

PROTECCION PL-50

Modelos IT

MANUAL DE USUARIO



EC4110FA/C

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado, sin permiso de Team Artech



Índice

1. DESCRIPCIÓN GENERAL	1-1
1.1 Funciones	1-1
1.2 Interfaz de usuario	1-1
1.3 Codificación de modelos.....	1-2
1.4 Entradas /salidas digitales	1-2
1.5 Entradas analógicas	1-2
1.6 Otras características técnicas	1-3
1.6.1 Tensión de alimentación auxiliar	1-3
1.6.2 Contactos de salida	1-3
1.6.3 Entradas digitales.....	1-3
1.6.4 Medida.....	1-3
1.6.5 Porcentaje de retorno.....	1-3
1.6.6 Circuitos de intensidad	1-4
1.6.7 Condiciones ambientales	1-4
1.6.8 Ensayos.....	1-4
1.6.8.1 Ensayos eléctricos	1-4
1.6.8.2 Ensayos climáticos	1-4
1.6.8.3 Ensayos mecánicos.....	1-5
1.7 Interconexiones.....	1-5
1.8 Características constructivas.....	1-6
1.9 Descripción básica de funcionamiento	1-7
2. FUNCIONES DE PROTECCIÓN. DESCRIPCIÓN Y AJUSTES	2-1
2.1 Protección de sobreintensidad de fases	2-1
2.1.1 Descripción general	2-1
2.1.2 Rangos de ajuste de característica temporizada	2-1
2.1.3 Rangos de ajuste de característica instantánea	2-2
2.2 Protección de sobreintensidad de neutro	2-3
2.2.1 Descripción general	2-3
2.2.2 Rangos de ajuste de característica temporizada	2-3
2.2.3 Rangos de ajuste de característica instantánea	2-3
2.3 Protección de fase abierta (desequilibrio).....	2-4
2.3.1 Descripción general	2-4
2.3.2 Rango de ajustes	2-4
2.4 Protección de fallo de interruptor	2-4
2.4.1 Descripción general	2-4
2.4.2 Rangos de ajuste	2-5
2.5 Supervisión de interruptor (kl2)	2-5
2.5.1 Descripción general	2-5
2.5.2 Rango de ajustes	2-5
2.6 Lógica de sellado	2-5
3. OTROS AJUSTES	3-1
3.1 Ajustes especiales	3-1
3.1.1 Orden de fases	3-1
3.1.2 Familia de curvas.....	3-1
3.1.3 Frecuencia.....	3-1
3.2 Ajustes Generales	3-1
3.2.1 Relaciones de transformación	3-1
3.2.2 Idioma.....	3-1
3.3 Configuración	3-2
3.3.1 Programación de relés de salida.....	3-2
3.3.2 Programación de LEDs.....	3-3
3.3.3 Programación de entradas.....	3-3
3.3.4 Programación de señales lógicas	3-4
3.4 Configuración de Comunicaciones (puerta trasera, opcional)	3-5
3.4.1 Descripción general	3-5



3.4.2 Rangos de ajuste	3-5
4. FUNCIONES DE ADQUISICIÓN DE DATOS	4-1
4.1 Informes de sucesos	4-1
4.2 Informes de falta	4-2
4.3 Medidas	4-3
4.3.1 Medidas en el secundario	4-3
4.3.1.1 Por teclado/display	4-3
4.3.1.2 Por PC (Consola de Protecciones)	4-4
4.3.2 Medidas en el primario	4-4
4.3.2.1 Por PC (Consola de Protecciones)	4-4
4.4 Informe histórico de medidas	4-4
4.5 Datos estadísticos	4-5
4.6 Estado de la protección	4-5
4.6.1 Por teclado / display	4-5
4.6.2 Por PC (Consola de Protecciones)	4-5
5. OTRAS FUNCIONES	5-1
5.1 Puesta en hora y sincronización	5-1
5.1.1 Puesta en hora	5-1
5.1.2 Sincronización	5-1
5.2 Mensajes de control	5-1
6. MODO DE OPERACIÓN	6-1
6.1 A través de teclado/display	6-1
6.1.1 Introducción	6-1
6.1.2 Elementos de la unidad teclado /display	6-1
6.1.2.1 Pulsadores	6-1
6.1.2.2 Pulsador "↓"	6-1
6.1.2.3 Display	6-2
6.1.2.4 LEDs	6-2
6.1.3 Modo de funcionamiento	6-2
6.1.3.1 Descripción general	6-2
6.1.3.2 Ver ajustes y magnitudes	6-2
6.1.3.3 Cambiar ajustes	6-3
6.1.3.4 Inicializaciones especiales	6-4
6.2 A través de PC	6-4
7. RECEPCIÓN, ALMACENAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS	7-1
7.1 Recepción y almacenaje	7-1
7.2 Conexionado	7-1
7.3 Direccionamiento del equipo	7-2
7.4 Puesta en servicio	7-2
APÉNDICE I. TECLADO / DISPLAY	1
APÉNDICE II	1
II.1 Curvas CEI 255-4 / BS142	1
II.2 Curvas ANSI	11
APÉNDICE III. DIAGRAMAS LÓGICOS	1



1. Descripción general

La unidad PL-50 IT constituye el elemento básico de protección para posiciones eléctricas de MT. Puede utilizarse como un elemento autónomo de protección, control y medida de una posición eléctrica, o integrado dentro de un Sistema Integrado de Protección y Control.

Es un equipo basado en microprocesador.

A continuación se describen las principales características de los modelos cubiertos por este manual, que responden a la codificación genérica “IT *****”. El significado de los caracteres “*” se explica en el punto 1.3.

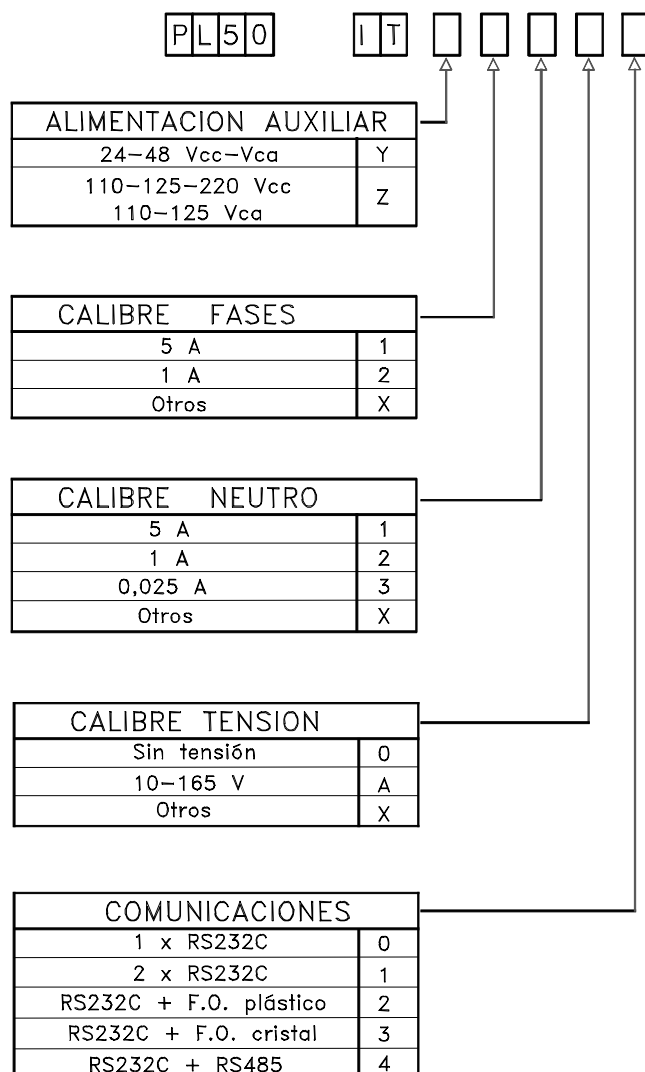
1.1 Funciones

- Protección
 - ❖ Protección de sobreintensidad de tres fases
 - ❖ Protección de sobreintensidad de neutro
 - ❖ Protección de desequilibrio en intensidades de fase (“fase abierta”)
 - ❖ Supervisión del interruptor
- Medidas
 - ❖ Medida de intensidades en fases y neutro
 - ❖ Máxímetro de intensidad
- Adquisición de datos
 - ❖ Registro cronológico de sucesos
 - ❖ Registro cronológico de faltas
 - ❖ Registro histórico de medidas máxima y mínima

1.2 Interfaz de usuario

- Local. Dispone en la Placa frontal de
 - ❖ Teclado de 4 teclas
 - ❖ Display de 2 filas de 8 caracteres
 - ❖ 6 lámparas LED rojas y una verde/roja
 - ❖ Conector vía RS232 para conexión directa con un PC
- Remoto (opcional). Puede disponer en la placa trasera de una vía RS485, RS232 o Fibra óptica de plástico o cristal para conexión con PC o Unidad de Control de Subestación (en Sistemas Integrados).

1.3 Codificación de modelos



1.4 Entradas /salidas digitales

Dispone de 2 entradas digitales optoaisladas, con un punto común. Son sólo para alimentación con corriente continua, y son unidireccionales. El punto común es el negativo.

Dispone de 6 salidas por relé, 4 de ellos independientes, con contacto n/a, y 2 con un punto común, uno de ellos con contacto n/a y el otro con n/c.

Ver características en el punto "Otras características técnicas".

1.5 Entradas analógicas

Hay 4 entradas de intensidad, para las 3 fases y neutro.

Ver características en el punto "Otras características técnicas".



1.6 Otras características técnicas

1.6.1 Tensión de alimentación auxiliar

- Vcc nominal $\pm 20\%$. Vcc nominal según modelo (algunos modelos admiten también Vca)
- Consumo: 10 W

1.6.2 Contactos de salida

Relés 1 a 5:

- Corriente de paso (permanente) 8 A
- Intensidad máx. de cierre 14 A
- Capacidad de apertura a 125 Vcc: 1.5 A
(con carga resistiva) a 48 Vcc: 3 A

Relés 6:

- Corriente de paso (permanente) 5 A
- Intensidad máx. de cierre 10 A
- Capacidad de apertura a 125 Vcc: 0.4 A

1.6.3 Entradas digitales

Las entradas digitales han de estar alimentadas en continua, y son monodireccionales, siendo su polaridad la indicada en el diagrama de interconexiones.

- Rango de tensión 18 a 180 Vcc
- Consumo (máximo) 5 mA

1.6.4 Medida

- Precisión 1% del calibre, dentro del rango de medida.
3% de su valor, en el rango de protección.

<u>Calibre</u>	<u>Rango medida</u>	<u>Rango protección</u>
5 A	0,1 - 6 A	0,5 - 100 A
1 A	0,02 - 1,2 A	0,1 - 20 A

1.6.5 Porcentaje de retorno

- Mayor del 95%



1.6.6 Circuitos de intensidad

- Capacidad térmica
 - ❖ En permanencia 4 In (20 A es válido tanto para calibre 5 como 1A)
 - ❖ Corta duración 100 In (1 seg.)
- Consumo a In 0.25VA
- Frecuencia 50 ó 60 Hz, programable

1.6.7 Condiciones ambientales

- Temperatura de operación -10 a 55 °C
- Temperatura de almacenamiento -40 a 85 °C
- Humedad relativa hasta 95% sin condensación

1.6.8 Ensayos

1.6.8.1 Ensayos eléctricos

- Rigidez dieléctrica s/ CEI 255-5, serie C (2 kV, 1 minuto)
- Resistencia de aislamiento s/ CEI 255-5, > 10 Gigaohms a 500 Vcc
- Impulso(onda de choque) s/ CEI-255-4, apéndice E., clase III
- Perturbaciones HF s/ CEI-255-22-1, clase III
- Transitorios rápidos s/ CEI-255-22-4, clase IV
- Descargas electrostáticas s/ CEI-255-22-2, clase IV
- Impulsos de sobretensión (surge) s/ CEI 1000-4-5 clase IV
- Microcortes s/ CEI-255-11 100ms a 110 Vcc
- Interf. electromagnéticas emitidas s/ EN 50081-2, clase A, grupo I
- Inmunidad a campos radiados s/ EN 50082-2 y CEI 255-22-3, clase III
- Inmunidad a señales inducidas s/ EN50082-2, clase III entre 0.15 y 80 MHz

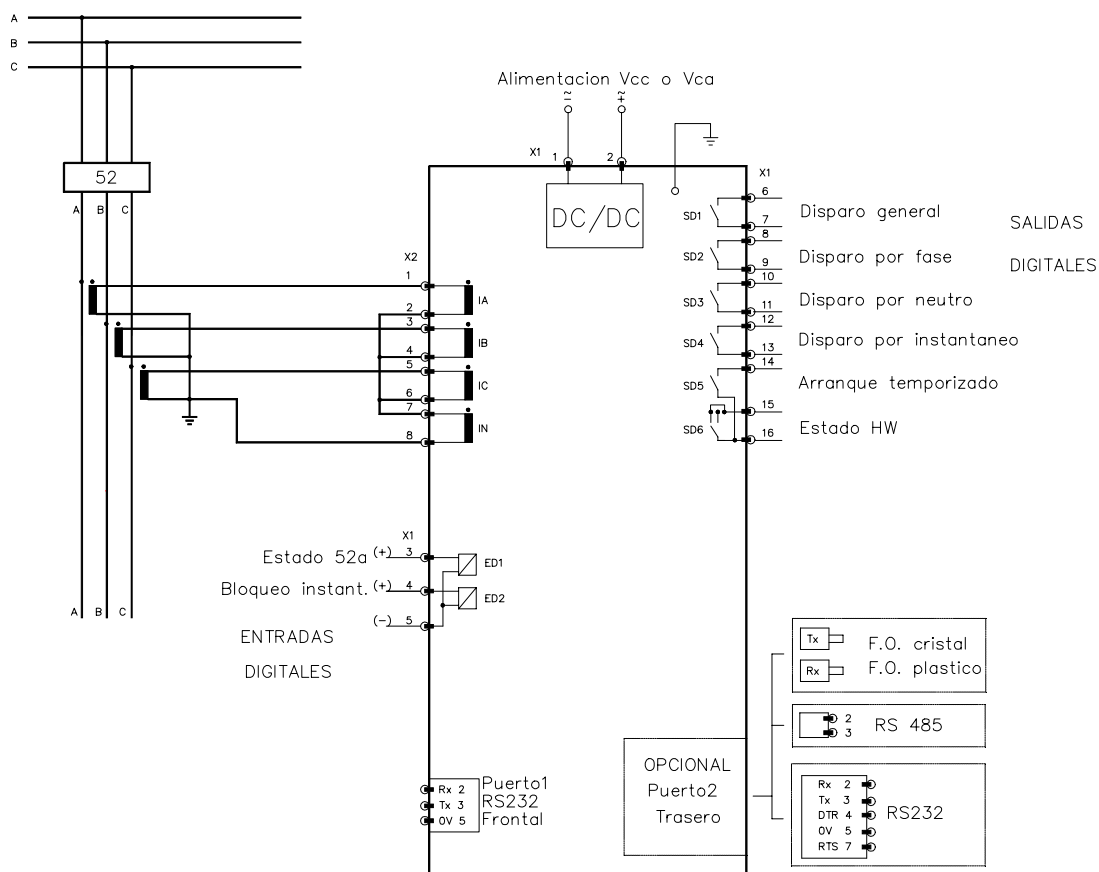
1.6.8.2 Ensayos climáticos

- Frío s/ CEI 68-2-1 (-10°C, 3 días)
- Calor seco s/ CEI 68-2-2 (+55°C, 3 días)
- Calor húmedo s/ CEI 68-2-3 (+40°C, 93% Humedad relativa, 4 días)
- Choque térmico s/ CEI 68-2-14 (-10°/55°C. 2 ciclos de 3 horas)
- Rango de operación -10°C. a 55°C

1.6.8.3 Ensayos mecánicos

- Ensayos de vibraciones s/ CEI 255 – clase II
- Ensayos de choque y sacudidas s/ CEI 255-21-1 clase I

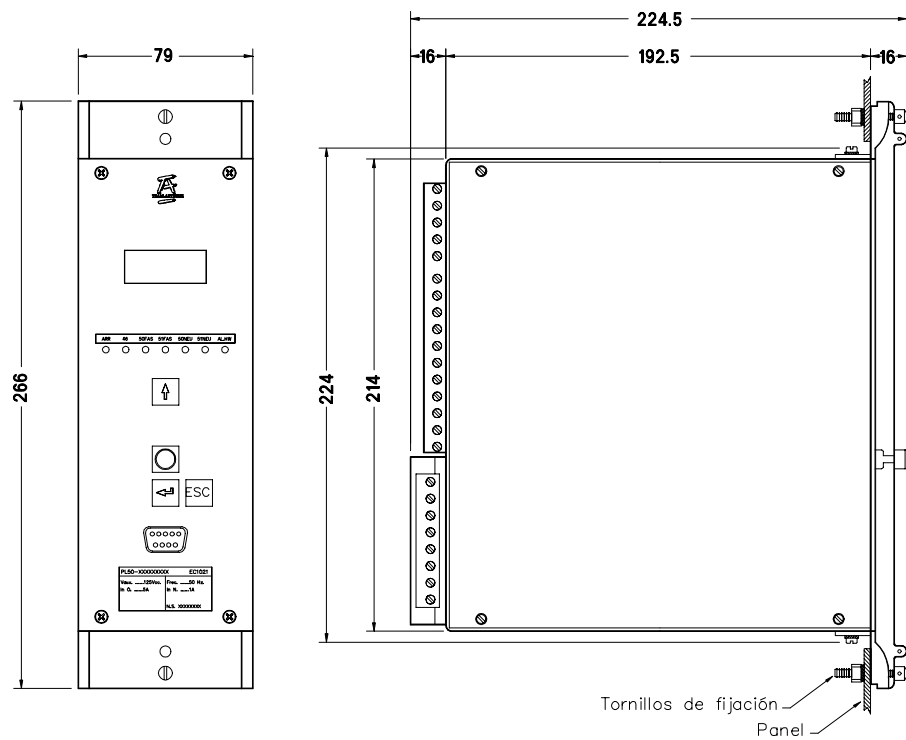
1.7 Interconexiones



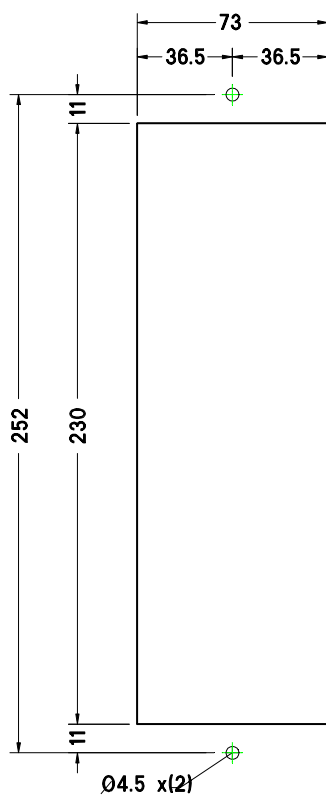
La figura muestra una de las programaciones posibles de entradas y salidas digitales. Véanse las posibilidades en los apartados "Programación de entradas" y "Programación de salidas".

1.8 Características constructivas

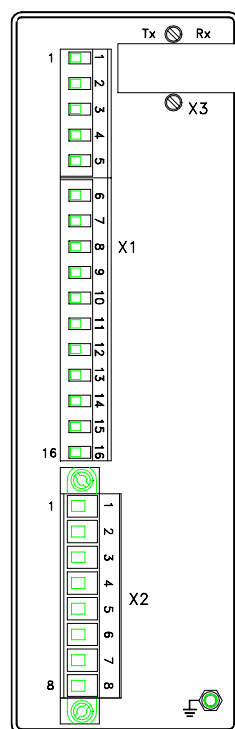
Dimensiones exteriores del equipo:



Perforado del panel:



Bornas traseras:





1.9 Descripción básica de funcionamiento

Al final de este punto se representa el diagrama de bloques del Hardware.

