

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 632**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09150131 .2**  
96 Fecha de presentación: **07.01.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2207312**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.07.2010**

54 Título: **Dispositivo electrónico inteligente y método de diseño de un sistema de automatización de subestaciones**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.07.2012**

73 Titular/es:  
**ABB RESEARCH LTD.  
AFFOLTERNSTRASSE 44  
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:  
**Werner, Thomas;  
Tournier, Jean-Charles y  
Richter, Stefan**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

**ES 2 385 632 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

Dispositivo Electrónico Inteligente y método de diseño de un sistema de Automatización de Subestaciones

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a los sistemas de Automatización de Subestaciones (SA) para subestaciones en redes eléctricas de alta y media tensión.

10 **Antecedentes de la invención**

La subestaciones en redes eléctricas de alta y media tensión incluyen dispositivos primarios tales como cables, líneas, embarrados, interruptores, transformadores de potencia y transformadores de medida, que se disponen en general en parques y/o patios de maniobra. Estos dispositivos primarios son operados en una forma automatizada a través de un sistema de Automatización de Subestaciones (SA). El sistema de SA comprende dispositivos secundarios, entre los que los Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED) son responsables de la protección, control y supervisión de los dispositivos primarios. Básicamente, un IED controla los actuadores de dispositivos primarios asignados en base a las señales de los sensores asignados para la posición del interruptor o cambiador de tomas, temperatura, tensión, intensidad, etc., señales de otros IED y señales de un sistema de supervisión. A la inversa, un IED comunica un estado o comportamiento de sus dispositivos primarios asignados, es decir las lecturas de los sensores seleccionados, a otros IED o al sistema de supervisión.

Los dispositivos secundarios se pueden asignar a niveles jerárquicos, es decir al nivel de estación, al nivel de posición y al nivel de proceso, estando este último separado del nivel de posición por la denominada interfaz de proceso. Los IED en el nivel de estación del sistema de SA incluyen un ordenador de supervisión o PC de estación que comprende una Estación de Trabajo del Operador (OWS) con una Interfaz Hombre Máquina (HMI) y ejecutando un software de Control y Adquisición de Datos de Supervisión (SCADA), así como una pasarela para la comunicación con el Centro de Control de la Red (NCC). Los IED en el nivel de posición, también denominados unidades de calle o IED de protección y/o control en lo que sigue, se conectan a su vez entre sí, así como a los IED en el nivel de estación a través de un bus entre posiciones o de estación que sirve principalmente a la finalidad de intercambiar órdenes e información de estado.

Los dispositivos secundarios en el nivel de proceso comprenden sensores para las mediciones de la tensión (VT), intensidad (CT) y densidad de gas, sondas de contacto para la detección de las posiciones de interruptores y cambiador de tomas del transformador y/o actuadores (I/O) para las posiciones del cambiador de tomas del transformador o para el control de los conmutadores como los interruptores o seccionadores. Los sensores de ejemplo tales como transformadores de tensión o intensidad no convencionales comprenden un convertidor Analógico a Digital (AD) para muestreo de señales analógicas y se conectan a las unidades de posición por medio de un bus de proceso dedicado o entre posiciones, que se debe considerar como la interfaz de proceso que sustituye a la interfaz de proceso cableada convencional. Esta última conecta los transformadores de intensidad o tensión convencionales en la subestación al equipo del nivel de posición por medio de cables de cobre dedicados, en cuyo caso las señales analógicas de los transformadores de medida son muestreadas por las unidades de posición.

Se ha presentado una norma de comunicación para la comunicación entre los dispositivos secundarios de una subestación por parte de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), como parte de la norma IEC 61850 titulada "communication networks and systems in substations". Para mensajes no críticos en el tiempo, la IEC 61850-8-1 especifica el protocolo de Especificación del Mensaje de Fabricación (MMS, ISO / IEC 9506), basado en la pila de protocolos de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) reducida construidos sobre el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP) en la capa de transporte y de red, respectivamente, y sobre Ethernet y/o RS-232C como medios físicos. Para los mensajes basados en eventos de tiempo crítico, la IEC 61850-8-1 especifica directamente los Eventos de Subestación Orientados a Objetos Genéricos (GOOSE) en la capa de enlace con Ethernet de la pila de comunicación. Para las señales que cambian periódicamente muy rápido a nivel de proceso, tales como las mediciones analógicas de tensiones o de intensidades, la IEC 61850-9-2 especifica el servicio de Valor de Muestreo (SV), que al igual que GOOSE se construye directamente en la capa de enlace de Ethernet. Por lo tanto, la norma define un formato para publicar, como mensajes de multidifusión en una Ethernet industrial, mensajes basados en eventos y datos de medición digitalizados de los sensores de intensidad o de tensión en el nivel de proceso como un sustituto del cableado de cobre tradicional.

