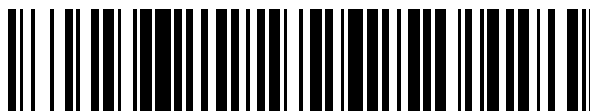


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 164**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/28** (2006.01)

**H02H 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2006 PCT/DE2006/000179**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2007 WO07079702**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2006 E 06705907 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 1984750**

54 Título: **Procedimiento y disposición para someter a prueba un aparato de protección que procesa datos de exploración digitales**

30 Prioridad:

**12.01.2006 WO PCT/DE2006/000052**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**30.03.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**LANG, GERHARD;  
SCHUSTER, NORBERT;  
SCHWABE, STEFAN y  
WENZEL, VOLKER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 751 164 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y disposición para someter a prueba un aparato de protección que procesa datos de exploración digitales

5 La invención se refiere a un procedimiento para someter a prueba un aparato de campo, en el que el aparato de campo presenta un gran número de entradas analógicas para alimentar una señal de medición analógica, que se refiere a un equipo electrotécnico que va a controlarse, presenta una interfaz de comunicación externa para alimentar señales de medición digitales, y presenta un dispositivo de evaluación de funcionamiento digital conectado con las entradas analógicas, en cada caso, a través de una unidad de convertidor analógico/digital y entradas de  
10 señales digitales respectivas y con la interfaz de comunicación externa, que en el caso de aplicar la señal de medición analógica del lado de entrada evalúa esta, y genera una señal de error en caso de que la señal de medición indique un error en el equipo electrotécnico que va a controlarse.

15 Un aparato de protección para sistemas de transmisión de energía se comercializa, por ejemplo, por la empresa Siemens AG con el nombre de producto SIPROTEC. En este aparato de protección, el modo de funcionamiento del aparato de protección puede modificarse desde el exterior a través de una conexión de red o de bus de datos al llevarse a cabo una nueva parametrización del aparato. Durante el funcionamiento del aparato de protección conocido con anterioridad se alimentan datos de exploración digitales al aparato de protección, y se evalúan. En el caso de que el aparato de protección en esta evaluación establezca que los datos de exploración indican un error se genera una señal de error o de alarma.

20 Por el documento US 2002/0173927 A1 se conoce un sistema de prueba en el que pueden someterse a prueba uno o varios aparatos electrónicos inteligentes con un aparato de prueba independiente.

Otro sistema de prueba se conoce también por el artículo "*Troubelshooting protective relay operations using field recorded waveforms*" (resolución de problemas de operaciones de transmisión de protección utilizando formas de onda registradas en campo), Kezunovic et al, International Conference on Power Systems Transients en Montreal, junio 19-23, 2005.

25 La invención se basa en el objetivo de indicar un procedimiento con el que pueda someterse a prueba de manera especialmente sencilla el funcionamiento de aparatos de protección que procesan datos de exploración digitales.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención.

30 Según esto, de acuerdo con la invención está previsto que un dispositivo de comprobación del aparato de campo, interno al aparato, conectado con el dispositivo de evaluación, por un lado, y con la interfaz de comunicación externa, por otro lado, genere por sí mismo una señal de prueba digital y el dispositivo de comprobación interno al aparato, después de un inicio de un modo de prueba alimente la señal de prueba digital como señal de medición al dispositivo de evaluación para someter a prueba el aparato de campo, transmitiéndose a través de la interfaz de comunicación externa registros de valores perturbantes externos al dispositivo de comprobación y generando el  
35 dispositivo de comprobación modificado con los registros de valores perturbantes las señales de prueba digitales al formar con los datos del registro de valores perturbantes externo valores de exploración digitales que, corresponden a datos de convertidor, al menos de un convertidor, registrados durante el registro de valores perturbantes, y recurre a estos para someter a prueba al aparato de campo, y almacenando el dispositivo de comprobación interno al aparato en la ejecución del modo de prueba la señal de prueba aplicada al dispositivo de evaluación, así como la  
40 reacción correspondiente del aparato de campo a esta en forma de un escrito de perturbaciones.

Por el concepto red se entienden en lo sucesivo todos los tipos de conexiones de datos, en particular conexiones de datos externas (por ejemplo, en forma de un bus de datos externo, una red Ethernet externa o internet) o conexiones de datos internas (bus de datos interno dentro de un aparato o de una disposición de aparatos, redes internas dentro de un aparato o de una disposición de aparato).

45 Una ventaja esencial del aparato de campo de acuerdo con la invención consiste en que este permite una prueba de aparato con un gasto muy bajo dado que, concretamente según la invención, un dispositivo de comprobación para someter a prueba el aparato de campo ya está integrado en este. Por consiguiente no es necesario crear en primer lugar un dispositivo de comprobación independiente, lo que provocaría costes adicionales, y conectar este al aparato de campo antes de que sea posible una prueba del aparato de campo posible.

50 Otra ventaja esencial del aparato de campo de acuerdo con la invención puede verse en el hecho de que este para la prueba emplea directamente señales de prueba digitales. Esto permite someter a prueba los algoritmos de comprobación digitales implementados en el dispositivo de evaluación sin que los errores de conversión que podrían aparecer en la conversión de una señal de prueba analógica a una señal de prueba digital falsifiquen el resultado de prueba. Por consiguiente, el funcionamiento del dispositivo de evaluación puede someterse a prueba solo sin tener  
55 en cuenta una influencia de convertidor.

Otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención puede verse en el hecho de que el aparato de protección puede someterse a prueba recurriendo a registros de valores perturbantes discrecionales; según la invención. La prueba del aparato de protección se realiza concretamente no con señales de convertidor generadas físicamente realmente "como nuevas", sino en su lugar con cursos de señal "conservados" que se han formado en cualquier momento anterior por convertidores eléctricos discrecionales. La realización del procedimiento de acuerdo con la invención requiere, por consiguiente, en comparación con un procedimiento, en el que se emplean datos de convertidor "reales", un gasto de aparatos o de hardware claramente menor; ya que la generación de datos de convertidor se realiza exclusivamente, en cuanto al software, recurriendo a registros de valores perturbantes "viejos", almacenados que se extraen de bibliotecas de valores perturbantes o similares, y por consiguiente, no tienen que generarse como nuevos. Por consiguiente, el procedimiento de acuerdo con la invención permite de manera muy sencilla facilitar valores de exploración digitales para la prueba de protección sistemática y automatizada, por ejemplo basándose en el estándar IEC 61850-9-2.

