unidad haya ordenado disparar, se registrará la primera que lo haya ordenado.

Veamos por ejemplo cómo mostraría esta lectura un disparo ordenado por la unidad 1 (Imagen térmica):



Como puede verse, a la izquierda aparece la letra U (Unidad), el dígito del centro está en blanco y en el de la derecha aparece el código de la unidad que ha disparado. Si no hubiese ninguna registrada, este código sería un cero. Esta información se conserva aunque al relé se le retire la tensión auxiliar y puede ser borrada por el usuario.

**F6: Intensidad de secuencia positiva del último disparo**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia positiva que circulaba por el motor cuando se produjo el último disparo en veces la toma (xIs). La representación es la misma de F2. Esta información se conserva aunque al relé se le retire la tensión auxiliar y puede ser borrada por el usuario.

**F7: Intensidad de secuencia negativa del último disparo**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia negativa que circulaba por el motor cuando se produjo el último disparo en veces la toma (xIs). La representación es la misma de F3. Esta información se conserva aunque al relé se le retire la tensión auxiliar y puede ser borrada por el usuario.

**F8: Intensidad de secuencia cero del último disparo**

Esta lectura muestra la intensidad de secuencia cero que circulaba por el motor cuando se produjo el último disparo en veces la toma de neutro (x In GRN). La representación es la misma de F4. Esta información se conserva aunque al relé se le retire la tensión auxiliar y puede ser borrada por el usuario.

La lectura por defecto es la que el MMC muestra habitualmente por el display. Esta lectura puede ser una cualquiera entre F0 y F4, ambas inclusive. Cuando se aplica tensión al relé aparece en el display la lectura por defecto, y a ella se vuelve automáticamente desde cualquier punto de la Secuencia de Lecturas o de Ajustes si transcurren dos minutos sin que se pulse ninguna tecla.

La selección de la lectura por defecto la realiza automáticamente el MMC de acuerdo a las unidades de protección que estén activas en cada momento. Cada unidad de protección tiene asociada una lectura, que es la que resulta interesante para el funcionamiento de esa unidad. **Para que la lectura asociada a una unidad sea la lectura por defecto, es preciso que todas las unidades con número inferior estén inhabilitadas.**

Las lecturas asociadas a las unidades son:

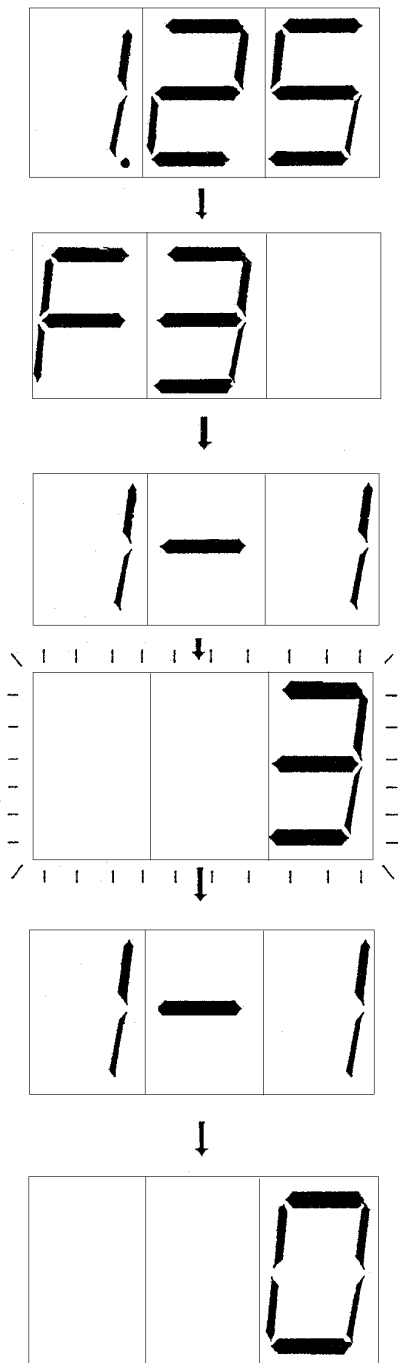
Unidad	Lectura
1 (I. térmica)	F1 (% I. térmica)
2 (S. Positiva)	F2 (Componente de S. Positiva)
3 (S. Negativa)	F3 (Componente de S. Negativa)
4 (Homopolar)	F4 (Componente Homopolar)
5 (R. Bloqueado)	F2 (Componente de S. Positiva)
6 (I. Mínima)	F2 (Componente de S. Positiva)
7 (Arranques)	F2 (Componente de S. Positiva)

Por ejemplo, si la unidad 1 está activa, la lectura por defecto será F1, sin importar cómo estén las demás unidades. Si desactivamos esta unidad (dando un valor 0 al ajuste 1-2) y la unidad 2 está activa, la lectura por defecto será F2. Si las unidades 1, 2 y 3 están inactivas y la 4 activa, la lectura por defecto será F4, etc. **Cuando todas las unidades están inactivas, la lectura por defecto es F0, Estado del relé.**

**SECUENCIA DE AJUSTES**

La Secuencia de Ajustes es el estado del relé en el cual se pueden modificar los ajustes de las distintas unidades del MMC, así como habilitar o inhabilitar aquellas que lo permitan. La Secuencia de Ajustes requiere el uso de los tres pulsadores del MMC, por lo que no puede accederse a ella con la tapa puesta.

Si en cualquier punto de la Secuencia de Ajustes transcurren dos minutos sin que se pulse ninguna tecla, el MMC volverá a la Secuencia de Lecturas, y dentro de ella a la lectura por defecto.



Para entrar en la secuencia de Ajustes debemos estar en Secuencia de Lecturas; es indiferente en qué punto de ella estemos. La entrada se efectúa pulsando la tecla “-“ mientras mantenemos pulsada “ENTER”. Vamos a ver esta operación con detalle, suponiendo que nos encontramos en F2 viendo el valor de la componente de Secuencia Positiva, que resulta ser 1.25 veces la toma.

El display muestra el valor de la componente de secuencia positiva, 1.25 veces la toma. Ahora pulsamos **ENTER** y lo mantenemos pulsado. Aparecerá el código de la siguiente función, F3. No olvidemos que cualquier otra función valdría exactamente igual par entrar en Ajustes.

Manteniendo pulsado **ENTER** pulsamos la tecla “-“. El display cambia y aparece la lectura 1-1. Esto es lo que veremos siempre que entremos en Secuencia de Ajustes. El número de la izquierda muestra la unidad y el de la derecha el ajuste. Así pues, 1-1 significa Unidad 1 – Ajuste 1; la unidad 1 es Imagen Térmica y el ajuste 1 es la constante de sobrevaloración de la componente de secuencia negativa. Si queremos ver o modificar el valor de ese ajuste pulsamos **ENTER** (sin mantener) y veremos aparecer el valor que en este momento tiene el ajuste, que supondremos es 3. El valor del ajuste parpadeará. Siempre que en el display aparezca el valor de un ajuste lo hará parpadeando.

Antes de seguir adelante, es conveniente dar una relación completa de las unidades y ajustes del MMC. Así pues, vamos a salir de Secuencia de Ajustes.

Para ello, lo primero es volver a pulsar (y soltar) **ENTER**. Esto hace que vuelva a salir en el display el código del ajuste (1-1). Para volver a la Secuencia de Lecturas se pulsan al mismo tiempo “+” y “-“; no importa en qué orden se pulsen, con tal que las dos estén pulsadas al mismo tiempo. Esto nos lleva de nuevo a la Secuencia de Lecturas, pero no al mismo punto por donde entramos. Siempre que salgamos de la Secuencia de Ajustes iremos al estado habitual del relé, es decir, la lectura por defecto. En este caso hemos supuesto que es F1 y que su valor es cero.

El MMC consta de una unidad de configuración y cuatro unidades de protección, a saber:

**Unidad 0:**

0-1: Frecuencia

**Unidad 1:**

- 1-1 K1
- 1-2  $\tau_1$
- 1-3  $\tau_2$

**Configuración del relé**

Hz

**Imagen Térmica**

- Adimensional
- Minutos
- Veces  $\tau_1$

**Unidad 2: Instantáneo de secuencia positiva**

2-1	Valor de arranque	Veces la toma (xIs)
2-2	Temporización	Milisegundos

**Unidad 3: Secuencia Negativa**

3-1	Selector inst - Curva	Inst=1, Curva=2
3-2	Arranque del instantáneo	Veces la toma (xIs)
3-3	Temporización del instantáneo	Segundos
3-4	Truncamiento de la curva	Veces la toma (xIs)
3-5	Dial de la curva	Adimensional

**Unidad 4: Instantáneo de secuencia cero**

4-1	Valor de arranque	Veces la toma de neutro (xInGRN)
4-2	Temporización	Segundos

**Unidad 5: Rotor bloqueado**

5-1	Valor de arranque	Veces la toma (x Is)
5-2	Temporización	Segundos

**Unidad 6: Mínima Intensidad**

6-1	Valor de arranque	Tanto por ciento de toma (x Is.100)
6-2	Temporización	Segundos

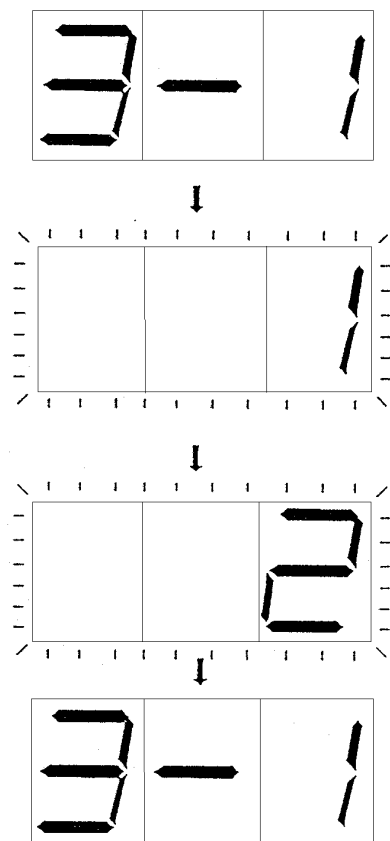
**Unidad 7: Instantáneo de secuencia cero**

7-1	Ventana de tiempos	Minutos
7-2	Número de arranques	Arranques
7-3	Tiempo mínimo con interruptor abierto	Minutos

Para una descripción detallada de los rangos y operación de las unidades véase la sección PRINCIPIOS DE OPERACION.