Los SV u otros datos del proceso se pueden transmitir a través del bus de proceso entre posiciones, poniendo la información transmitida a disposición de las posiciones colindantes. Para sistemas más efectivos en coste tales como en subestaciones de media o baja tensión, el bus de proceso entre posiciones y el bus de estación se pueden mezclar en una única red de comunicación. En este caso, la red de comunicación se puede considerar un bus de proceso entre posiciones que transmite, además de los datos de proceso, mensajes relativos a órdenes y/o al estado que en otro caso se intercambiarían a través de un bus de estación dedicado.

En otras palabras, ya no es necesario que un IED de protección sea cableado a los sensores respectivos para recibir la información necesaria requerida para el cálculo de una función de protección específica. En su lugar, es posible que un IED de protección se abone a un flujo de datos que está disponible en la red de comunicaciones que engloba al sistema de la SA o a una subred específica de la misma. Los datos de proceso se digitalizan, opcionalmente provistos con un marcado de tiempos y se publican mediante una interfaz de proceso, es decir o bien un dispositivo por sí mismo que incorpora la funcionalidad de un convertidor Analógico a Digital (AD) y que está directamente conectado a la red de comunicaciones, un IED de protecciones diferente que pone a disposición sus mediciones locales o una Unidad de Mezcla (MU) que mezcla las señales instantáneas de una pluralidad de sensores conectados en un único mensaje de red. Adicionalmente, la posibilidad de separar la adquisición de los datos de medición y el procesamiento de la información permite a un PC de estación abonarse al flujo de datos, que a su vez proporciona un par de nuevas opciones de diseño arquitectónico para los sistemas de automatización de subestaciones, por ejemplo relativos a los conceptos de protección redundante o de reserva. Por ejemplo, dentro de un esquema de Protección y Control Centralizado, los dispositivos similares a PC en un nivel de estación no sólo servirían como una pasarela o consola de HMI, sino que tendrían también funcionalidad de alojamiento de reserva para los dispositivos de IED de posición, o ejecutar esquemas de protección de ámbito de estación tales como la protección de las barras.

El tráfico en la norma IEC 61850-9-2 es un protocolo de difusión múltiple, que permite al dispositivo cliente abonarse a unos flujos de datos específicos y desprecia los flujos que no son relevantes. Sin embargo, cuando se aprovecha la posibilidad de utilizar los datos de sensores en disposiciones tales como las funciones de protección de barras o en los PC de Estación que ejecutan una funcionalidad de reserva para una multitud de calles, es necesario procesar una cantidad significativa de tráfico de red por parte de los dispositivos receptores. Sin un soporte de hardware específico tal como las Matrices de Puertas Programables en Campo (FPGA), la cantidad de tráfico de mediciones que se necesita procesar en los dispositivos IED excede fácilmente la potencia de cálculo disponible de esos dispositivos y la cantidad de interrupciones generadas por la interfaz de red y el procesamiento a tiempo de la información de los paquetes puede sobrepasar fácilmente la capacidad de CPU disponible en los dispositivos IED lo que impacta por lo tanto en la ejecución de tareas críticas en el tiempo.

La Patente de Estados Unidos 6.550.020 reivindica un sistema de procesamiento de datos con al menos un Circuito Integrado (IC) que contiene una unidad de procesamiento central que incluye al menos un primer y un segundo núcleos de procesamiento. Cada uno de los núcleos de procesamiento incluye un conjunto completo de componentes utilizados por las CPU de núcleo simple convencionales para recoger, decodificar, ejecutar instrucciones y transferir información a y desde otras partes del sistema de procesamiento de datos tales como un almacenamiento de datos global o memoria compartida. El IC también incluye equipamiento de entrada que recibe entradas de control que especifican cuál de los núcleos de procesamiento se debe utilizar, por ejemplo para utilizar el segundo núcleo como un núcleo de procesamiento primero virtual tras la determinación de que el primer núcleo está inactivo o defectuoso. Con este fin, el IC incluye una lógica de configuración que decodifica dinámicamente las entradas de control y, en respuesta, controla selectivamente la recepción de señales de entrada y la transmisión de señales de salida de uno o más núcleos de los núcleos de procesamiento de acuerdo con la entrada de control.