Otra ventaja esencial del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que con este pueden efectuarse también comparaciones cualitativas entre convertidores digitales que emiten datos de convertidor digitales, y convertidores analógicos que emiten señales de convertidor analógicas al evaluarse la reacción del aparato de protección que va a someterse a prueba en los paquetes de datos compatibles con la red alimentados dependiendo de la fuente de la que proceden originalmente los paquetes de datos.

Se considera invención además un aparato de campo, en particular aparato de protección, para una equipo electrotécnico que va a controlarse con un gran número de entradas analógicas para alimentar una señal de medición analógica que se refiere a la equipo electrotécnico que va a controlarse, una interfaz de comunicación externa para alimentar señales de medición digitales y con un dispositivo de evaluación de funcionamiento digital conectado con las entradas analógicas en cada caso a través de una unidad de convertidor analógico/digital y entradas de señales digitales respectivas y con la interfaz de comunicación externa que, en el caso de una aplicación de la señal de medición analógica en el lado de la entrada, evalúa esta y genera una señal de error, en caso de que la señal de medición indique un error en el equipo electrotécnico que va a controlarse.

Con respecto a un aparato de campo de este tipo, la invención se basa en el objetivo de facilitar una posibilidad de prueba sencilla, pero fiable, para el aparato de campo.

Este objetivo se resuelve según la invención porque el aparato de campo presenta un dispositivo de comprobación, interno al aparato, conectado con el dispositivo de evaluación, por un lado, y con la interfaz de comunicación externa, por otro lado, que es adecuado para generar por sí mismo una señal de prueba y, tras un inicio de un modo de prueba, alimentar la señal de prueba digital como señal de medición al dispositivo de evaluación para someter a prueba el aparato de campo, siendo adecuado el dispositivo de comprobación interno al aparato para cargar un registro de valores perturbantes externo y formar con este la señal de prueba digital o seguir utilizando el registro de valores perturbantes cargado directamente como señal de prueba digital al estar diseñado el dispositivo de comprobación interno al aparato de tal modo que, con los datos del registro de valores perturbantes externos, forma valores de exploración digitales, que corresponden a datos de convertidor, al menos de un convertidor, registrados durante el registro de valores perturbantes, y recurre a estos para someter a prueba al aparato de campo.

Con el fin de documentar la prueba el dispositivo de comprobación está diseñado de tal modo que en la ejecución del modo de prueba almacena la señal de prueba aplicada al dispositivo de evaluación, así como la reacción correspondiente del aparato de campo a esto en forma de un escrito de perturbaciones.

Se considera especialmente ventajoso cuando el aparato de campo presenta una entrada de disparo conectada con el dispositivo de comprobación interno al aparato, estando diseñado el dispositivo de comprobación de tal modo que al aplicar una señal de disparo en la entrada de disparo inicia el modo de prueba para someter a prueba el aparato de campo.

Con vistas al uso de registros de valores perturbantes almacenados o conservados que se guardan, por ejemplo, en una base de datos, se considera ventajoso cuando el dispositivo de comprobación interno al aparato es adecuado para cargar un registro de valores perturbantes externo y formar con este la señal de prueba digital o seguir utilizando el registro de valores perturbantes cargado directamente como señal de prueba digital.

Por ejemplo, el dispositivo de comprobación está diseñado de tal modo que con los datos del registro de valores perturbantes externos forma valores de exploración digitales que corresponden a datos de convertidor, al menos de un convertidor, registrados durante el registro de valores perturbantes, y recurre a estos para someter a prueba al aparato de campo.

Preferiblemente el dispositivo de comprobación además es adecuado para procesar un registro de valores perturbantes de un convertidor analógico con datos de convertidor analógicos y formar con estos la señal de prueba digital. Preferiblemente el dispositivo de comprobación también es adecuado para procesar adicionalmente un registro de valores perturbantes externo que se presenta en el formato Comtrade.

Se considera ventajoso cuando el aparato de campo puede ejecutar un modo de prueba en forma compatible con la red; preferiblemente el dispositivo de comprobación está diseñado de tal modo que integra la señal de prueba digital

en paquetes de datos digitales compatibles con la red y transmite los paquetes de datos compatibles con la red a través de una red interna al aparato hacia una interfaz compatible con la red interna al aparato del dispositivo de evaluación.

- 5 Como paquetes de datos compatibles con la red se forman paquetes de datos preferiblemente compatibles con Ethernet y se transmiten a través de una red compatible con Ethernet. Por ejemplo los paquetes de datos compatibles con Ethernet se forman según el estándar IEC61850-9-2.

La red interna al aparato puede estar formada, por ejemplo, por una red compatible con Ethernet o mediante un bus de datos según el estándar SPI o CAN. También, sin embargo según el caso de empleo pueden ser adecuados otros tipos de red o tipos de bus de datos.

- 10 Con vistas a una activación ajustada en el tiempo de varios aparatos de campo entre sí se considera ventajoso cuando el dispositivo de comprobación interno al aparato de los aparatos de campo puede procesar adicionalmente una señal de hora aplicada en la entrada de disparo como señal de disparo, al iniciar en un momento definido por la señal de hora, el den modo de prueba respectivo. Por consiguiente, las señales de hora permiten, por ejemplo iniciar los aparatos de campo individuales no al mismo tiempo sino de manera encauzada sucesivamente o en cascada.

- 15 Preferiblemente el aparato de campo presenta una interfaz de comunicación, en particular una conexión de red, estando formada la entrada de disparo preferiblemente por esta interfaz de comunicación.

- 20 En el caso de que el dispositivo de evaluación presente varias entradas de señales digitales, se considera ventajoso cuando en el dispositivo de comprobación puede cargarse un fichero de configuración que establece en qué entrada de señales digitales del dispositivo de evaluación debe aplicarse la señal de prueba digital por el dispositivo de comprobación. Preferiblemente, el dispositivo de comprobación está diseñado de tal modo que puede aplicar varias señales de prueba digitales al mismo tiempo al dispositivo de evaluación, pudiendo establecerse mediante el fichero de configuración cómo debe realizarse la asociación de las señales de prueba a las entradas de señal del dispositivo de evaluación.

