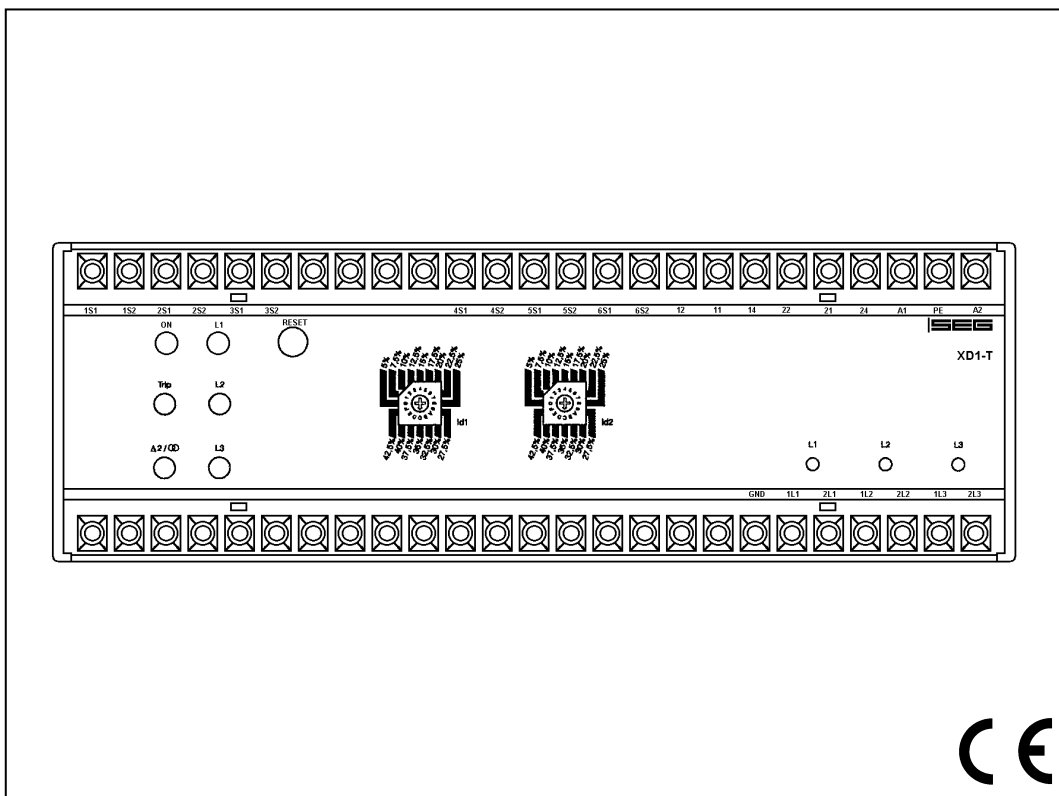


# **XD1-T** - Relé de protección diferencial para transformadores



## Índice

- 1. Aplicaciones y características**
- 2. Estructura**
- 3. Funcionamiento**
  - 3.1 Principio fundamental de la protección diferencial
  - 3.2 Adaptación de fases y de valores
  - 3.3 Consideración de las etapas de regulación del transformador
  - 3.4 Principio de trabajo del equipamiento suplementario SAT
  - 3.5 Consideración de la punta de corriente de conexión
  - 3.6 Diagrama de bloques
- 4. Mandos y ajustes**
  - 4.1 Ajuste de los parámetros mediante interruptor escalonado
  - 4.2 Recomendaciones de ajuste
- 5. Prueba del relé y puesta en servicio**
  - 5.1 Conexión de la tensión auxiliar
  - 5.2 Prueba con corriente secundaria del transformador (Test secundario)
    - 5.2.1 Parámetros de disparo  $I_{d1}$
    - 5.2.2 Bloqueo de la corriente de conexión
  - 5.3 Prueba con corriente primaria del transformador (Test primario)
    - 5.3.1 Ajuste de los transformadores de adaptación
    - 5.3.2 Prueba de funcionamiento
- 6. Carcasa y datos técnicos**
  - 6.1 Carcasa
  - 6.2 Datos técnicos
- 7. Formulario de pedido**

## 1. Aplicación y características

Los transformadores se cuentan entre los elementos más valiosos de una instalación de suministro de energía. Por eso la protección de estas máquinas es de relevancia primordial. Para detección selectiva de fallos y para la desconexión cuando sea necesario, debería disponerse necesariamente de la protección diferencial de transformadores, con la que se evita o respectivamente se minimiza la propagación y la extensión de daños consecuentes a fallos y a averías.

El *XD1-T* es una protección de objeto estrictamente selectiva para transformadores de dos devanados. El aparato reconoce, en un tiempo mínimo, los fallos que se hayan producido dentro de campo de protección y que tienen que dar lugar a una desconexión. Estos fallos o averías son:

- Cortocircuitos entre espiras, devanados y cables de salida dentro de la carcasa del transformador
- Derivaciones a tierra dentro de la carcasa
- Cortocircuitos y derivaciones a tierra fuera de la carcasa, pero dentro de la zona de protección (p. ej. en cables entrantes ó cables de alimentación).

Además, el *XD1-T* está en situación de detectar otras situaciones de servicio (p. ej. fallos situados fuera de la zona de protección, procesos de conmutación) en los que no se debe producir el disparo del relé.

En caso de grandes transformadores es muy conveniente disponer de una protección de reserva, aparte de la protección diferencial, ya que un fallo interior no detectado ni registrado (p. ej. cortocircuito en el devanado en el que tan sólo están cortocircuitadas unas pocas espiras), pero que, con el paso del tiempo puede dar lugar a problemas más serios. Para esta finalidad SEG dispone de los relés de sobrecorriente y tiempo *MR11/IR11/X11*.

El *XD1-T* de la *PROFESSIONAL LINE* se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Indicación de fallos mediante LED`s
- Márgenes de trabajo de la tensión de alimentación extremadamente amplios gracias a la etapa de red de gran amplitud
- Márgenes de ajuste muy grandes con pequeños escalonamientos de ajuste
- Tiempos de reacción muy rápidos
- Ejecución compacta gracias a la técnica SMD
- Carga muy reducida de los transformadores de corriente
- Adaptación a las relaciones de transformación y a los grupos de interruptores sin transformadores intermedios externos
- Línea característica de tiempo de disparo de dos etapas
- Separación galvánica de todas las entradas de la electrónica del relé
- Posibilidad de instalar posteriormente el equipamiento suplementario "Detección de saturación"
- Auto-vigilancia de los circuitos de estabilización
- Puntos de conmutación ajustables en límites muy amplios

## 2. Estructura

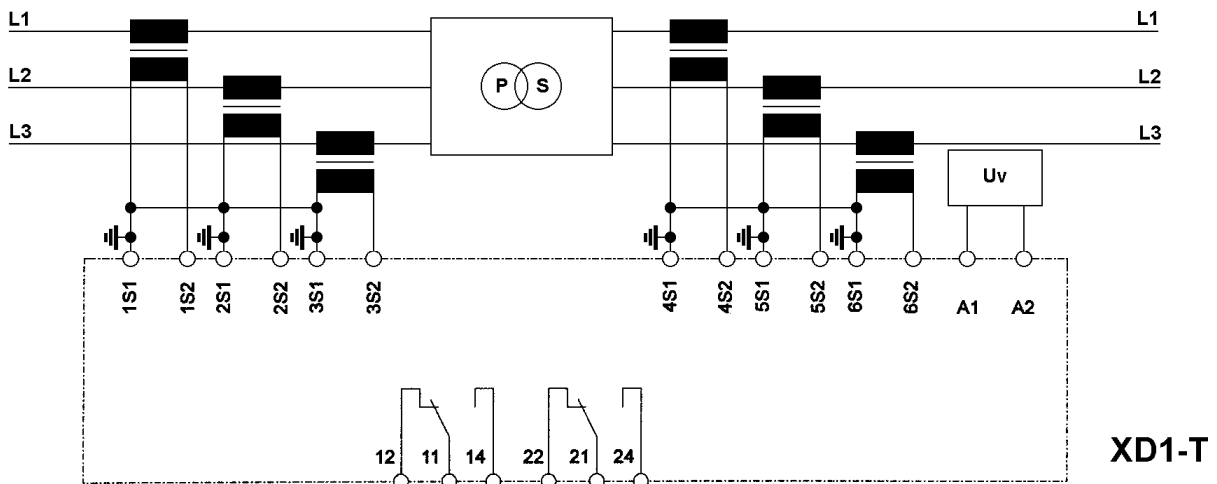


Figura 2.1: Esquema de conexiones

### Entradas analógicas

Al aparato de protección se le hacen llegar las corrientes analógicas secundarias del lado de la tensión superior a través de las bornas 1S1-3S2, y las corrientes secundarias del lado de la tensión inferior a través de las bornas 4S1-6S2.