Una vez citadas todas las unidades, es el momento de realizar un auténtico cambio de ajustes. Como ejemplo, vamos a programar la unidad de secuencia negativa como curva de tiempo inverso, con valor de truncamiento 0.3 x Is y dial 0.75.

Entramos en Secuencia de Ajustes de la forma ya explicada, con lo que aparecerá el código 1-1. Nuestro ejemplo requiere que cambiemos los ajustes 3-1, 3-4 y 3-5. Para llegar a ellos, pulsamos repetidamente las teclas “+” y “-“ hasta que aparezca en el display el código que deseamos, en este caso 3-1. La selección de ajuste es circular, de forma que si se pulsa “+” cuando se tiene en pantalla el último ajuste se pasa al primero, y si se pulsa “-“ cuando se tiene en pantalla el primer ajuste se pasa al último.



Una vez con el 3-1 en pantalla, pulsamos **ENTER** y aparecerá, parpadeando, el valor del ajuste. Supongamos que es 1, es decir, que está seleccionado el modo instantáneo. Para cambiarlo a 2 (curva) pulsamos la tecla "+". En el display aparecerá el valor 2. Para aceptarlo pulsamos **ENTER** y aparece el código 3-1 de nuevo. Con esto el valor del ajuste 3-1 ha cambiado de 1 a 2. Aquí puede verse el gráfico de esta operación.

Este proceso es el mismo para cualquier ajuste que se quiera cambiar. Seleccionar el código del ajuste que se quiera cambiar. Cuando el código aparezca en el display, pulsar **ENTER**. Aparecerá el valor actual del ajuste en el display. Con las teclas "+" y "-" se incrementa o disminuye el valor del ajuste hasta que el valor deseado aparece en el display. En ese momento se pulsa **ENTER** y el nuevo valor del ajuste es aceptado.

Si en el display aparece el el valor máximo permitido para ese ajuste, la pulsación de "+" no producirá ningún efecto. Lo mismo ocurriría si en el display apareciese el valor mínimo permitido para ese ajuste y se pulsase la tecla "-".

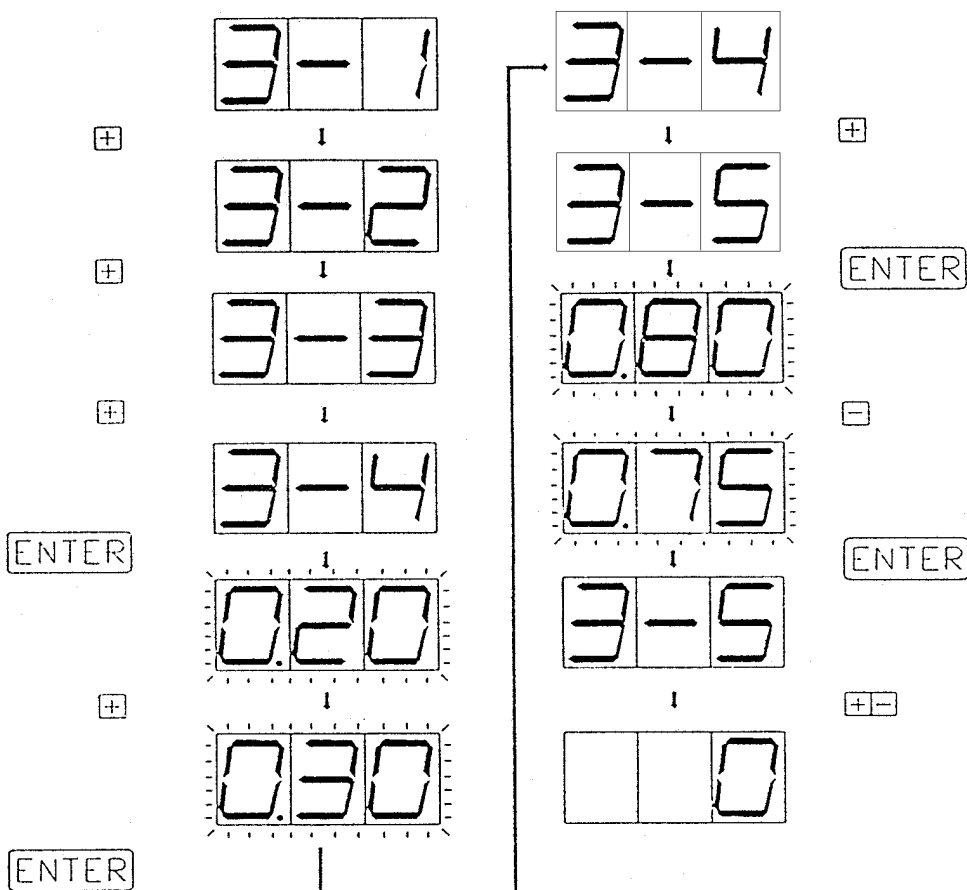
Si se mantiene pulsada la tecla "+" o la "-", el valor del ajuste se incrementa o disminuye de forma automática cinco veces por segundo. Para evitar pulsaciones indeseadas, la primera repetición tarda medio minuto en producirse.

Este mecanismo sólo funciona en el cambio del valor del ajuste, y no en la selección del código de ajuste. En ésta hay que pulsar y soltar "+" o "-" para cada incremento o disminución del

código.

En el diagrama siguiente se puede ver de forma resumida cómo haríamos el cambio de los otros dos ajustes, teniendo en cuenta que las teclas a pulsar serían las ya citadas.

Se ha supuesto que el valor original del ajuste 3-4 era 0.2 x ls y el del ajuste 3-5 era 0.80. Si hubiesen sido otros, hubiera bastado con pulsar las teclas "+" y "-" hasta seleccionar los valores deseados, pulsando después **ENTER**.



Después de cambiar un ajuste, éste se actualiza en el momento en que se pulsa **ENTER** para aceptar el cambio. Cuando un ajuste cambia, toda la unidad a la que pertenece se reinicializa. El resto de unidades no se ven afectadas por el cambio y siguen funcionando normalmente. Sin embargo, en el momento en que se pulsa ENTER todas las protecciones quedan “congeladas” en el estado en que se encuentren por el tiempo que se tarde en procesar el nuevo ajuste (entre 0.08 y 0.1 segundos). Una vez reinicializada la unidad correspondiente, todas se ponen en marcha de nuevo. El cambio de ajustes puede realizarse en cualquier momento, aunque se recomienda hacerlo con el motor parado.

Si el valor del ajuste no ha variado la unidad no se reinicializa, aunque se hayan pulsado las teclas “+” y “-”.

La reinicialización de la unidad cuyos ajustes han cambiado es completa, incluyendo la eliminación del arranque o disparo si se hubiesen producido.

### 9.3. PUESTA A CERO DE LA IMAGEN TÉRMICA

El MMC va dotado de un sistema para poner a cero la unidad de imagen térmica, permitiendo así que las pruebas se hagan para las curvas en frío. Para poner a cero la imagen térmica debemos estar en la Secuencia de Lecturas. En cualquier punto de ella, pulsamos **ENTER**. Aparecerá en el display el código de la lectura de que se trate. Manteniendo pulsado **ENTER**, pulsamos al mismo tiempo la tecla “+”. La imagen térmica vuelve a 0 y el MMC vuelve a su estado fundamental, mostrando en el display el valor de la lectura por defecto.

### 9.4. RESET

La operación de RESET consiste en, estando en Secuencia de Lecturas, pulsar **ENTER** y mantenerlo pulsado durante tres segundos. Los efectos de esta operación son distintos según el MMC esté operando normalmente o se encuentre en estado de error.

#### MMC en operación normal:

El MMC vuelve a la lectura por defecto, el LED de DISPARO se apaga y las intensidades del último disparo se borran, excepto si en ese momento la salida de disparo está activa. En este caso, el RESET tiene el único resultado de volver a la lectura por defecto.

#### MMC en situación de error:

Cuando el MMC detecta durante su operación un fallo de funcionamiento, muestra en el display el código de error correspondiente parpadeando, apaga la medida, apaga el LED de EN SERVICIO y activa la salida de ALARMA DE EQUIPO. Si en estas condiciones se produce el RESET, el relé procederá a una reinicialización completa del software, permitiendo así reanudar el funcionamiento si las causas de error han desaparecido.

Vamos a ver con detalle los códigos de error y su significado:

#### 01 – Error de ajustes

Al comienzo del programa, el MMC carga los ajustes de EEPROM. Si los ajustes almacenados no pasan alguno de los controles a los que son sometidos, se produce un error de ajustes. Este error es subsanable por el usuario, para lo cual debe programar de nuevo todos los ajustes del relé.

La programación de ajustes tras un error es idéntica a la explicada en esta sección, excepto que los valores que tienen los ajustes son aleatorios. Si el valor de un ajuste no es válido, al pulsar **ENTER** para aceptarlo no ocurrirá nada; el ajuste no es aceptado hasta que es válido. Para convertir el ajuste en válido, pulsar “+” ó “-“ y mantenerlo pulsado hasta que el ajuste deje de cambiar. Cuando esto ocurra, programar el valor deseado siguiendo el procedimiento normal.