El artículo "Substation Automation Techniques and Future Trends", de Mohamed Rayees et ál. páginas 412-416, XP031226537, ISBN: 978-1-4244-1840-4, explica las técnicas de automatización para control, supervisión y protección en subestaciones de media tensión. Se describe un dispositivo IED estándar como residente en el nivel de calle más bajo de la jerarquía vertical de la SA y teniendo circuitos de conversión AD integrados, en los que las señales analógicas de los procesos primarios se terminan directamente en el IED. Las entradas binarias del IED son estados de alarmas y el IED se conecta a una LAN de nivel de calle para intercambio de mensajes GOOSE.

Todos los documentos US 2003/231627 A1, EP 1551137 A1 y WO 02/084957 A2 se refieren a conmutadores/enrutadores en redes de comunicación que tienen una pluralidad de interfaces de red (puertos), pero que no ejecutan funcionalidad de protección/control. En particular el documento US 2003/231627 A1 tiene una lógica de asignación en los motores de procesamiento de paquetes a paralelo que dependen del tipo y tamaño de los paquetes, el documento EP 1551137 A1 tiene un único procesador MAC por módulo de acceso y un único procesador de red y el documento WO 02/084957 A2 tiene un coprocesador de gestión además de un único procesador de comunicaciones digitales.

El documento WO 01/13590 describe un circuito integrado con circuitos de coprocesador único para la recepción de paquetes de comunicación.

El documento US 2006/0126628 A1 se relaciona con cuellos de botella en el rendimiento en sistemas que emplean múltiples núcleos de procesamiento para procesar segmentos TCP. Específicamente, si paquetes que pertenecen al mismo flujo se gestionan por núcleos diferentes el TCB (Bloque de Control de Transmisión) del flujo es accedido desde núcleos diferentes, conduciendo finalmente a una limitación en el acceso. El manejo de un flujo específico solamente por un núcleo elimina este problema.

## 65 Descripción de la invención

Es por lo tanto un objetivo de la invención evitar los cuellos de botella en el procesamiento de datos en Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED) para Automatización de Subestaciones (SA). Este objetivo se consigue mediante un IED y un método de diseño de un sistema de SA de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 8. Las realizaciones preferidas adicionales son evidentes a partir de las reivindicaciones de patente dependientes.

5 De acuerdo con la invención, los IED para SA, tal como las unidades de posición o PC de subestación, están equipados con un Circuito Integrado con una Unidad de Procesamiento Central, CPU, que incluye un primer núcleo de procesamiento dedicado y configurado para ejecutar aplicaciones de Protección y Control, y un segundo núcleo de procesamiento, o núcleo de red, dedicado y configurado para manejar o decodificar el tráfico de comunicación de la red. Por ello, la funcionalidad de protección y control en el IED está separada o aislada de los problemas de comunicación y los primeros no están limitados por estos últimos, por ejemplo en el caso de problemas en la red de comunicaciones. En particular, las aplicaciones de Protección y Control pueden aún continuar funcionando, mientras el segundo núcleo de procesamiento que gestiona el tráfico de red puede estar viendo un desbordamiento de las interrupciones.

15 En una realización preferida, el núcleo de la red realiza una funcionalidad de procesamiento previo o posterior costosa desde el punto de vista de cálculo además de la pila de comunicaciones del 9-2. Esta última incluye la recepción de paquetes 9-2 desde múltiples orígenes de datos, la decodificación de los paquetes, la verificación de la integridad de los contenidos de datos y otros aspectos de seguridad tal cómo se requieren potencialmente en la norma IEC 62351. Las operaciones de procesamiento posterior a cuenta de las específicas de protección, tal como la Transformada de Fourier Digital (DTF), cálculos de la Raíz Cuadrática Media (RMS), filtrado digital o cálculos pico a pico, necesitan en general una gran cantidad de operaciones en coma flotante y cálculos iterativos costosos desde el punto de vista de cálculo.