### Alimentación de tensión auxiliar

El aparato XD1-T precisa una alimentación separada de tensión auxiliar, para lo que puede utilizarse tensión alterna o continua. El XD1-T está equipado para ello con una etapa de red de margen muy amplio. A las bornas de conexión A1-A2 pueden conectarse tensiones de 19 a 390 V DC, o de 35 a 275 V AC.

### Posición de los contactos

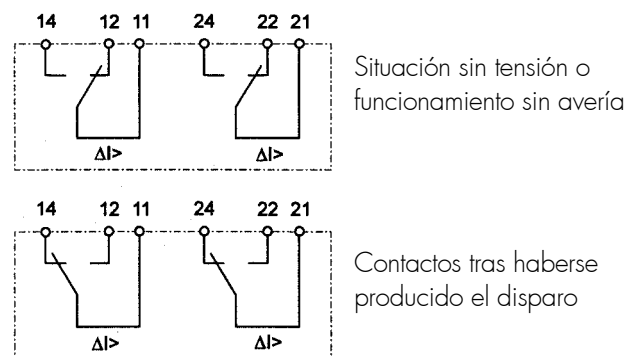


Figura 2.2: Posición de los contactos del relé de salida

### 3. Funcionamiento

#### 3.1 Principio fundamental de la protección diferencial

En principio, la protección diferencial de transformadores se basa en la comparación de la corriente entre el lado de la tensión superior y el lado de la tensión inferior del transformador.

Si consideramos idealmente, al transformador como un punto de intersección, la suma de todas las corrientes entrantes tiene que ser igual a la suma de las corrientes salientes.

En funcionamiento normal o también en caso de cortocircuito fuera de la zona de protección, las corrientes secundarias del transformador en el circuito de corriente diferencial se diferencian unas de otras de forma importante. El hecho de producirse una corriente diferencial  $I_d$  permite deducir entonces la existencia de un fallo interno.

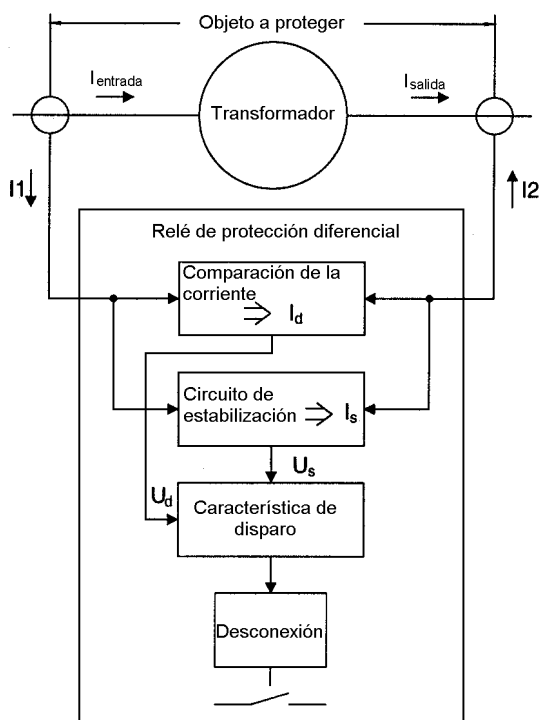


Figura 3.1: Estructura de principio de la zona de protección diferencial

$I_d$  = Corriente diferencial, magnitud que da origen al disparo

$I_s$  = Magnitud estabilizadora

En la práctica, debido a problemas de las más diversas causas, hay que adoptar medidas de estabilización y adaptación con el fin de garantizar un correcto funcionamiento de la protección diferencial de transformador:

- Debido a la presencia de corrientes de distinta magnitud en el lado del primario y del secundario del transformador, hay que utilizar transformadores (convertidores) con diferentes relaciones de transformación.
- Hay que tomar en consideración los giros de fase entre el lado del primario y del secundario originados como consecuencia de los grupos de interruptores del transformador.
- Los procesos de conmutación producidos en la red tienen que ser reconocidos como tales.
- Las corrientes de conexión (puntas de corriente de conexión) no deben dar lugar a un disparo del aparato.

#### 3.2 Adaptación de fases y de valores

En primer lugar hay que neutralizar el giro de fases existente entre el lado del primario y del secundario, originado a causa del grupo de interruptores del transformador, y realizar también la adaptación de las amplitudes de la corriente (Adaptación de valores). A diferencia de casi todos los aparatos de protección diferencial existentes en el mercado, esta adaptación se efectúa en este aparato mediante un juego de transformadores de corriente de adaptación integrado en el aparato, por lo que no son necesarios otros transformadores intermedios de adaptación.

Los transformadores de adaptación están conectados de acuerdo con los grupos de interruptores del transformador de potencia. Así por ejemplo, a un circuito de transformador en estrella se le subordina siempre un circuito de conexión en triángulo de los transformadores de corriente de adaptación con el fin de compensar las corrientes cero (es decir las corrientes que fluyen hacia el transformador en caso de cortocircuito externo y que generarían una corriente diferencial  $I_d$ ) y de evitar una actuación de la protección diferencial.

### 3.3 Consideración de las etapas de regulación del transformador

El *XD1-T* es de utilización universal, o sea que se puede utilizar también en transformadores de regulación en los que la relación de transformación es ajustable, con la finalidad de compensar las oscilaciones de tensión de la red. Como la protección diferencial está ajustada a la relación nominal del transformador mediante los grupos de interruptores y la adaptación de relación, se produce una corriente de fallo aparente  $I_d$  que es proporcional a la corriente de carga circulante. Una magnitud de estabilización proporcional a la carga  $I_s$  evita aquí una actuación de la protección.

### 3.4 Principio de trabajo del suplemento SAT

En muchos sistemas de protección diferencial de transformadores aparecen inestabilidades en la red que pueden dar lugar a un disparo indeseado, debido a que los transformadores de corriente experimentan una saturación del núcleo a causa de procesos transitorios. En esta situación, los transformadores de corriente, dispuestos a ambos lados de la zona a proteger, no forman la corriente secundaria "correcta" (en relación con el lado del primario). El relé de protección diferencial reconoce por esta razón una corriente diferencial  $I_d$  en el lado del secundario de los transformadores de corriente, que no existe en el lado del primario, y consecuentemente se puede producir un disparo por fallo.

Los procesos transitorios que ocasionan la saturación del núcleo de los transformadores de corriente pueden deberse a alguna de las causas siguientes:

- Fallo de gran relevancia (Cortocircuito externo en caso de potencias elevadas)
- Fase de arranque de grandes accionamientos a motor
- Corrientes de magnetización (imantación) de transformadores sin carga
- Fallos dentro de la zona de protección (Cortocircuitos).

En la figura 3.2 se reproduce la saturación del núcleo a consecuencia de una corriente de cortocircuito.

Esta corriente contiene casi siempre un componente de corriente continua. La elevada corriente en el primario que se produce en este tipo de fallos, genera en el núcleo del transformador una inducción magnética  $B$ , que lleva a la saturación del núcleo de hierro. El núcleo de hierro mantiene esta elevada inducción hasta que se atenúe a cero la corriente del primario. Durante los períodos en los que el núcleo se encuentra en situación de saturación, la corriente del secundario no es equivalente a la corriente del primario, sino que puede llegar a ser igual a cero.