Una vez revisados todos los ajustes, se arranca de nuevo el MMC con RESET.

#### 02 – Error de funcionamiento

Si este error se produce, muy probablemente el relé se habrá reinicializado por sí solo. En caso de que no lo haya hecho, el problema debería solucionarse con un RESET, o en el peor de los casos, apagando el MMC y encendiéndolo de nuevo. Si tampoco así se consigue eliminar el error, el relé necesita reparación.

#### 08 – Fallo generalizado

Fallo general del software. Se aplican los mismos criterios que para el código 02, aunque se debe a causas distintas.

#### 80 – Fallo de ROM

El contenido de la memoria de programa se ha deteriorado. Es preciso reemplazarla.



**81 – Fallo de escritura a EEPROM**

La memoria no volátil se ha deteriorado y ya no es capaz de almacenar los ajustes. Es preciso reemplazarla.

## APENDICE 1

### PRUEBA DEL MMC CON UNA FUENTE MONOFASICA

Se sabe por la teoría de las componentes simétricas que una corriente monofásica aplicada a los transformadores de intensidad del relé en la forma descrita en la figura 9 produce corrientes de secuencia positiva y negativa dadas por la siguiente expresión:

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

donde:

$I_1$  = componente de secuencia positiva detectada por el relé.

$I_2$  = componente de secuencia negativa detectada por el relé

$I$  = corriente monofásica aplicada.

Por ello, cuando se prueba el sistema MMC con una fuente monofásica el efecto de la corriente de secuencia negativa (que es cero en un sistema trifásico equilibrado) debe tenerse en cuenta. Para la prueba de imagen térmica, hay que considerar que la intensidad equivalente es ahora:

$$I_{eq} = \sqrt{(I_1^2 + K_1 * I_2^2)} = I \sqrt{(K_1 + 1)} / 3$$

donde  $I$  es la corriente monofásica aplicada. Conociendo esto, pueden realizarse las pruebas de imagen térmica aplicando la intensidad monofásica conveniente.

Para realizar las pruebas de las unidades de secuencia positiva y negativa, la corriente monofásica aplicada debe ser 1.73 veces mayor que la especificada en las pruebas de recepción.

## APENDICE 2

### COMPONENTES SIMETRICAS

#### Introducción

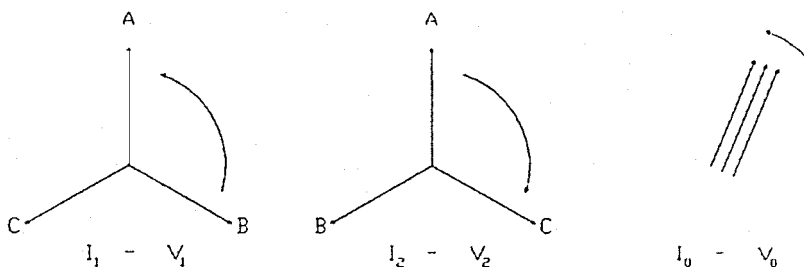
Si se aplica el principio de superposición, podemos descomponer cualquier sistema trifásico de vectores en un conjunto de tres sistemas de vectores equilibrados, dos de ellos trifásicos pero con sentidos de rotación opuestos entre sí, y otro compuesto por tres vectores equilibrados y paralelos, girando en el mismo sentido que uno de los anteriores.

El primer sistema trifásico gira en sentido antihorario y se denomina “de secuencia positiva” o “componente directa”, siendo representado por el subíndice 1 añadido a la magnitud en cuestión (V o I).

El segundo sistema trifásico gira en sentido horario y se denomina “de secuencia negativa” o “componente inversa”, siendo representado por el subíndice 2 añadido a la magnitud en cuestión (V o I).

El sistema de vectores paralelos gira en sentido antihorario y se denomina “de secuencia cero” o “componente homopolar”, representándose por el subíndice 0.

#### COMPONENTES SIMETRICAS



La componente de secuencia positiva es la que produce el par motor, venciendo el par resistente mecánico acoplado al motor y produciendo calentamiento por efecto Joule.

La componente de secuencia negativa actúa como par resistente adicional, originando mayor calentamiento en el rotor, ya que su deslizamiento aparente es muy grande.

La componente de secuencia cero nos da una idea de la falta a masa del sistema trifásico, adquiriendo un gran valor en los casos de faltas francas a tierra.

**Cálculo de las componentes simétricas de un sistema:**

Consideremos el operador  $a$ , que al ser aplicado a un vector lo gira  $120^\circ$  en sentido antihorario sin afectar al módulo. Dado un sistema trifásico de intensidades podríamos descomponerlo en sus componentes simétricas del modo siguiente:

$$\begin{aligned} I_A &= I_1 + I_2 + I_0 \\ I_B &= a^2 I_1 + a I_2 + I_0 \\ I_C &= a I_1 + a^2 I_2 + I_0 \\ I_1 &= \frac{1}{3}(I_A + a I_B + a^2 I_C) \\ I_2 &= \frac{1}{3}(I_A + a^2 I_B + a I_C) \\ I_0 &= \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C) \end{aligned}$$

**Filtro de secuencias**

Si no existiera la secuencia homopolar (caso de los motores, en los que el neutro no está unido a tierra), las ecuaciones se simplifican como sigue:

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C) = 0 \Rightarrow I_A = -I_B - I_C \\ I_1 &= \frac{1}{3}(I_A + a I_B + a^2 I_C) = \frac{1}{3}(-I_B - I_C + a I_B + a^2 I_C) = \frac{1}{3}[I_B(a-1) + I_C(a^2-1)] \end{aligned}$$

Como :

$$\begin{aligned} a-1 &= \sqrt{3} * e^{j150} \\ a^2-1 &= \sqrt{3} * e^{j210} \end{aligned}$$

Entonces :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{1}{3}[I_B \sqrt{3} * e^{j150} + I_C \sqrt{3} * e^{j210}] = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_B * e^{j150} + I_C * e^{j210}) = \\ &= \frac{1}{\sqrt{3}} e^{j150} [I_B + I_C * e^{j60}] \end{aligned}$$

Luego :

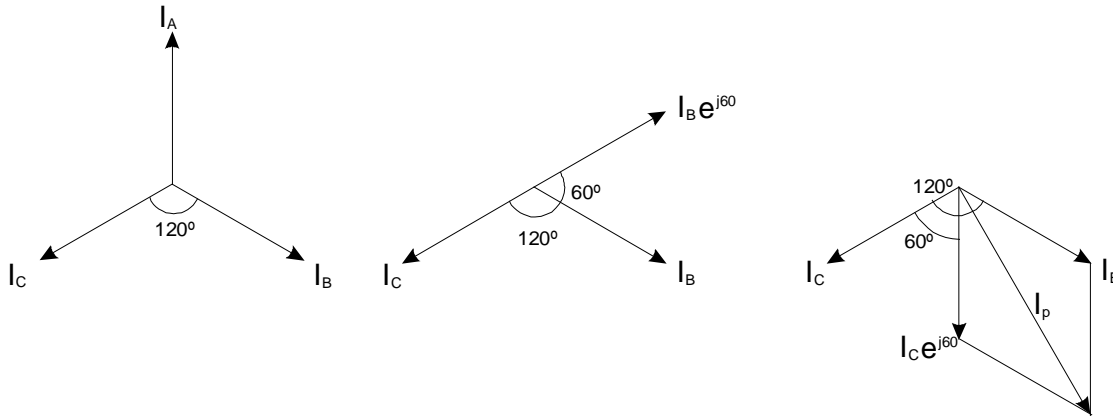
$$I_1 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_B + I_C * e^{j60})$$

El módulo de este vector es el valor de la componente de secuencia positiva; análogamente podemos despejar la componente de secuencia negativa:

$$I_2 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B * e^{j60} + I_C)$$

El módulo de este vector es, pues, el valor de la componente de secuencia negativa.

Para hacernos una idea intuitiva del funcionamiento de este filtro, vamos a representar el diagrama vectorial de una línea trifásica.



Al girar la fase B 60° en sentido antihorario y sumarla con la fase C el resultado es proporcional a I<sub>2</sub>. Si la girada es la fase C y la sumamos a la B, el resultado es el vector I<sub>p</sub>, que se relaciona con I<sub>1</sub> de la forma:

$$\sqrt{3} * I_1 * e^{-j150} = I_p$$

**CASOS PRACTICOS**

Vamos a deducir los valores que adquieren las componentes simétricas de un sistema trifásico en el relé MMC, en determinadas situaciones prácticas.