25 De acuerdo con una variante ventajosa, la CPU de núcleo múltiple propuesta permite una arquitectura de software escalable que es fácil de mantener y actualizar con nueva funcionalidad.

Específicamente, permite la asignación de la decodificación del tráfico de red 9-2 a un número variable de dos o más núcleos de red dependiendo de unos pocos parámetros, tales como por ejemplo el número de orígenes 9-2 o la frecuencia de las muestras, es decir el número de mensajes de red recibidos por el IED por segundo. Adicionalmente, la pluralidad de núcleos de red pueden estar asignados a una o varias Tarjetas de Interfaz de Red (NIC), cuyo número representa, al menos para un PC de estación, un grado adicional de flexibilidad.

35 De acuerdo con variantes refinadas adicionales de la invención, el tráfico de red de multidifusión 9-2 recibido se distribuye o encamina a la pluralidad de núcleos de red, tanto por la Tarjeta de Interfaz de Red (NIC) como por un conmutador programable que es parte de la red de comunicaciones del SA y conecta a dos o más NIC. La asignación del núcleo de red se basa más convenientemente en la dirección del Código de Acceso al Medio (MAC) de Origen de los mensajes de red individuales. Dicha dirección MAC de Origen es fácil de analizar, es decir puede ser aislada de un mensaje recibido sin conocimiento o decodificación del contenido completo del mensaje. En este contexto, se señala que la norma de seguridad IEC 62351 es también transparente, es decir aún se puede leer el contenido completo del mensaje incluyendo el MAC de un mensaje firmado.

45 Dado que el tamaño y extensión del sistema de SA, incluyendo el número de sensores, la infraestructura de la red y la funcionalidad de la aplicación, ya se ha especificado durante el diseño del sistema, el instanciado de la pila 9-2 y la funcionalidad de procesamiento posterior requerida en cada IED para la gestión de la cantidad esperada de tráfico 9-2 se puede realizar de una forma estática. De la misma manera, en caso de que se proporcione más de un núcleo de red, los flujos de datos que se procesan en cada núcleo se pueden configurar o preasignar durante el momento del diseño. En este caso, se pueden tener en cuenta unos pocos parámetros para asegurar que los núcleos de procesamiento individuales no se sobrecargan. Como una alternativa, pero menos probable, se puede aplicar asimismo, una (re)asignación dinámica en tiempo de ejecución de los flujos a los núcleos de red, por ejemplo utilizando algoritmos de equilibrio de carga que tienen en cuenta los requisitos en cuanto a recursos de cálculo de varias tareas de procesamiento previo/posterior.

55 Como una alternativa, las soluciones basadas en hardware también proporcionan la posibilidad de separar y descargar el procesamiento y procesamiento posterior del tráfico de la red. Por ejemplo, las soluciones basadas en Matrices de Puertas Programables en Campo (FPGA), que implementan la lógica de decodificación y procesamiento posterior en hardware y envían los datos a través de medios como el DMA (Acceso Directo a Memoria) a la memoria de aplicación son soluciones equivalentes a la propuesta en esta invención. Sin embargo, las adaptaciones, tales como las que incluyen por ejemplo lógica adicional para gestionar mejoras de seguridad para el IEC 61850 o el escalado en el número de orígenes soportados, pueden requerir un cambio en el hardware.

### Breve descripción de los dibujos

65 La materia objeto de la invención se explicara con más detalle en el texto a continuación con referencia a realizaciones de ejemplo preferidas que se ilustran en los dibujos adjuntos, que esquemáticamente muestran:

la Fig. 1 un IED con una CPU que incluye dos núcleos;  
 la Fig. 2 un IED con una CPU que incluye dos núcleos de red y  
 la Fig. 3 un IED con dos interfaces de red.

- 5 Los símbolos de referencia usados en los dibujos y sus significados, se listan en forma de resumen en la Lista de símbolos de referencia. En principio, las partes idénticas están provistas con los mismos símbolos de referencia en las figuras.