- 25 Con vistas a resultados de prueba lo más fiables posible se considera ventajoso cuando el dispositivo de comprobación está diseñado de tal modo que para someter a prueba el aparato de campo alimenta una señal de prueba digital al dispositivo de evaluación de manera repetida, en particular de manera repetida periódicamente. En el caso de una alimentación repetida de la señal de prueba digital pueden emplearse, por ejemplo, diferentes factores de ajuste a escala.

- 30 Preferiblemente el aparato de campo presenta una salida de señal de error realizada de manera que puede desconectarse para la emisión externa de la señal de error, estando diseñado el dispositivo de comprobación de tal modo que, en el caso del modo de prueba desconecta o desactiva la salida de señal de error. Mediante una desconexión o desactivación de la salida de señal de error puede impedirse que durante una prueba se influya involuntariamente en un equipo electrónico o partes de equipo de este conectado al aparato de campo.

- 35 Si una interfaz de comunicación externa, por ejemplo una conexión de red externa forma la salida de señal de error del aparato de campo, entonces el dispositivo de evaluación - en el caso del modo de prueba - en la salida de señal de error puede generar, por ejemplo, una señal de error codificada que indica la realización de una prueba.

La invención se refiere además a un procedimiento para someter a prueba una disposición de aparato de campo con al menos dos aparatos de campo.

- 40 La invención en este sentido se basa en el objetivo de indicar un procedimiento de prueba que permita también poder reproducir situaciones de error complejas en instalaciones electrotécnicas para propósitos de prueba.

Este objetivo se resuelve según la invención porque los aparatos de campo de la disposición de aparato de campo se someten a prueba de manera sincronizada.

- 45 Una ventaja esencial del procedimiento de acuerdo con la invención puede verse en el hecho de que con este pueden reproducirse o simularse también situaciones de error muy complejas, tal como pueden aparecer en instalaciones electrónicas complejas, como "patrón de prueba" para someter a prueba los aparatos de campo. Por ejemplo se controlan o se provocan individualmente diferentes desarrollos en el tiempo dentro de los aparatos de campo conectados.

- 50 Preferiblemente en al menos uno de los aparatos de campo se alimenta una señal de salida (por ejemplo, una señal de error, señal de disparo, resultados de prueba, resultados intermedios durante la prueba, otras señales de evaluación) de otro aparato de campo con el fin de reproducir y someter a prueba correlaciones entre aparatos de campo. Por ejemplo, para someter a prueba una disposición de disyuntor diferencial puede ser útil una alimentación así de señales de salida de otros aparatos de campo.

Por ejemplo, los aparatos de campo pueden seguir empleando la señal de salida de otros aparatos de campo como señal de prueba digital o formar con esta su señal de prueba. También es posible que los aparatos de campo sigan

empleando la señal de salida de otros aparatos de campo como señal de disparo o forman con esta su propia señal de disparo.

La invención se explica con más detalle a continuación mediante ejemplos de realización; a este respecto muestran a modo de ejemplo

- 5 la figura 1 un ejemplo de realización de una disposición con un aparato de protección, un dispositivo de comprobación y un dispositivo de mando independiente, mediante la disposición se explica a modo de ejemplo también un procedimiento para someter a prueba el aparato de protección;
- figuras 2 y 3 a modo de ejemplo registros de valores perturbantes, con los que va a someterse a prueba el aparato de protección según la figura 1;
- 10 la figura 4 un ejemplo de realización de un aparato de campo de acuerdo con la invención; y
- la figura 5 una disposición con varios aparatos de campo según la figura 4, mediante los cuales se explica un ejemplo de realización de un procedimiento de prueba de acuerdo con la invención a modo de ejemplo.

- 15 En la figura 1 se distingue una red Ethernet o un bus 10 de datos Ethernet que es compatible con el estándar IEC61850-9-2, con el estándar Ethernet en tiempo real, con el estándar IEC 61850-Standard y/o con el estándar IEEE1588 y se hace funcionar según estos estándares.

A la red 10 Ethernet está conectado unidad 20 de implementación (*merging unit*) con su conexión A20 de red.

- 20 Con la unidad 20 de implementación están conectados convertidores de tensión y de corriente analógicos que están conectados a un sistema de transmisión de energía no mostrado en detalle y captan valores U e I de medición de corriente y de tensión analógicos del sistema de transmisión de energía y los transmiten a la unidad 20 de implementación. Los convertidores de tensión y de corriente analógicos se muestran en la figura 1 para una mayor claridad solo esquemáticamente y están designados con los números de referencia 30 y 40.

Los convertidores 30 y 40 de tensión y de corriente están conectados a la unidad 20 de implementación, por ejemplo, a través de interfaces E20a y E20b 1/5A- o 100V analógicas.

- 25 Tal como puede deducirse además de la figura 1 en la unidad 20 de implementación está integrado un dispositivo 50 de comprobación que está conectado con un dispositivo 20' de prueba (por ejemplo, dispositivo de microprocesador) de la unidad 20 de implementación o está integrado en este; el funcionamiento del dispositivo 50 de comprobación se explicará más adelante.

- 30 Con la red Ethernet 10 están conectados además un aparato 60 de protección, una base 70 de datos, así como un dispositivo 80 de mando para manejar, controlar y configurar el dispositivo 50 de comprobación de la unidad 20 de implementación.

La disposición según la figura 1 se hace funcionar como de la siguiente manera:

- 35 Antes de que con el aparato 60 de protección se controle el sistema de transmisión de energía, con el dispositivo 50 de comprobación el funcionamiento correcto del aparato 60 de protección. Para este propósito en el formato Comtrade con el dispositivo 80 de mando se extraen desde la base 70 de datos registros de valores perturbantes almacenados y se transmiten al dispositivo 50 de comprobación.

- 40 En las figuras 2 y 3 están representados a modo de ejemplo y solo esquemáticamente registros de valores perturbantes en forma de curvas U(t) y I(t) de tensión y de corriente analógicas dentro de un intervalo  $\Delta t$  de registro de valores perturbantes. Un registro U(t) e I(t) de valores perturbantes comprende por consiguiente un gran número de valores de medición individuales en diferentes momentos t dentro del intervalo  $\Delta t$  de registro de valores perturbantes respectivo.