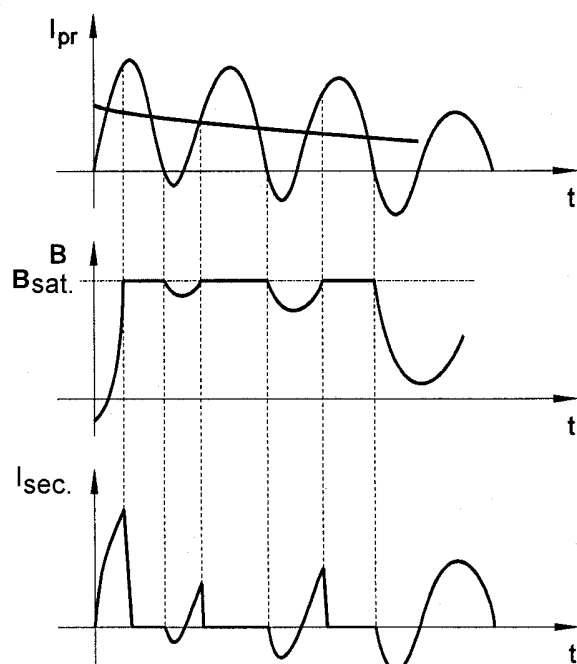


Figura 3.2 Saturación del núcleo de un transformador de corriente  
a) Corriente primaria con componente de corriente continua  
b) Inducción en el núcleo  
c) Corriente secundaria

La distinta saturación de los transformadores de corriente, correspondientes a una misma zona de protección, generan también una corriente diferencial  $i_d$  que da lugar al disparo del relé. En la figura 3.3, y con ayuda de un ejemplo, se muestra como difieren los valores de medición a consecuencia de la distinta saturación de los transformadores.

En la figura 3.3, a la izquierda, se reproducen dos corrientes secundarias en el momento de suceder un fallo externo, en cuyo caso, se ha representado la corriente  $i_1$  con saturación del transformador, mientras que la corriente  $i_2$  está en situación no saturada. La corriente diferencial  $i_d$  supone en este caso una corriente normal y debe dar lugar al disparo del relé.

La figura 3.3 reproduce a la derecha la corriente del secundario de un fallo interno, mientras que el transformador de corriente está saturado. La corriente diferencial  $i_d$  representa en este caso una auténtica corriente de error, y el relé tiene que activarse sin retardo.

Izquierda: Fallo interno, alimentación en un solo lado

$i_1$  = Corriente secundaria de un transformador de corriente saturado (teórico)

$i_2 = 0$ ; sólo en caso de fallo interno con alimentación en el lado 1 (Ver figura 3.1.)

$i_d$  = Corriente diferencial medida

Derecha: Fallo externo

$i_1$  = Corriente secundaria de un transformador de corriente saturado (teórico)

$i_2$  = Corriente secundaria del transformador (Ver figura 3.1)

Los trazados de las curvas de la corriente diferencial  $i_d$  tienen que ser diferentes en los dos casos considerados.

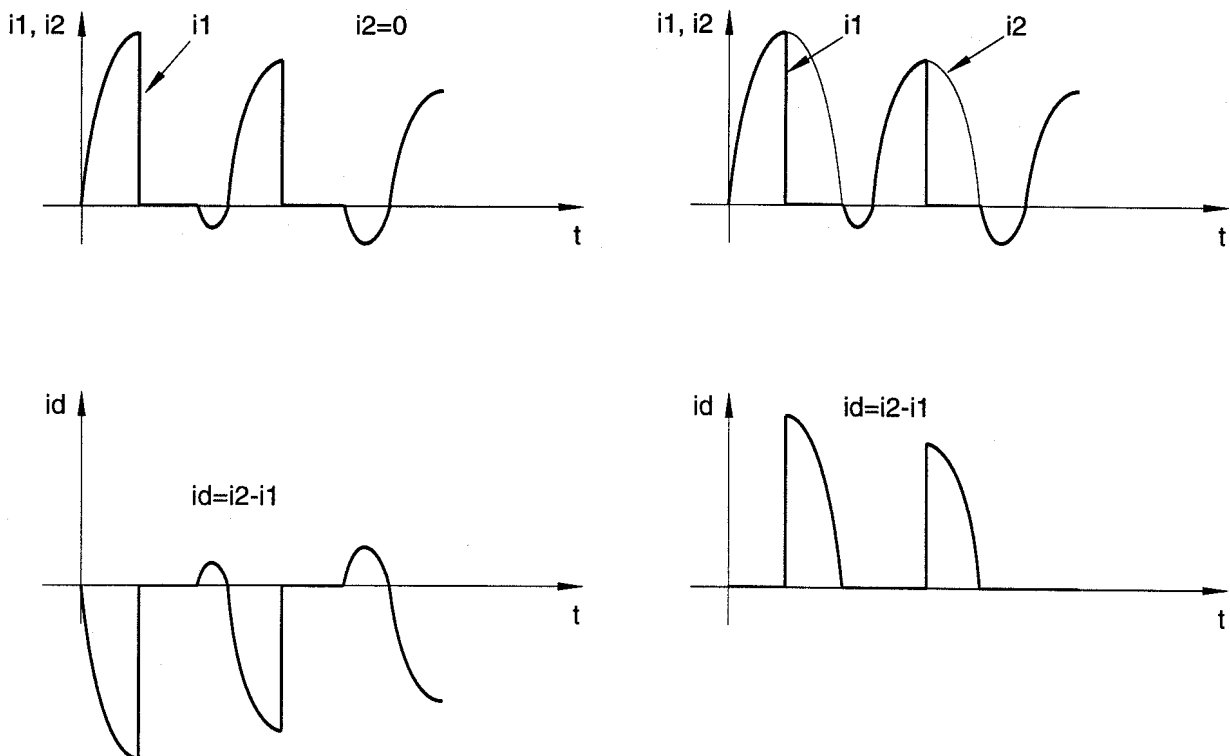


Figura 3.3: Comparación de la corriente en transformadores de corriente con saturación del núcleo a causa del componente de corriente continua contenida en la corriente de fallo.

El suplemento "SAT" analiza la diferencia de corriente para cada fase por separado.

El módulo SAT distingue la corriente diferencial y determina:

- Velocidad de variación de la corriente diferencial  $d(i_d)/dt$
- El signo previo de  $d(i_d)/dt$
- Fallo interno/externo
- Duración de la saturación a lo largo de un período
- Saturación de corriente continua o de corriente alterna.

El momento de la máxima velocidad de variación de la corriente diferencial  $d(i_d)/dt$  es un signo claro que indica el comienzo de la saturación del núcleo. El signo previo de este valor  $d(i_d)/dt$  distingue entre fallo interno o fallo externo.

Si tan sólo se obtiene un valor externo  $d(i_d)/dt$  por período, esto indica que se trata de una saturación causada por una componente de corriente continua.

Si, por el contrario, se determinan dos valores  $d(i_d)/dt$  por período, esto es señal de una saturación ocasionada por un componente de corriente alterna.

El circuito de medida, en base a las magnitudes antes citadas, determina:

- Tan sólo los fallos externos dan lugar al bloqueo del relé de disparo
- En caso de saturación del núcleo debida a un componente de corriente continua o de corriente alterna, se bloquea la medición de corriente diferencial, hasta que se hayan atenuado los procesos transitorios, o bien se cancela inmediatamente en el caso de haberse detectado un fallo interno.
- Si la saturación del núcleo se debe a un componente de corriente alterna, se bloquean únicamente los espacios de tiempo de la saturación dentro de un período, es decir, que incluso en el supuesto de una fuerte saturación, el relé de protección diferencial es capaz de calcular la corriente diferencial. Esta es una gran ventaja, en comparación con relés, que utilizan exclusivamente filtros de armónicos para registrar la saturación.
- Todos los procesos transitorios registrados, ocasionan el cambio de la característica de disparo de la etapa basta de medida. (Ver características de disparo).

El circuito de medida contiene una auto-vigilancia continua que limita cualquier tipo de funciones de bloqueo a un máximo de 1,7 segundos, lo que ofrece distintas ventajas.