El funcionamiento básico es el siguiente:

Al dar tensión de alimentación al equipo, y tras ejecutar una rutina de inicialización, en la que se recuperan los valores de ajustes y contadores almacenados en la memoria no volátil EEROM, el programa almacenado en la memoria EPROM (es decir, el firmware) pasa a ejecutar de forma cíclica las funciones siguientes:

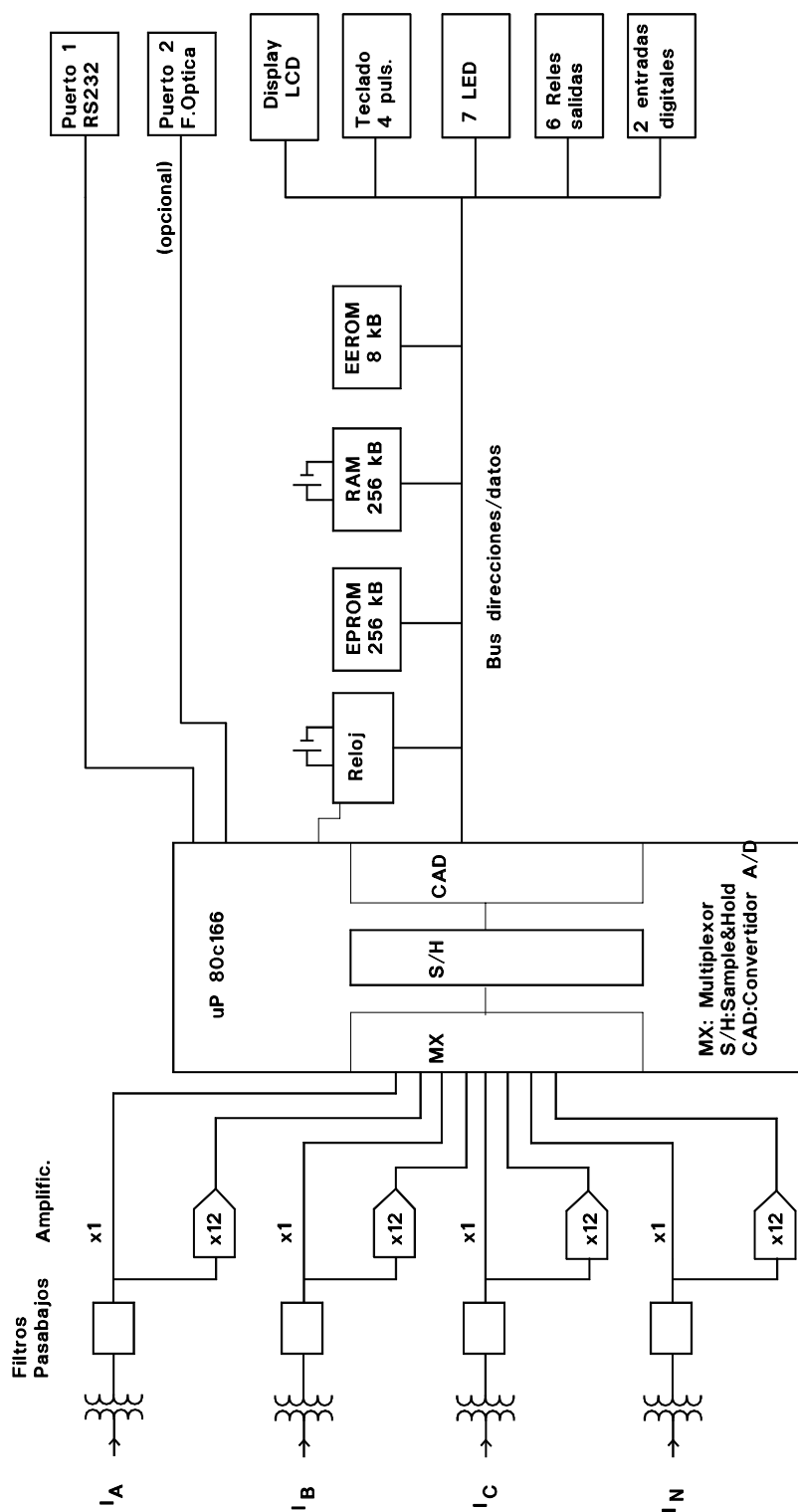
- lectura de teclado
- visualización en display
- tratamiento de mensajes (recepción, análisis y preparación de respuestas)
- cálculo de valores eficaces de las medidas
- tratamiento de colas de cambios en señales digitales
- tratamiento de colas de informes (sucesos, faltas e histórico de medidas)
- vigilancia del interruptor y de los circuitos de cierre y disparo
- tratamiento de entradas, salidas (salvo las de disparo, que se hacen en las funciones de protección) y LEDs.

El ciclo del programa principal tarda aproximadamente 6 ms.

Este ciclo es interrumpido de forma periódica por las causas siguientes:

- 32 veces por ciclo de red (es decir, cada 625 μ s a 50 Hz o cada 520 μ s a 60 Hz) se toma una muestra de cada una de las señales analógicas de entrada y se aplica una DFT (Transformada Rápida de Fourier) para cálculo de la componente fundamental de cada señal (se calculan sus componentes real e imaginario)
- cada 1 ms se actualizan los contadores de tiempo real y se realiza una lectura de las señales digitales (incluidas las entradas físicas) para que la resolución de la cola de cambios sea de 1 ms.
- cada 5 ms se realizan las funciones de protección. Si alguna de ellas causa disparo, en ese momento se activan los relés correspondientes.
- cada 1 s se realiza la actualización del reloj de tiempo real (fecha y hora) y la sincronización del contador de ms.

El ciclo es también interrumpido, pero de forma asíncrona, por las líneas de comunicaciones, cada vez que se recibe un byte, para que sea capturado e incorporado al buffer de entrada, y cada vez que se emite un byte, para que se envíe otro desde el buffer de salida.



PL50. DIAGRAMA DE BLOQUES
Modelos trifasicos de intensidad



2. Funciones de protección. Descripción y ajustes

2.1 Protección de sobreintensidad de fases

2.1.1 Descripción general

Protección de sobreintensidad de tres fases, con las características seleccionables siguientes (funciones 50/51):

Característica temporizada:

- Tiempo inverso
- Tiempo muy inverso
- Tiempo extremadamente inverso
- Curva de usuario
- Tiempo fijo

Característica instantánea:

- Elemento instantáneo
- Tiempo adicional
- Anulación de los elementos instantáneos, seleccionable.

2.1.2 Rangos de ajuste de característica temporizada

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Habilitación temporizado fases				SI/NO
Arranque temporizado de fase (A)	$0,1 \cdot I_n$	$4 \cdot I_n$	0,1	$I_n = 5 \text{ ó } 1 \text{ A s/modelo}$
Tipo de respuesta temporizada				Tiempo fijo Curva normal inversa " muy inversa " extremad. inversa " de usuario
Indice de tiempos (si curvas CEI)	0,05	1,09	0,01	
(si curvas ANSI)	0,5	30,0	0,1	
Tiempo fijo (s)	0,0	99,9	0,1	

A través del teclado/display, en la sección “Ajustes especiales”, se puede programar si se va a trabajar con curvas CEI/BSC o con curvas ANSI, para funcionamiento de la característica temporizada a tiempo dependiente.

En el Apéndice II se dan las fórmulas, constantes y curvas tanto para el caso CEI/BSC como para el ANSI. En el caso de ANSI la curva definida como de usuario es la moderadamente inversa.



En cualquiera de los casos, la intensidad de arranque se ajusta en Amperios en el secundario.

En tiempo fijo, el relé dispara al transcurrir el tiempo programado desde que se supera la intensidad de arranque, independientemente del valor de la intensidad.

Trabajando con curva, el tiempo que tarda en disparar depende de la curva seleccionada (familia e índice) y del valor de la intensidad. En el Apéndice II se dan los gráficos y fórmulas para el cálculo del tiempo, en función del cociente entre la intensidad y la intensidad de arranque. Si el cociente es mayor de 40, se toma 40 para el cálculo.

La precisión en tiempos de disparo, para intensidades superiores a $0,2 \cdot I_n$ es como mínimo del 5%, o ± 30 ms (el mayor de los dos).

2.1.3 Rangos de ajuste de característica instantánea

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Habilitación instantáneo de fases				SI/NO
Disparo instantáneo de fase (A)	$0,1 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$	0.1	$I_n = 5 \text{ ó } 1 \text{ A}$ s/modelo
Tiempo adicional de instantáneo (s)	0,00	9,99	0,01	

La intensidad de disparo se ajusta en Amperios en el secundario.

Si se programa tiempo adicional 0, para la intensidad de disparo éste se produce en unos 35 ms. Si se programa un tiempo adicional, éste se suma al tiempo indicado. Los tiempos indicados son para una intensidad igual o superior a 3 veces la intensidad de disparo programado.



2.2 Protección de sobreintensidad de neutro

2.2.1 Descripción general

En instalaciones con neutro a tierra, protección de sobreintensidad de neutro, con las mismas posibilidades de características que las descritas para fases, y ajustes independientes (funciones 50N/51N).

2.2.2 Rangos de ajuste de característica temporizada

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Habilitación temporizado neutro				SI/NO
Arranque temporizado de neutro (A)	$0,1 \cdot I_n$	$4 \cdot I_n$	0.1	$I_n = 5$ ó 1 s/modelo
Tipo de respuesta temporizada				Tiempo fijo Curva normal inversa " muy inversa " extremad. inversa " de usuario
Indice de tiempos (si curvas CEI) (si curvas ANSI)	0,05 0,5	1,09 30,0	0,01 0,1	
Tiempo fijo (s)	0.0	99.9	0.1	

Las observaciones sobre las curvas son las mismas que las dadas para fases.

2.2.3 Rangos de ajuste de característica instantánea

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Habilitación instantáneo de neutro				SI/NO
Disparo instantáneo de neutro (A)	$0,1 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$	0.1	$I_n = 5$ ó 1 A s/modelo
Tiempo adicional de instantáneo (s)	0.00	9.99	0.01	

La intensidad de disparo se ajusta en Amperios en el secundario.

Las observaciones sobre tiempos son las mismas que las dadas para fases.



2.3 Protección de fase abierta (desequilibrio)

2.3.1 Descripción general

Es una unidad de protección de tiempo fijo. El valor de arranque que se ajusta es, en tanto por uno, la relación en módulos de la intensidad de secuencia inversa entre la de secuencia directa.

$$\frac{|\vec{I}_2|}{|\vec{I}_1|} = \frac{|\vec{I}_a + a^2 \cdot \vec{I}_b + a \cdot \vec{I}_c|}{|\vec{I}_a + a \cdot \vec{I}_b + a^2 \cdot \vec{I}_c|} \quad \text{Donde } a = 1 \angle 120^\circ$$

El relé dispara al transcurrir el tiempo programado desde que se supera el valor de ajuste de arranque. Para que opere esta unidad la intensidad de alguna de las fases debe ser por lo menos de $0,2 \cdot I_n$ A en secundario (1A para calibre 5A, 0,2A para calibre 1A).

2.3.2 Rango de ajustes

Ajuste	Mín.	Máx.	Escalón	Observaciones
Habilitación unidad de fase abierta.				SI/NO
Arranque de temporizado de fase abierta	0.10	0.50	0.01	En tanto por uno. $\frac{I_2}{I_1}$
Tiempo fijo (s)	0.1	99.9	0.1	

2.4 Protección de fallo de interruptor

2.4.1 Descripción general

Si la función está habilitada el funcionamiento es el siguiente: si el equipo da una señal de disparo o se recibe a través de una entrada digital una señal de actuación de protección externa, se arranca un temporizador; si al cabo del tiempo programado como "tiempo fijo" la intensidad en alguna fase es superior a la programada como "intensidad de reposición de fases" o la de neutro es superior a la de "intensidad de reposición de neutro", se activa el relé programado como "disparo BF (Breaker Failure)". El relé sólo se desactiva cuando las intensidades de fase y neutro están por debajo de sus valores de reposición.

La señal de protección externa se memoriza internamente, es decir puede ser de tipo impulso.

En esta forma de funcionamiento no se mira la entrada digital de estado del interruptor, sino los valores de las intensidades.



2.4.2 Rangos de ajuste

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Habilitación				SI/NO
Reposición fases (A)	$0,1 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$	0.1	$I_n = 5 \text{ ó } 1 \text{ A}$ s/calibre fases
Reposición neutro (A)	$0,1 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$	0.1	$I_n = 5 \text{ ó } 1 \text{ A}$ s/calibre neutro
Tiempo fijo (seg)	0.05	9.99	0.01	

2.5 Supervisión de interruptor (kl2)

2.5.1 Descripción general

Se genera un suceso cada vez que, tras un disparo, el contador de $\Sigma kl2$ supera el umbral programado. Mientras se está en esa situación se da la señal correspondiente a control.

2.5.2 Rango de ajustes

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Umbral alarma $\Sigma kl2$	0	65.535	1	
Valor inicial $\Sigma kl2$	0	65.535	1	

2.6 Lógica de sellado

Sellado de cierre (comando o entrada):

Si hay alguna entrada programada como "Estado interruptor (52a ó 52b)", se activa el relé programado como "Cierre" hasta que se vea por la entrada que el interruptor ha cerrado. El tiempo mínimo de activación es 1 s. Si en 5 s no se detecta el cierre, se da una señal de "fallo de cierre" y se desactiva "Cierre".

Si no hay entrada de "Estado interruptor" se activa "Cierre" durante 1 s.

Si se hace un cierre sobre falta, la orden de disparo predomina sobre la de cierre.

Sellado de apertura (disparo, comando o entrada):

Si hay alguna entrada programada como "Estado interruptor (52a ó 52b)", se activan los relés afectados (disparo, disparo por fase, etc) hasta que se vea por la entrada que el interruptor ha abierto y la intensidad esté por debajo del 5% de la nominal.

Si no hay entrada de "Estado interruptor" se activan los relés afectados hasta que la intensidad esté por debajo del 5% de la nominal.



En cualquier caso el tiempo mínimo de activación es 1 segundo.

Se da una señal de "fallo de apertura" si no se ve el interruptor abierto (intensidad por debajo del 5% y estado del interruptor) en un tiempo que depende de que esté habilitada o no la función "Fallo de interruptor". Si está habilitada, el tiempo es el señalado en el ajuste correspondiente de esa función; si no lo está es 5 s.



3. Otros ajustes

3.1 Ajustes especiales

Son los ajustes básicos que caracterizan el funcionamiento de la protección. En principio sólo han de ser establecidos una única vez, en la puesta en marcha (o nunca, si el usuario ha especificado cómo quiere recibir los equipos, al pedirlos).

Estos ajustes **sólo son accesibles mediante el teclado/display** y para cambiarlos es preciso conocer una clave adicional (Ver Modo de funcionamiento por teclado /display). Son los siguientes:

3.1.1 Orden de fases

Puede ser **A, B, C** ó **C, B, A**. Sólo afecta a la protección de fase abierta (desequilibrio). Para ver que el orden es el que corresponde al cableado comprobar en "Medidas" que el valor dado para la relación componente inversa / componente directa es próxima a 0%, al introducir 3 intensidades equilibradas del orden de 1 A.

3.1.2 Familia de curvas

Puede ser BSC/CEI ó ANSI. En el Apéndice II se indican las curvas correspondientes a cada familia. Este ajuste debe establecerse **antes** de los correspondientes a las protecciones de sobrecorriente, porque si se cambia puede alterarse el valor del "índice" al ser incompatibles los índices de ambas familias en la mayor parte de su rango.

3.1.3 Frecuencia

Puede ser **50 Hz** ó **60 Hz**. Es el ajuste fundamental de la protección. Si no es el adecuado las medidas, y por tanto la actuación de la protección, serán erróneas.

3.2 Ajustes Generales

3.2.1 Relaciones de transformación

Sólo las usa la protección para dar medidas referidas al primario.

Rangos de ajuste

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Relac. trafo I fases	1	3000	1	
Relac. trafo I neutro	1	3000	1	

3.2.2 Idioma

Puede ser Inglés o Español.

3.3 Configuración

3.3.1 Programación de relés de salida

Hay 6 relés programables (relés 1 a 5 con salida n/a y relé 6 con salida n/c), cada uno de los cuales se puede programar (independientemente de los demás) para que actúe en alguna de las siguientes condiciones:

Disparos por protección de intensidad:

- disparo (por cualquier causa: 50, 51, 50N, 51N, 46)
- disparo por fase (instantáneo o temporizado: 50, 51)
- disparo por neutro (instantáneo o temporizado: 50N, 51N)
- disparo por instantáneo (de fase o neutro: 50, 50N)
- disparo por instantáneo de fase (50)
- disparo por instantáneo de neutro (50N)
- disparo por temporizado de fase (51)
- disparo por temporizado de neutro (51N)
- disparo por fase abierta (46)

Todos los relés anteriores están activados desde que se activa la señal de disparo hasta que desaparece la causa y abre el interruptor. El criterio para decidir si el interruptor ha abierto se explica en el punto "Lógica de sellado", dentro del apartado "Supervisión del interruptor".

- disparo memorizado. Se activa a la vez que el "disparo", pero para desactivarlo hay que hacer un reconocimiento de falta a través del teclado/display (ver procedimiento en "Funcionamiento del teclado / display").

Arranque de protección de sobreintensidad:

- arranque. Activo mientras la intensidad supera las de arranque programadas (instantánea o temporizada, fase o neutro).

Supervisión de interruptor:

- disparo BF ("breaker failure" o fallo de interruptor). Activado por la protección de fallo de interruptor. Se desactiva cuando la intensidad baja por debajo de la programada.
- fallo 52 apertura. Activado cuando tras una orden de apertura, no se ve que haya abierto (criterios en "Lógica de sellado") o mientras esté activo "disparo BF".
- fallo 52 cierre. Activado cuando tras una orden de cierre, no se ve que haya cerrado (criterios en "Lógica de sellado").

Mando:

- cierre del interruptor. Activado al recibir una orden de cierre, por entrada o comando.

Otras señalizaciones:

- estado 52. Activado cuando el interruptor está cerrado, siguiendo la información dada por la entrada correspondiente (la programada como 52b si existe; si no, la programada como 52a). Si no hay 52a ni 52b, desactivado.



- neutro bloqueado. Activo mientras esté cerrada la entrada programada como "bloqueo de neutro".
- Estado HW. Activo en funcionamiento normal. Se desactiva 100 ms en el arranque y mientras haya una situación de error crítico. Debe ser un relé con contacto n/c, para que señalice también como situación de alarma el que el equipo no tenga alimentación.
- sin asignar. El relé no es utilizado por la protección, pero puede ser activado por órdenes de control.

Todos los relés, una vez activados, lo están por lo menos durante 1 segundo.

Además de las posibilidades descritas, los relés de salida se pueden programar como "lógica 1" a "lógica 6", siendo "lógica i" una función definida por el usuario conforme a lo que se explica en el punto "Programación de señales lógicas". En este caso el tiempo de activación del relé es marcado en la propia función lógica.

3.3.2 Programación de LEDs

El equipo dispone de 6 LEDs rojos programables entre las mismas posibilidades descritas en el apartado anterior, incluyendo "lógica 0" a "lógica 6". El LED 7 no es programable; está verde si el equipo está funcionando correctamente, y rojo si hay una alarma de HW.

3.3.3 Programación de entradas

Hay 2 entradas programables entre

- Estado 52a. Para conectar un contacto del interruptor del tipo 52a
- Estado 52b. Para conectar un contacto del interruptor del tipo 52b

No se deben programar las dos entradas una como 52a y la otra como 52b. Si se hace, el equipo hace caso a la programada como 52b.

- Bloqueo de disparos instantáneos (de fase y neutro)
- Bloqueo de instantáneos de fases
- Bloqueo de instantáneo de neutro
- Bloqueo de neutro (instantáneo y temporizado)
- Orden de apertura. Activa el relé de disparo mientras esté cerrada
- Orden de cierre. Activa el relé de cierre mientras esté cerrada
- Protección externa. Activa las funciones de Supervisión de interruptor, como si se tratara de un disparo de la protección propia.
- Sin asignar. La entrada no es utilizada por la protección, pero su estado puede transmitirse a control.

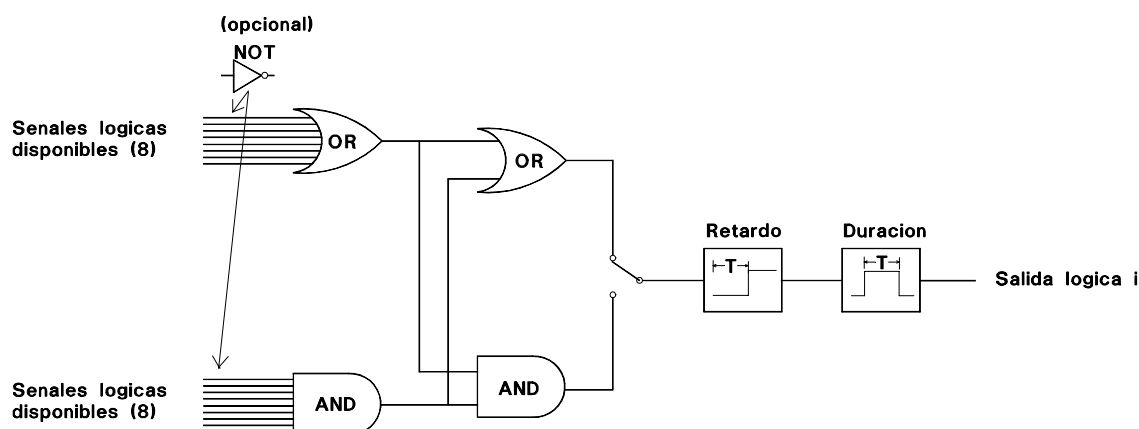
No se debe programar más de una entrada con una función determinada.

3.3.4 Programación de señales lógicas

El usuario puede configurar hasta 6 señales lógicas, denominadas "lógica 1" a "lógica 6", que pueden asignarse tanto a relés de salida como a LEDs.

La programación de señales lógicas puede hacerse únicamente a través de la Consola de protecciones, no por teclado / display, a partir de las señales básicas disponibles, que son las detalladas en las Palabras 1 a 3 del punto "Mensajes a control". El procedimiento de programación se describe en otro documento: el Manual de la Consola de Protecciones.