**Sistema Trifásico Equilibrado**

$$I_1 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B + I_C * e^{j60})$$

En módulo:

$$I_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} (2I \cos 30) = \frac{1}{\sqrt{3}} 2I(\sqrt{3}/2) = I$$

$$I_2 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B * e^{j60} + I_C)$$

En módulo:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} (I - I) = 0$$

**Sistema Trifásico Equilibrado con Secuencia de Fases Cambiada**

$$I_1 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B + I_C * e^{j60}) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (I_C + I_B * e^{j60})$$

En módulo:

$$I_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} (I - I) = 0$$

$$I_2 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B * e^{j60} + I_C) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (I_C * e^{j60} + I_B)$$

En módulo:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} (2I \cos 30) = \frac{1}{\sqrt{3}} 2I(\sqrt{3}/2) = I$$

**Sistema Trifásico Equilibrado, con Transformador de Intensidad con Polaridad Invertida.**

Supongamos que el transformador con polaridad invertida es el de la fase B.

$$I_1 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B + I_C * e^{j60}) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (-I_B + I_C * e^{j60})$$

En módulo:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} (2I \cos 60) = \frac{1}{\sqrt{3}} 2I (1/2) = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

$$I_2 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B * e^{j60} + I_C) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (-I_B * e^{j60} + I_C)$$

En módulo:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} 2I = \frac{2}{\sqrt{3}} I$$

**Sistema Trifásico Equilibrado ante la Pérdida de una Fase**

Supongamos que la fase que falta es la B.

$$I_1 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B + I_C * e^{j60}) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (-I_A)$$

En módulo:

$$I_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} I$$

$$I_2 * e^{-j150} = \frac{1}{\sqrt{3}} (I_B * e^{j60} + I_C) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} (I_A * e^{j120})$$

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} I$$

En módulo:

- Figura 1. Curva térmica del MMC para  $\tau_1 = 180$  segundos.
- Figura 2. Familia de curvas de tiempo inverso de la unidad de secuencia negativa.
- Figura 3. Placa frontal del MMC
- Figura 4a. Diagrama de conexiones del MMC (modelo no extraíble)
- Figura 4b. Diagrama de conexiones del MMC (modelo extraíble)
- Figura 5. Conexiones para las pruebas de las unidades de Imagen Térmica y Secuencia Positiva.
- Figura 6. Conexiones para las pruebas de la unidad de Secuencia Negativa.
- Figura 7. Conexiones para las pruebas de la unidad de Secuencia Cero.
- Figura 8. Dimensiones del MMC
- Figura 9. Conexiones para las pruebas de imagen térmica utilizando una fuente monofásica (un circuito).
- Figura 10. Conexiones para la prueba de imagen térmica utilizando una fuente monofásica (dos circuitos).
- Figura 11. Curvas en caliente del MMC para  $\tau_1 = 180$  s.



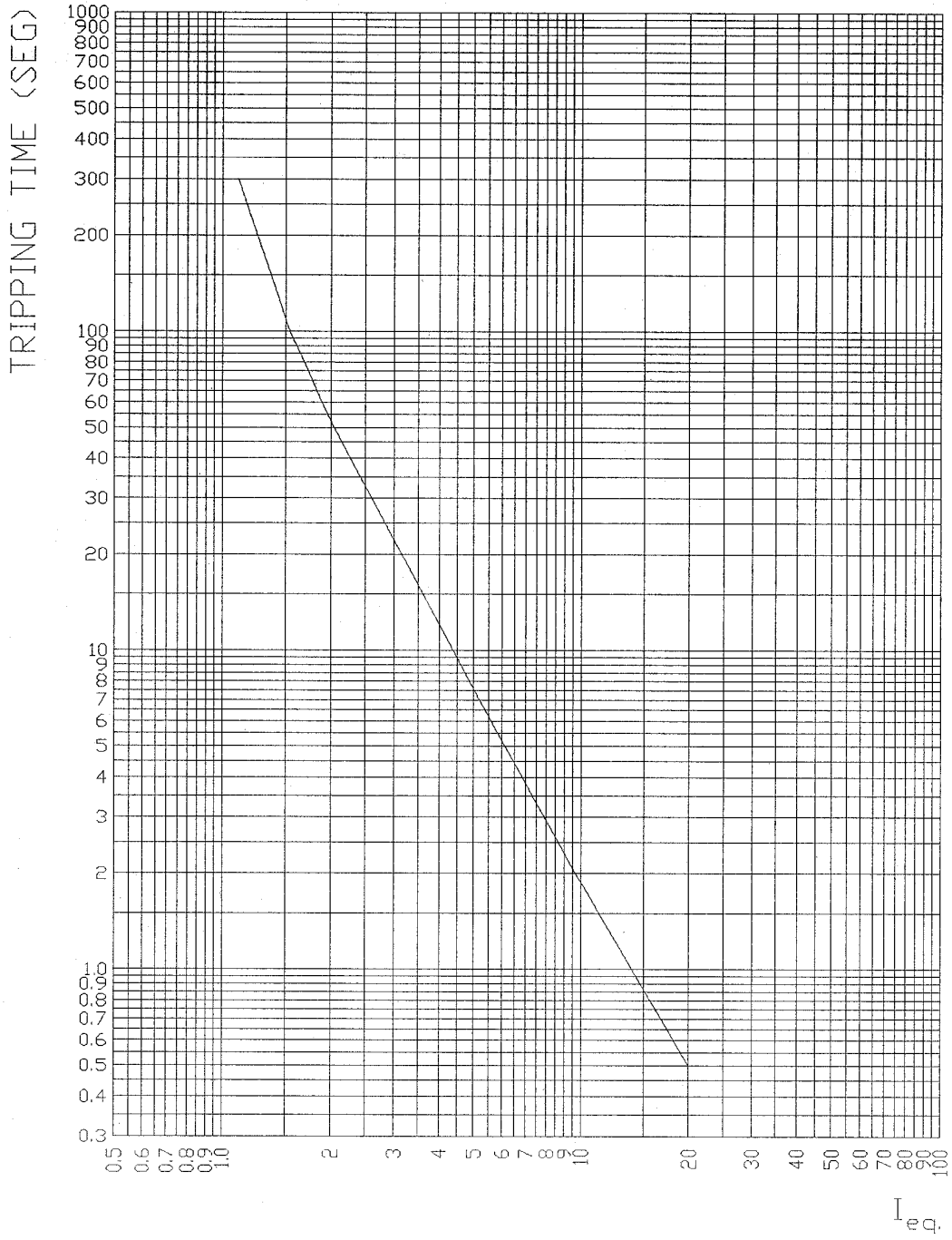
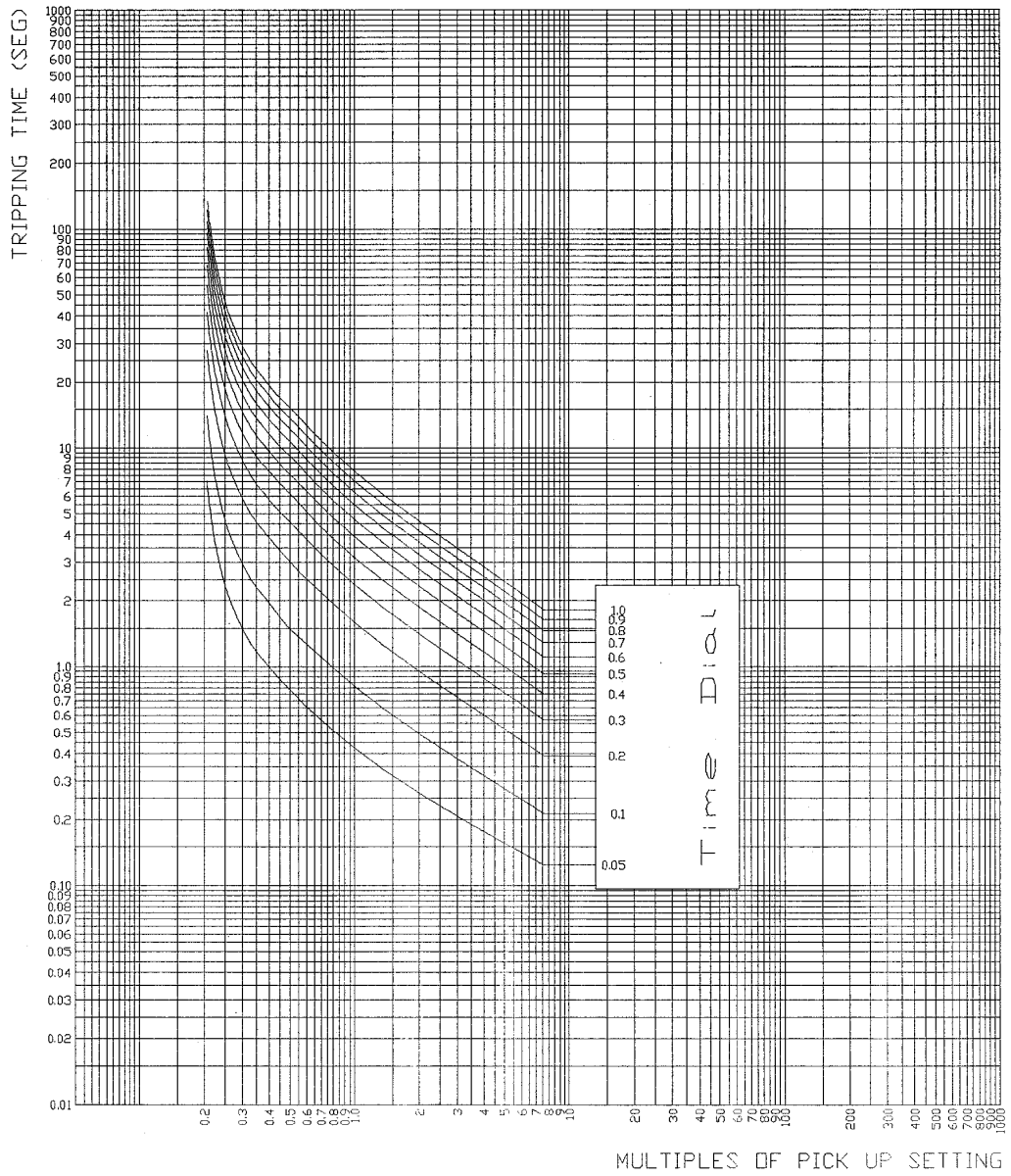


FIGURA 1. CURVA TÉRMICA DEL MMC PARA  $\tau_1 = 180$  SEGUNDOS.