- 45 El dispositivo 50 de comprobación recibe los registros de valores perturbantes como paquetes DU y DI de datos y convierte estos en valores de exploración digitales que corresponden a las señales de convertidor registradas por los convertidores de registro de valores perturbantes durante el registro de valores perturbantes respectivo.

- 50 A continuación el dispositivo 50 de comprobación integra los valores de exploración formados de este modo a partir de los registros de valores en paquetes Dtest de datos de prueba digitales compatibles con la red según el estándar IEC61850-9-2 y los transmite a través de su conexión A20 de red a una interfaz D60 compatible con la red del aparato 60 de protección.

A este respecto, la transmisión de los paquetes Dtest de datos de prueba se realiza preferiblemente de tal modo que estos por el aparato 60 de protección no puedan diferenciarse de otros paquetes de datos de la unidad 20 de implementación que, durante el "funcionamiento normal" posterior de la unidad 20 de implementación se forman

empleando los valores U y I de medición de corriente y de tensión analógicos de los convertidores 30 y 40 de tensión y de corriente analógicos.

5 Con el dispositivo 80 de mando se transmiten preferiblemente registros de valores perturbantes al dispositivo de comprobación que indican errores que debe detectar el aparato 60 de protección. El dispositivo 80 de mando controla a este respecto si el aparato 60 de protección detecta los errores respectivos y genera correspondientes señales de error F. Si este es el caso entonces el aparato 60 de protección funciona correctamente y puede emplearse para controlar el sistema de transmisión de energía, así como para valorar los valores U y I de medición de corriente y de tensión analógicos de los convertidores 30 y 40 de tensión y de corriente; en cambio, si el aparato 60 de protección no funciona correctamente, entonces han de llevarse a cabo trabajos de mantenimiento o de intercambio adecuados.

10 Además es posible registrar cuantitativamente la calidad del aparato 60 de protección al medirse y evaluarse los tiempos de reacción o activación del aparato 60 de protección dependiendo de los valores de corriente y/o tensión alimentados de los registros de valores perturbantes. Por ejemplo, para valorar la calidad, los tiempos de activación pueden registrarse en forma de características de activación dependiendo de los valores de tensión y/o de corriente alimentados.

15 Por lo demás, en cuanto a una prueba lo más extensa posible del aparato 60 de protección puede alimentarse y un gran número de registros de valores perturbantes en forma de secuencias de prueba transmitidas de manera repetitiva al aparato 60 de protección y registrarse su reacción, como se ha descrito.

20 En el ejemplo de realización según la figura, el dispositivo 50 de comprobación está alojado a modo de ejemplo en la unidad 20 de implementación. Según la invención, el dispositivo 50 de comprobación está integrado en el aparato 60 de protección.

25 Se aplica lo correspondiente para el dispositivo 80 de mando: en el ejemplo de realización según la figura 1 el dispositivo 80 de mando que está formado, por ejemplo, por un equipo de tratamiento de datos programado de manera correspondiente como un ordenador personal o similar, como aparato autónomo directamente está conectado directamente a la red 10 Ethernet. Como alternativa el dispositivo 80 de mando también puede estar integrado en la unidad 20 de implementación o en el aparato 60 de protección.

30 Por lo demás, el dispositivo 80 de mando, así como la base 70 de datos no tienen que estar conectados directamente a la red 10 Ethernet; en su lugar, estos componentes pueden estar conectados también a través de internet con la red 10 Ethernet, así como con los aparatos conectados a esta. Es decir, en otras palabras es concebible descargar de bases de datos conectadas a internet secuencias de datos para someter a prueba el aparato 60 de protección y emplear estas para la prueba.

En la figura 4 está representado un ejemplo de realización para un aparato de campo de acuerdo con la invención. El aparato de campo es un aparato de protección que en la figura 4 está señalado con el número de referencia 200.

35 El aparato 200 de protección presenta un gran número de entradas analógicas para alimentar señales de medición analógicas; de estas entradas están representadas tres en la figura 4 a modo de ejemplo y señaladas con los números de referencia E200a, E200b y E200c. Cada una de estas entradas E200a, E200b y E200c analógicas está conectada en cada caso a través de una unidad 210 de convertidor analógico/digital a entradas S220 de señales digitales de un dispositivo 220 de evaluación de funcionamiento digital o que procesa entradas de señales digitales.

40 El dispositivo 220 de evaluación, al aplicar las señales de medición analógicas en las entradas E200a, E200b y E200c analógicas, evalúa estas después de realizarse la conversión analógica-digital y genera una señal F de error, cuando las señales de medición digitales aplicadas indican un error en un equipo electrotécnico conectado a las entradas E200a, E200b y E200c analógicas, que para una mayor claridad no está representado en la figura 4.

Par emitir la señal de error F el dispositivo 220 de evaluación está conectado con una interfaz 230 de comunicación externa, que forma, entre otros, una salida de señal de error del aparato 200 de protección.

45 La interfaz 230 de comunicación externa forma además una entrada para alimentar señales de medición digitales al dispositivo 220 de evaluación. La interfaz 230 de comunicación externa está conectada para ello con las entradas S220 de señales digitales del dispositivo 220 de evaluación, y concretamente a través de un dispositivo 240 de conexión interno al aparato. El dispositivo 240 de conexión interno al aparato puede ser, por ejemplo, un bus de datos interno (por ejemplo, estándar SPI o CAN) o una red interna (por ejemplo, Ethernet) o similares.

50 Por consiguiente, a través de la interfaz 230 de comunicación externa es posible alimentar señales de medición digitales al dispositivo 220 de evaluación, que puede referirse igualmente a un equipo electrotécnico conectado al aparato 200 de protección, por ejemplo al mismo equipo electrónico que está conectado o se conecta a las entradas E200a, E200b y E200c analógicas. El aparato de protección 200 ofrece, por tanto, la posibilidad de evaluar tanto señales de medición analógicas como digitales.

Para permitir una verificación de aparato sencilla del aparato 200 de protección, este presenta adicionalmente un dispositivo 250 de comprobación interno al aparato que está conectado a través del dispositivo 240 de conexión interno al aparato tanto con el dispositivo 220 de evaluación como con la interfaz 230 de comunicación externa y permite un modo de prueba del aparato de protección.