Si, por ejemplo, se registra la saturación del núcleo a causa de un fallo externo el relé permanece estable. En caso de un fallo interno, que se detecta inmediatamente, el bloqueo se cancela y el relé dispara sin demora.

De todo ello se desprende que, la presencia de un fallo que se registra durante la conexión de un transformador, es detectado inmediatamente como tal y el transformador se desconecta.



### 3.5 Toma en consideración de la punta de corriente de conexión

Al conectar un transformador, aparece una corriente transitoria de corriente en el devanado del lado de la red (primario). Esta corriente, sin embargo, no tiene equivalente en el lado del secundario del transformador, de manera que con ello se origina una corriente diferencial  $I_d$ , que daría lugar a un disparo de fallo, si no se cuenta con la correspondiente estabilización de los circuitos de medida.

La corriente de conexión contiene tres componentes típicos, que la distinguen de otros fallos:

#### La componente de corriente continua

La componente de corriente continua, dependiendo del momento de la conexión, está contenida como mínimo en una fase de la corriente de conexión.

#### El segundo armónico

El segundo armónico está contenido en todas las corrientes de conexión a través del flujo dirigido hacia el núcleo del transformador.

#### El quinto armónico

El quinto armónico aparece cuando el transformador está sometido durante corto tiempo a una sobretensión.

La detección de saturación SAT no sólo reconoce saturaciones del núcleo del transformador a causa de fallos externos sino también corrientes de conexión (punta de corriente de conexión) del transformador que se desea proteger.

La corriente diferencial  $I_d$  se analiza por separado en cada fase, pasando la señal de la corriente diferencial a través de un dispositivo de filtros en el que se reconocen las magnitudes transitorias como son: la componente de corriente continua, el segundo armónico y el quinto armónico.

De este modo se logra valorar los tres componentes de la corriente de conexión.

Los límites de respuesta para la estabilización de la corriente de conexión son como sigue:

Componente de corriente continua:	20%...60%
$\times I_d$	
Segundo armónico:	20%...50% $\times I_d$
Quinto armónico:	10%...25% $\times I_d$

El bloqueo de disparo se basa en la combinación de estos tres componentes.

Si sólo existe un solo componente se valora entonces el valor mayor.

Si existe una mezcla de los tres componentes, se utiliza el valor más pequeño.

Mediante esta medición combinada de los tres componentes, el **XD1-T** consigue:

- Estabilización fiable de conexión
- Desconexión rápida en caso de un fallo de transformador
- Medidas contra la saturación de los transformadores de corriente.

Contrariamente al bloqueo completo de protección, que solamente está activado durante la conexión del transformador, la vigilancia de los armónicos para detectar la saturación del núcleo de los transformadores de corriente permanece activada durante el funcionamiento normal. De este modo se reconocen inmediatamente los fallos internos (margen de ms) y los fallos externos no dan lugar a disparos de fallo.

El bloqueo finaliza cuando:

- la corriente diferencial  $I_d$  queda por debajo de un valor mínimo  $I_{d1}$  determinado en la línea característica,
- la corriente diferencial  $I_d$  reconoce un fallo interno después de valorar los armónicos,
- la corriente diferencial  $I_d$  sobrepasa un valor máximo equivalente a  $1.5 \times I_n$
- ha transcurrido un tiempo preajustado fijo.

En la versión básica, es decir sin el equipamiento suplementario "SAT", no tiene lugar la evaluación de los armónicos.

Como equipamiento de protección de mayor valor para la protección de transformadores o generadores, se recomienda la utilización del módulo suplementario "SAT".

### 3.6 Diagrama de bloques

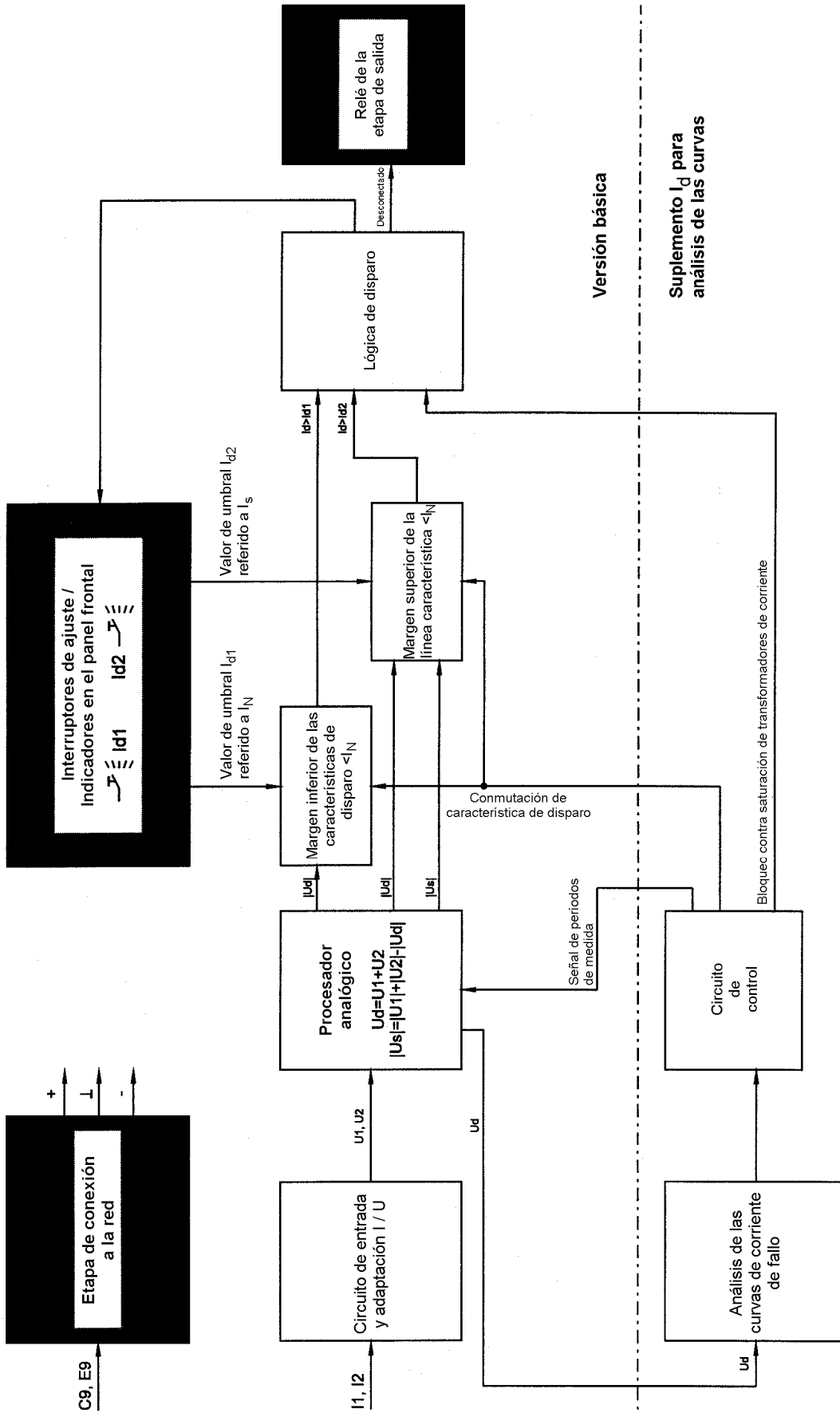


Figura 3.4: Diagrama de bloques

## 4. Mandos y ajustes

En el panel frontal del XD1-T se encuentran todos los mandos e indicadores necesarios para el parametrado. Debido a esto todos los ajustes de la unidad pueden realizarse o cambiarse sin quitar el relé del carril DIN.