**FIGURA 2. FAMILIA DE CURVAS DE TIEMPO INVERSO DE LA UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA.**

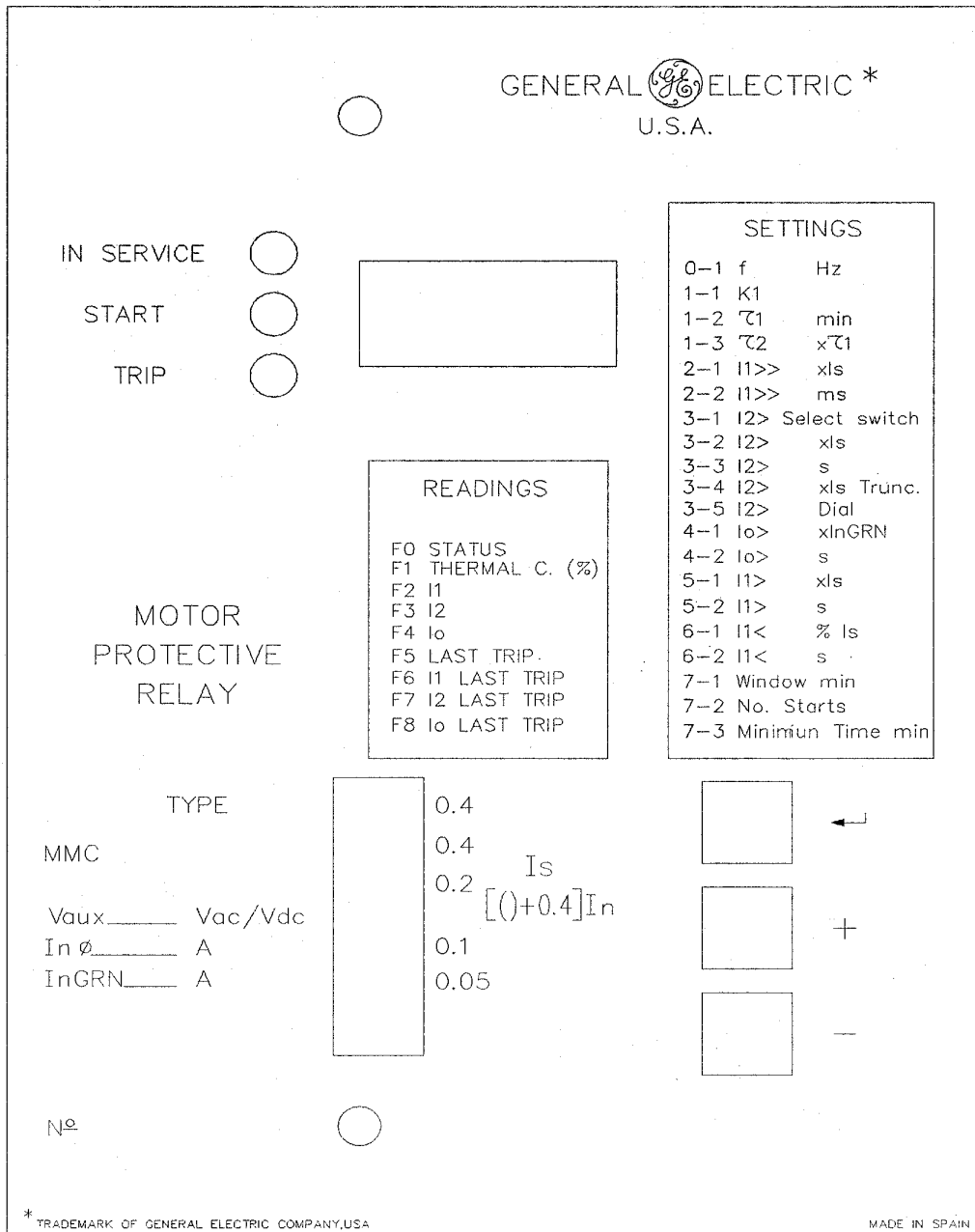


FIGURA 3. PLACA FRONTAL DEL MMC

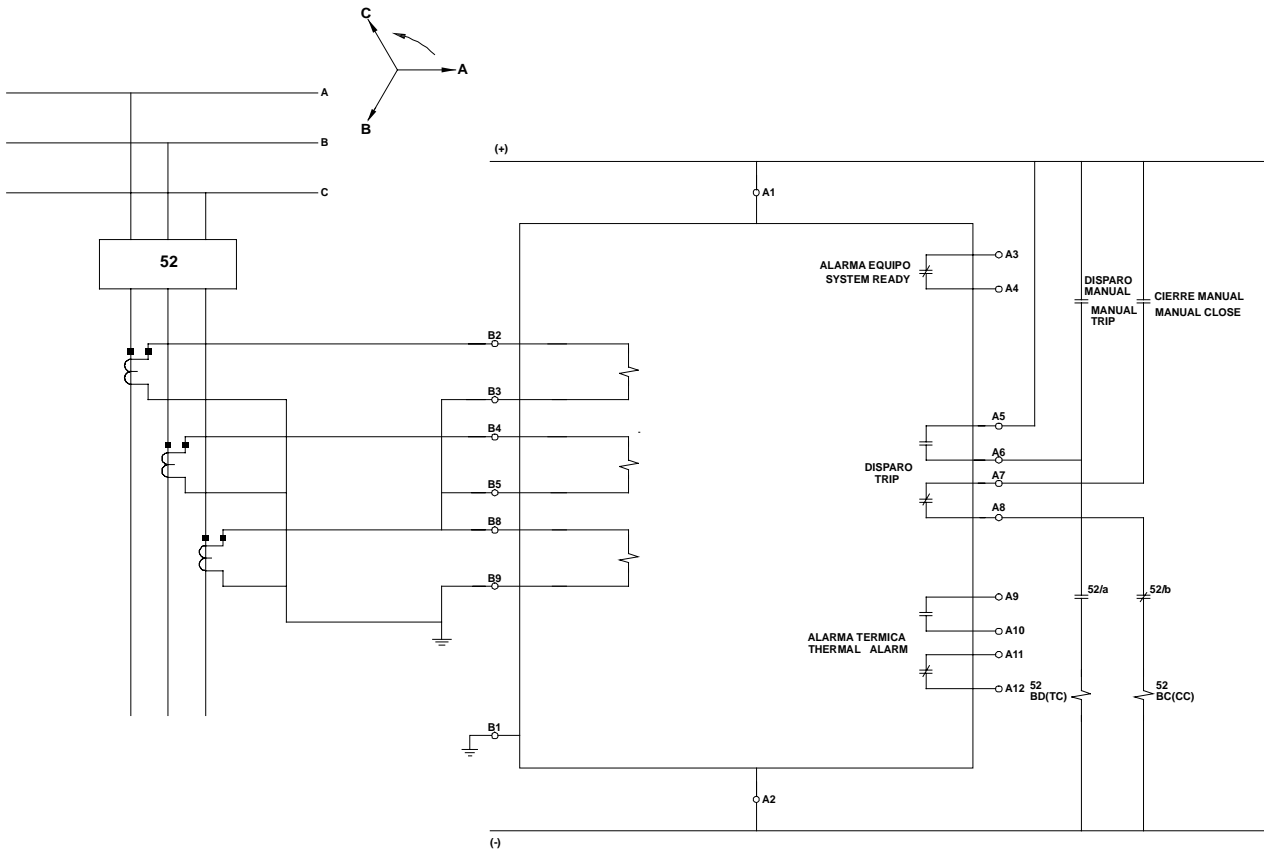


FIGURA 4A. DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL MMC (NO EXTRAÍBLE)

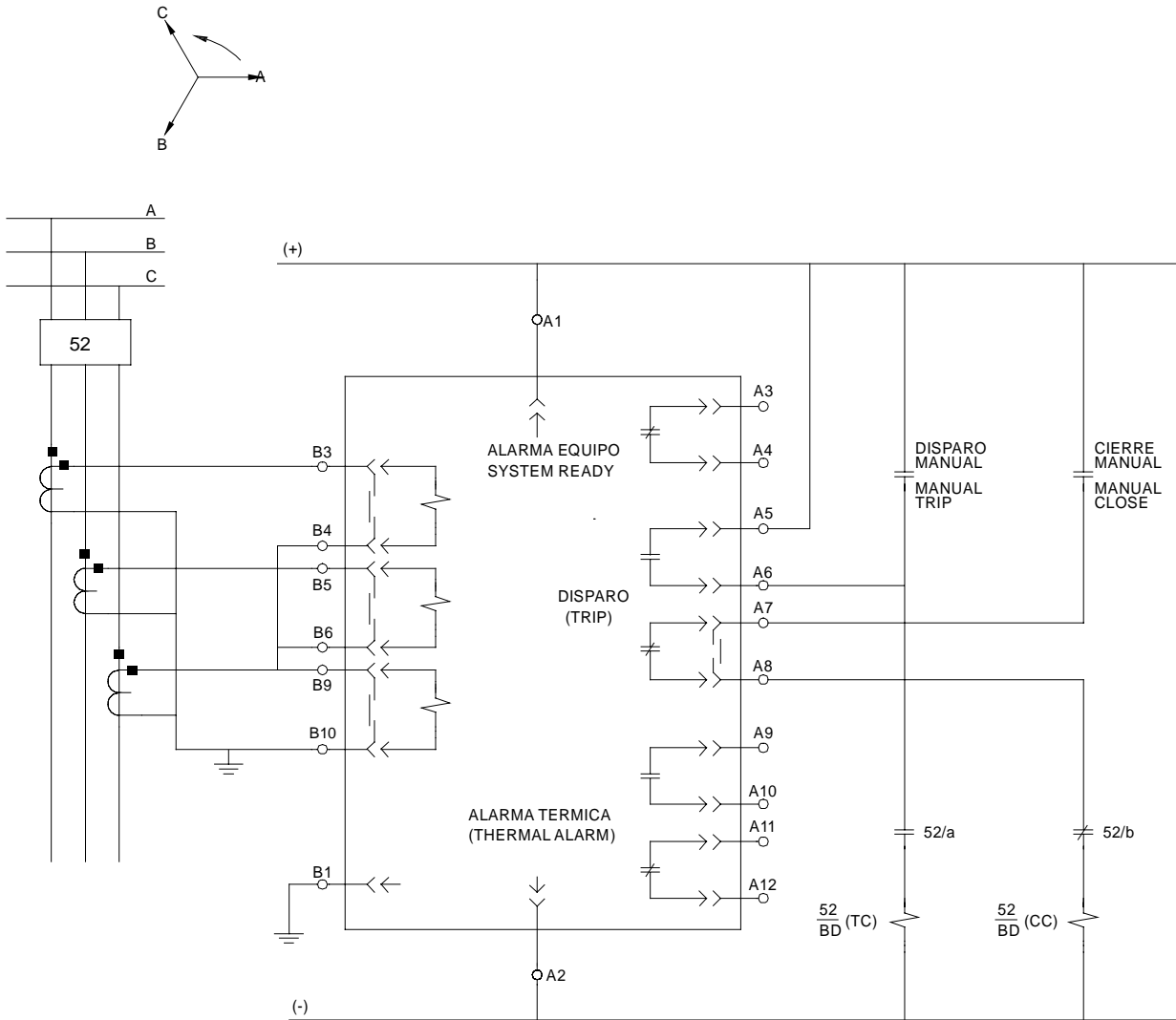


FIGURA 4B. DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL MMC (EXTRAÍBLE)