Las señales lógicas se generan de acuerdo al esquema siguiente:



Como se puede observar en la definición de una salida lógica intervienen los elementos siguientes:

- hasta 8 señales entre las disponibles (o sus negadas), formando una función OR
- hasta 8 señales entre las disponibles (o sus negadas), formando una función AND
- una función OR o AND (es programable) de los resultados de las dos funciones anteriores
- una temporización programable ("retardo") para la activación de la salida
- un tiempo programable para la duración de la activación de la salida

El tiempo de retardo es el que se tarda desde que hay un 1 lógico a la salida de las puertas lógicas hasta que se activa la correspondiente salida lógica. Si durante este tiempo desapareciera el "1", la salida no llegaría a activarse. Puede programarse entre 0 y 99,9 s, en pasos de 0,1 s.

El tiempo de pulso (duración) es el tiempo durante el cual permanece activa la señal lógica. Su programación permite dos opciones:

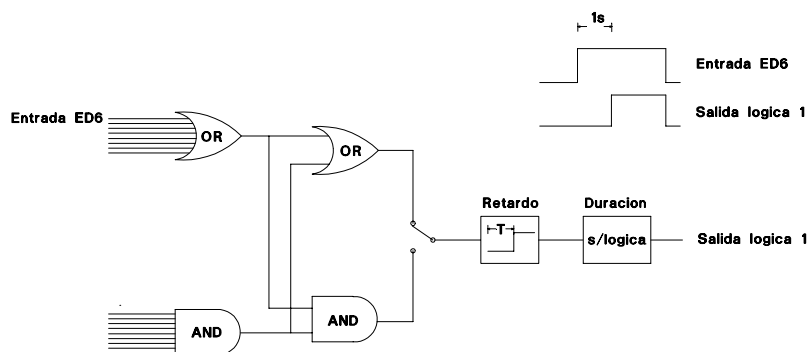
- "Por lógica": tras el retardo, la salida está activa mientras haya un 1 a la salida de la lógica programada
- "Por tiempo": se programa el tiempo durante el cual está activa la salida, de modo que una vez transcurrido ésta se desactiva, independientemente del estado de la salida de la lógica programada. Sólo un nuevo paso de 0 a 1 de ésta volverá a activar la salida, tras el retardo.

El rango de este tiempo es 0,1 s a 99,9 s, con paso de 0,1 s.

Una salida lógica "i" puede utilizarse como señal disponible para entrada de la programación de otra señal lógica "j" o de sí misma.

Hay que tener en cuenta que las salidas lógicas son más lentas que la de "disparo", pues ésta activa el relé correspondiente en la misma interrupción de protección que decide el disparo, mientras que las lógicas se ejecutan en el programa principal, cuando las toca.

Ejemplo muy sencillo de aplicación: se desea que la salida digital SD7 siga a la entrada digital ED6, con un retardo de 1 s.



Aplicacion 1. Salida temporizada

T retardo = 1s.

Duración = "por lógica"

Programación de salida SD7: Lógica 1

3.4 Configuración de Comunicaciones (puerta trasera, opcional)

3.4.1 Descripción general

dirección de UCL: es la dirección del relé, a la que deben ir dirigidos los mensajes

velocidad de transmisión: seleccionable entre 300 y 38400 baud

paridad: SI / NO. "SI" implica paridad par, que es la exigida por el protocolo Procome.

bits de stop: 1 ó 2. Procome exige 1.

3.4.2 Rangos de ajuste

Ajuste	Mínimo	Máximo	Escalón	Observaciones
Dirección de UCL	1	254	1	
Velocidad transmisión	300	38400	discretos	baud.
Paridad				SI/NO
Bits de Stop	1	2		



La "dirección de UCL" afecta también a la comunicación por la puerta RS232 delantera. El resto de parámetros para esta comunicación es fijo: 19200 baud, paridad par, 1 bit de stop.



4. Funciones de adquisición de datos

4.1 Informes de sucesos

Se indica a continuación la lista de sucesos que es capaz de generar la protección. Cada suceso va acompañado de su fecha y hora y de las intensidades de fase y neutro. La protección guarda en memoria volátil una cola de 200 sucesos, recuperable desde el PC.

Comunicaciones

- Cambio ajustes
- Modo local (actuación desde teclado/display)
- Modo local (actuación por puerta delantera)
- Modo remoto (actuación por puerta trasera)

Protección de intensidad

- Arranque de Temporizado de Fase A
- Arranque de Temporizado de Fase B
- Arranque de Temporizado de Fase C
- Arranque de Instantáneo de Fase A
- Arranque de Instantáneo de Fase B
- Arranque de Instantáneo de Fase C
- Activación de salida de Temporizado de Fase A (disparo)
- Activación de salida de Temporizado de Fase B
- Activación de salida de Temporizado de Fase C
- Activación de salida de Instantáneo de Fase A
- Activación de salida de Instantáneo de Fase B
- Activación de salida de Instantáneo de Fase C
- Arranque de Temporizado de Neutro
- Arranque de Instantáneo de Neutro
- Activación de salida de Temporizado de Neutro
- Activación de salida de Instantáneo de Neutro
- Arranque de unidad de fase abierta
- Activación de salida de fase abierta
- Fallo del Interruptor
- Superado tope (límite ajustado) del acumulador de supervisión de interruptor
- Desbordamiento (Límite numérico) del acumulador de supervisión de interruptor



Entradas

- Activación de entrada digital xx (1 a 2)
- Desactivación de entrada digital xx (1 a 2)

Mando

- Cierre del interruptor
- Apertura del interruptor
- Orden de cierre del interruptor (mensaje de control o entrada)
- Orden de apertura del interruptor (mensaje de control o entrada)
- Fallo de orden de cierre
- Fallo de orden de apertura

Autochequeo

- Error crítico de Hardware
- " no crítico "
- " tensión referencia del convertidor
- " sincronización del reloj
- " grabación E2ROM
- " activación relés
- " grabación en RAM con pila
- " HW corregido

4.2 Informes de falta

La protección guarda en memoria no volátil una cola de las 9 últimas faltas, recuperable desde el PC, con la siguiente información

- Unidades disponibles
- Unidades disparadas durante la falta
- Unidades arrancadas durante la falta
- Fecha y hora de inicio de falta (primera unidad arrancada)
- Fecha y hora de disparo (primera unidad disparada)
- Fecha y hora de fin de falta (cuando desaparece la señal de disparo)
- Intensidad abierta por interruptor (media de las intensidades de fase detectadas en el momento de dar la orden de disparo)



- Tipo de falta y tipo de disparo: código de 3 letras formado por combinaciones de los caracteres A, B, C, N y D, dependiendo de que haya disparado por cada fase, neutro o desequilibrio-fase abierta. Ejemplo : ACN es falta bifásica fases A y C a tierra.
- Intensidad fase A prefalta (módulo y argumento).
- Intensidad fase B prefalta
- Intensidad fase C prefalta
- Intensidad neutro prefalta

Las 4 intensidades de prefalta son simultáneas, y son las intensidades que había 3 seg. antes del arranque.

- Intensidad fase A en la falta (módulo y argumento)
- Intensidad fase B en la falta
- Intensidad fase C en la falta
- Intensidad neutro en la falta

Las 4 intensidades de falta son simultáneas, y son las que hay en el momento de dar la orden de disparo. Los argumentos están referidos a la intensidad en la fase A.

Además se guardan en memoria no volátil, y son recuperables a través del teclado/display, los siguientes datos correspondientes a la última falta:

- Fases que han disparado
- Intensidades máximas de cada fase y neutro durante la falta
- Fecha y hora de inicio y de final de la falta

4.3 Medidas

4.3.1 Medidas en el secundario

Son medidas referidas al componente fundamental, que son las utilizadas por las funciones de protección:

4.3.1.1 Por teclado/display

- Intensidad fase A (en Amperios)
- Intensidad fase B " "
- Intensidad fase C " "
- Intensidad neutro " "
- Máxímetro de intensidad (en Amperios)



4.3.1.2 Por PC (Consola de Protecciones)

Aparecen en la primera de las pantallas de "ESTADO"

- Intensidad fase A (en Amperios)
- Argumento I fase A (en grados)
- Intensidad fase B
- Argumento I fase B
- Intensidad fase C
- Argumento I fase C
- Intensidad neutro
- Máxímetro de intensidad (en Amperios)

Todos los argumentos están referidos a la intensidad de la fase A.

4.3.2 Medidas en el primario

4.3.2.1 Por PC (Consola de Protecciones)

Aparecen en las pantallas de "MEDIDAS"

- Intensidad fase A (en Amperios)
- Argumento I fase A (en grados)
- Intensidad fase B
- Argumento I fase B
- Intensidad fase C
- Argumento I fase C
- Intensidad neutro
- Argumento I neutro
- Máxímetro de intensidad (en Amperios)
- Fecha y hora a la que corresponde el máxímetro

4.4 Informe histórico de medidas

La protección guarda en memoria no volátil una cola de 100 registros históricos de medidas de intensidad, accesible desde un PC (Consola de Protecciones).

Cada registro contiene las intensidades (media de las 3 fases) máxima y mínima (calculadas en una ventana de 5 minutos) que se han detectado a lo largo de un intervalo de registro de 15 minutos. Las intensidades son Amperios secundarios.



4.5 Datos estadísticos

Se obtiene la misma información por teclado / display o por PC (pantalla "DATOS ESTADISTICOS"):

- Suma kI2 (kA cortados por el interruptor, al cuadrado)
- Contador de aperturas del interruptor (por disparos o manuales)

Todos estos contadores pueden ser puestos a cero, y la suma de kI2 al valor inicial programado como ajuste.

4.6 Estado de la protección

4.6.1 Por teclado / display

Se puede ver:

- fecha y hora del relé.
- estado de cada una de las entradas digitales: abierto (A) o cerrado (C).

4.6.2 Por PC (Consola de Protecciones)

En las pantallas de "ESTADO" además de las medidas ya citadas, se puede ver:

- en la pantalla 1
 - ❖ Fecha y hora del relé
 - ❖ Unidades de protección arrancadas actualmente
 - ❖ Unidades de protección disparadas actualmente
- en la pantalla 2
 - ❖ Unidades disparadas en el último disparo
 - ❖ Ordenes de mando
 - ❖ Estado de la supervisión de interruptor
 - ❖ Estado de las entradas y salidas digitales
 - ❖ Estado de los LEDs



5. Otras funciones

5.1 Puesta en hora y sincronización

5.1.1 Puesta en hora

Puede hacerse desde el teclado/display (dentro de "Cambiar Ajustes") o desde la Consola de Protecciones (Pantalla 1 de "ESTADO").

5.1.2 Sincronización

En Sistemas de Control Integrado (SIPC) el equipo es sincronizado periódicamente (cada minuto) por la UCS.

En este caso es inútil hacer un cambio de hora por teclado o Consola de Protecciones, porque enseguida será eliminado por la UCS.

5.2 Mensajes de control

La protección atiende a los siguientes mensajes de control

- Petición de medidas y cambios
- Petición de estados digitales
- Sincronización del reloj
- Comandos de inicialización de datos estadísticos
- Ordenes sobre relés especificados
- Petición de datos estadísticos

Las medidas transmitidas son las siguientes:

Nº Bytes	Formato	Especificación	Dato
2	Word	Formato Procome	Módulo IA
2	Word	Formato Procome	Módulo IB
2	Word	Formato Procome	Módulo IC
2	Word	Formato Procome	Modulo IMEDIA
2	Word	Formato Procome	Maxímetro
2	Word	Formato Procome	Módulo IN (neutro)



Las señales digitales que se tratan (cambios y estados) son las siguientes:

Palabra 1. Arranques / Disparos

<u>Bit</u>	<u>Significado</u>
0	Disparo por temporizado de fase
1	Disparo por instantáneo de fase
2	Disparo por temporizado de neutro
3	Disparo por instantáneo de neutro
4	Disparo por fase abierta
5	Arranque por temporizado de fase
6	Arranque por instantáneo de fase
7	Arranque por temporizado de neutro
8	Arranque por instantáneo de neutro
9	Arranque por fase abierta
10	Libre
11	Libre
12	Disparo por fase
13	Disparo por neutro
14	Disparo por instantáneo
15	Disparo (cualquier causa)

Palabra 2. Varios

16	Libre
17	Fallo apertura
18	Fallo cierre
19	Actuación protección fallo de interruptor
20	Orden cierre por comando
21	Orden apertura por comando
22	Orden cierre por entrada digital
23	Orden apertura por entrada digital
24	Entrada 1
25	Entrada 2
26	Libre
27	Libre
28	Umbral kl2 superado
29	Libre
30	Libre
31	Alarma Hardware

Palabra 3. Reserva



32	Salida lógica 1
33	Salida lógica 2
34	Salida lógica 3
35	Salida lógica 4
36	Salida lógica 5
37	Salida lógica 6
38	Salida digital 1
39	Salida digital 2
40	Salida digital 3
41	Salida digital 4
42	Salida digital 5
43	Salida digital 6
44 a 47	Libre

Los comandos de inicialización de datos estadísticos permiten poner a 0 el contador de aperturas y el maxímetro, y poner el valor inicial programado como ajuste en suma KI2.

Las órdenes de mando son las siguientes

<u>Acción</u>	<u>ISC</u>
• Abrir interruptor.....	22
• Cerrar interruptor.....	24
• Activar cualquier relé del 1 al 6.....	1 a 6



6. Modo de operación

6.1 A través de teclado/display

6.1.1 Introducción

La unidad teclado/display tiene como finalidad la introducción local al equipo de ajustes y comandos, a través de pulsadores, y la visualización de ajustes, medidas y faltas a través del display.

6.1.2 Elementos de la unidad teclado /display

6.1.2.1 Pulsadores

Son 4, señalizados como \uparrow , \downarrow , \swarrow , ESC. El signo \swarrow lo designaremos en lo sucesivo como "INTRO".

6.1.2.2 Pulsador " \downarrow "

Es el único pulsador accesible cuando está puesta la tapa de la protección.

Al pulsarla sucesivamente va apareciendo la siguiente información:

- Estado de las entradas digitales
- Intensidad fase A (A secundarios)
- Intensidad fase B
- Intensidad fase C
- Intensidad neutro
- Información de la última falta
 - ❖ Fases que han intervenido
 - ❖ Int. falta en fase A
 - ❖ Int. falta en fase B
 - ❖ Int. falta en fase C
 - ❖ Int. falta en neutro
 - ❖ Fecha y hora inicio
 - ❖ Fecha y hora fin
 - ❖ Reconocimiento Falta (pulsar 2 seg. y soltar). Apaga los LED de disparo y desactiva el relé (si había alguno programado así) de disparo memorizado.



6.1.2.3 Display

Es alfanumérico, de cristal líquido , y tiene 2 filas de 8 columnas cada una.

6.1.2.4 LEDs

Son 7, de los cuales 6 se pueden programar para que indiquen alguno de los estados señalados en el punto "Programación de LEDs". El LED7 indica el funcionamiento correcto (verde) o incorrecto (rojo) del equipo.

6.1.3 Modo de funcionamiento

6.1.3.1 Descripción general

En el estado de reposo el display visualiza “PL-50IT”, el modelo y la versión de software que contiene.

En cualquier momento del procedimiento que se describe a continuación, la pulsación de “ESCAPE” lleva a la unidad al elemento del menú del nivel inmediatamente anterior.

Los menús se recorren en sentido descendente o ascendente con los pulsadores “↓” y “↑”, y son circulares, es decir, después de la última posición vuelve otra vez la primera.

En general, cuando se recorre un menú, el display indica la función activa, en la que se puede entrar pulsando INTRO, con lo que accedemos al siguiente nivel de menú (si lo hay) específico para esa función.

El árbol de menús para visualizar o cambiar ajustes dentro de cada grupo, está jerarquizado. Si estando en reposo (título) pulsamos INTRO llegamos al primer elemento del siguiente menú :

VER HORA

ENTRADAS

MEDIDAS

DATOS ESTADISTICOS

ULTIMA FALTA

VER AJUSTES

CAMBIAR AJUSTES

En el Apéndice I se representa la jerarquía completa de menús y submenús.

6.1.3.2 Ver ajustes y magnitudes

Con las teclas “↑” y “↓” nos podemos mover dentro de cada menú o submenú (indicados en el punto anterior) hacia arriba o hacia abajo, ya que los menús son circulares.

Pulsando “INTRO” entramos en el siguiente nivel del menú. Si no tiene submenú pulsando “INTRO” no cambia el estado del display.

La pulsación de “ESC” nos lleva al elemento del menú inmediatamente superior, es decir aquél desde el que hemos llegado al estado actual.



En los menús finales, que son aquellos que no tienen submenús (ajustes), aparece en la primera línea el nombre del ajuste del grupo seleccionado mediante teclado, y en la segunda línea su valor actual.

6.1.3.3 Cambiar ajustes

Hasta llegar al último nivel de los menús todo funciona igual que en ver ajustes y magnitudes (las mismas funciones para las teclas).

Para acceder a esta función es preciso teclear la clave " $\uparrow\uparrow\downarrow\downarrow$ ". Con ello se tiene acceso a todos los ajustes e inicializaciones excepto a los contenidos en el apartado "Ajuste especial". Para acceder a éstos es precisa la clave " $\uparrow\downarrow\downarrow\downarrow$ ".

En el último nivel de los menús, en los que aparecen los nombres de los ajustes que deseamos cambiar, el funcionamiento del teclado es diferente al explicado hasta ahora.

Al entrar dentro de cada grupo para cambiar los ajustes incluidos en él (menú final), el funcionamiento del teclado será el siguiente:

1) Ajustes numéricos. En la primera línea del display aparece el nombre del ajuste seleccionado. En la línea 2 aparece el valor actual del ajuste.

El cambio del valor del ajuste se realiza cifra a cifra; nos posicionamos en la cifra a cambiar mediante la tecla " \uparrow "; cada pulsación nos desplaza una cifra hacia la izquierda, de forma circular. La cifra apuntada aparece visualizada intermitentemente. Para cambiarla, pulsamos " \downarrow " hasta llegar al valor deseado. Una vez están todas las cifras en su valor deseado, se pulsa "INTRO" para pasar al ajuste siguiente. Si el valor introducido no es válido saldrá el mensaje de aviso "INVALIDO" en la línea 2; en ese caso pulsar " \uparrow " y realizar nuevamente el ajuste. La pulsación de "ESC" dentro del menú final nos conduce al elemento del menú del que hemos llegado, sin hacer efectivos los cambios que hemos hecho hasta el momento de la pulsación.

Los cambios pasan a ser efectivos cuando al llegar al último ajuste del grupo y pulsar "INTRO" nos aparece en la línea 1 el mensaje "VALIDAR?", en la línea 2 "SI" y pulsamos "INTRO". Si no queremos validar los cambios, con " \downarrow " pasamos a "NO" y pulsamos "INTRO". Validemos o no, con la pulsación de "INTRO" volvemos al siguiente elemento del menú superior (ver tabla de menús). Pulsando "ESC" volvemos al elemento del menú del que hemos llegado al estado actual.

2) Ajustes no numéricos. Hay ajustes, por ejemplo los de habilitación, en los que hay que elegir entre SI o NO. También hay curvas de temporizado con un nombre determinado, configuraciones de entrada, salida etc. en los que es más claro seleccionarlos por su nombre en vez de introducir un valor numérico.

En estos casos en la línea 1 aparece el nombre del ajuste, y en la línea 2 un texto que indica el valor actual. Pulsando " \downarrow " o " \uparrow " en la segunda línea irán apareciendo los posibles valores a elegir para ese ajuste.

Pulsando "INTRO" pasamos al siguiente ajuste dentro del grupo, o la validación, si es el último.

En el caso de configuración de entradas, salidas, leds la pulsación de "INTRO" nos lleva de configurar la entrada/salida/led i a configurar la entrada/salida/led $i+1$.



Al igual que en los ajustes numéricos la pulsación de “ESC” nos lleva al elemento del menú del que hemos llegado al estado actual .

6.1.3.4 Inicializaciones especiales

Dentro del primer submenú de "Cambiar ajustes" hay la opción: "INICIAL. VARIAS", que requiere una explicación particular.

Pulsando "INTRO" llegamos a :

"APERT=0?" si pulsamos INTRO se pone a 0 el contador de aperturas del interruptor, y se va a la siguiente cuestión; si no queremos ponerles a 0 pulsamos "↓" o "ESC".

"MAXI.=0?" si pulsamos INTRO se pone a 0 el Maxímetro.

" KI2=INI?" si pulsamos INTRO el acumulador toma el valor del ajuste correspondiente.

Dentro de "Ajuste especial" existe el apartado "BORRAR DATOS"; pulsando INTRO aparece "BORRAR? INTRO=SI". Si se pulsa INTRO se inicializan las colas de sucesos, faltas e históricos, borrando la información almacenada hasta el momento.

6.2 A través de PC

Los relés de protección PL50 pueden monitorizarse a través de un PC. De este modo se tiene acceso a la visualización de las medidas y ajustes del sistema y a la programación de éstos.

El programa del PC, Consola de Protecciones desarrollada por Team-Arteche SA se denomina SIPCON/P.