**Descripción detallada de realizaciones preferidas.**

10 La Fig. 1 muestra algunos de los componentes básicos de un dispositivo electrónico inteligente (IED) 1 para la Automatización de Subestaciones (SA), tal como un PC de Estación, una unidad de posición o cualquier otro dispositivo embebido con funcionalidad de Protección y Control. El IED 1 tiene un microprocesador o Unidad de Procesamiento Central (CPU) 10 con un primer núcleo de procesamiento 100 dedicado a tareas de Protección y Control y un núcleo de red 101 para la gestión del tráfico de red recibido a través de la Tarjeta de Interfaz de Red (NIC) 11. El IED 1 se conecta, a través de la NIC 11, a una red de comunicación de SA 2, preferiblemente un bus de proceso con tráfico IEC 61850 9-2. Otros IED (no representados) del sistema de SA publican muestras de mediciones como mensajes de difusión múltiple en la red 2. La NIC 11 filtra los mensajes de acuerdo con su dirección MAC de destino y almacena los datos de mediciones en la memoria de entrada compartida 13. La pila de decodificación 9-2 en el núcleo de red 101 lee desde la memoria de entrada compartida 13, procesa la información y la escribe en la memoria compartida 103 del núcleo de la CPU. La funcionalidad de procesamiento posterior que se ejecuta o bien en el núcleo de la red 101 o bien en un núcleo diferente puede tener acceso al mensaje 9-2 procesado y realizar una funcionalidad de procesamiento posterior adicional, cuyo resultado se almacena de nuevo en la memoria compartida 103 del núcleo de la CPU. Las funciones de protección y control ejecutadas en el núcleo de procesamiento 100 pueden tener acceso o bien a los datos en bruto decodificados o bien a los datos procesados posteriormente adicionalmente desde la memoria compartida 103 del núcleo de la CPU. En un modo de protección de ejemplo, el IED supervisa el estado de la subestación o de una parte de la misma y abre de modo autónomo un interruptor asignado en caso de que detecte una situación potencialmente peligrosa tal como una sobrecarga.

30 Los microprocesadores de núcleo múltiple incluyen un único circuito integrado que incluye dos o más núcleos de procesamiento principales que comparten la misma Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), cada uno de los cuales se puede utilizar como si fuese una CPU separada. Preferiblemente, cada uno de los núcleos principales proporciona una potencia de cálculo que iguala o supera a la de un procesador de núcleo simple de alto rendimiento convencional. En la invención, el núcleo de red 101 se dedica a procesamiento posterior del tráfico 9-2 (recepción, decodificación, procesamiento posterior), mientras que uno o más núcleos 100 están disponibles para aplicaciones de protección y control.

40 La Fig. 2 representa un IED con dos núcleos de red 101, 102. En esta variante, una interfaz de red 11 recibe todo el tráfico y distribuye o envía, en base a los datos de configuración resultantes del diseño de la SA, los paquetes recibidos hacia los núcleos de red 101, 102 para un procesamiento adicional. El número exacto de núcleos de red depende por ejemplo del número de muestras de medición a ser procesadas. Básicamente, se puede definir un límite superior por núcleo en términos de mensajes que puede procesar por segundo, dependiendo por ejemplo de la velocidad de reloj de la CPU, de la funcionalidad de procesamiento posterior ejecutada y de la consideración por algún margen de seguridad. Este límite puede relacionarse con el número de orígenes multiplicado por la frecuencia de envío por origen, dando una estimación de cuantos núcleos se requieren para el procesamiento 9-2.

50 La decodificación es costosa dado que el formato del mensaje no está especificado en un formato que permitiese una operación simple de copia de mensaje a memoria, es decir todo el contenido útil del mensaje ha de ser analizado, comprobada su validez y a continuación copiado a unas estructuras de memoria adecuadas. Con las CPU estándar (2,0 GHz), se pueden manejar hasta 80K mensajes por segundo. Esto puede ser suficiente para 20 posiciones de una subestación. Sin embargo, si se aplica el procesamiento posterior, entonces se ejecutan una gran cantidad de operaciones en coma flotante adicionales (básicamente \*, div, sqrt) y la mayor parte de las veces los cálculos involucran algunas situaciones (histórico) por mensaje recibido, por ejemplo dependiendo de la frecuencia de muestreo (1,6 kHz) multiplicada por la frecuencia del sistema (50 Hz). Se estima que esto tiene el potencial de reducir el número de mensajes que se pueden manejar por núcleo en un factor de al menos dos.