5 El dispositivo 250 de comprobación interno al aparato durante el modo de prueba es capaz de alimentar señales Te de prueba digitales al dispositivo 220 de evaluación a través del dispositivo 240 de conexión interno al aparato; para este propósito se sirve de la entrada S220 de señales digitales del dispositivo 220 de evaluación. En el marco del modo de prueba el dispositivo 220 de evaluación evalúa las señales Te de prueba aplicadas en el lado del aparato y concretamente, exactamente como las señales de medición digitales o señales de medición convertidas  
10 analógico/digital, aplicadas en el funcionamiento normal, del equipo electrotécnico conectado - y genera en la interfaz 230 de comunicación externa una señal F de error cuando las señales de prueba digitales indican un error.

Para poder actuar desde el exterior en el aparato 200 de protección de tal modo que el modo de prueba se active en momentos muy determinados el aparato 200 de protección presenta una entrada de disparo que igualmente está formada por la interfaz 230 de comunicación externa. Por consiguiente, es posible alimentar desde el exterior una  
15 señal Tr de disparo al aparato 200 de protección, y por consiguiente, al dispositivo 250 de comprobación y activar el modo de prueba del aparato de protección. Con la presencia de la señal Tr de disparo en una conexión A250 del dispositivo 250 de comprobación este genera las señales Te de prueba digitales, con las cuales se somete a prueba a el dispositivo 220 de evaluación.

Las señales Te de prueba digitales pueden predefinirse o ajustarse previamente desde el exterior. De este modo, por ejemplo, es posible transmitir desde el exterior a través de la interfaz 230 de comunicación externa señales Te de prueba digitales externas al dispositivo 250 de comprobación y almacenarlas allí para que el dispositivo 250 de comprobación pueda alimentar al dispositivo 220 de evaluación las señales Te de prueba digitales en un momento posterior como señales de medición digitales. Las señales Te de prueba digitales pueden haberse formado, por  
20 ejemplo, mediante simulación o mediante evaluación de registros de valores perturbantes que se han registrado en instalaciones electrónicas reales.

Como alternativa es posible transmitir directamente a través de la interfaz 230 de comunicación registros de valores perturbantes digitales o analógicos al dispositivo 250 de comprobación para que el dispositivo 250 de comprobación pueda generar con estos por sí mismo las señales Te de prueba digitales.

También es posible transmitir señales de prueba ST a través de la interfaz 230 de comunicación externa al dispositivo de comprobación 250 que activan determinados patrones de prueba que están preinstalados en el dispositivo 250 de comprobación. En un caso tal, por tanto la señal de prueba ST establece qué señales Te de prueba deben transmitirse al dispositivo 220 de evaluación. En el marco de una transmisión de señal de prueba de este tipo pueden transmitirse al mismo tiempo por ejemplo también factores de ajuste a escala o similares que indican el modo en el que los patrones de prueba preinstalados en el dispositivo 250 de comprobación deben  
30 ajustarse a escala con el fin de llegar a las señales Te de prueba digitales deseadas.

En el caso de que a través de la interfaz 230 de comunicación se transmitan registros de valores perturbantes al dispositivo 250 de comprobación entonces esto se realiza preferiblemente en el formato denominado Comtrade (*Common Format for Transient Data* (formato común para datos transitorios) - IEEE C37.111- 1999).

Para establecer desde qué entradas S220 de señales digitales internas del dispositivo 220 de evaluación deben seguir procesándose las señales Te de prueba digitales, a través de la interfaz 230 de comunicación en el dispositivo 250 de comprobación puede transmitirse además un fichero de configuración que establece cómo debe realizarse la asociación de las señales Te de prueba digitales a las entradas de señal individuales del dispositivo 220 de evaluación. De este modo, por ejemplo es posible reaccionar por separado a aquellas entradas S220 de señales digitales del dispositivo 220 de evaluación y someter a prueba para garantizar que cada una de las entradas S220 de señales digitales funciona correctamente.  
45

Para evitar que una señal F de error generada con el aparato 200 de protección durante un modo de prueba o ciclo de prueba lleve a una activación de una reacción de seguridad, por ejemplo una desconexión de un equipo electrotécnico conectado al aparato 200 de protección el aparato 200 de protección está diseñado de tal modo que durante un modo de prueba en la emisión de la señal F de error a través de la interfaz 230 de comunicación externa se señale adicionalmente que esta sea una señal de error generada en el marco de un modo de prueba. Como  
50 alternativa, durante el modo de prueba la salida de señal de error formada por la interfaz 230 de comunicación también puede desconectarse en cuanto al hardware con el fin de reprimir una emisión no deseada de la señal F de error.

El dispositivo 220 de evaluación está diseñado preferiblemente de tal modo que almacena las señales de medición analógicas o digitales aplicadas en el lado de entrada, así como las señales de error generadas sobre la base de estas señales de medición, en forma de escritos de perturbaciones (por ejemplo, en el formato Comtrade) con el fin de permitir a posteriori una extracción y procesamiento adicional de estos datos. Para este propósito puede emplearse, por ejemplo, la interfaz 230 de comunicación. El dispositivo 220 de evaluación genera tales escritos de  
55

perturbaciones preferiblemente tanto para el modo de funcionamiento normal en el que se controla un equipo electrotécnico real con técnicas de medición y se generan señales de error "reales" como para el modo de prueba en el que las señales Te de prueba digitales del dispositivo 250 de comprobación se procesan para fines de prueba y se generan señales de error de prueba.

- 5 En el ejemplo de realización según la figura 4 se ha partido a modo de ejemplo del hecho de que el dispositivo 250 de comprobación y el dispositivo 220 de evaluación son componentes parciales independientes; como alternativa el dispositivo 250 de comprobación y el dispositivo 220 de evaluación también pueden estar formados mediante un único dispositivo de control (por ejemplo, una disposición de microprocesador) en el cual el dispositivo 250 de control y el dispositivo 220 de evaluación están implementados en cuanto a software como módulos de software. En este caso pueden formarse el dispositivo 250 de comprobación y el dispositivo 220 de evaluación al instalarse un programa de producto informático correspondiente en la disposición de microprocesador.

En la figura 5 está representada una disposición de aparato de campo con dos aparatos de campo con los que pueden reproducirse también perturbación de red complejas y puede recurrirse a estas para propósitos de prueba.

- 15 En la figura 5 puede distinguirse un equipo 300 electrotécnico al que están conectados dos aparatos 310 y 320 de protección. Ambos aparatos 310 y 320 de protección pueden corresponder, por ejemplo por su estructura, al aparato 200 de protección según la figura 4.