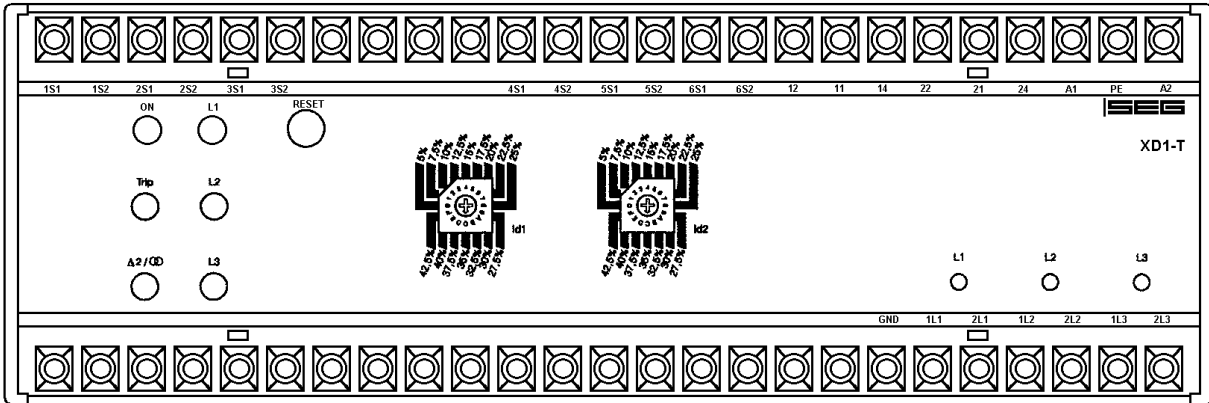


Figura 4.1: Panel frontal del XD1-T

Para ajuste del aparato abrir la tapa transparente del aparato, como se indica en la figura. ¡No forzar!. En la tapa transparente se encuentran dos departamentos para colocación de etiquetas de identificación.

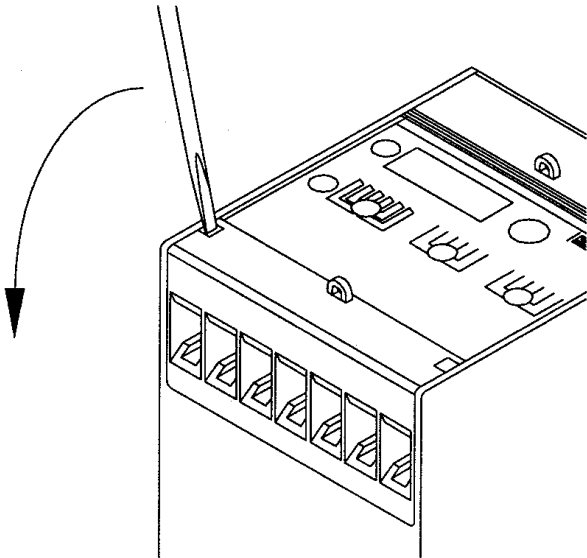


Figura 4.2: Apertura de la tapa del aparato

### LED's

El LED "ON" sirve para indicar la disponibilidad de servicio del aparato (estando aplicada la tensión auxiliar de alimentación  $U_v$ ).

Los LED's L1, L2, L3 y TRIP sirven para indicar los fallos. El LED  $\Delta 2/\infty$  indica la estabilización frente a punta de corriente de conexión, o respectivamente la conmutación a la etapa de medición básica (sólo en el equipamiento auxiliar SAT).

### Tecla RESET

La tecla de RESET sirve para cancelar y reponer los LED's después de haberse producido un disparo.

### Potenciómetros

Los tres potenciómetros situados en la parte inferior derecha del panel frontal, sirven para ajuste de los transformadores de adaptación (Ver a este respecto el capítulo 5.3.1).

## 4.1 Ajuste de los parámetros mediante interruptores escalonados

El *XD1-T* cuenta con dos interruptores escalonados para ajuste de las curvas características.

El parámetro  $I_{d1}$  sirve para ajuste del margen inferior de la línea característica. El valor de ajuste  $I_{d1}$  se refiere a la corriente nominal de los relés y es independiente de la corriente de paso.

El parámetro  $I_{d2}$  sirve para ajustar el margen superior de la curva característica. El valor de ajuste  $I_{d2}$  se refiere a la corriente de estabilización  $I_s$ . Aquí  $I_s$  es la corriente que pasa por la zona de protección. El margen de la curva característica de  $I_{d2}$  es efectivo en el supuesto de elevadas corrientes de paso, por ejemplo en caso de fallo externo. Cuando más alta es la corriente del fallo externo tanto mayor es el componente estabilizador. En el caso de corrientes de fallo que atraviesan toda la zona de protección, pueden producirse grandes corrientes diferenciales ocasionadas, por ejemplo, por el interruptor escalonado del transformador o debidos al inicio de la saturación de los transformadores de corriente. La forma de la curva característica inclinada evita funciones de fallo de los relés bajo estas condiciones.

Mediante el módulo suplementario SAT se conmuta desde la "etapa de medición fina" a la "etapa de medición basta" cuando el circuito de medida registra los procesos transitorios arriba descrito.

Los valores de disparo ajustados fijos para la etapa de medición basta son:

$$I_{d1} = 100\% \times I_n$$

$$I_{de} = 60\% \times I_s$$

## 4.2 Recomendaciones de ajuste

La característica de disparo debe elegirse de acuerdo con la desviación conocida de la corriente secundaria que alimenta el relé, mas un margen de seguridad del 10 al 15%. Este ajuste evita disparos de fallo bajo condiciones normales de carga del transformador. La desviación de las corrientes secundarias puede deberse a alguna de las siguientes causas:

- Error de transformación y diferencia de fases de los transformadores de corriente. Ejemplo: Para transformadores de corriente de la clase 10P20 el error de transformación con corriente nominal es como máximo del 3%. En el caso de 20 x Corriente nominal el error se eleva hasta aprox. un 10%.

- Los interruptores escalonados de transformador varían la relación de los transformadores a proteger en más de un  $\pm 10\%$ . Esto hace que la relación de la corriente varía en el mismo porcentaje.
- La diferencia ocasionada por los grupos de interruptores de transformador debería ser compensada por los transformadores de corriente internos y por sus correspondientes cargas.

Teniendo en cuenta el ejemplo anterior, deberían efectuarse los ajustes que se indican a continuación para los dos parámetros  $I_{d1}$  y  $I_{d2}$ :

- 3% más 3% para los errores de transformador
- 10% para el interruptor escalonado de transformador
- 15% como margen de seguridad.

De este modo se obtiene un valor de ajuste calculado de un 31%. El valor de ajuste siguiente posible es del 30%. En consecuencia ambos interruptores DIP se ajustan a un 30%. La figura siguiente muestra tanto la posición de los interruptores DIP para este caso, así como la curva característica de disparo actual.

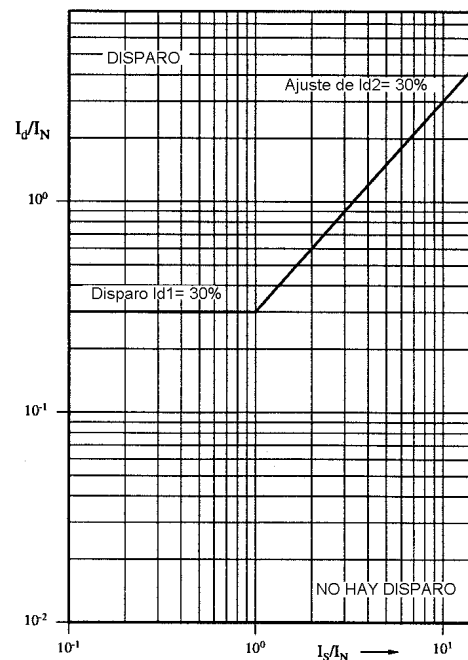
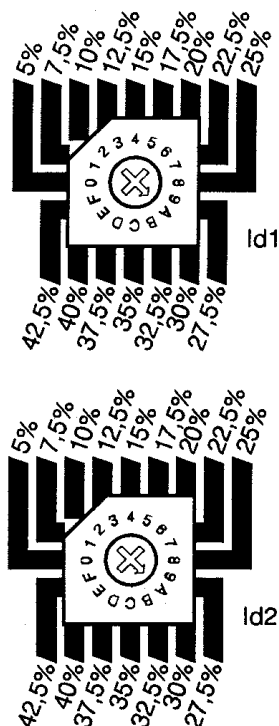


Figura 4.3: Ejemplo de característica

Aquí los interruptores escalonados para  $I_{d1}$  y  $I_{d2}$  tienen que ajustarse como se expone a continuación:

Figura 4.4: Ajuste de los interruptores escalonados



## 5. Prueba del relé y puesta en servicio

La correcta conexión de lado del primario y del secundario de los transformadores de corriente así como la correcta conexión y ajuste de los transformadores internos de adaptación son presupuestos necesarios para un perfecto funcionamiento del relé de protección diferencial.