60 La Fig. 3 muestra finalmente un IED con dos núcleos de red 101, 102 y dos interfaces de red 11, 12. En esta variante cada uno de los núcleos tiene una interfaz de red dedicada. La división del tráfico de la red se realiza mediante un conmutador programable 20 como un nodo de la red de comunicación 2 de SA.

65 Se ha de observar que la presente invención no está limitada a SA, sino que se extiende al control de la automatización de procesos en general. Por ello, cualquier dispositivo de control de automatización de procesos adaptado para ser conectado a un bus de proceso digital y configurado para recibir y procesar mensajes de red, caracterizado además porque el dispositivo tenga una CPU de núcleo múltiple y que los mensajes de red se manejen por uno de los núcleos de la CPU de núcleo múltiple, puede beneficiarse de las ventajas tal como se han mencionado en el presente documento.

**Lista de designaciones**

	1	Dispositivo Electrónico Inteligente
	10	microprocesador
5	100	núcleo de procesamiento
	101, 102	núcleo de red
	103	memoria compartida del núcleo de la CPU
	11, 12	interfaz de red
	13	memoria de entrada compartida
10	2	red de comunicación de SA
	20	Conmutador

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de diseño de un sistema de Automatización de Subestaciones SA con un Dispositivo Electrónico Inteligente IED que comprende una Unidad de Procesamiento Central CPU (10) que incluye núcleos de red (101, 102) configurados para recibir y procesar mensajes de red IEC 61850 9-2 a través de una red de comunicación de la subestación (2) del sistema de SA y un primer núcleo de procesamiento (100) configurado para ejecutar aplicaciones de Protección y Control en base a los datos IEC 61850 9-2 manejados por los núcleos de red (101, 102), que comprende
- 10           - la definición de un límite superior en términos de mensajes que el núcleo de red puede procesar por segundo,  
               - relacionar el límite superior con un número de orígenes de mensaje en el sistema de SA multiplicado por una frecuencia de envío por segundo para estimar un número de núcleos de red requeridos para el procesamiento de un número de mensajes recibidos por el IED por segundo y
- 15           - la asignación del número de núcleos de red al IED.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende
- 20           - la asignación del número de mensajes de red al número de núcleos de red en base a una dirección de origen del mensaje de red.
3. El método de la reivindicación 1, en el que los núcleos de red (101, 102) se configuran para realizar un procesamiento posterior de los mensajes de red.
- 25 4. Un sistema de Automatización de Subestaciones SA con un Dispositivo Electrónico Inteligente IED que comprende una Unidad de Procesamiento Central, CPU (10) que incluye núcleos de red (101, 102) configurados para recibir y procesar mensajes de red IEC 61850 9-2 a través de una red de comunicación de la subestación (2) del sistema de SA y un primer núcleo de procesamiento (100) configurado para ejecutar aplicaciones de Protección y Control en base a los datos IEC 61850 9-2 manejados por los núcleos de red (101, 102),
- 30 **caracterizado por que** el IED comprende un número de núcleos de red requeridos para procesamiento del número de mensajes de red recibidos por el IED por segundo, siendo estimado dicho número de núcleos de red relacionando un límite superior en términos de mensajes que un núcleo de red puede procesar por segundo respecto al número de orígenes de mensajes en el sistema de SA multiplicado por la frecuencia de envío por origen.
- 35 5. El de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** los núcleos de red (101, 102) se configuran para realizar un procesamiento posterior de los mensajes de red.
6. El sistema de Automatización de Subestaciones de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** se configura para asignar un mensaje de red a uno de la pluralidad de núcleos de red en base a una dirección de origen del mensaje de red.
- 40
7. El sistema de Automatización de Subestaciones de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el IED comprende una interfaz de red única (11) adaptada para conectarse a la red de comunicaciones de la subestación (2) y configurada para asignar un mensaje de red a uno de la pluralidad de núcleos de red.
- 45
8. El sistema de Automatización de Subestaciones de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el IED comprende una pluralidad de interfaces de red (11, 12) configuradas para enviar un mensaje de red a uno predefinido entre la pluralidad de núcleos de red y adaptada para conectarse a un conmutador (20) de la red de comunicaciones de la subestación que a su vez está adaptado para asignar los mensajes de red a una de las interfaces de red.
- 50
9. El sistema de Automatización de Subestaciones de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el IED es un PC de Estación, con el primer núcleo de procesamiento preparado para ejecutar, en base a los mensajes de red recibidos, funciones de protección de las barras o funciones de protección de reserva para una multitud de posiciones.
- 55