Ambos aparatos 310 y 320 de protección están conectados en cada caso con sus entradas analógicas E310a, E310b y

- 20 E310c o E320a, E320b y E320c – que corresponden a entradas E200a, E200b y E200c según la figura 4 – de tal modo al equipo 300 electrotécnico que se alimentan señales Mal a Ma6 de medición analógicas a ambos aparatos 310 y 320 de protección. Estas se convierten de unidades de convertidor analógico/digital contenidas en los aparatos de protección a señales de medición digitales y a continuación se evalúan por un dispositivo de evaluación del aparato de protección respectivo. A este respecto cabe remitirse a las realizaciones anteriores en relación con la figura 4.

- 25 En la figura 5 se distingue además una red 330 externa al aparato que une entre sí interfaces K310 y K320 de comunicación de ambos aparatos 310 y 320 de protección que corresponden en cada caso a la interfaz 230de comunicación según la figura 4.

- 30 Con la red 330 externa al aparato está conectado además un dispositivo 340 de mando con el que pueden controlarse desde el exterior ambos aparatos 310 y 320 de protección. De este modo el dispositivo 340 de mando permite alimentar una señal Tr1 de disparo al aparato 310 de protección y una señal Tr2 de disparo adicional al aparato 320 de protección. Ambas señales Tr1 y Tr2 de disparo pueden alimentarse al mismo tiempo a ambos aparatos de protección cuando estos al mismo tiempo deben conmutarse a un modo de prueba. Como alternativa es posible generar ambas señales Tr1 y Tr2 de disparo con desfase en el tiempo con trasladar ambos aparatos de protección a su modo de prueba en diferentes momentos, aunque de manera sincronizada entre sí.

- 35 Además el dispositivo 340 de mando permite transmitir las señales Tel y Te2 de prueba que van a emplearse para el modo de prueba a través de la red 330 externa al aparato a los aparatos 310 y 320 de protección respectivos. En lugar de las señales Tel y Te2 de prueba digitales que deben emplearse para el modo de prueba, pueden transferirse también ficheros por ejemplo en forma de registros de valores perturbantes en el formato Comtrade a los aparatos de protección con los cuales los aparatos de protección forman las señales Tel o Te2 de prueba por sí mismos. La generación de las señales Tr1 y Tr2 de disparo se realiza en un caso así preferiblemente solo cuando las señales Tel y Te2 de prueba que van a emplearse para el modo de prueba ya se han implementado completamente en los aparatos 310 y 320 de protección a través de la red 330 o se han preparado en esta.

- 45 Tan pronto como las señales Tr1 y Tr2 de disparo en su aparato 310 o 320 de protección asociado en cada caso han activado el modo de prueba entonces los dispositivos de comprobación internos al aparato contenidos en ambos aparatos 310 y 320 de protección generan en cada caso las señales Te1 o Te2 de prueba digitales definidas previamente a través del dispositivo 340 de mando y alimentan estas al dispositivo de evaluación asociado en cada caso. Con respecto a la cooperación entre dispositivo de comprobación y dispositivo de evaluación en cada uno de los dos aparatos 310 y 320 de protección cabe remitirse a las anteriores realizaciones en relación con el aparato 200 de protección según la figura 4.

- 50 Además de un disparo exclusivamente externo de ambos aparatos 310 y 320 de protección mediante el dispositivo 340 de mando es además posible hacer funcionar ambos aparatos de protección de tal modo que comuniquen entre sí. Así, por ejemplo, es posible que uno de los dos aparatos de protección (por ejemplo el aparato 310 de protección) dispare otro aparato de protección (por ejemplo el aparato 320 de protección) a través de la red 320 externa al aparato. El momento para un disparo de este tipo en el lado del aparato de protección puede depender, por ejemplo, de si y cuando se establecen estados de disparo predefinidos en el aparato de protección que va a dispararse (por ejemplo, constatación de un error, sobrepasar límites de valor de medición predefinidos, etc.).