7. Recepción, almacenaje, instalación y pruebas

7.1 Recepción y almacenaje

Las protecciones se suministran dentro de un embalaje especial para su transporte.

Al recibirla, se debe comprobar si presenta algún signo externo de deterioro producido durante el transporte; en caso de que sea así debe avisarse al transportista y al fabricante.

Debe además comprobarse que el material recibido coincide con el pedido.

Si la protección no va a ser utilizada inmediatamente, es conveniente almacenarla en su embalaje original y en un lugar seco y libre de polvo.

7.2 Conexionado

El conexionado de la protección debe realizarse de acuerdo al esquema de conexiones exteriores indicado en el punto "Interconexiones". Este esquema es general; en cada caso particular habrá de tenerse en cuenta la programación de entradas y salidas.

Alimentación auxiliar

Si la polaridad es incorrecta la protección no sufre ningún daño, pero mantiene cerrado el contacto de alarma exterior por protección no operativa, y no funciona.

Toma de tierra

Es importante realizarla correctamente, para que funcionen de forma adecuada los dispositivos de rechazo a las perturbaciones de que dispone la protección. La conexión debe ser lo más corta posible (menor de 25 cm.) y con cable multifilar de 4 mm² de sección.

Conexiones del cable RS232 a utilizar entre PC y equipo PL50

Caso 1: el conector de salida del PC es de 25 pines

<u>lado PL50</u>				<u>lado PC</u>
hembra 9 pines				hembra 25 pines
RxD	2	_____	2	TxD
TxD	3	_____	3	RxD
GND	5	_____	7	GND
DSR	6	_____	20	DTR
RTS	7	_____	8	CD
CTS	8	_____	5	CTS
CD	1	_____	4	RTS
DTR	4	_____	6	DSR



Caso 2: el conector de salida del PC es de 9 pines.

lado PL50

hembra 9 pines

RxD	2	
TxD	3	
GND	5	
DSR	6	
RTS	7	
CTS	8	
CD	1	
DTR	4	

lado PC

hembra 9 pines

3	TxD
2	RxD
5	GND
4	DTR
1	CD
8	CTS
7	RTS
6	DSR

7.3 Direccionamiento del equipo

La unidad PL50 tiene un número identificador de su dirección, que le permite identificar los mensajes que van dirigidos a él desde el PC. Esta dirección es programable desde el teclado/display, entrando a "CAMBIAR AJUSTES", "CONFIG.COMUNIC.", "DIREC. UCL".

Los equipos salen de fábrica con la dirección 4. Este nº es el que se utiliza en el programa de Ingeniería al definir la instalación.

Si por algún motivo se cambia este número en Ingeniería, hay que cambiar la programación de la dirección, y viceversa.

Si se realiza la sustitución de una unidad PL50 por otra, la unidad que se instala ha de tener la misma dirección que la que se retira.

También son programables en el equipo, para la comunicación por puerta trasera (opcional) dentro de "CONFIG. COMUNIC." la velocidad de transmisión, la paridad y el número de bits de STOP. Los equipos salen de fábrica a 19200 baud, paridad par, 1 bit de Stop.

Los ajustes de comunicaciones establecidos se pueden ver en el display, entrando a "VER AJUSTES", "CONFIG. COMUNIC."

7.4 Puesta en servicio

Las protecciones PL50 se reciben con los ajustes por defecto establecidos en fábrica.

Antes de ponerlas en servicio han de tararse, por teclado/display y/o PC, con los valores adecuados para la aplicación, siguiendo los procedimientos indicados.

La protección ha sido probada en fábrica para garantizar su clase de precisión en todos los puntos de ajuste de los diversos parámetros, no obstante es conveniente realizar la prueba de algunos puntos durante la recepción y en la puesta en marcha, para garantizar que se encuentra plenamente operativa.



Una vez conectada la línea se pueden visualizar las medidas reales que el relé está realizando, lo que permite comprobar su correcto conexionado y funcionamiento.



Apéndice I. Teclado / display

Adjuntamos, a continuación, una tabla en la que se presentan de una forma gráfica y fácil de manejar los distintos menús y ajustes que se pueden modificar por teclado/display. Es recomendable tener este anexo a mano para comenzar a utilizar el teclado/display y encontrar fácilmente los ajustes a cambiar.



Teclado/display

[illegible]



Teclado/display

VER AJUSTES	FUNCION PROTECC	TEMPORIZ FASE	HABILIT	
			ARRANQUE	
			CURVAS	
			INDICE	
			TIE FIO	
		TEMPORIZ NEUTRO	HABILIT	
			ARRANQUE	
			CURVAS	
			INDICE	
			TIE FIO	
		INSTANT FASE	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TEMP ADIC	
		INSTANT NEUTRO	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TEMP ADIC	
		FASE ABIERTA	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TIE FIO	
		FALLO INTERRUP	HABILIT	
			REPOSAS	
			REPOS NEU	
			TIE FIO	
	SUPERVI INTERRUP	ALMA KI2		
		INI KI2		
	CONFIG ENT/SAL	ENTRADAS DIGITAL	ENTRAD 1 - ENTRAD 2	
		SALIDAS DIGITAL	SALIDA 1 - SALIDA 6	
		LEDs	LED 1 - LED 6	
	GENERAL	R FASES		
		R NEUTRO		
		IDIOMA		
	AJUSTE ESPECIAL	ORD FASE		
		CURVAS		
		FRECUEN		
	CONFIG COMUNIC	DIRECION		
		VEL TRAN		
		PARIDAD		
		BIT STOP		



Teclado/display

CAMBIAR AJUSTES	CAMBIAR FECHA			
(CLAVE ↑↑↓↓)	FUNCION PROTECC	TEMPORIZ FASE	HABILIT	
			ARRANQUE	
			CURVAS	
			INDICE	
			TIE FIO	
		TEMPORIZ NEUTRO	HABILIT	
			ARRANQUE	
			CURVAS	
			INDICE	
			TIE FIO	
		INSTANT FASE	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TEMP ADIC	
		INSTANT NEUTRO	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TEMP ADIC	
		FASE ABIERTA	HABILIT	
			ARRANQUE	
			TIE FIO	
		FALLO INTERRUP	HABILIT	
			REPO FAS	
			REPO NEU	
			TIE FIO	
	SUPERVI INTERRUP	ALMA KI2		
		INI KI2		
	CONFIG ENT/SAI	ENTRADAS DIGITAL	ENTRAD 1 - ENTRAD 2	
		SALIDAS DIGITAL	SALIDA 1 - SALIDA 6	
		LEDs	LED 1 - LED 6	
	GENERAL	R FASES		
		R NEUTRO		
		IDIOMA		
	AJUSTE ESPECIAL	ORDEN DE FASES		
	(CLAVE ↑↓↓↓)	FAMILIA CURVAS		
		FRECUEN		
		BORRAR DATOS		



Teclado/display

	CONFIG. COMUNIC.	DIRECION		
		VEL. TRAN		
		PARIDAD		
		RIT. STOP		
	INICIAL. VARIAS	APERT = 0 ?		<i>Poner contadores de enganches y disparos a cero.</i>
		MAXI. = 0 ?		<i>Poner maxímetro a cero</i>
		KI2 = INI ?		<i>Inicializar suma KI2 con su valor en el ajuste.</i>



Apéndice II.

II.1 Curvas CEI 255-4 / BS142

Se adjuntan a continuación las familias de curvas, según BS142, correspondientes a los tipos:

- Característica Normal Inversa.
- Característica Muy Inversa.
- Característica Extremadamente Inversa.
- Curva de usuario.

Estas curvas responden a la fórmula general

$$T = M * \frac{K}{(I/I_0)^\alpha - 1}$$

siendo:

T : tiempo de disparo (seg)

M : multiplicador ("índice de tiempos"). Rango válido 0.05 a 1.09 en escalones de 0.01

I: Intensidad medida

I₀: Ajuste de intensidad de arranque

K, α, constantes que dependen del tipo de curva:

Constantes	Caract. inversa	Muy inversa	Extremad. inversa	Usuario
K	0.14	13.50	80.00	2.60
α	0.02	1.00	2.00	1.00

Seguidamente se representan, para cada tipo de característica, las curvas correspondientes a los índices 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1.0. Téngase en cuenta que entre cada dos curvas representadas existen otras 9, excepto entre la 0.05 y 0.1, entre las que existen otras 4.



Curva normal inversa

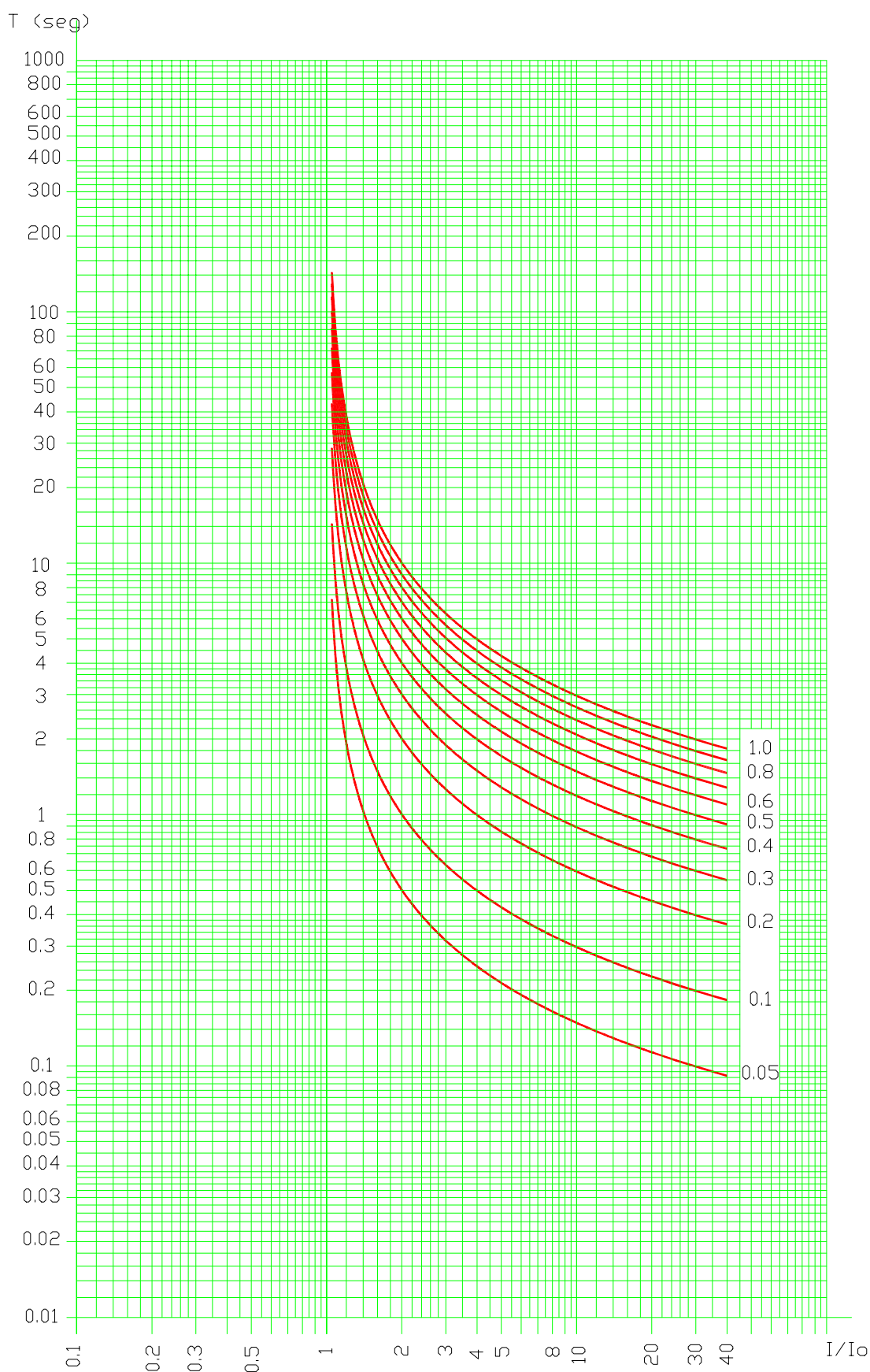
$$T = M * \frac{K}{(I/I_0)^\alpha - 1}$$

K = 0,14

 $\alpha = 0,02$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I ₀	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.05	7.170	3.669	1.916	1.331	1.037	0.860	0.501	0.378	0.315	0.249	0.214	0.176	0.149	0.137	0.126	0.113	0.099	0.091
0.06	8.604	4.402	2.299	1.597	1.244	1.032	0.602	0.454	0.378	0.299	0.257	0.212	0.178	0.165	0.151	0.136	0.119	0.110
0.07	10.038	5.136	2.683	1.863	1.451	1.204	0.702	0.530	0.441	0.349	0.300	0.247	0.208	0.192	0.176	0.159	0.139	0.128
0.08	11.472	5.870	3.066	2.129	1.659	1.376	0.802	0.606	0.504	0.398	0.342	0.282	0.238	0.220	0.201	0.181	0.159	0.146
0.09	12.906	6.604	3.449	2.395	1.866	1.547	0.903	0.681	0.567	0.448	0.385	0.317	0.267	0.247	0.226	0.204	0.179	0.165
0.10	14.340	7.337	3.832	2.661	2.073	1.719	1.003	0.757	0.630	0.498	0.428	0.353	0.297	0.275	0.252	0.227	0.199	0.183
0.11	15.774	8.071	4.216	2.927	2.281	1.891	1.103	0.833	0.693	0.548	0.471	0.388	0.327	0.302	0.277	0.249	0.219	0.201
0.12	17.208	8.805	4.599	3.193	2.488	2.063	1.203	0.908	0.756	0.598	0.514	0.423	0.356	0.330	0.302	0.272	0.239	0.219
0.13	18.642	9.539	4.982	3.459	2.695	2.235	1.304	0.984	0.819	0.647	0.556	0.459	0.386	0.357	0.327	0.295	0.259	0.238
0.14	20.076	10.272	5.365	3.725	2.903	2.407	1.404	1.060	0.882	0.697	0.599	0.494	0.416	0.385	0.352	0.317	0.278	0.256
0.15	21.510	11.006	5.749	3.992	3.110	2.579	1.504	1.135	0.945	0.747	0.642	0.529	0.446	0.412	0.377	0.340	0.298	0.274
0.16	22.944	11.740	6.132	4.258	3.317	2.751	1.605	1.211	1.008	0.797	0.685	0.564	0.475	0.440	0.402	0.363	0.318	0.293
0.17	24.378	12.474	6.515	4.524	3.525	2.923	1.705	1.287	1.071	0.847	0.728	0.600	0.505	0.467	0.428	0.385	0.338	0.311
0.18	25.812	13.207	6.898	4.790	3.732	3.095	1.805	1.363	1.134	0.896	0.770	0.635	0.535	0.495	0.453	0.408	0.358	0.329
0.19	27.246	13.941	7.282	5.056	3.939	3.267	1.906	1.438	1.197	0.946	0.813	0.670	0.564	0.522	0.478	0.431	0.378	0.347
0.20	28.680	14.675	7.665	5.322	4.147	3.439	2.006	1.514	1.260	0.996	0.856	0.706	0.594	0.550	0.503	0.453	0.398	0.366
0.25	35.850	18.344	9.581	6.653	5.184	4.299	2.507	1.892	1.575	1.245	1.070	0.882	0.743	0.687	0.629	0.567	0.497	0.457
0.30	43.021	22.012	11.497	7.983	6.220	5.158	3.009	2.271	1.891	1.494	1.284	1.058	0.891	0.824	0.755	0.680	0.597	0.549
0.35	50.191	25.681	13.413	9.314	7.257	6.018	3.510	2.649	2.206	1.743	1.498	1.235	1.040	0.962	0.880	0.794	0.696	0.640
0.40	57.361	29.350	15.329	10.644	8.294	6.878	4.012	3.028	2.521	1.992	1.712	1.411	1.188	1.099	1.006	0.907	0.796	0.731
0.45	64.531	33.018	17.246	11.975	9.330	7.737	4.513	3.406	2.836	2.241	1.926	1.587	1.337	1.236	1.132	1.020	0.895	0.823
0.50	71.701	36.687	19.162	13.305	10.367	8.597	5.015	3.785	3.151	2.490	2.140	1.764	1.485	1.374	1.258	1.134	0.994	0.914
0.55	78.871	40.356	21.078	14.636	11.404	9.457	5.516	4.163	3.466	2.739	2.354	1.940	1.634	1.511	1.384	1.247	1.094	1.006
0.60	86.041	44.025	22.994	15.966	12.441	10.317	6.017	4.542	3.781	2.988	2.568	2.117	1.782	1.649	1.509	1.360	1.193	1.097
0.65	93.211	47.693	24.910	17.297	13.477	11.176	6.519	4.920	4.096	3.237	2.782	2.293	1.931	1.786	1.635	1.474	1.293	1.188
0.70	100.381	51.362	26.827	18.627	14.514	12.036	7.020	5.299	4.411	3.486	2.996	2.469	2.079	1.923	1.761	1.587	1.392	1.280
0.75	107.551	55.031	28.743	19.958	15.551	12.896	7.522	5.677	4.726	3.735	3.210	2.646	2.228	2.061	1.887	1.701	1.492	1.371
0.80	114.721	58.700	30.659	21.288	16.587	13.755	8.023	6.056	5.042	3.984	3.424	2.822	2.376	2.198	2.012	1.814	1.591	1.463
0.85	121.891	62.368	32.575	22.619	17.624	14.615	8.525	6.434	5.357	4.233	3.638	2.999	2.525	2.335	2.138	1.927	1.691	1.554
0.90	129.062	66.037	34.491	23.949	18.661	15.475	9.026	6.813	5.672	4.482	3.852	3.175	2.674	2.473	2.264	2.041	1.790	1.646
0.95	136.232	69.706	36.408	25.280	19.697	16.335	9.528	7.191	5.987	4.731	4.066	3.351	2.822	2.610	2.390	2.154	1.889	1.737
1.00	143.402	73.374	38.324	26.611	20.734	17.194	10.029	7.570	6.302	4.980	4.280	3.528	2.971	2.748	2.516	2.267	1.989	1.828
1.05	150.572	77.043	40.240	27.941	21.771	18.054	10.530	7.948	6.617	5.229	4.494	3.704	3.119	2.885	2.641	2.381	2.088	1.920