Hay que tener en cuenta lo siguiente:

El formulario para el pedido debe rellenarse con el máximo cuidado y atención, ya que el relé de protección diferencial se preajusta en la fábrica de SEG de acuerdo con los estos valores de ajuste.

Las instrucciones de prueba siguientes están destinadas a la comprobación de las funciones del aparato y a la puesta en servicio.

Para evitar daños o incluso la destrucción del aparato, y para garantizar funcionamiento correcto, hay que cumplir exactamente los puntos siguientes:

- La tensión auxiliar nominal de aparatos tiene que coincidir con la tensión nominal del lugar de emplazamiento.
- La corriente nominal del aparato tiene que coincidir con los valores de la estación dados.
- Los transformadores de corriente tienen que estar correctamente conectados.
- Todos los circuitos de medida así como los relés de salida, tienen que estar correctamente conectados.

### 5.1 Conexión de la tensión auxiliar

¡Atención!

Antes de conectar el aparato a la tensión auxiliar, hay que asegurarse de que, esta tensión coincida con los valores de la tensión auxiliar del aparato que figuran en la placa de características del aparato.

### 5.2 Test con corriente secundaria del transformador (Test secundario)

Aparatos necesarios

- Fuente de corriente ajustable con un margen de ajuste de hasta dos veces la corriente nominal del relé
- Amperímetro de la clase 1
- Fuente de tensión auxiliar adecuada a la tensión auxiliar nominal del aparato
- Diodo de potencia (10A)
- Aparato de conexión
- Cables de medida y accesorios

¡Observación!

Antes de iniciar el test con corriente del lado del secundario, debe garantizarse que, el relé no pueda desencadenar ninguna acción de conmutación en la instalación (Riesgo de desconexión).

### 5.2.1 Parámetros de disparo $I_{d1}$

Para comprobar los valores de disparo hay que aplicar una corriente a la fase 1 más pequeña que el valor preajustado. Ahora se va aumentando la corriente hasta que se dispare el relé.

El valor de disparo debe coincidir con:

- $1,73 \times$  ajuste  $I_{d1}$  cuando el relé está conectado al punto de estrella del transformador,
- $1,0 \times$  ajuste  $I_{d1}$  cuando el relé está conectado al devanado de triángulo del transformador.

A continuación hay que efectuar igualmente las pruebas para las fases 2 y 3.

Los diferentes valores de disparo dependen de los transformadores de adaptación internos. Los transformadores de adaptación del bobinado en estrella están conectados internamente en circuito de triángulo y transforman la corriente en la proporción de  $1:\sqrt{3}$ . Los transformadores de adaptación de los devanados en triángulo están conectados internamente en circuito de estrella. Por eso en este caso la relación de transformación es de  $1,0$ .

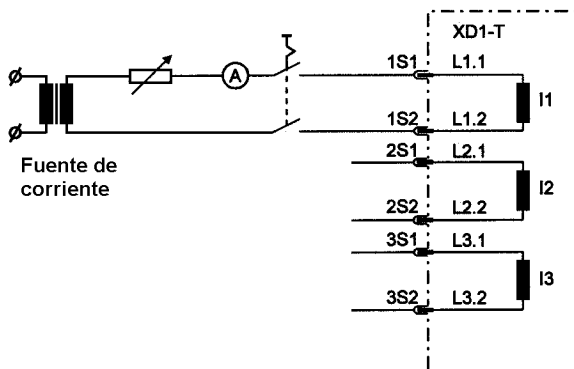


Figura 5.1: Circuito de prueba para verificación de los valores de disparo.

### 5.2.2 Bloqueo de la corriente de conexión

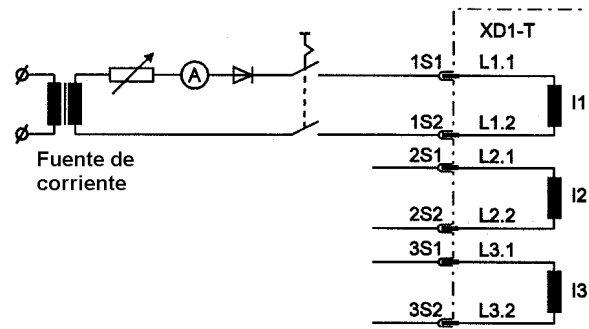


Figura 5.2: Ejemplo de prueba del bloqueo de conexión

La fuente de corriente se ajusta aproximadamente a  $1,5 \times I_n$ . Después de desconectar y volver a conectar la fuente de corriente tiene que encenderse el LED del bloqueo de conexión. No puede producirse ahora un disparo inmediato. Transcurrido el tiempo de bloqueo ( $3,5$  s) se apaga el LED y el relé dispara. Finalmente hay que desconectar la fuente de corriente. En caso de utilizarse el equipamiento auxiliar SAT el tiempo de disparo se reduce a  $1,7$  s.

### 5.3 Test con corrientes del primario (Test primario)

Para verificar la correcta conexión de los transformadores principales de corriente y de los valores internos de medida apropiados, el transformador tiene que estar en servicio. Para poder obtener valores de medida evaluables, debería cargarse el transformador, como mínimo, con el 50% de la carga. La corriente de magnetización del transformador influye de manera importante sobre los resultados de las mediciones si la corriente de carga es más pequeña de la indicada. Antes de empezar la prueba de que, el circuito de disparo del relé de protección diferencial se encuentre bloqueado, de forma que no pueda ocasionar un disparo indeseado. Durante la prueba, un relé de protección, por ejemplo un relé de protección contra sobrecorriente debe proteger al transformador contra un eventual fallo.

### 5.3.1 Ajuste de los transformadores de adaptación

La correcta conexión de los transformadores de corriente, así como el ajuste exacto de los mismos puede verificarse con ayuda de un voltímetro. Para ello se han previsto 7 bornas en la regleta de bornas inferior. Los potenciómetros de ajuste correspondientes se encuentran sobre estas bornas. Los potenciómetros permiten ajustar las diferencias de los transformadores principales de corriente hasta en un 1.5%  $I_N$ .

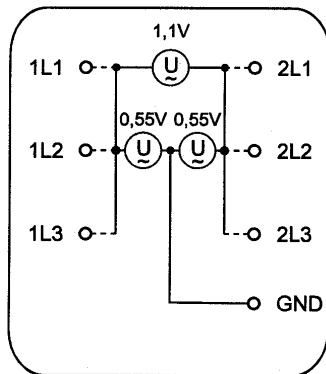


Figura 5.3: Conexión de un voltímetro

La tabla siguiente proporciona información sobre los resultados de las mediciones bajo condiciones normales:

a)	Medición 1 (1L1-GND) Medición 2 (2L1-GND) Medición 3 (1L1-2L1)	550 mV 550 mV 1100 mV	Conexión en orden
b)	Medición 1 (1L1-GND) Medición 2 (2L1-GND) Medición 3 (1L1-2L1)	550 mV 550 mV 0 mV	Sentido cambiado de la corriente de un transformador (S1 y S2)
c)	Medición 1 (1L1-GND) Medición 2 (2L1-GND) Medición 3 (1L1-2L1)	550 mV 550 mV 550 mV	Diferencia entre fases cambiada (p.ej. una corriente de fase L1, la otra corriente de fase L2)
d)	Medición 1 (1L1-GND) Medición 2 (2L1-GND) Medición 3 (1L1-2L1)	550 mV 550 mV 950 mV	Sentido de la corriente y diferencia entre fases de un transformador cambiadas

Tabla 5.1: Valores nominales para ajuste de los transformadores de adaptación

Para medición de las tensiones proporcionales a la corriente hay que utilizar un multímetro digital con 2 V AC de valor final del margen de medida. Todos los resultados de las mediciones se refieren al valor de la corriente nominal. En caso de corrientes más pequeñas los valores de medida pueden transformarse proporcionalmente. Hay que tener en cuenta que, debido a los errores de transformación así como a los errores de magnetización, los valores de medida pueden diferir de los valores teóricos hasta en un 10%.