- 5 También es posible que uno de los dos aparatos de protección (por ejemplo el aparato 310 de protección) alimente señales de medición, señales de evaluación generadas por sí mismo o predefinidas desde el exterior, señales intermedias generadas por sí mismas o similares, a otro aparato de protección (por ejemplo el aparato 320 de protección) a través de la red 320 externa al aparato de modo que esta pueda seguir empleando las señales recibidas como señales Te2 de prueba o pueda formar con estas señales Te2 de prueba propias. En este caso los aparatos de protección "cooperarían" y se someterían a prueba como unidad, por lo que también puede reproducirse situaciones de error muy complejas y recurrirse a estas para propósitos de prueba.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para someter a prueba un aparato (200) de campo, en donde el aparato (200) de campo presenta
- 5 - un gran número de entradas (E200a, E200b, E200c) analógicas para alimentar una señal (Ma1, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5, Ma6) de medición analógica que se refiere a un equipo electrotécnico que va a controlarse,
  - una interfaz (230) de comunicación externa para alimentar señales de medición digitales, y
  - presenta un dispositivo (220) de evaluación de funcionamiento digital conectado con las entradas analógicas (E200a, E200b, E200c) en cada caso a través de una unidad (210) de convertidor analógico/digital y entradas (S220) de señales digitales respectivas y con la interfaz (23) de comunicación externa, que en el caso de una aplicación de la señal analógica del lado de entrada evalúa esta y genera una señal (F) de error, en caso de que la señal de medición indique un error en el equipo electrotécnico que va a controlarse, en donde
  - 10 - un dispositivo (250) de comprobación del aparato (200) de campo interno al aparato, conectado con el dispositivo (220) de evaluación, por un lado, y con la interfaz (230) de comunicación externa, por otro lado, genera una señal (Te) de prueba digital por sí mismo y
  - 15 - el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato, después de un inicio de un modo de prueba, alimenta la señal de prueba digital como señal de medición al dispositivo (220) de evaluación para someter a prueba el aparato (200) de campo, en donde
  - 20 - a través de la interfaz (230) de comunicación externa se transmiten registros de valores perturbantes al dispositivo (250) de comprobación y
  - el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato con los registros de valores perturbantes genera las señales (Te) de prueba digitales, al formar con los datos del registro de valores perturbantes externo valores de exploración digitales, que corresponden a datos de convertidor, al menos de un convertidor, registrados durante el registro de valores perturbantes, y recurre a estos para someter a prueba al aparato de campo; y
  - 25 - el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato en la ejecución del modo de prueba almacena la señal de prueba aplicada al dispositivo (230) de evaluación así como la reacción correspondiente del aparato de campo a esta en forma de un escrito de perturbaciones.
2. Aparato (200, 310, 320) de campo, en particular aparato de protección, para un equipo (300) electrotécnico que va a controlarse con
- 30 - un gran número de entradas (E200a, E200b, E200c) analógicas para alimentar una señal (Ma1, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5, Ma6) de medición analógica, que se refiere al equipo electrotécnico que va a controlarse,
  - una interfaz (230) de comunicación externa para alimentar señales de medición digitales y
  - 35 - con un dispositivo (220) de evaluación de funcionamiento digital conectado con las entradas (E200a, E200b, E200c) analógicas en cada caso a través de una unidad (210) de convertidor analógico/digital y entradas (S220) de señales digitales respectivas y con la interfaz (230) de comunicación externa, que en el caso de una aplicación de la señal de medición analógica del lado de entrada evalúa esta, y genera una señal (F) de error, en caso de que la señal de medición indique un error en el equipo electrotécnico que va a controlarse, en donde
  - 40 - el aparato de campo presenta un dispositivo (250) de comprobación interno al aparato conectado con el dispositivo (220) de evaluación, por un lado, y con la interfaz (230) de comunicación externa por otro lado, que es adecuado para
  - generar por sí mismo una señal (Te) de prueba digital y
  - 45 - alimentar después un inicio de un modo de prueba la señal de prueba digital como señal de medición al dispositivo (220) de evaluación para someter a prueba el aparato de campo, en donde el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato es adecuado para cargar un registro de valores perturbantes externo y formar con este la señal de prueba digital o seguir utilizando el registro de valores perturbantes cargado directamente como señal de prueba digital, al estar diseñado el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato de tal modo que con los datos del registro de valores perturbantes externo forma valores de exploración digitales, que corresponden a datos de convertidor, al menos de un convertidor, registrados durante el registro de valores perturbantes, y recurre a estos para someter a prueba al aparato de campo; en donde
  - 50 - el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que en la ejecución del modo de prueba almacena la señal de prueba aplicada al dispositivo (230) de evaluación, así como la reacción correspondiente del aparato de campo a esta en forma de un escrito de perturbaciones.
  - 55

3. Aparato de campo según la reivindicación 2, caracterizado porque
- el aparato de campo presenta una entrada (230) de disparo conectada con el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato,
- 5                   - en donde el dispositivo (250) de comprobación está diseñado de tal modo que al aplicar una señal de disparo en la entrada de disparo inicia el modo de prueba para someter a prueba el aparato de campo.
4. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2 o 3, caracterizado porque el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato es adecuado para procesar un registro de valores perturbantes de un convertidor analógico con datos de convertidor analógico y formar con estos la señal de prueba digital.
- 10
5. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-4, caracterizado porque el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato es adecuado para procesar adicionalmente un registro de valores perturbantes externo que se presenta en el formato Comtrade.
6. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-5, caracterizado porque el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que
- integra la señal de prueba digital en paquetes de datos digitales compatibles con la red y
  - transmite los paquetes de datos compatibles con la red a través de una red (240) interna al aparato a una interfaz del dispositivo de evaluación compatible con la red interna al aparato.
- 15
7. Aparato de campo según la reivindicación 6, caracterizado porque la red (240) interna al aparato está formada por una red compatible con Ethernet o por un bus de datos según el estándar SPI o CAN.
- 20
8. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 3-7, caracterizado porque el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que procesa adicionalmente una señal de hora aplicada en la entrada de disparo como señal de disparo, al iniciar el modo de prueba en un momento, que está definido por la señal de hora.
- 25
9. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 3-8, caracterizado porque la interfaz (230) de comunicación externa es una conexión de red y la entrada de disparo está formada por la interfaz (230) de comunicación externa.
10. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-9, caracterizado porque
- el dispositivo (230) de evaluación presenta varias entradas (S200) de señales digitales y
  - porque en el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato puede cargarse un fichero de configuración, que establece en qué entrada (S200) de señales digitales del dispositivo (230) de evaluación debe aplicarse la señal de prueba digital del dispositivo (250) de comprobación.
- 30
11. Aparato de campo según la reivindicación 10, caracterizado porque
- el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que puede aplicar varias señales de prueba digitales al mismo tiempo en el dispositivo (230) de evaluación,
  - en donde mediante el fichero de configuración puede establecerse, cómo debe realizarse la asociación de las señales de prueba a las entradas (S200) de señal del dispositivo (230) de evaluación.
- 35
12. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-11, caracterizado porque el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que para someter a prueba el aparato de campo alimenta de manera repetida una señal de prueba digital, en particular de manera repetida periódicamente, al dispositivo (230) de evaluación.
- 40
13. Aparato de campo según la reivindicación 12, caracterizado porque el dispositivo de comprobación (250) interno al aparato está diseñado de tal modo que en el caso de una alimentación repetida de la señal de prueba digital emplea diferentes factores de ajuste a escala.
- 45
14. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-13, caracterizado porque
- el aparato de campo presenta una salida de señal de error realizada de manera que puede desconectarse para la emisión externa de la señal de error y
  - el dispositivo (250) de comprobación interno al aparato está diseñado de tal modo que en el caso del modo de prueba desconecta o desactiva la salida de señal de error.
- 50
15. Aparato de campo según una de las reivindicaciones anteriores 2-14, caracterizado porque

- la interfaz (230) de comunicación externa del aparato de campo forma una salida de señal de error para la emisión externa de la señal de error y

- el dispositivo (250) de evaluación está diseñado de tal modo que en el caso del modo de prueba en la interfaz (230) de comunicación externa genera una señal de error codificada, que indica la realización de una prueba.