CARACTERISTICA INVERSA



Curva muy inversa

$$T = M * \frac{K}{(I/I_0)^\alpha - 1}$$

K = 13,5

 $\alpha = 1$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I ₀	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.05	13.500	6.750	3.375	2.250	1.688	1.350	0.675	0.450	0.338	0.225	0.169	0.113	0.075	0.061	0.048	0.036	0.023	0.017
0.06	16.200	8.100	4.050	2.700	2.025	1.620	0.810	0.540	0.405	0.270	0.203	0.135	0.090	0.074	0.058	0.043	0.028	0.021
0.07	18.900	9.450	4.725	3.150	2.363	1.890	0.945	0.630	0.472	0.315	0.236	0.157	0.105	0.086	0.068	0.050	0.033	0.024
0.08	21.600	10.800	5.400	3.600	2.700	2.160	1.080	0.720	0.540	0.360	0.270	0.180	0.120	0.098	0.077	0.057	0.037	0.028
0.09	24.300	12.150	6.075	4.050	3.038	2.430	1.215	0.810	0.607	0.405	0.304	0.202	0.135	0.110	0.087	0.064	0.042	0.031
0.10	27.000	13.500	6.750	4.500	3.375	2.700	1.350	0.900	0.675	0.450	0.337	0.225	0.150	0.123	0.096	0.071	0.047	0.035
0.11	29.700	14.850	7.425	4.950	3.712	2.970	1.485	0.990	0.742	0.495	0.371	0.247	0.165	0.135	0.106	0.078	0.051	0.038
0.12	32.400	16.200	8.100	5.400	4.050	3.240	1.620	1.080	0.810	0.540	0.405	0.270	0.180	0.147	0.116	0.085	0.056	0.042
0.13	35.100	17.550	8.775	5.850	4.388	3.510	1.755	1.170	0.877	0.585	0.439	0.292	0.195	0.160	0.125	0.092	0.061	0.045
0.14	37.800	18.900	9.450	6.300	4.725	3.780	1.890	1.260	0.945	0.630	0.472	0.315	0.210	0.172	0.135	0.099	0.065	0.048
0.15	40.500	20.250	10.125	6.750	5.063	4.050	2.025	1.350	1.013	0.675	0.506	0.338	0.225	0.184	0.145	0.107	0.070	0.052
0.16	43.200	21.600	10.800	7.200	5.400	4.320	2.160	1.440	1.080	0.720	0.540	0.360	0.240	0.196	0.154	0.114	0.074	0.055
0.17	45.900	22.950	11.475	7.650	5.738	4.590	2.295	1.530	1.148	0.765	0.574	0.383	0.255	0.209	0.164	0.121	0.079	0.059
0.18	48.600	24.300	12.150	8.100	6.075	4.860	2.430	1.620	1.215	0.810	0.608	0.405	0.270	0.221	0.174	0.128	0.084	0.062
0.19	51.300	25.650	12.825	8.550	6.413	5.130	2.565	1.710	1.283	0.855	0.641	0.428	0.285	0.233	0.183	0.135	0.088	0.066
0.20	54.000	27.000	13.500	9.000	6.750	5.400	2.700	1.800	1.350	0.900	0.675	0.450	0.300	0.245	0.193	0.142	0.093	0.069
0.25	67.500	33.750	16.875	11.250	8.438	6.750	3.375	2.250	1.688	1.125	0.844	0.563	0.375	0.307	0.241	0.178	0.116	0.087
0.30	81.000	40.500	20.250	13.500	10.125	8.100	4.050	2.700	2.025	1.350	1.013	0.675	0.450	0.368	0.289	0.213	0.140	0.104
0.35	94.500	47.250	23.625	15.750	11.813	9.450	4.725	3.150	2.363	1.575	1.181	0.788	0.525	0.430	0.338	0.249	0.163	0.121
0.40	108.000	54.000	27.000	18.000	13.500	10.800	5.400	3.600	2.700	1.800	1.350	0.900	0.600	0.491	0.386	0.284	0.186	0.138
0.45	121.500	60.750	30.375	20.250	15.188	12.150	6.075	4.050	3.038	2.025	1.519	1.013	0.675	0.552	0.434	0.320	0.209	0.156
0.50	135.000	67.500	33.750	22.500	16.875	13.500	6.750	4.500	3.375	2.250	1.688	1.125	0.750	0.614	0.482	0.355	0.233	0.173
0.55	148.500	74.250	37.125	24.750	18.563	14.850	7.425	4.950	3.713	2.475	1.856	1.238	0.825	0.675	0.530	0.391	0.256	0.190
0.60	162.000	81.000	40.500	27.000	20.250	16.200	8.100	5.400	4.050	2.700	2.025	1.350	0.900	0.736	0.579	0.426	0.279	0.208
0.65	175.500	87.750	43.875	29.250	21.938	17.550	8.775	5.850	4.388	2.925	2.194	1.463	0.975	0.798	0.627	0.462	0.303	0.225
0.70	189.000	94.500	47.250	31.500	23.625	18.900	9.450	6.300	4.725	3.150	2.363	1.575	1.050	0.859	0.675	0.497	0.326	0.242
0.75	202.500	101.250	50.625	33.750	25.313	20.250	10.125	6.750	5.063	3.375	2.531	1.688	1.125	0.920	0.723	0.533	0.349	0.260
0.80	216.000	108.000	54.000	36.000	27.000	21.600	10.800	7.200	5.400	3.600	2.700	1.800	1.200	0.982	0.771	0.568	0.372	0.277
0.85	229.500	114.750	57.375	38.250	28.688	22.950	11.475	7.650	5.738	3.825	2.869	1.913	1.275	1.043	0.820	0.604	0.396	0.294
0.90	243.000	121.500	60.750	40.500	30.375	24.300	12.150	8.100	6.075	4.050	3.038	2.025	1.350	1.105	0.868	0.639	0.419	0.312
0.95	256.500	128.250	64.125	42.750	32.063	25.650	12.825	8.550	6.413	4.275	3.206	2.138	1.425	1.166	0.916	0.675	0.442	0.329
1.00	270.000	135.000	67.500	45.000	33.750	27.000	13.500	9.000	6.750	4.500	3.375	2.250	1.500	1.227	0.964	0.711	0.466	0.346
1.05	283.500	141.750	70.875	47.250	35.438	28.350	14.175	9.450	7.088	4.725	3.544	2.363	1.575	1.289	1.013	0.746	0.489	0.363



CARACTERISTICA MUY INVERSA



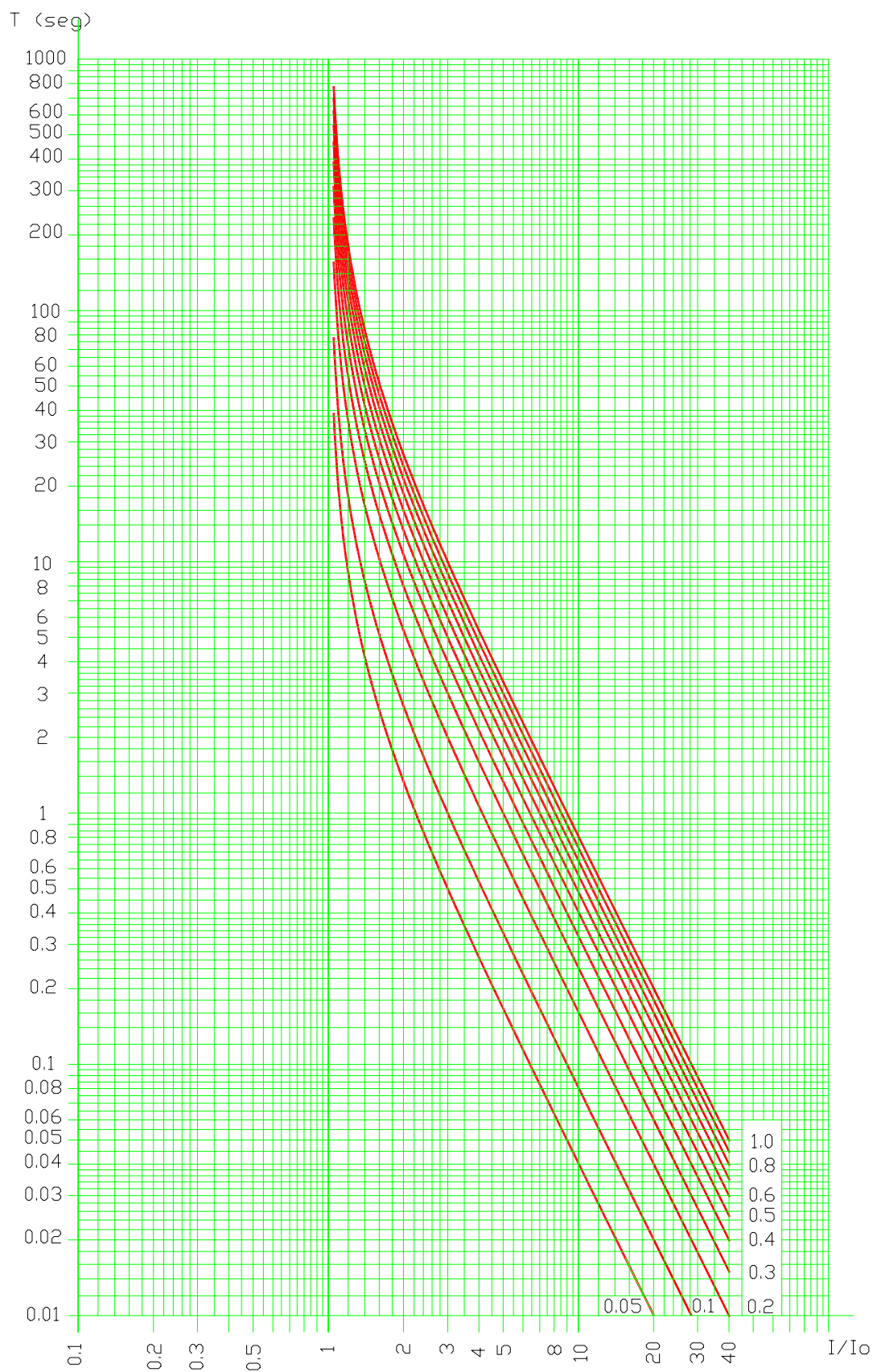
Curva extremadamente inversa

$$T = M * \frac{K}{(I/I_0)^{\alpha} - 1}$$

$$K = 80 \quad \alpha = 2$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I ₀	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.05	39.024	19.048	9.091	5.797	4.167	3.200	1.333	0.762	0.500	0.267	0.167	0.083	0.040	0.028	0.018	0.010	0.004	0.003
0.06	46.829	22.857	10.909	6.957	5.000	3.840	1.600	0.914	0.600	0.320	0.200	0.100	0.048	0.034	0.021	0.012	0.005	0.003
0.07	54.634	26.667	12.727	8.116	5.833	4.480	1.867	1.067	0.700	0.373	0.233	0.117	0.057	0.039	0.025	0.014	0.006	0.004
0.08	62.439	30.476	14.545	9.275	6.667	5.120	2.133	1.219	0.800	0.427	0.267	0.133	0.065	0.045	0.029	0.016	0.007	0.004
0.09	70.244	34.286	16.364	10.435	7.500	5.760	2.400	1.371	0.900	0.480	0.300	0.150	0.073	0.050	0.032	0.018	0.008	0.005
0.10	78.049	38.095	18.182	11.594	8.333	6.400	2.667	1.524	1.000	0.533	0.333	0.167	0.081	0.056	0.036	0.020	0.009	0.005
0.11	85.854	41.905	20.000	12.754	9.167	7.040	2.933	1.676	1.100	0.587	0.367	0.183	0.089	0.062	0.039	0.022	0.010	0.006
0.12	93.659	45.714	21.818	13.913	10.000	7.680	3.200	1.829	1.200	0.640	0.400	0.200	0.097	0.067	0.043	0.024	0.011	0.006
0.13	101.464	49.524	23.636	15.072	10.833	8.320	3.467	1.981	1.300	0.693	0.433	0.217	0.105	0.073	0.046	0.026	0.012	0.007
0.14	109.268	53.333	25.455	16.232	11.667	8.960	3.733	2.133	1.400	0.747	0.467	0.233	0.113	0.078	0.050	0.028	0.012	0.007
0.15	117.073	57.143	27.273	17.391	12.500	9.600	4.000	2.286	1.500	0.800	0.500	0.250	0.121	0.084	0.054	0.030	0.013	0.008
0.16	124.878	60.952	29.091	18.551	13.333	10.240	4.267	2.438	1.600	0.853	0.533	0.267	0.129	0.090	0.057	0.032	0.014	0.008
0.17	132.683	64.762	30.909	19.710	14.167	10.880	4.533	2.590	1.700	0.907	0.567	0.283	0.137	0.095	0.061	0.034	0.015	0.009
0.18	140.488	68.571	32.727	20.870	15.000	11.520	4.800	2.743	1.800	0.960	0.600	0.300	0.145	0.101	0.064	0.036	0.016	0.009
0.19	148.293	72.381	34.545	22.029	15.833	12.160	5.067	2.895	1.900	1.013	0.633	0.317	0.154	0.106	0.068	0.038	0.017	0.010
0.20	156.098	76.190	36.364	23.188	16.667	12.800	5.333	3.048	2.000	1.067	0.667	0.333	0.162	0.112	0.071	0.040	0.018	0.010
0.25	195.122	95.238	45.455	28.986	20.833	16.000	6.667	3.810	2.500	1.333	0.833	0.417	0.202	0.140	0.089	0.050	0.022	0.013
0.30	234.147	114.286	54.545	34.783	25.000	19.200	8.000	4.571	3.000	1.600	1.000	0.500	0.242	0.168	0.107	0.060	0.027	0.015
0.35	273.171	133.333	63.636	40.580	29.167	22.400	9.333	5.333	3.500	1.867	1.167	0.583	0.283	0.196	0.125	0.070	0.031	0.018
0.40	312.195	152.381	72.727	46.377	33.333	25.600	10.667	6.095	4.000	2.133	1.333	0.667	0.323	0.224	0.143	0.080	0.036	0.020
0.45	351.220	171.429	81.818	52.174	37.500	28.800	12.000	6.857	4.500	2.400	1.500	0.750	0.364	0.252	0.161	0.090	0.040	0.023
0.50	390.244	190.476	90.909	57.971	41.667	32.000	13.333	7.619	5.000	2.667	1.667	0.833	0.404	0.280	0.179	0.100	0.044	0.025
0.55	429.269	209.524	100.000	63.768	45.833	35.200	14.667	8.381	5.500	2.933	1.833	0.917	0.444	0.308	0.196	0.110	0.049	0.028
0.60	468.293	228.571	109.091	69.565	50.000	38.400	16.000	9.143	6.000	3.200	2.000	1.000	0.485	0.336	0.214	0.120	0.053	0.030
0.65	507.318	247.619	118.182	75.362	54.167	41.600	17.333	9.905	6.500	3.467	2.167	1.083	0.525	0.364	0.232	0.130	0.058	0.033
0.70	546.342	266.667	127.273	81.159	58.333	44.800	18.667	10.667	7.000	3.733	2.333	1.167	0.566	0.392	0.250	0.140	0.062	0.035
0.75	585.367	285.714	136.364	86.957	62.500	48.000	20.000	11.429	7.500	4.000	2.500	1.250	0.606	0.420	0.268	0.150	0.067	0.038
0.80	624.391	304.762	145.455	92.754	66.667	51.200	21.333	12.190	8.000	4.267	2.667	1.333	0.646	0.448	0.286	0.160	0.071	0.040
0.85	663.415	323.810	154.545	98.551	70.833	54.400	22.667	12.952	8.500	4.533	2.833	1.417	0.687	0.476	0.304	0.170	0.076	0.043
0.90	702.440	342.857	163.636	104.348	75.000	57.600	24.000	13.714	9.000	4.800	3.000	1.500	0.727	0.503	0.321	0.180	0.080	0.045
0.95	741.464	361.905	172.727	110.145	79.167	60.800	25.333	14.476	9.500	5.067	3.167	1.583	0.768	0.531	0.339	0.190	0.085	0.048
1.00	780.489	380.952	181.818	115.942	83.333	64.000	26.667	15.238	10.000	5.333	3.333	1.667	0.808	0.559	0.357	0.201	0.089	0.050
1.05	819.513	400.000	190.909	121.739	87.500	67.200	28.000	16.000	10.500	5.600	3.500	1.750	0.848	0.587	0.375	0.211	0.093	0.053



CARACT. EXTREMADAMENTE INVERSA



Curva de usuario

$$T = M * \frac{K}{(I/I_0)^{\alpha} - 1}$$

$$K = 2,6 \quad \alpha = 1$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I ₀	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.05	2.600	1.300	0.650	0.433	0.325	0.260	0.130	0.087	0.065	0.043	0.032	0.022	0.014	0.012	0.009	0.007	0.004	0.003
0.06	3.120	1.560	0.780	0.520	0.390	0.312	0.156	0.104	0.078	0.052	0.039	0.026	0.017	0.014	0.011	0.008	0.005	0.004
0.07	3.640	1.820	0.910	0.607	0.455	0.364	0.182	0.121	0.091	0.061	0.045	0.030	0.020	0.017	0.013	0.010	0.006	0.005
0.08	4.160	2.080	1.040	0.693	0.520	0.416	0.208	0.139	0.104	0.069	0.052	0.035	0.023	0.019	0.015	0.011	0.007	0.005
0.09	4.680	2.340	1.170	0.780	0.585	0.468	0.234	0.156	0.117	0.078	0.058	0.039	0.026	0.021	0.017	0.012	0.008	0.006
0.10	5.200	2.600	1.300	0.867	0.650	0.520	0.260	0.173	0.130	0.087	0.065	0.043	0.029	0.024	0.019	0.014	0.009	0.007
0.11	5.720	2.860	1.430	0.953	0.715	0.572	0.286	0.191	0.143	0.095	0.071	0.048	0.032	0.026	0.020	0.015	0.010	0.007
0.12	6.240	3.120	1.560	1.040	0.780	0.624	0.312	0.208	0.156	0.104	0.078	0.052	0.035	0.028	0.022	0.016	0.011	0.008
0.13	6.760	3.380	1.690	1.127	0.845	0.676	0.338	0.225	0.169	0.113	0.084	0.056	0.038	0.031	0.024	0.018	0.012	0.009
0.14	7.280	3.640	1.820	1.213	0.910	0.728	0.364	0.243	0.182	0.121	0.091	0.061	0.040	0.033	0.026	0.019	0.013	0.009
0.15	7.800	3.900	1.950	1.300	0.975	0.780	0.390	0.260	0.195	0.130	0.098	0.065	0.043	0.035	0.028	0.021	0.013	0.010
0.16	8.320	4.160	2.080	1.387	1.040	0.832	0.416	0.277	0.208	0.139	0.104	0.069	0.046	0.038	0.030	0.022	0.014	0.011
0.17	8.840	4.420	2.210	1.473	1.105	0.884	0.442	0.295	0.221	0.147	0.111	0.074	0.049	0.040	0.032	0.023	0.015	0.011
0.18	9.360	4.680	2.340	1.560	1.170	0.936	0.468	0.312	0.234	0.156	0.117	0.078	0.052	0.043	0.033	0.025	0.016	0.012
0.19	9.880	4.940	2.470	1.647	1.235	0.988	0.494	0.329	0.247	0.165	0.124	0.082	0.055	0.045	0.035	0.026	0.017	0.013
0.20	10.400	5.200	2.600	1.733	1.300	1.040	0.520	0.347	0.260	0.173	0.130	0.087	0.058	0.047	0.037	0.027	0.018	0.013
0.25	13.000	6.500	3.250	2.167	1.625	1.300	0.650	0.433	0.325	0.217	0.163	0.108	0.072	0.059	0.046	0.034	0.022	0.017
0.30	15.600	7.800	3.900	2.600	1.950	1.560	0.780	0.520	0.390	0.260	0.195	0.130	0.087	0.071	0.056	0.041	0.027	0.020
0.35	18.200	9.100	4.550	3.033	2.275	1.820	0.910	0.607	0.455	0.303	0.228	0.152	0.101	0.083	0.065	0.048	0.031	0.023
0.40	20.800	10.400	5.200	3.467	2.600	2.080	1.040	0.693	0.520	0.347	0.260	0.173	0.116	0.095	0.074	0.055	0.036	0.027
0.45	23.400	11.700	5.850	3.900	2.925	2.340	1.170	0.780	0.585	0.390	0.293	0.195	0.130	0.106	0.084	0.062	0.040	0.030
0.50	26.000	13.000	6.500	4.333	3.250	2.600	1.300	0.867	0.650	0.433	0.325	0.217	0.144	0.118	0.093	0.068	0.045	0.033
0.55	28.600	14.300	7.150	4.767	3.575	2.860	1.430	0.953	0.715	0.477	0.358	0.238	0.159	0.130	0.102	0.075	0.049	0.037
0.60	31.200	15.600	7.800	5.200	3.900	3.120	1.560	1.040	0.780	0.520	0.390	0.260	0.173	0.142	0.111	0.082	0.054	0.040
0.65	33.800	16.900	8.450	5.633	4.225	3.380	1.690	1.127	0.845	0.563	0.423	0.282	0.188	0.154	0.121	0.089	0.058	0.043
0.70	36.400	18.200	9.100	6.067	4.550	3.640	1.820	1.213	0.910	0.607	0.455	0.303	0.202	0.165	0.130	0.096	0.063	0.047
0.75	39.000	19.500	9.750	6.500	4.875	3.900	1.950	1.300	0.975	0.650	0.488	0.325	0.217	0.177	0.139	0.103	0.067	0.050
0.80	41.600	20.800	10.400	6.933	5.200	4.160	2.080	1.387	1.040	0.693	0.520	0.347	0.231	0.189	0.149	0.109	0.072	0.053
0.85	44.200	22.100	11.050	7.367	5.525	4.420	2.210	1.473	1.105	0.737	0.553	0.368	0.246	0.201	0.158	0.116	0.076	0.057
0.90	46.800	23.400	11.700	7.800	5.850	4.680	2.340	1.560	1.170	0.780	0.585	0.390	0.260	0.213	0.167	0.123	0.081	0.060
0.95	49.400	24.700	12.350	8.233	6.175	4.940	2.470	1.647	1.235	0.823	0.618	0.412	0.274	0.225	0.176	0.130	0.085	0.063
1.00	52.000	26.000	13.000	8.667	6.500	5.200	2.600	1.733	1.300	0.867	0.650	0.433	0.289	0.236	0.186	0.137	0.090	0.067
1.05	54.600	27.300	13.650	9.100	6.825	5.460	2.730	1.820	1.365	0.910	0.683	0.455	0.303	0.248	0.195	0.144	0.094	0.070



CURVAS DE USUARIO



II.2 Curvas ANSI

Se adjuntan a continuación las familias de curvas, según ANSI, correspondientes a los tipos:

- Característica Normal Inversa.
- Característica Muy Inversa.
- Característica Extremadamente Inversa.
- Característica Moderadamente Inversa.

Estas curvas responden a la fórmula general

$$T = M * (A + B / (I / I_0 - C) + D / (I / I_0 - C)^2 + E / (I / I_0 - C)^3)$$

siendo:

T : tiempo de disparo (seg)

M : multiplicador ("índice de tiempos"). Rango válido 0.5 a 30.0 en escalones de 0.1

I: Intensidad medida

I₀: Ajuste de intensidad de arranque

A,B,C,D,E, constantes que dependen del tipo de curva:

Constantes	Caract. inversa	Muy inversa	Extremad. inversa	Moderad. inversa
A	0.0274	0.0615	0.0399	0.1735
B	2.2614	0.7989	0.2294	0.6791
C	0.3000	0.3400	0.5000	0.8000
D	-4.1899	-0.2840	3.0094	-0.0800
E	9.1272	4.0505	0.7222	0.1271

Seguidamente se representan, para cada tipo de característica, las curvas correspondientes a los índices 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 15.0, 20.0 y 30.0. Téngase en cuenta que entre cada dos curvas diferenciadas en 1.0 existen otras 9.