Fig. 1

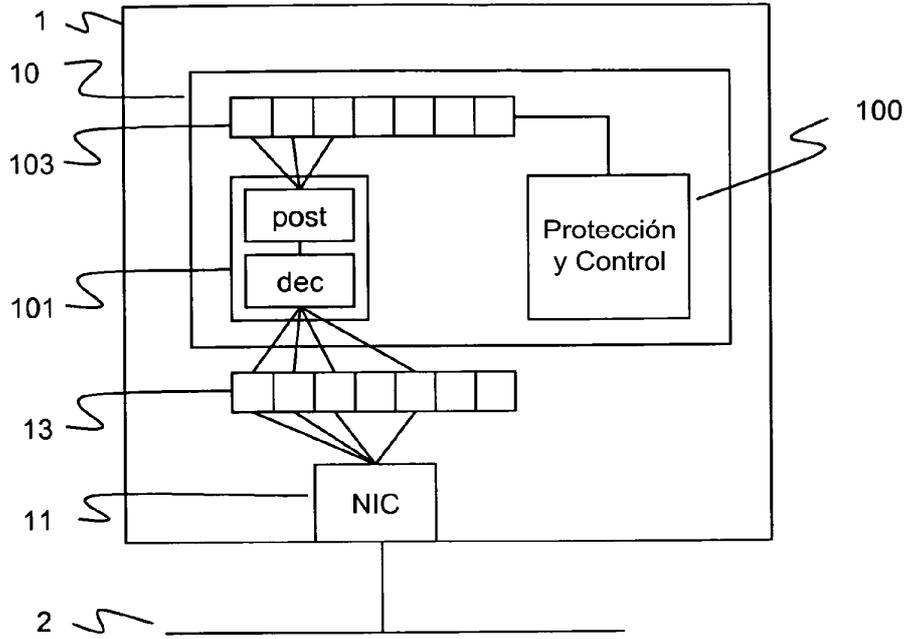


Fig. 2

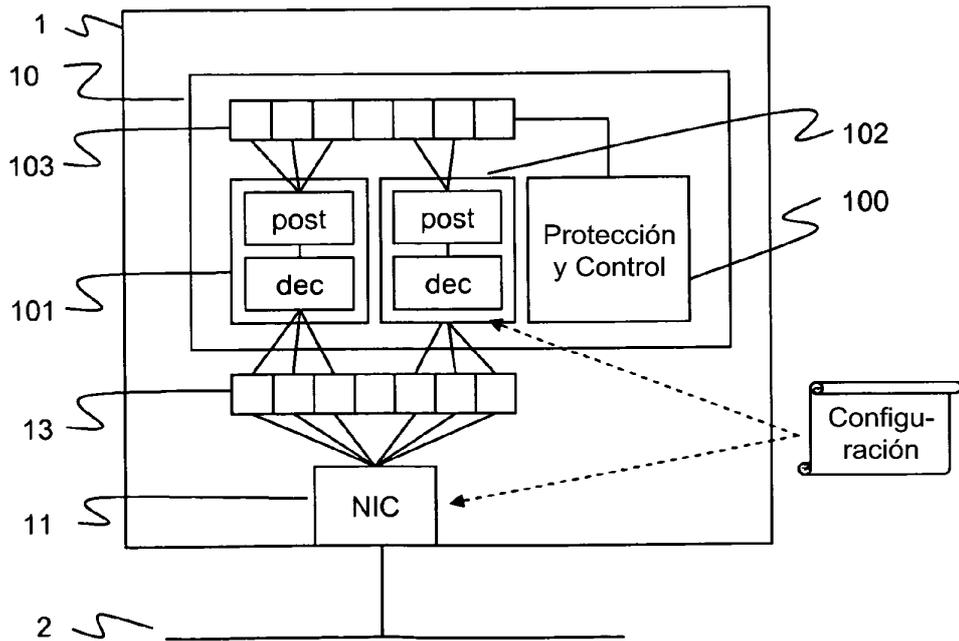


Fig. 3