- 5
16. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde se somete a prueba a una disposición de aparato de campo con al menos dos aparatos (310, 320) de campo, que están configurados según una de las reivindicaciones anteriores 2 a 15, caracterizado porque los aparatos de campo de la disposición de aparato de campo se someten a prueba de manera sincronizada.
- 10
17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado porque en cada uno de los aparatos de campo se aplica en cada caso una señal (Tr1, Tr2) de disparo de tal modo que los aparatos de campo realizan su modo de prueba respectivo de manera correlacionada en el tiempo entre sí.
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 16 o 17, caracterizado porque en al menos uno de los aparatos de campo se alimenta una señal de salida de otro aparato de campo.
- 15
19. Procedimiento según la reivindicación 18, caracterizado porque el al menos un aparato de campo sigue empleando la señal de salida del otro aparato de campo como señal de prueba digital o forma con esta su señal de prueba digital.
- 20
20. Procedimiento según la reivindicación 18 o 19, caracterizado porque el al menos un aparato de campo sigue empleando la señal de salida del otro aparato de campo como señal de disparo o forma con esta su señal de disparo.

FIG 1

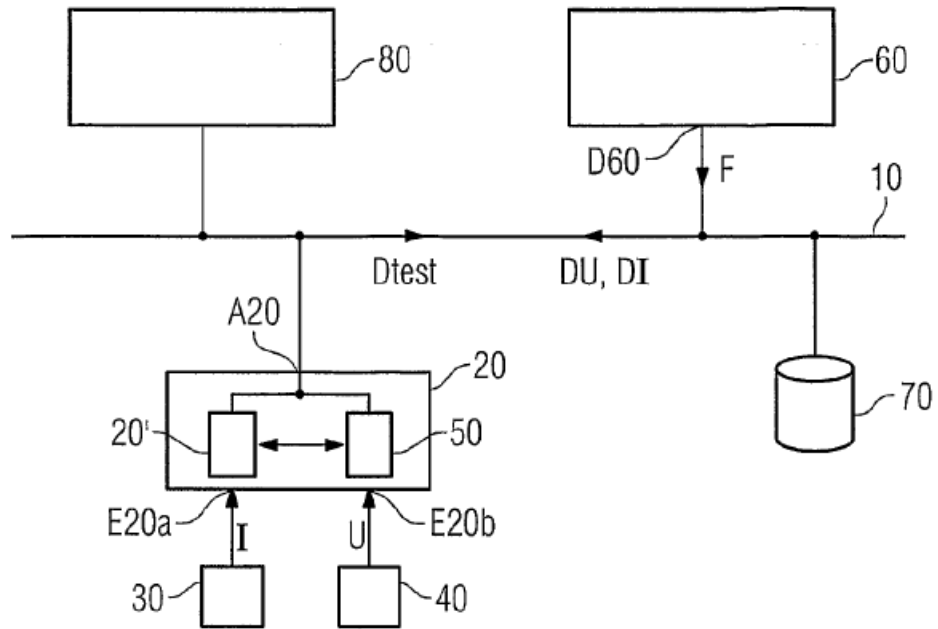


FIG 2

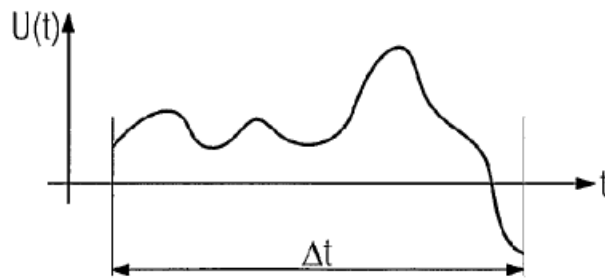


FIG 3

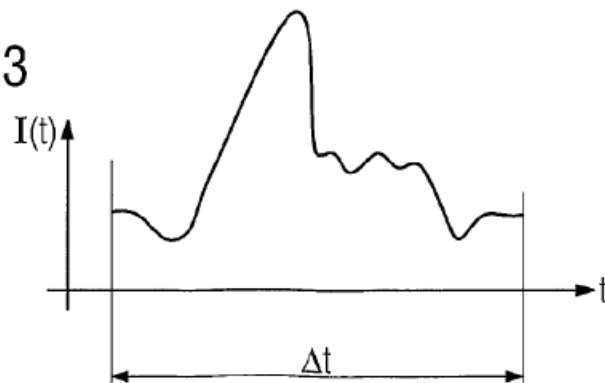


FIG 4

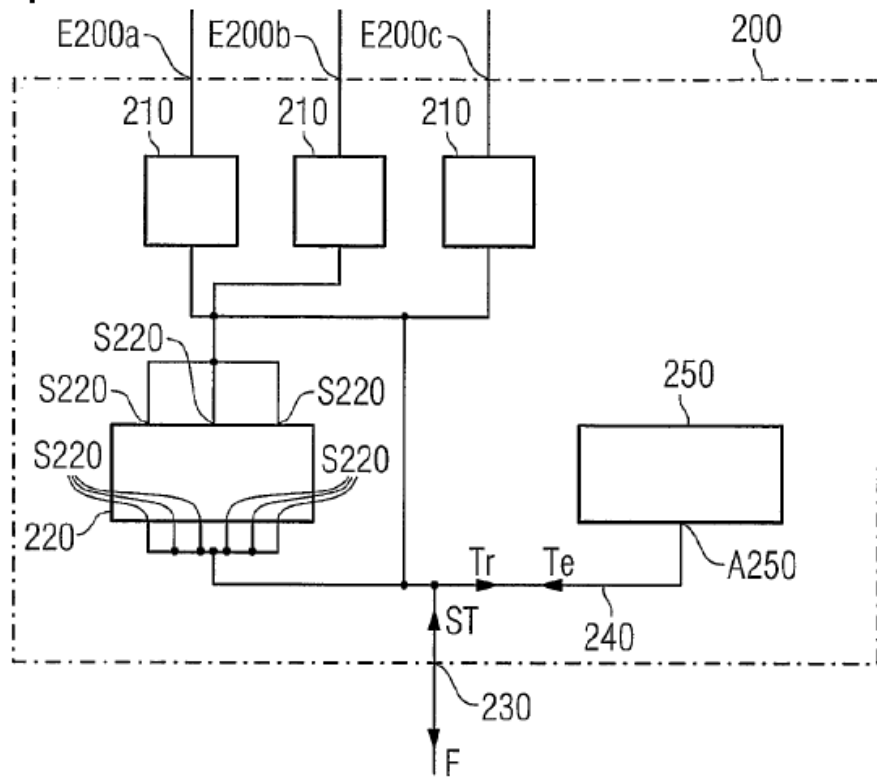


FIG 5