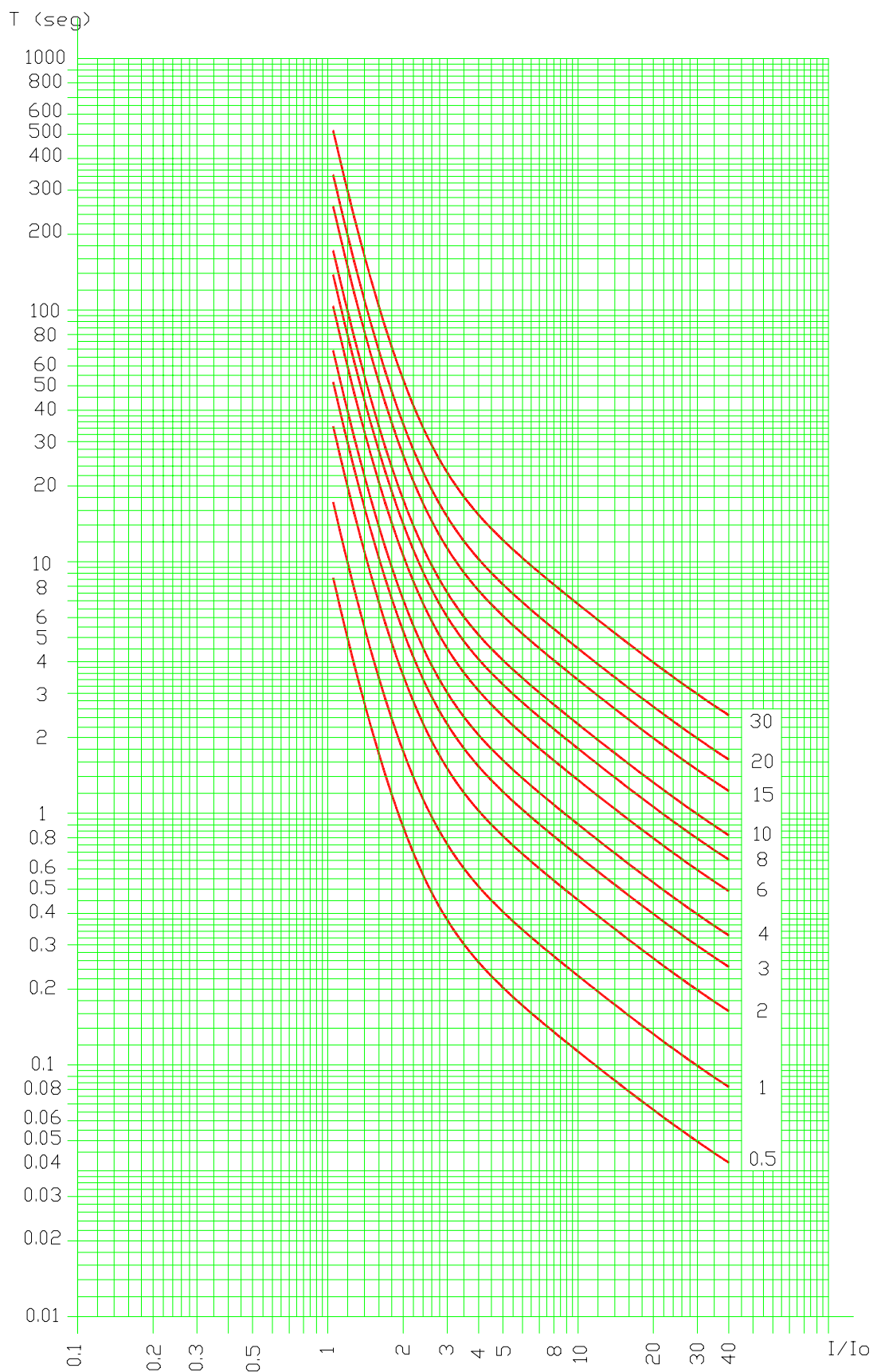
Curva normal inversa

$$T = M * (A + B / (I / I_o - C) + D / (I / I_o - C)^2 + E / (I / I_o - C)^3)$$

$$A = 0.0274 \quad B = 2.2614 \quad C = 0.3000 \quad D = -4.1899 \quad E = 9.1272$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I _o	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.5	8.614	7.067	4.944	3.613	2.739	2.142	0.883	0.523	0.377	0.256	0.203	0.151	0.113	0.098	0.082	0.066	0.050	0.041
1.0	17.229	14.134	9.888	7.226	5.478	4.284	1.766	1.047	0.754	0.513	0.407	0.302	0.226	0.196	0.165	0.133	0.099	0.082
2.0	34.457	28.268	19.775	14.452	10.956	8.568	3.531	2.094	1.508	1.025	0.814	0.604	0.452	0.392	0.329	0.265	0.198	0.164
3.0	51.686	42.402	29.663	21.678	16.434	12.853	5.297	3.140	2.262	1.538	1.220	0.906	0.678	0.587	0.494	0.398	0.297	0.246
4.0	68.915	56.536	39.550	28.904	21.912	17.137	7.062	4.187	3.016	2.051	1.627	1.208	0.904	0.783	0.659	0.530	0.397	0.327
5.0	86.144	70.670	49.438	36.131	27.389	21.421	8.828	5.234	3.770	2.564	2.034	1.510	1.130	0.979	0.824	0.663	0.496	0.409
6.0	103.372	84.804	59.325	43.357	32.867	25.705	10.594	6.281	4.524	3.076	2.441	1.812	1.356	1.175	0.988	0.796	0.595	0.491
7.0	120.601	98.938	69.213	50.583	38.345	29.989	12.359	7.328	5.277	3.589	2.848	2.114	1.582	1.370	1.153	0.928	0.694	0.573
8.0	137.830	113.072	79.100	57.809	43.823	34.274	14.125	8.374	6.031	4.102	3.254	2.415	1.808	1.566	1.318	1.061	0.793	0.655
9.0	155.059	127.206	88.988	65.035	49.301	38.558	15.890	9.421	6.785	4.615	3.661	2.717	2.034	1.762	1.482	1.193	0.892	0.737
10.0	172.287	141.340	98.875	72.261	54.779	42.842	17.656	10.468	7.539	5.127	4.068	3.019	2.260	1.958	1.647	1.326	0.991	0.818
11.0	189.516	155.474	108.763	79.487	60.257	47.126	19.422	11.515	8.293	5.640	4.475	3.321	2.486	2.154	1.812	1.458	1.091	0.900
12.0	206.745	169.608	118.650	86.713	65.735	51.410	21.187	12.562	9.047	6.153	4.881	3.623	2.712	2.349	1.977	1.591	1.190	0.982
13.0	223.974	183.742	128.538	93.939	71.213	55.694	22.953	13.608	9.801	6.665	5.288	3.925	2.938	2.545	2.141	1.724	1.289	1.064
14.0	241.202	197.876	138.425	101.165	76.690	59.979	24.719	14.655	10.555	7.178	5.695	4.227	3.164	2.741	2.306	1.856	1.388	1.146
15.0	258.431	212.010	148.313	108.392	82.168	64.263	26.484	15.702	11.309	7.691	6.102	4.529	3.390	2.937	2.471	1.989	1.487	1.228
16.0	275.660	226.144	158.200	115.618	87.646	68.547	28.250	16.749	12.063	8.204	6.509	4.831	3.616	3.132	2.636	2.121	1.586	1.310
17.0	292.889	240.278	168.088	122.844	93.124	72.831	30.015	17.796	12.817	8.716	6.915	5.133	3.842	3.328	2.800	2.254	1.685	1.391
18.0	310.117	254.412	177.975	130.070	98.602	77.115	31.781	18.842	13.571	9.229	7.322	5.435	4.068	3.524	2.965	2.387	1.785	1.473
19.0	327.346	268.546	187.863	137.296	104.080	81.400	33.547	19.889	14.324	9.742	7.729	5.737	4.294	3.720	3.130	2.519	1.884	1.555
20.0	344.575	282.680	197.750	144.522	109.558	85.684	35.312	20.936	15.078	10.254	8.136	6.039	4.520	3.915	3.294	2.652	1.983	1.637
21.0	361.803	296.814	207.638	151.748	115.036	89.968	37.078	21.983	15.832	10.767	8.543	6.341	4.746	4.111	3.459	2.784	2.082	1.719
22.0	379.032	310.948	217.525	158.974	120.514	94.252	38.843	23.030	16.586	11.280	8.949	6.643	4.972	4.307	3.624	2.917	2.181	1.801
23.0	396.261	325.082	227.413	166.200	125.992	98.536	40.609	24.076	17.340	11.793	9.356	6.944	5.198	4.503	3.789	3.050	2.280	1.883
24.0	413.490	339.216	237.300	173.426	131.469	102.821	42.375	25.123	18.094	12.305	9.763	7.246	5.424	4.699	3.953	3.182	2.379	1.964
25.0	430.718	353.350	247.188	180.653	136.947	107.105	44.140	26.170	18.848	12.818	10.170	7.548	5.650	4.894	4.118	3.315	2.478	2.046
26.0	447.947	367.484	257.075	187.879	142.425	111.389	45.906	27.217	19.602	13.331	10.576	7.850	5.876	5.090	4.283	3.447	2.578	2.128
27.0	465.176	381.618	266.963	195.105	147.903	115.673	47.671	28.264	20.356	13.844	10.983	8.152	6.102	5.286	4.447	3.580	2.677	2.210
28.0	482.405	395.752	276.850	202.331	153.381	119.957	49.437	29.310	21.110	14.356	11.390	8.454	6.328	5.482	4.612	3.713	2.776	2.292
29.0	499.633	409.886	286.738	209.557	158.859	124.242	51.203	30.357	21.864	14.869	11.797	8.756	6.554	5.677	4.777	3.845	2.875	2.374
30.0	516.862	424.020	296.625	216.783	164.337	128.526	52.968	31.404	22.618	15.382	12.204	9.058	6.780	5.873	4.942	3.978	2.974	2.455



CARACTERISTICA INVERSA



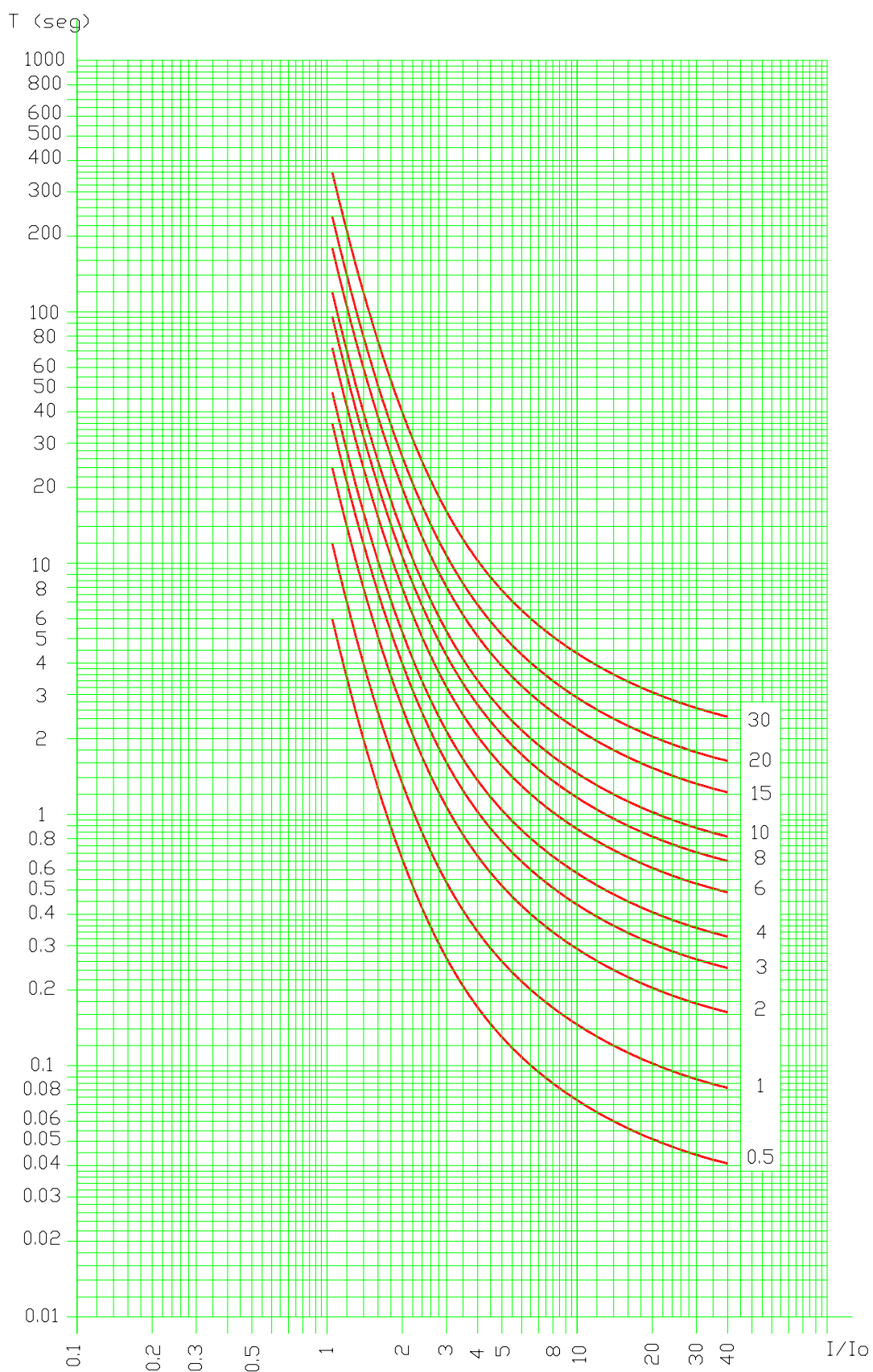
Curva muy inversa

$$T = M * (A + B / (I / I_o - C) + D / (I / I_o - C)^2 + E / (I / I_o - C)^3)$$

$$A = 0.0615 \quad B = 0.7989 \quad C = 0.3400 \quad D = -0.2840 \quad E = 4.0505$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I _o	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.5	5.970	4.924	3.487	2.582	1.982	1.567	0.663	0.386	0.268	0.171	0.130	0.094	0.073	0.065	0.058	0.051	0.044	0.041
1.0	11.940	9.848	6.975	5.164	3.963	3.134	1.325	0.772	0.537	0.341	0.260	0.189	0.146	0.130	0.116	0.102	0.088	0.082
2.0	23.881	19.696	13.949	10.327	7.927	6.268	2.650	1.545	1.074	0.682	0.520	0.378	0.291	0.261	0.232	0.204	0.177	0.163
3.0	35.821	29.544	20.924	15.491	11.890	9.402	3.976	2.317	1.611	1.024	0.780	0.566	0.437	0.391	0.348	0.306	0.265	0.245
4.0	47.762	39.393	27.898	20.655	15.853	12.537	5.301	3.090	2.148	1.365	1.040	0.755	0.583	0.522	0.464	0.408	0.353	0.326
5.0	59.702	49.241	34.873	25.819	19.816	15.671	6.626	3.862	2.685	1.706	1.299	0.944	0.728	0.652	0.580	0.510	0.441	0.408
6.0	71.642	59.089	41.848	30.982	23.780	18.805	7.951	4.635	3.221	2.047	1.559	1.133	0.874	0.783	0.696	0.612	0.530	0.489
7.0	83.583	68.937	48.822	36.146	27.743	21.939	9.276	5.407	3.758	2.388	1.819	1.321	1.020	0.913	0.812	0.714	0.618	0.571
8.0	95.523	78.785	55.797	41.310	31.706	25.073	10.602	6.179	4.295	2.730	2.079	1.510	1.165	1.044	0.928	0.815	0.706	0.652
9.0	107.464	88.633	62.771	46.474	35.670	28.207	11.927	6.952	4.832	3.071	2.339	1.699	1.311	1.174	1.044	0.917	0.794	0.734
10.0	119.404	98.481	69.746	51.637	39.633	31.341	13.252	7.724	5.369	3.412	2.599	1.888	1.457	1.305	1.160	1.019	0.883	0.815
11.0	131.344	108.330	76.721	56.801	43.596	34.475	14.577	8.497	5.906	3.753	2.859	2.076	1.602	1.435	1.276	1.121	0.971	0.897
12.0	143.285	118.178	83.695	61.965	47.560	37.610	15.902	9.269	6.443	4.094	3.119	2.265	1.748	1.566	1.392	1.223	1.059	0.978
13.0	155.225	128.026	90.670	67.128	51.523	40.744	17.228	10.041	6.980	4.436	3.379	2.454	1.893	1.696	1.507	1.325	1.147	1.060
14.0	167.165	137.874	97.645	72.292	55.486	43.878	18.553	10.814	7.517	4.777	3.638	2.643	2.039	1.827	1.623	1.427	1.236	1.141
15.0	179.106	147.722	104.619	77.456	59.449	47.012	19.878	11.586	8.054	5.118	3.898	2.831	2.185	1.957	1.739	1.529	1.324	1.223
16.0	191.046	157.570	111.594	82.620	63.413	50.146	21.203	12.359	8.591	5.459	4.158	3.020	2.330	2.088	1.855	1.631	1.412	1.304
17.0	202.987	167.419	118.568	87.783	67.376	53.280	22.528	13.131	9.127	5.800	4.418	3.209	2.476	2.218	1.971	1.733	1.501	1.386
18.0	214.927	177.267	125.543	92.947	71.339	56.414	23.853	13.904	9.664	6.141	4.678	3.398	2.622	2.349	2.087	1.835	1.589	1.468
19.0	226.867	187.115	132.518	98.111	75.303	59.549	25.179	14.676	10.201	6.483	4.938	3.587	2.767	2.479	2.203	1.937	1.677	1.549
20.0	238.808	196.963	139.492	103.275	79.266	62.683	26.504	15.448	10.738	6.824	5.198	3.775	2.913	2.610	2.319	2.039	1.765	1.631
21.0	250.748	206.811	146.467	108.438	83.229	65.817	27.829	16.221	11.275	7.165	5.458	3.964	3.059	2.740	2.435	2.141	1.854	1.712
22.0	262.689	216.659	153.441	113.602	87.193	68.951	29.154	16.993	11.812	7.506	5.718	4.153	3.204	2.871	2.551	2.243	1.942	1.794
23.0	274.629	226.507	160.416	118.766	91.156	72.085	30.479	17.766	12.349	7.847	5.977	4.342	3.350	3.001	2.667	2.344	2.030	1.875
24.0	286.569	236.356	167.391	123.930	95.119	75.219	31.805	18.538	12.886	8.189	6.237	4.530	3.496	3.132	2.783	2.446	2.118	1.957
25.0	298.510	246.204	174.365	129.093	99.082	78.353	33.130	19.310	13.423	8.530	6.497	4.719	3.641	3.262	2.899	2.548	2.207	2.038
26.0	310.450	256.052	181.340	134.257	103.046	81.487	34.455	20.083	13.960	8.871	6.757	4.908	3.787	3.393	3.015	2.650	2.295	2.120
27.0	322.391	265.900	188.314	139.421	107.009	84.622	35.780	20.855	14.497	9.212	7.017	5.097	3.933	3.523	3.131	2.752	2.383	2.201
28.0	334.331	275.748	195.289	144.584	110.972	87.756	37.105	21.628	15.034	9.553	7.277	5.285	4.078	3.654	3.247	2.854	2.471	2.283
29.0	346.271	285.596	202.264	149.748	114.936	90.890	38.431	22.400	15.570	9.895	7.537	5.474	4.224	3.784	3.363	2.956	2.560	2.364
30.0	358.212	295.444	209.238	154.912	118.899	94.024	39.756	23.173	16.107	10.236	7.797	5.663	4.370	3.914	3.479	3.058	2.648	2.446