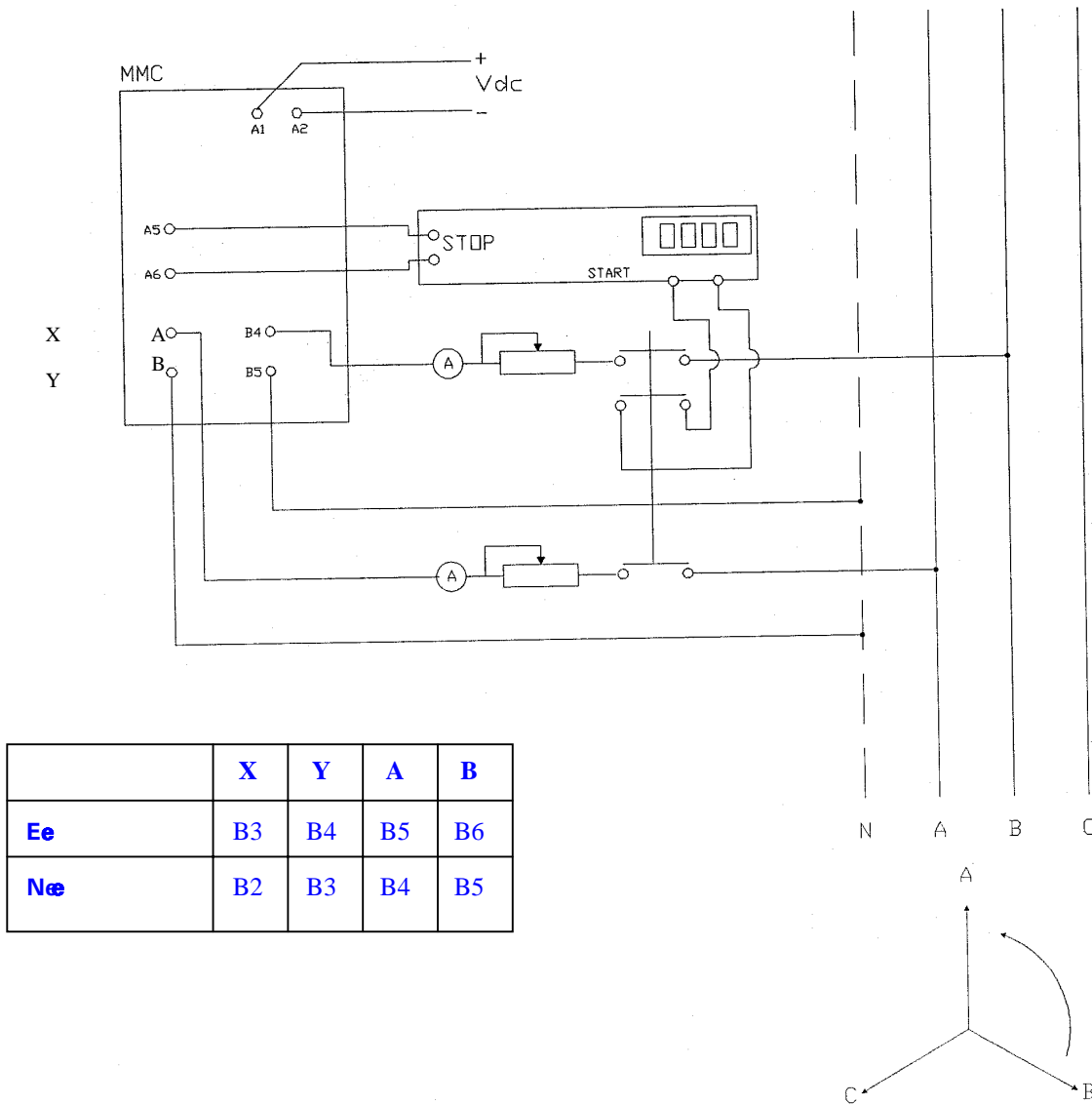


FIGURA 5. CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DE LAS UNIDADES DE IMAGEN TÉRMICA, SECUENCIA POSITIVA, ROTOR BLOQUEADO, MÍNIMA INTENSIDAD Y CONTROL DE ARRANQUES

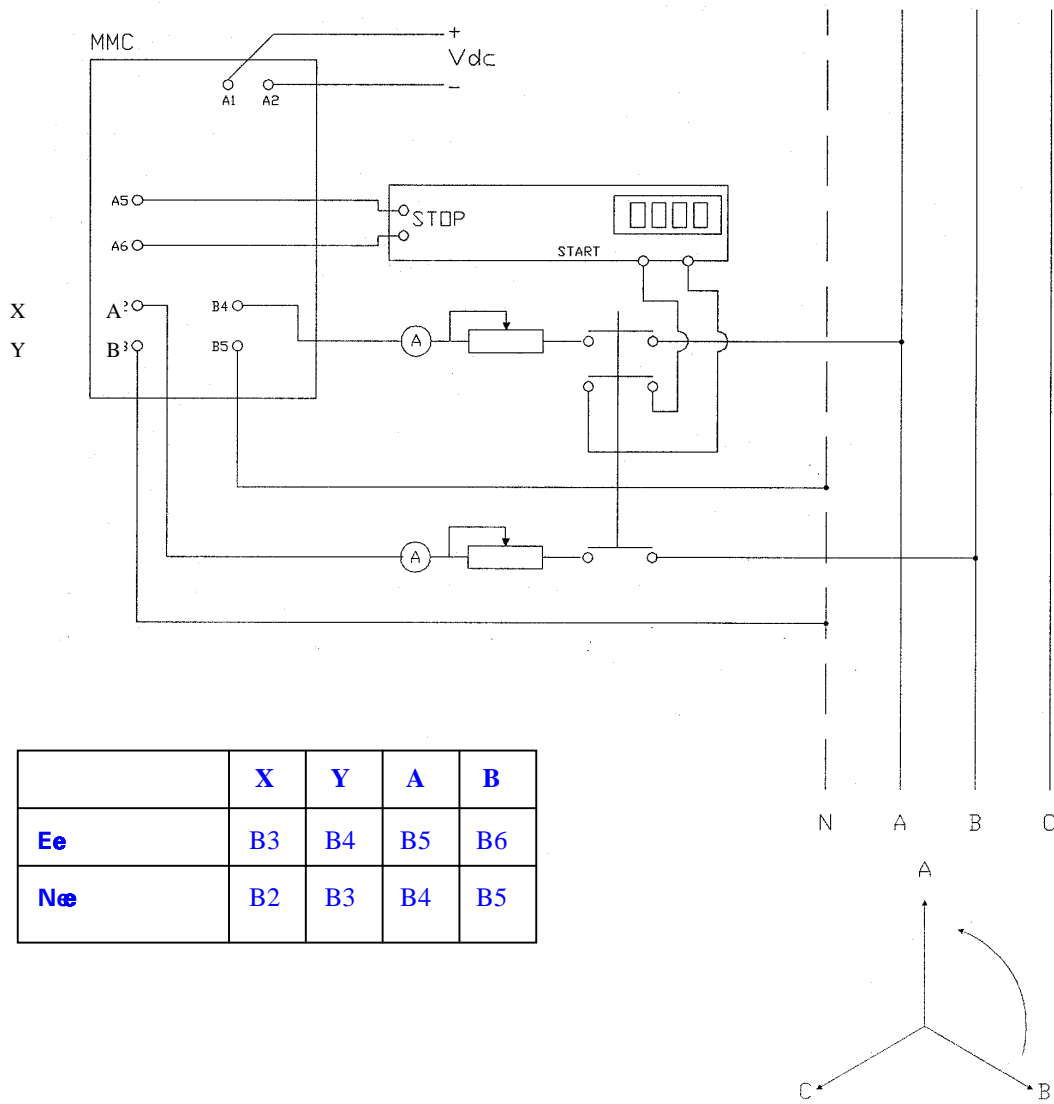
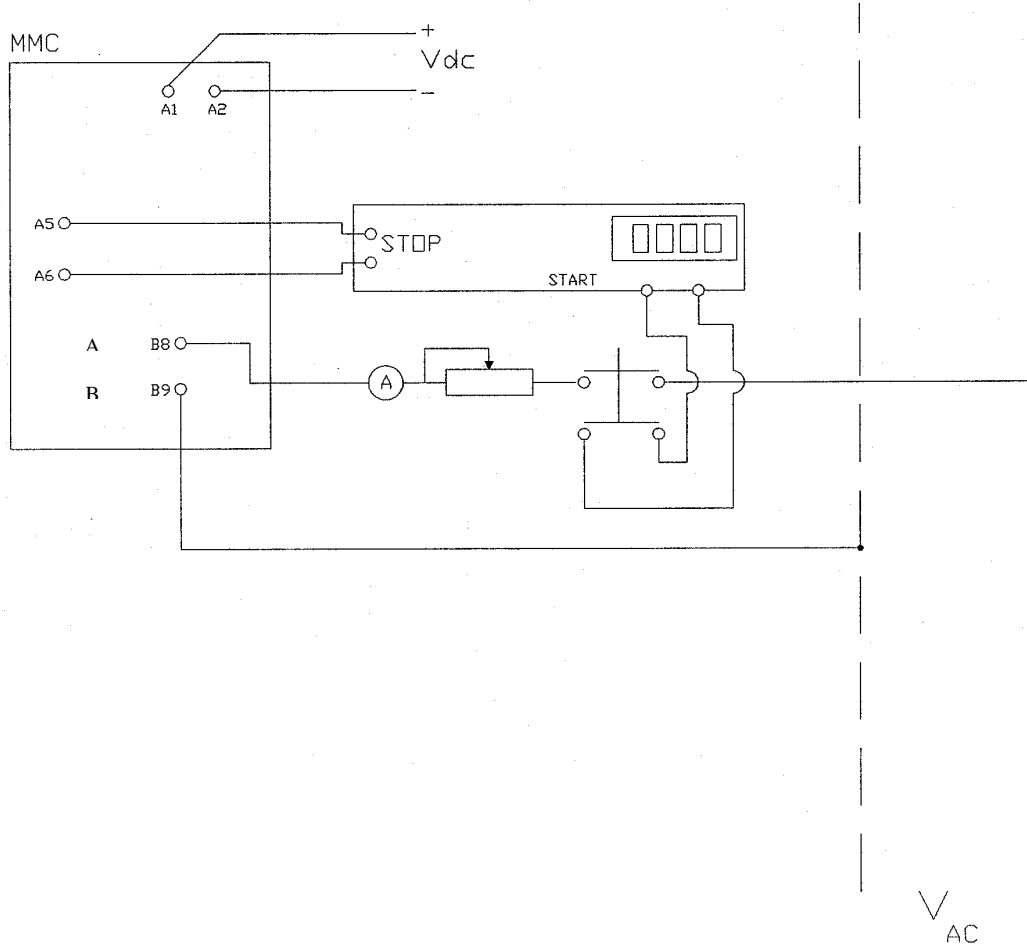