La corriente nominal de carga del transformador se transmite, en general, con la tensión interna de medida de 550 mV. Las amplitudes de ambas tensiones de medida de una fase (p. ej. 1L1 u 1L2) tienen que ser iguales. El ángulo de fase entre las tensiones de una fase tiene que ser igual a 180°. Una ligera desviación de este valor puede deberse a la corriente de magnetización del transformador.

Si la medición se efectúa entre 1L1 y 2L1, el resultado de la medición es el doble de grande que el obtenido al realizar las mediciones entre L1 y GND. Si algún valor de medida difiere del valor que cabría esperar, hay que revisar todo el cableado del relé así como la correcta conexión de los transformadores de corriente.

Si a pesar del correcto cableado el valor de medida siguiera presentando una desviación respecto al valor esperado, habrá que comprobar si el grupo de interruptores que figura en el transformador coincide con los valores indicados en la placa de características.

Si en la medición monofásica (p. ej. 1L1 -GND) difieren en una fase los valores de medida, por ejemplo:

1L1-GND: 400 mV

2L1-GND: 600 mV

1L1-2L1: 1000 mV,

pero las mediciones individuales son iguales a la suma de la tensión entre las bornas 1L1 - 2L1, podrá realizarse ahora un ajuste con ayuda de los potenciómetros situados en la placa frontal.

### 5.3.2 Prueba de funcionamiento

#### Observación:

Antes de la prueba de funcionamiento hay que retirar todas las uniones de cables necesarias para la puesta en servicio, realizando la prueba como a continuación se indica:

El transformador tiene que cargarse como mínimo con el 50% de su carga nominal. Hay que asegurarse de que, un disparo indebido e involuntario del interruptor de potencia del transformador no pueda causar un fallo total indeseado.

Para hacer que se dispare el relé de protección diferencial, hay que cortocircuitar las bornas de prueba de una fase contra GND mediante un cable de cortocircuito. (p. ej. unión entre 1L1 y GND).

Ahora el relé debe disparar sin retardo alguno. En otro caso hay que verificar si la corriente de carga sobrepasa el valor de ajuste de  $I_{d1}$ .



## 6. Datos técnicos

### 6.1 Carcasa

El XD1-T, al igual que todos los aparatos de la *PROFESSIONAL LINE* está previsto para fijación sobre carril de sujeción DIN EN 50002.

La placa frontal del aparato está protegida mediante una tapa transparente precintable (IP 40).

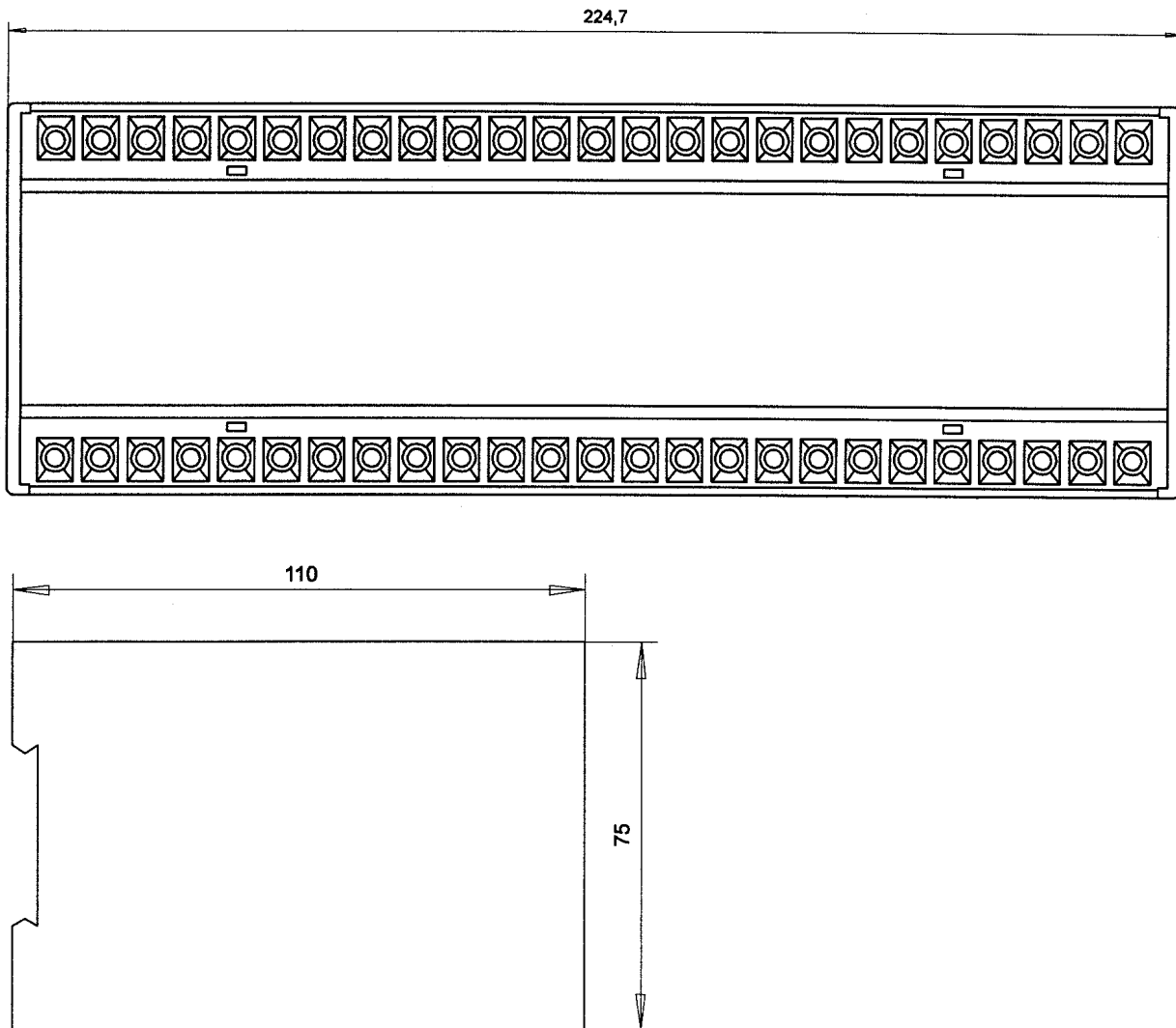


Figura 6.1: Esquemas de dimensiones

#### Bornas de conexión

Las bornas de conexión del aparato permiten la conexión de una sección de cable de hasta  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Para realizar las conexiones hay que levantar y desmontar la tapa transparente (Ver capítulo 4).

## 6.2 Datos técnicos

### Entrada de medida

Datos nominales:

Corriente nominal: 1 A/ 5 A

Frecuencia nominal  $f_N$ : 50-60 Hz

Potencia absorbida en el circuito de corriente: con  $I_N = 1$  A <0,1 VA  
con  $I_N = 5$  A <0,5 VA

### Carga térmica del circuito de corriente:

Corriente de choque (una semionda):  $250 \times I_N$   
durante 1 s:  $100 \times I_N$   
durante 10 s:  $30 \times I_N$   
permanentemente:  $4 \times I_N$

### Tensión auxiliar

Tensión auxiliar nominal  $U_H$ : 35 - 275 V AC  
19 - 390 V DC

### Datos comunes

Relación de reposición: > 97%  
Tiempo de reposición de una excitación: < 50 ms  
Tiempo de reposición tras un disparo:  $100 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$   
Tiempo mínimo de repuesta: 30 ms

### Relé de salida

Los relés de salida tienen las siguientes características eléctricas:

Potencia máxima de conmutación: 250 V AC/1500 VA/Corriente de larga duración 6 A

Potencia de desconexión para tensión continua:

	óhmica	L/R = 40 ms	L/R = 70 ms
300 V DC	0,3 A/90 W	0,2 A/60 W	0,18 A/54 W
50 V DC	0,4 A/100 W	0,3 A/70 W	0,15 A/40 W
110 V DC	0,5 A/55 W	0,4 A/40 W	0,20 A/22 W
60 V DC	0,7 A/42 W	0,5 A/30 W	0,30 A/17 W
24 V DC	6,A/144 W	4,2 A/100 W	2,50 A/60 W

Corriente nominal punta de conexión: 64 A (según VDE 9435/0972 y IEC 65/VDE 0860/8.86)

Duración de vida mecánica:  $30 \times 10^9$  conmutaciones

Duración de vida eléctrica:  $2 \times 10^5$  conmutaciones a 220 V AC/ 6A

Material de los contactos: Óxido de plata-cadmio (AgCdO)

## Datos de sistema

Normas:	VDE 0435, parte 303, IEC 255-4, BS142
Esfuerzos climáticos	
Margen de temperatura durante el almacenamiento:	-40° C hasta +85° C
Margen de temperatura durante el funcionamiento:	-20° C hasta +70° C
Resistencia a condiciones climática Clase F según DIN 40040 y DIN IEC 68, parte 2-3:	más de 56 días a 40° C y 95% de humedad relativa
Pruebas de alta tensión según VDE 0435, parte 303, y IEC 255-5	
Prueba de aislamiento:	2,5 kV(eff); 50 Hz; 1 min
Prueba de tensión de choque:	5 kV; 1,2/50 $\mu$ s; 0,5 J
Prueba de alta frecuencia IEC 255-6:	2,5 kV/1 MHz
Resistencia a perturbaciones por descarga de electricidad estática (ESD), según VDE 0843, parte 2, IEC 801-2:	8 kV
Resistencia a perturbaciones por campos electromagnéticos, según VDE 0843, parte 3, IEC 801-3:	10 V/m
Resistencia a perturbaciones contra magnitudes transitorias rápidas (Burst) según VDE 0843, parte 4, IEC 801-4:	4 kV/2,5 kHz, 15 ms
Prueba de supresión de radio-interferencias según DIN/VDE 57871:	Valor límite Clase A
Esfuerzos mecánicos:	
Choques:	Clase 1 según DIN IEC 255, parte 21-2
Oscilaciones:	Clase 1 según DIN IEC 255, parte 21-1
Clase de protección frontal del aparato:	IP 40 con tapa del frontal cerrado
Peso:	aprox. 1,5 kg
Posición de montaje:	Cualquiera
Material de la carcasa:	Material autoextinguible
Clase de sobretensiones:	III

# Características de disparo

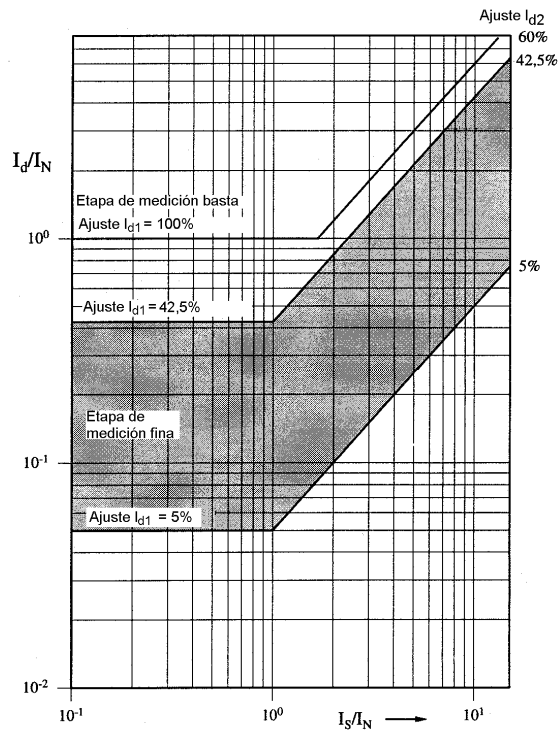


Figura 6.2: Margen de disparo

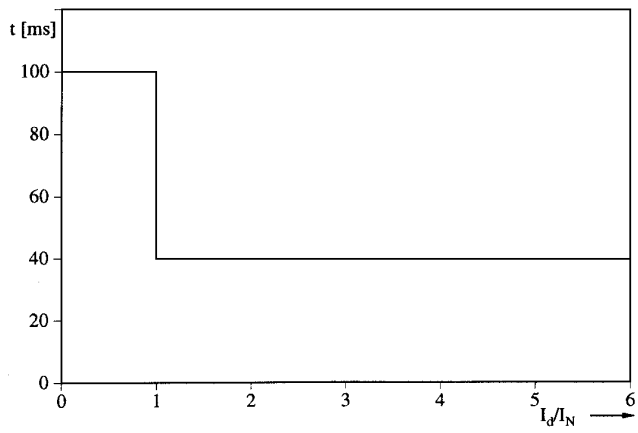


Figura 6.3: Tiempo de disparo

### Datos de exactitud

$$\text{para } I_S < I_N : f = \left| \frac{I_{dAusl} - I_{dEinst}}{I_N} \right| \cdot 100\%$$

$$\text{para } I_S \geq I_N : f = \left| \frac{I_{dAusl} - I_{dEinst}}{I_S} \right| \cdot 100\%$$

siendo: f =

Error relativo

$I_S$  = Corriente de estabilización

$I_N$  = Corriente nominal

$I_{dAusl}$  = Corriente medida  $I_d$  que da lugar al disparo

$I_{dEinst}$  = Corriente ajustada para  $I_d$  en la protección diferencial

Observación: Los datos sobre exactitud presuponen un ajuste exacto de los grupos de transformadores.

### Error básico en:

- Margen de temperatura  
-5° C hasta 40° C:  $f \leq 2,5\%$
- Margen de frecuencia:  
50 Hz...60 Hz:  $f \leq 2,5\%$

En caso de que las magnitudes de influencia temperatura y frecuencia, difieran de los valores de referencia, hay que sumar al error básico los siguientes errores adicionales:

### Fallo adicional con:

- Temperaturas de  
-20° C hasta 70° C  $f_{zus} < 2,5\%$
- Frecuencia de  
45 Hz ..a 66 Hz:  $f_{zus} = 1\%$

## 7. Formulario para el pedido

Protección diferencial de Transformador		<b>XD1-T-</b>		
Corriente nominal	1 A 5 A	<b>1</b> <b>5</b>		
Suplemento para funcionamiento seguro en caso de saturación de los transformadores de corriente			<b>SAT</b>	
Potencia nominal del transformador			<b>MVA</b>	
Grupo de conexión				
Tensión	Tensión superior		<b>KV± %</b>	
	Tensión inferior			
Relación del transformador	Tensión superior		/	
	Tensión inferior		/	
Corrientes nominales	Tensión superior		/	
	Tensión inferior		/	

## Lista de ajustes del XD1-T

Proyecto: \_\_\_\_\_

Nº Kom. SEG: \_\_\_\_\_

Grupo de funciones: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Identificación de aparatos: \_\_\_\_\_

Funciones de relés: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### Ajuste de los parámetros

Función		Unidad	Ajuste de fábrica	Ajuste actual
$I_{d1}$	Corriente diferencial 1	% $I_n$	5	
$I_{d2}$	Corriente diferencial 2	% $I_n$	5	



**Woodward Kempen GmbH**

Krefelder Weg 47 · D – 47906 Kempen (Germany)  
Postfach 10 07 55 (P.O.Box) · D – 47884 Kempen (Germany)  
Phone: +49 (0) 21 52 145 1

**Internet**

[www.woodward.com](http://www.woodward.com)

**Sales**

Phone: +49 (0) 21 52 145 216 or 342 · Telefax: +49 (0) 21 52 145 354  
e-mail: [salesEMEA\\_PGD@woodward.com](mailto:salesEMEA_PGD@woodward.com)

**Service**

Phone: +49 (0) 21 52 145 614 · Telefax: +49 (0) 21 52 145 455  
e-mail: [SupportEMEA\\_PGD@woodward.com](mailto:SupportEMEA_PGD@woodward.com)