CARACTERISTICA MUY INVERSA



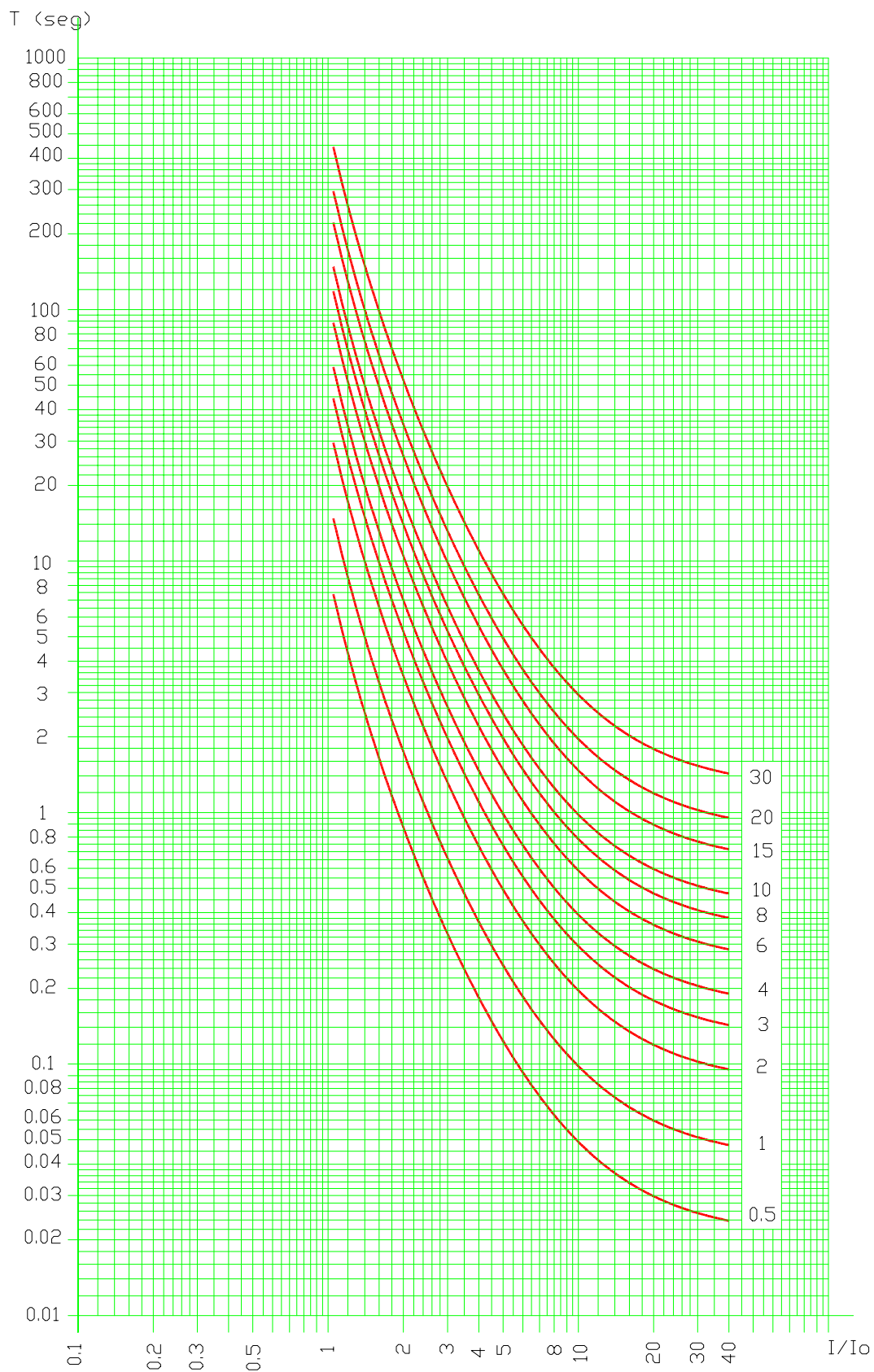
Curva extremadamente inversa

$$T = M * (A + B / (I / I_o - C) + D / (I / I_o - C)^2 + E / (I / I_o - C)^3)$$

$$A = 0.0399 \quad B = 2.2294 \quad C = 0.5000 \quad D = 3.0094 \quad E = 0.7222$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I _o	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.5	7.373	6.063	4.307	3.220	2.500	2.000	0.872	0.499	0.330	0.184	0.124	0.075	0.049	0.042	0.035	0.030	0.026	0.024
1.0	14.746	12.125	8.615	6.439	5.001	4.001	1.744	0.997	0.659	0.368	0.247	0.149	0.098	0.083	0.070	0.060	0.051	0.048
2.0	29.492	24.250	17.230	12.879	10.002	8.002	3.489	1.994	1.319	0.736	0.495	0.298	0.196	0.166	0.141	0.119	0.102	0.095
3.0	44.239	36.376	25.844	19.318	15.002	12.003	5.233	2.992	1.978	1.104	0.742	0.447	0.295	0.249	0.211	0.179	0.153	0.143
4.0	58.985	48.501	34.459	25.758	20.003	16.004	6.977	3.989	2.638	1.472	0.990	0.596	0.393	0.332	0.281	0.239	0.205	0.191
5.0	73.731	60.626	43.074	32.197	25.004	20.004	8.722	4.986	3.297	1.840	1.237	0.745	0.491	0.415	0.351	0.298	0.256	0.238
6.0	88.477	72.751	51.689	38.636	30.005	24.005	10.466	5.983	3.956	2.208	1.484	0.894	0.589	0.498	0.422	0.358	0.307	0.286
7.0	103.224	84.876	60.303	45.076	35.005	28.006	12.210	6.981	4.616	2.576	1.732	1.043	0.688	0.582	0.492	0.418	0.358	0.334
8.0	117.970	97.002	68.918	51.515	40.006	32.007	13.955	7.978	5.275	2.944	1.979	1.192	0.786	0.665	0.562	0.477	0.409	0.381
9.0	132.716	109.127	77.533	57.954	45.007	36.008	15.699	8.975	5.934	3.312	2.227	1.341	0.884	0.748	0.632	0.537	0.460	0.429
10.0	147.462	121.252	86.148	64.394	50.008	40.009	17.443	9.972	6.594	3.680	2.474	1.491	0.982	0.831	0.703	0.597	0.512	0.476
11.0	162.208	133.377	94.763	70.833	55.008	44.010	19.188	10.969	7.253	4.047	2.722	1.640	1.081	0.914	0.773	0.656	0.563	0.524
12.0	176.955	145.502	103.377	77.273	60.009	48.011	20.932	11.967	7.913	4.415	2.969	1.789	1.179	0.997	0.843	0.716	0.614	0.572
13.0	191.701	157.628	111.992	83.712	65.010	52.012	22.676	12.964	8.572	4.783	3.216	1.938	1.277	1.080	0.914	0.776	0.665	0.619
14.0	206.447	169.753	120.607	90.151	70.011	56.013	24.421	13.961	9.231	5.151	3.464	2.087	1.375	1.163	0.984	0.835	0.716	0.667
15.0	221.193	181.878	129.222	96.591	75.012	60.013	26.165	14.958	9.891	5.519	3.711	2.236	1.474	1.246	1.054	0.895	0.767	0.715
16.0	235.940	194.003	137.837	103.030	80.012	64.014	27.909	15.956	10.550	5.887	3.959	2.385	1.572	1.329	1.124	0.955	0.819	0.762
17.0	250.686	206.128	146.451	109.470	85.013	68.015	29.654	16.953	11.210	6.255	4.206	2.534	1.670	1.412	1.195	1.014	0.870	0.810
18.0	265.432	218.254	155.066	115.909	90.014	72.016	31.398	17.950	11.869	6.623	4.453	2.683	1.768	1.495	1.265	1.074	0.921	0.858
19.0	280.178	230.379	163.681	122.348	95.015	76.017	33.142	18.947	12.528	6.991	4.701	2.832	1.866	1.578	1.335	1.134	0.972	0.905
20.0	294.924	242.504	172.296	128.788	100.015	80.018	34.887	19.944	13.188	7.359	4.948	2.981	1.965	1.662	1.405	1.194	1.023	0.953
21.0	309.671	254.629	180.910	135.227	105.016	84.019	36.631	20.942	13.847	7.727	5.196	3.130	2.063	1.745	1.476	1.253	1.074	1.001
22.0	324.417	266.754	189.525	141.666	110.017	88.020	38.375	21.939	14.506	8.095	5.443	3.279	2.161	1.828	1.546	1.313	1.126	1.048
23.0	339.163	278.879	198.140	148.106	115.018	92.021	40.120	22.936	15.166	8.463	5.691	3.428	2.259	1.911	1.616	1.373	1.177	1.096
24.0	353.909	291.005	206.755	154.545	120.018	96.022	41.864	23.933	15.825	8.831	5.938	3.577	2.358	1.994	1.687	1.432	1.228	1.144
25.0	368.655	303.130	215.370	160.985	125.019	100.022	43.608	24.931	16.485	9.199	6.185	3.726	2.456	2.077	1.757	1.492	1.279	1.191
26.0	383.402	315.255	223.984	167.424	130.020	104.023	45.353	25.928	17.144	9.567	6.433	3.875	2.554	2.160	1.827	1.552	1.330	1.239
27.0	398.148	327.380	232.599	173.863	135.021	108.024	47.097	26.925	17.803	9.935	6.680	4.024	2.652	2.243	1.897	1.611	1.381	1.286
28.0	412.894	339.505	241.214	180.303	140.022	112.025	48.841	27.922	18.463	10.303	6.928	4.173	2.751	2.326	1.968	1.671	1.433	1.334
29.0	427.640	351.631	249.829	186.742	145.022	116.026	50.586	28.920	19.122	10.671	7.175	4.322	2.849	2.409	2.038	1.731	1.484	1.382
30.0	442.387	363.756	258.444	193.182	150.023	120.027	52.330	29.917	19.782	11.039	7.422	4.472	2.947	2.492	2.108	1.790	1.535	1.429



CARACT. EXTREMADAMENTE INVERSA



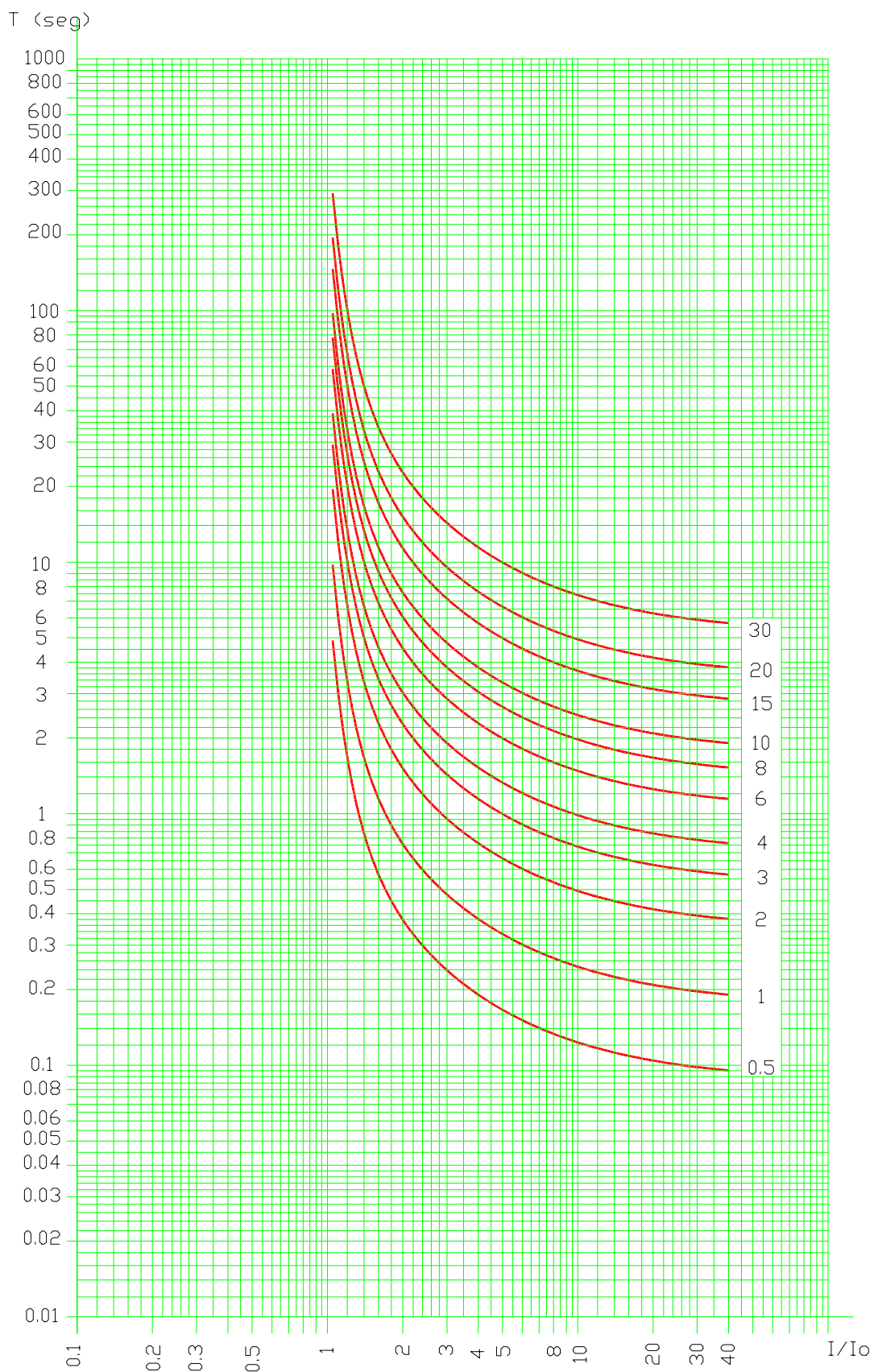
Curva de usuario (moderadamente inversa)

$$T = M * (A + B / (I / I_o - C) + D / (I / I_o - C)^2 + E / (I / I_o - C)^3)$$

$$A = 0.1735 \quad B = 0.6791 \quad C = 0.8000 \quad D = -0.0800 \quad E = 0.1271$$

Valores teóricos dados por la fórmula:

M \ I/I _o	1.05	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	7.00	10.00	12.00	15.00	20.00	30.00	40.00
0.5	4.872	3.128	1.679	1.114	0.836	0.675	0.379	0.286	0.239	0.191	0.166	0.141	0.123	0.117	0.110	0.104	0.098	0.095
1.0	9.744	6.256	3.357	2.229	1.672	1.351	0.757	0.571	0.478	0.382	0.332	0.281	0.247	0.234	0.221	0.209	0.197	0.191
2.0	19.489	12.511	6.714	4.457	3.343	2.702	1.515	1.142	0.955	0.764	0.665	0.563	0.493	0.467	0.442	0.417	0.393	0.382
3.0	29.233	18.767	10.072	6.686	5.015	4.053	2.272	1.713	1.433	1.145	0.997	0.844	0.740	0.701	0.663	0.626	0.590	0.572
4.0	38.977	25.023	13.429	8.914	6.686	5.404	3.030	2.285	1.910	1.527	1.329	1.126	0.986	0.934	0.884	0.835	0.787	0.763
5.0	48.722	31.278	16.786	11.143	8.358	6.755	3.787	2.856	2.388	1.909	1.662	1.407	1.233	1.168	1.105	1.043	0.983	0.954
6.0	58.466	37.534	20.143	13.371	10.029	8.106	4.544	3.427	2.866	2.291	1.994	1.689	1.479	1.402	1.326	1.252	1.180	1.145
7.0	68.210	43.790	23.500	15.600	11.701	9.457	5.302	3.998	3.343	2.672	2.327	1.970	1.726	1.635	1.547	1.461	1.377	1.335
8.0	77.954	50.045	26.857	17.828	13.372	10.807	6.059	4.569	3.821	3.054	2.659	2.252	1.972	1.869	1.768	1.669	1.573	1.526
9.0	87.699	56.301	30.215	20.057	15.044	12.158	6.817	5.140	4.298	3.436	2.991	2.533	2.219	2.102	1.989	1.878	1.770	1.717
10.0	97.443	62.557	33.572	22.285	16.715	13.509	7.574	5.712	4.776	3.818	3.324	2.815	2.465	2.336	2.210	2.087	1.967	1.908
11.0	107.187	68.813	36.929	24.514	18.387	14.860	8.332	6.283	5.253	4.200	3.656	3.096	2.712	2.569	2.431	2.295	2.163	2.099
12.0	116.932	75.068	40.286	26.742	20.058	16.211	9.089	6.854	5.731	4.581	3.988	3.378	2.958	2.803	2.652	2.504	2.360	2.289
13.0	126.676	81.324	43.643	28.971	21.730	17.562	9.846	7.425	6.209	4.963	4.321	3.659	3.205	3.037	2.873	2.713	2.557	2.480
14.0	136.420	87.580	47.001	31.199	23.402	18.913	10.604	7.996	6.686	5.345	4.653	3.941	3.451	3.270	3.094	2.921	2.753	2.671
15.0	146.165	93.835	50.358	33.428	25.073	20.264	11.361	8.567	7.164	5.727	4.986	4.222	3.698	3.504	3.315	3.130	2.950	2.862
16.0	155.909	100.091	53.715	35.656	26.745	21.615	12.119	9.139	7.641	6.109	5.318	4.504	3.945	3.737	3.536	3.339	3.147	3.052
17.0	165.653	106.347	57.072	37.885	28.416	22.966	12.876	9.710	8.119	6.490	5.650	4.785	4.191	3.971	3.757	3.547	3.343	3.243
18.0	175.398	112.602	60.429	40.113	30.088	24.317	13.633	10.281	8.597	6.872	5.983	5.067	4.438	4.205	3.977	3.756	3.540	3.434
19.0	185.142	118.858	63.787	42.342	31.759	25.668	14.391	10.852	9.074	7.254	6.315	5.348	4.684	4.438	4.198	3.965	3.737	3.625
20.0	194.886	125.114	67.144	44.570	33.431	27.019	15.148	11.423	9.552	7.636	6.647	5.630	4.931	4.672	4.419	4.173	3.933	3.815
21.0	204.630	131.369	70.501	46.799	35.102	28.370	15.906	11.994	10.029	8.017	6.980	5.911	5.177	4.905	4.640	4.382	4.130	4.006
22.0	214.375	137.625	73.858	49.027	36.774	29.720	16.663	12.565	10.507	8.399	7.312	6.193	5.424	5.139	4.861	4.591	4.327	4.197
23.0	224.119	143.881	77.215	51.256	38.445	31.071	17.421	13.137	10.985	8.781	7.645	6.474	5.670	5.372	5.082	4.799	4.523	4.388
24.0	233.863	150.136	80.572	53.484	40.117	32.422	18.178	13.708	11.462	9.163	7.977	6.756	5.917	5.606	5.303	5.008	4.720	4.579
25.0	243.608	156.392	83.930	55.713	41.788	33.773	18.935	14.279	11.940	9.545	8.309	7.037	6.163	5.840	5.524	5.217	4.917	4.769
26.0	253.352	162.648	87.287	57.941	43.460	35.124	19.693	14.850	12.417	9.926	8.642	7.319	6.410	6.073	5.745	5.425	5.113	4.960
27.0	263.096	168.903	90.644	60.170	45.132	36.475	20.450	15.421	12.895	10.308	8.974	7.600	6.656	6.307	5.966	5.634	5.310	5.151
28.0	272.841	175.159	94.001	62.398	46.803	37.826	21.208	15.992	13.373	10.690	9.306	7.882	6.903	6.540	6.187	5.843	5.507	5.342
29.0	282.585	181.415	97.358	64.627	48.475	39.177	21.965	16.564	13.850	11.072	9.639	8.163	7.149	6.774	6.408	6.051	5.703	5.532
30.0	292.329	187.671	100.716	66.855	50.146	40.528	22.722	17.135	14.328	11.454	9.971	8.445	7.396	7.008	6.629	6.260	5.900	5.723



CARACT. MODERADAMENTE INVERSA



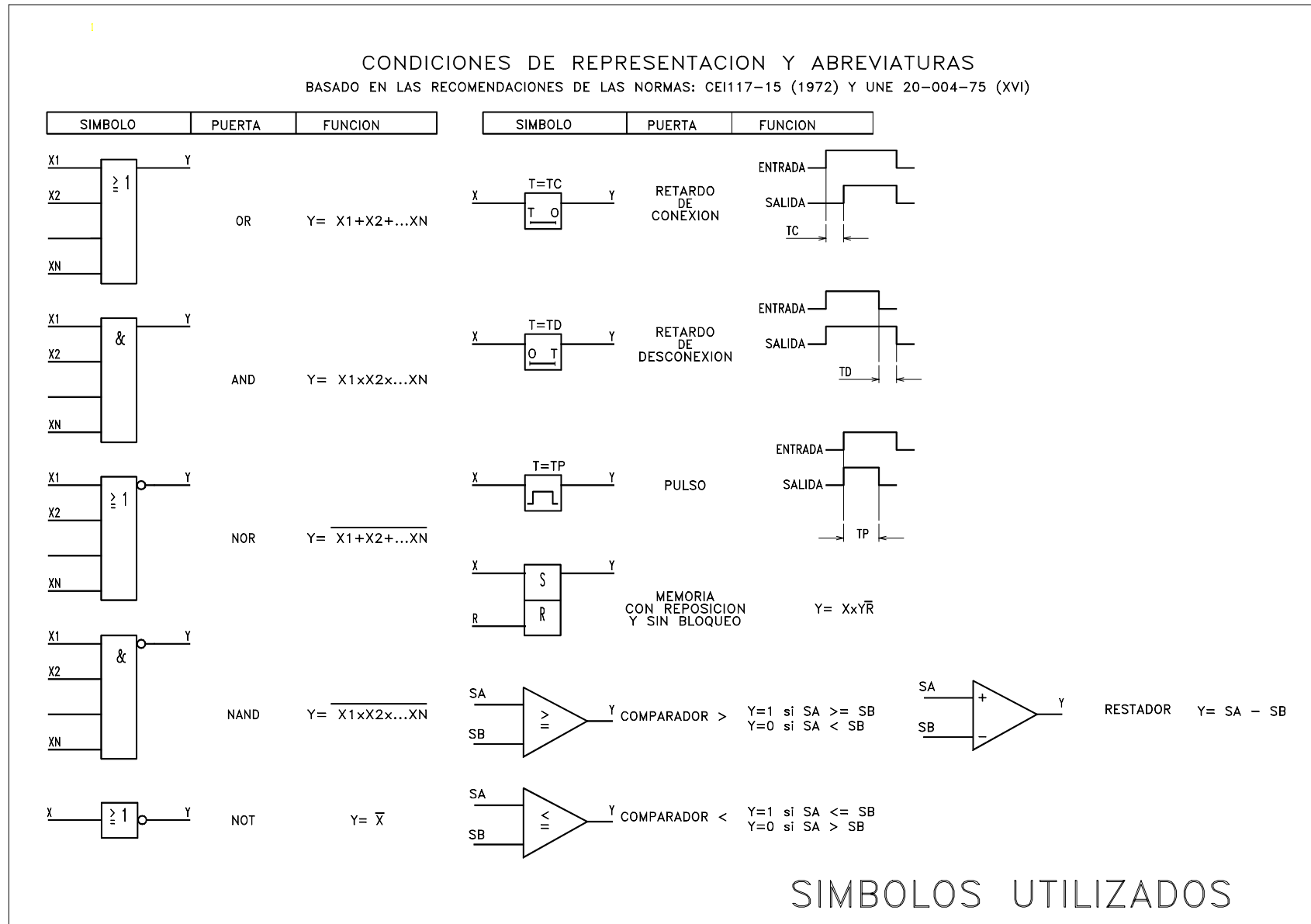
Apéndice III. Diagramas lógicos

Se representan a continuación los diagramas lógicos correspondientes a las funciones de protección y a las salidas digitales.