FIGURA 6. CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DE LA UNIDAD DE SECUENCIA NEGATIVA.

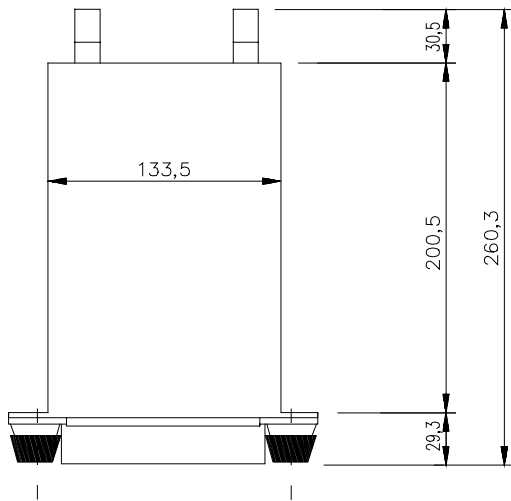
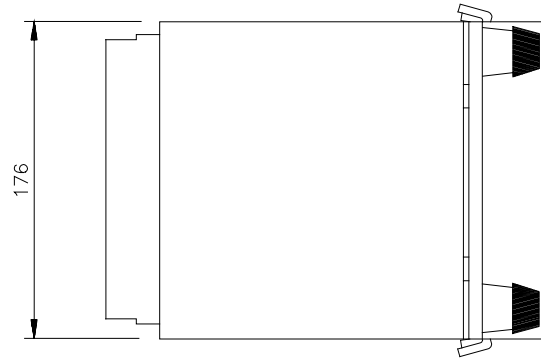
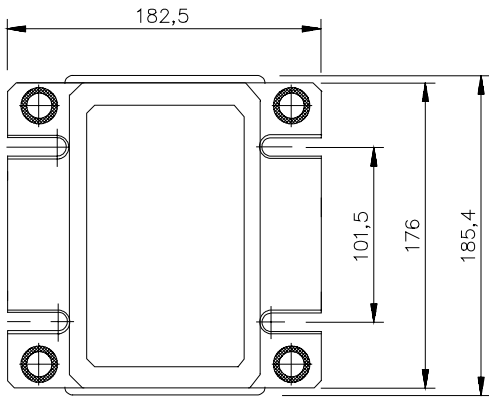


	A	B
Extraíble	B9	B10
No extraíble	B8	B9

FIGURA 7. CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DE LA UNIDAD DE SECUENCIA CERO.

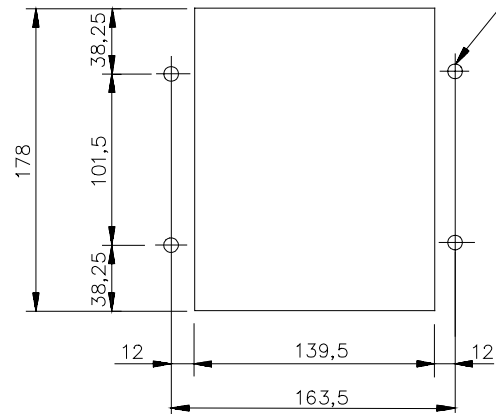


GEK-98832A



DIMENSIONES EN m.m.  
DIMENSIONS IN m.m.

4 AGUJEROS DE 7 Ø PARA MONTAJE  
4 HOLES OF 7 Ø FOR DRILLING



PERFORADO PARA MONTAJE  
DIMENSIONS FOR MOUNTING

**FIGURA 8A. DIMENSIONES DEL MMC (NO EXTRAÍBLE) 226B6086F4**

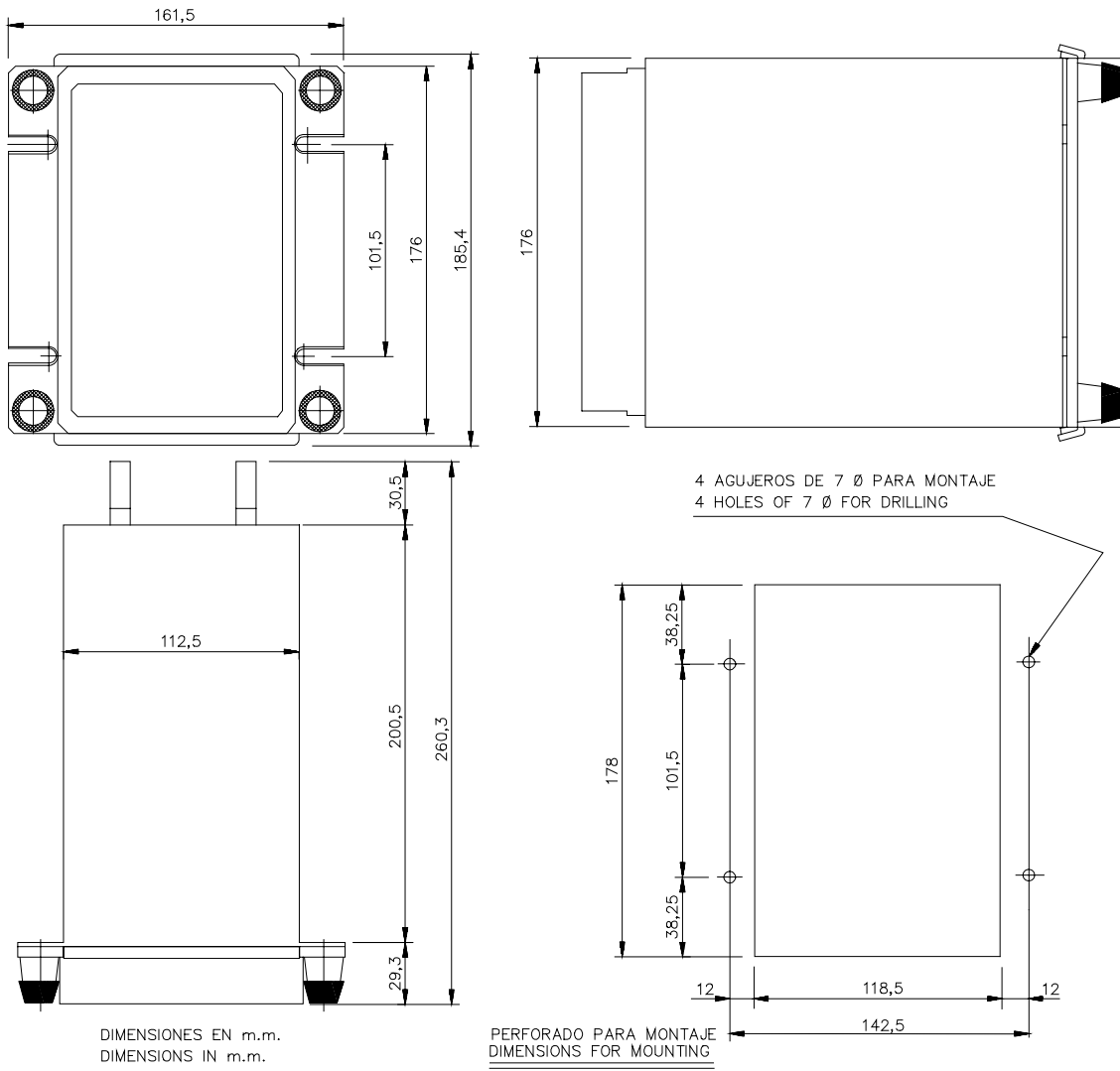


FIGURA 8B. DIMENSIONES DEL MMC (EXTRAÍBLE) 226B6086F2

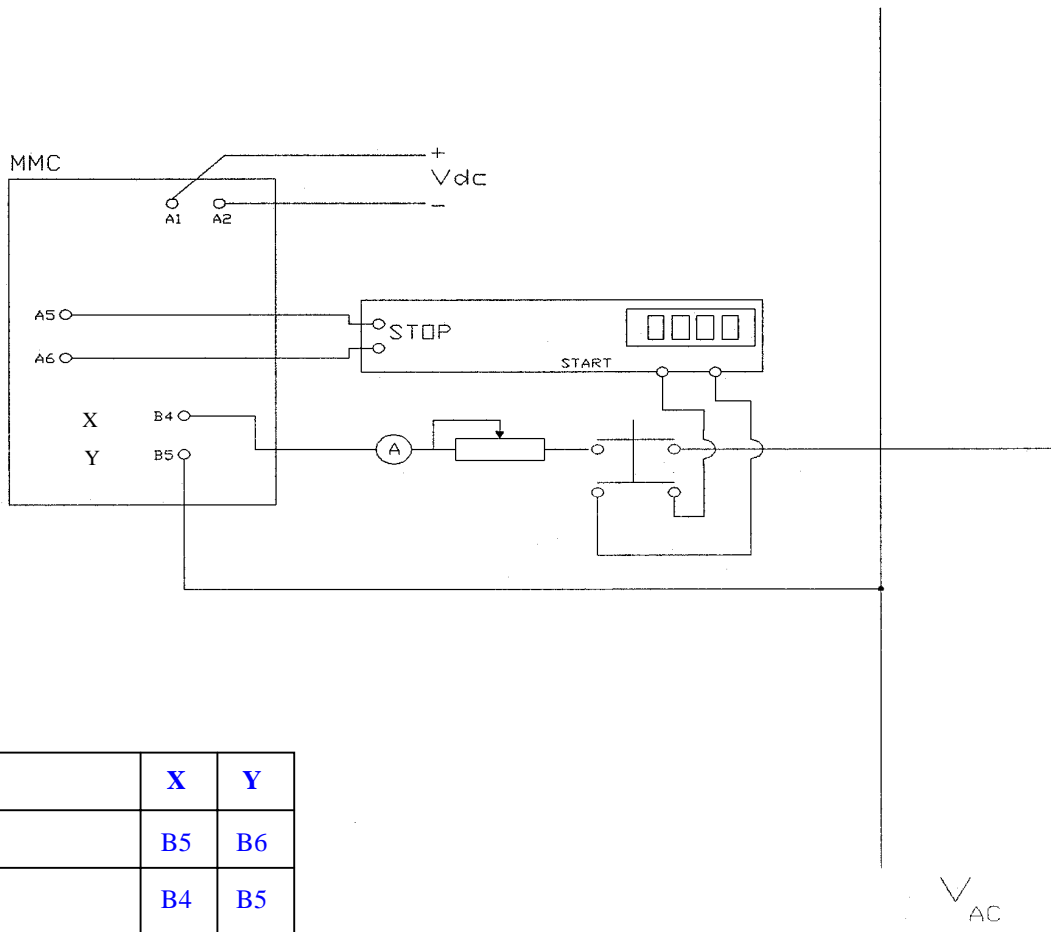
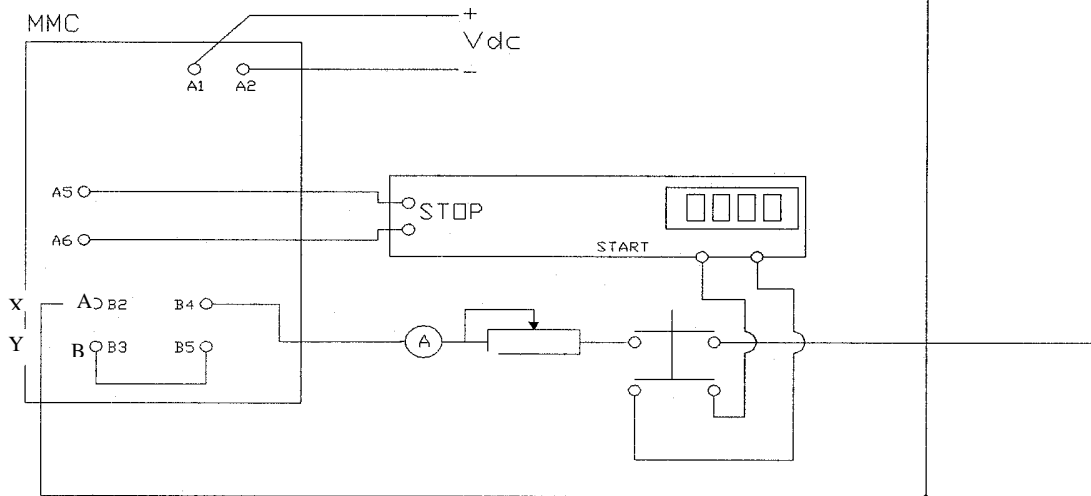


FIGURA 9. CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DE IMAGEN TÉRMICA UTILIZANDO UNA FUENTE MONOFÁSICA (UN CIRCUITO)



	X	Y	A	B
<b>Ee</b>	B3	B4	B5	B6
<b>Ne</b>	B2	B3	B4	B5

V  
AC

**FIGURA 10. CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DE IMAGEN TÉRMICA UTILIZANDO UNA FUENTE MONOFÁSICA (DOS CIRCUITOS)**

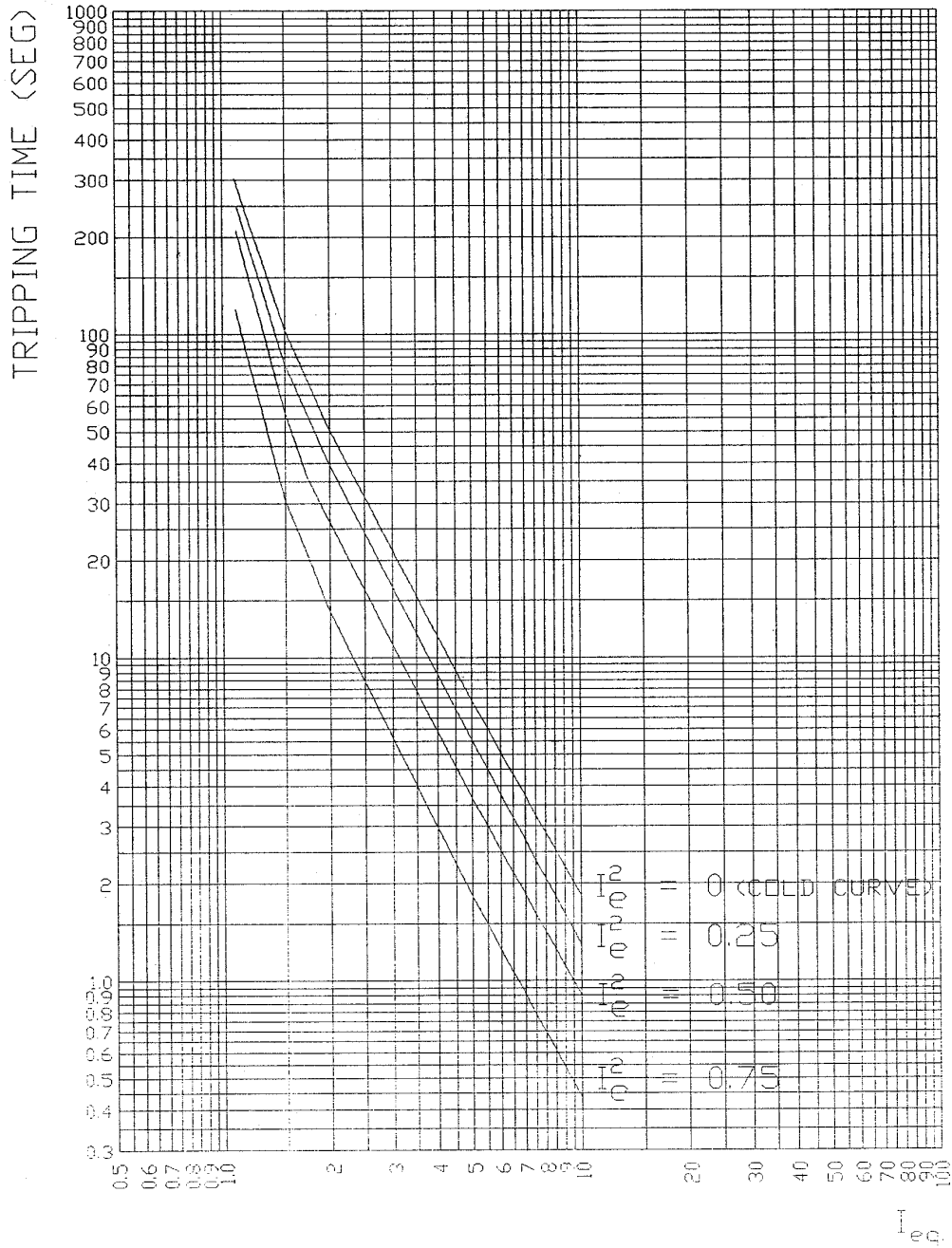


FIGURA 11. CURVAS EN CALIENTE DEL MMC PARA  $\tau_1 = 180$  S.