Las salidas digitales que son asignables a relés de salida se denominan con letras mayúsculas. Las que no lo son, y son sólo valores internos o señales de control, con minúsculas.

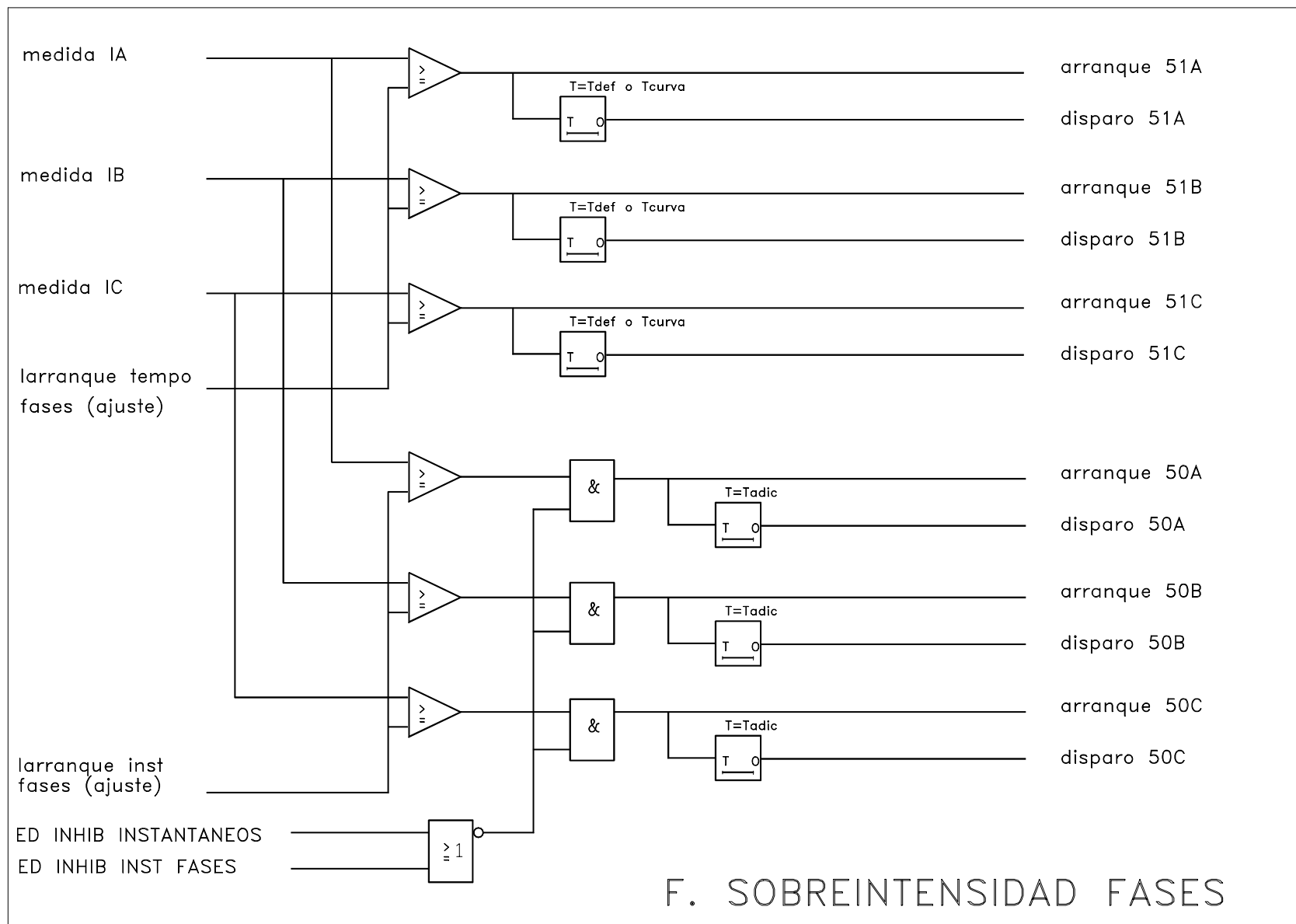
Las entradas digitales que son asignables a entradas físicas se denominan con mayúsculas, y están precedidas por ED (Entrada Digital). Las que son internas, producidas por las funciones de protección o automatismos se denominan con minúsculas.

Los diagramas correspondientes a las funciones sólo son aplicables si las funciones están habilitadas, pues en caso contrario no se ejecutan.



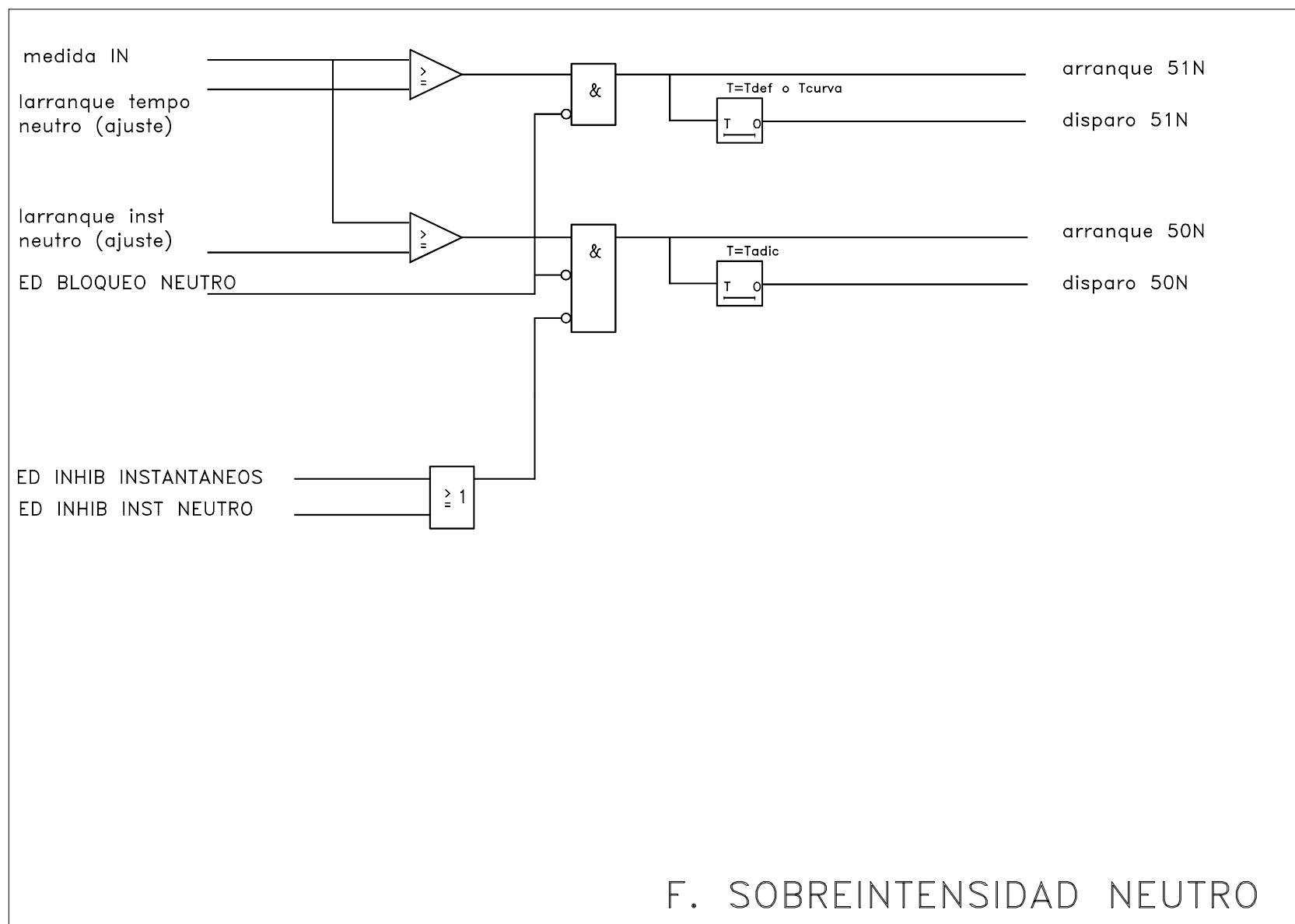


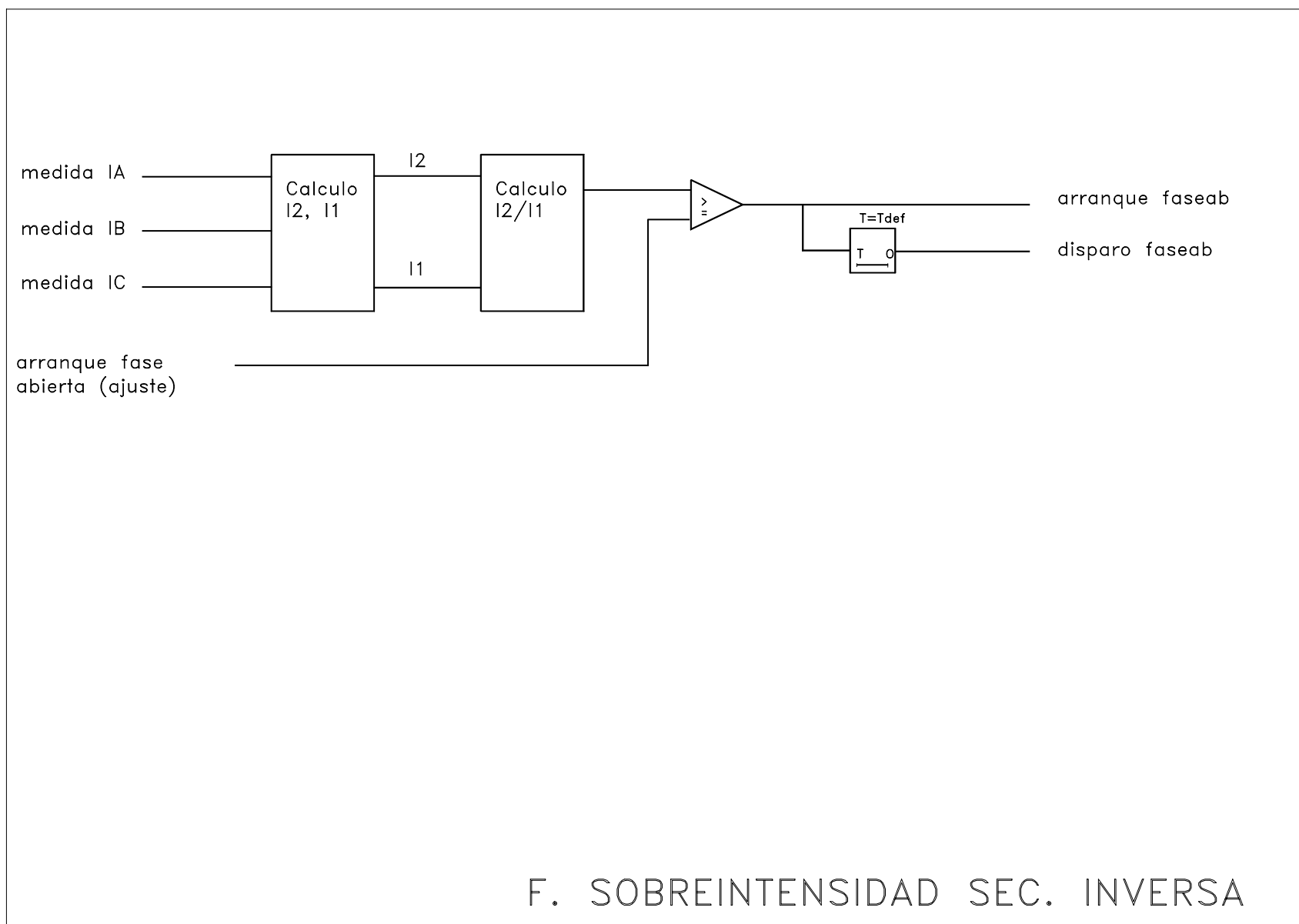
Diagramas lógicos

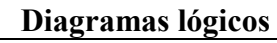




Diagramas lógicos

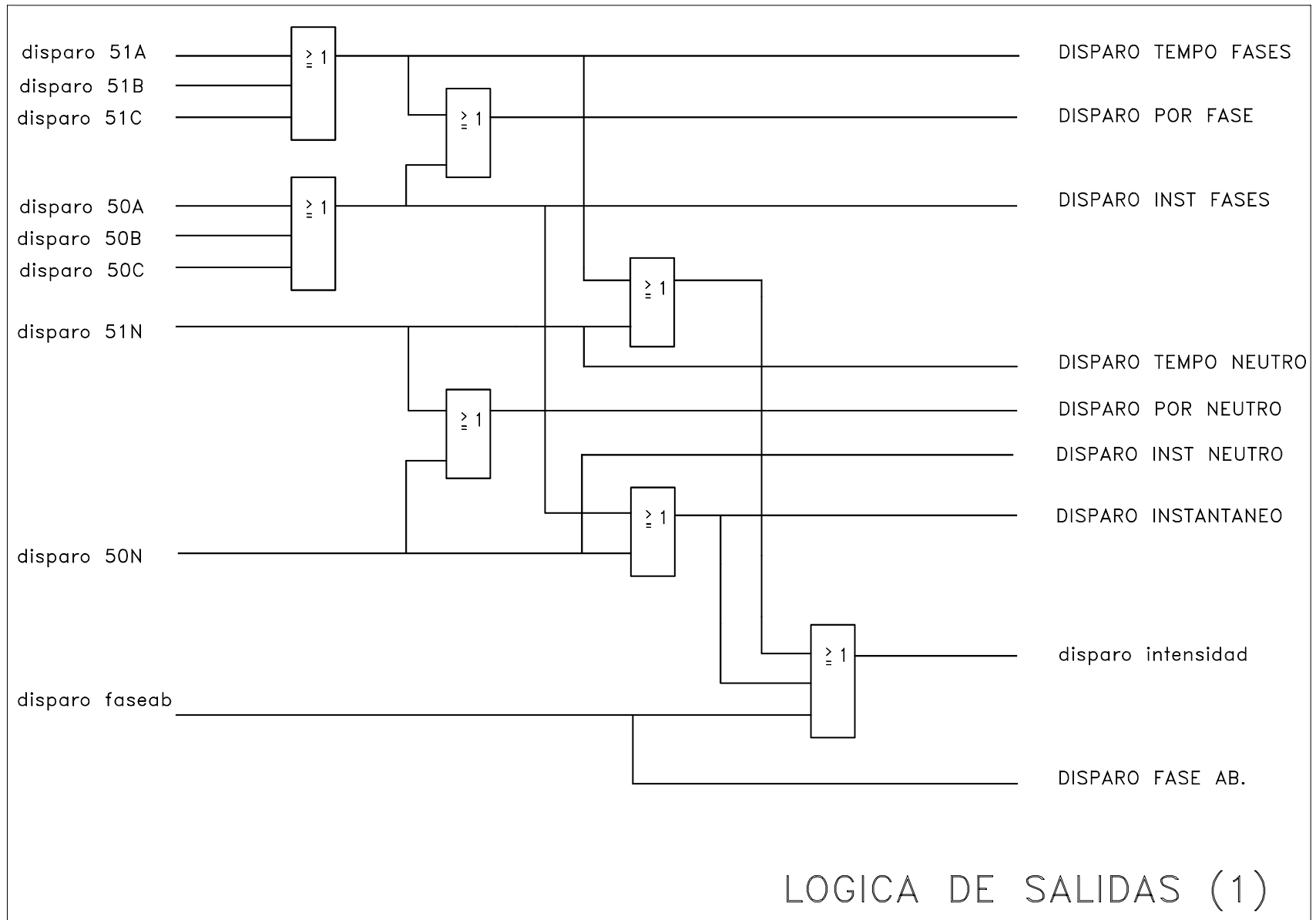






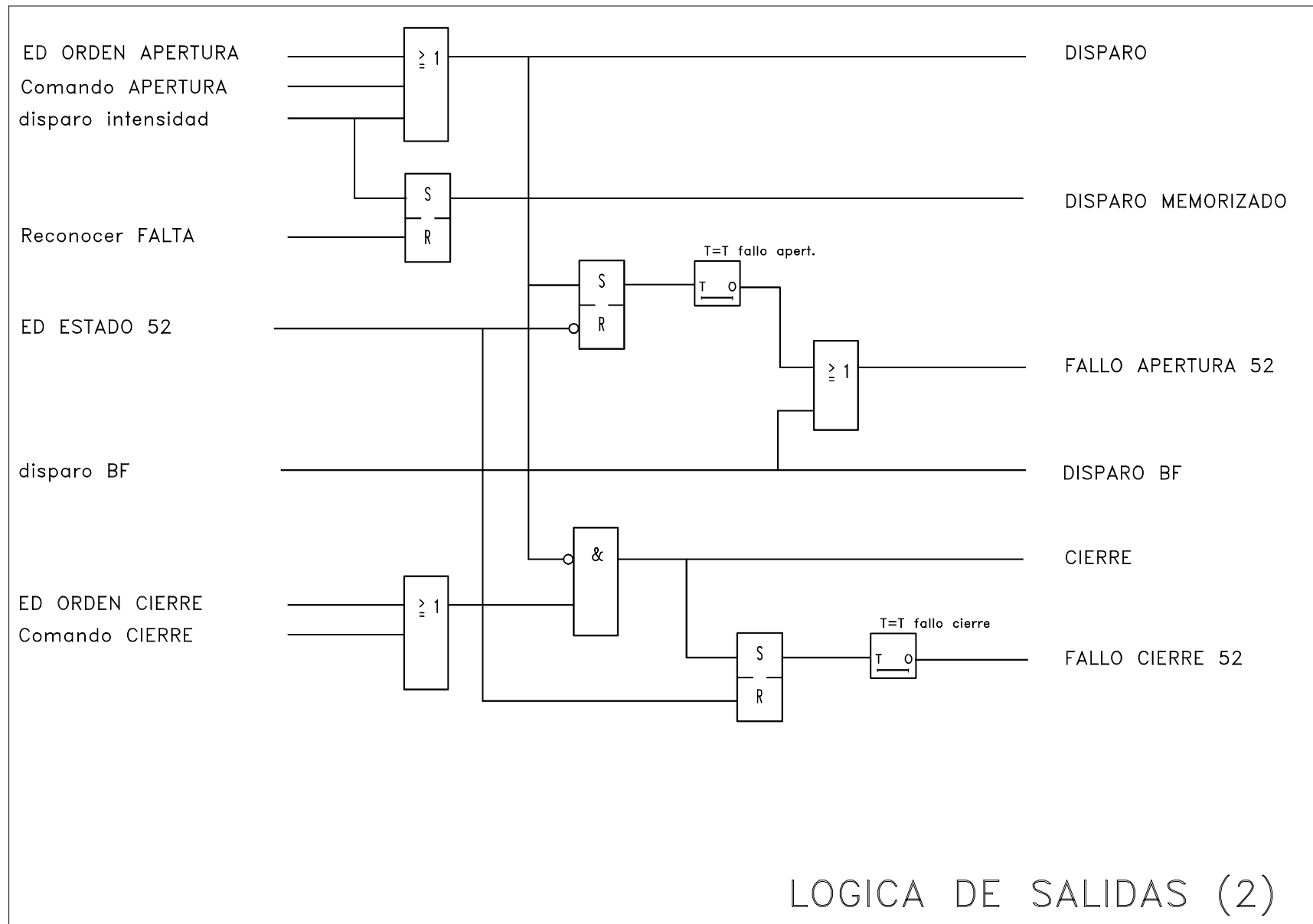


Diagramas lógicos





Diagramas lógicos





Diagramas lógicos

