

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 825**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

G06F 9/06 (2006.01)

G06F 13/00 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2010 PCT/BR2010/000424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2011 WO11079358**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10840234 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 2519873**

54 Título: **Sistema descentralizado para monitorización en tiempo real en remoto**

30 Prioridad:

30.12.2009 US 649699

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

03.12.2019

73 Titular/es:

**SANTOS, EDUARDO PEDROSA (100.0%)
Praça Claudino Alves 141 - Centro
Atibaia - SP, Cep: 12.940-800, BR**

72 Inventor/es:

SANTOS, EDUARDO PEDROSA

74 Agente/Representante:

PAZ ESPUCHE, Alberto

ES 2 733 825 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

Sistema descentralizado para monitorización en tiempo real en remoto

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema descentralizado y arquitectura para monitorización en tiempo real en remoto de equipos de alta tensión, tales como transformadores de potencia, reactores, disyuntores, transformadores de instrumento, interruptores de desconexión y similares, para centrales eléctricas y subestaciones de energía eléctrica; notablemente de un sistema que puede realizar la monitorización en tiempo real de todo el equipo de alta tensión instalado en centrales eléctricas y/o en subestaciones de energía eléctrica, lo que significa un gran número de dispositivos que pueden producir cientos o miles, sin necesidad de que un número grande de ordenadores remotos procesen la información y sin incurrir en procesar la sobrecarga en el pequeño número de ordenadores asignados para tal tarea. Tal sistema resulta de una arquitectura simplificada y presenta varias ventajas en el estado de la técnica, que va a describirse en este documento.

Introducción

20 Dispositivos de alta tensión, tales como transformadores de potencia, reactores, disyuntores, interruptores de desconexión, transformadores de corriente, transformadores de potencial, disipadores de sobrevoltaje, reguladores de tensión, etc. se usan ampliamente en sistemas de generación, transmisión y distribución de tensión media, alta, así como muy alta, que realizan tareas vitales para asegurar la continuidad de suministro de energía, así como la calidad.

25 De este modo, la fiabilidad de la generación, transmisión y distribución de energía depende directamente de tal fiabilidad de los dispositivos y de su buen estado. De hecho, los fallos que se produzcan en tal equipo pueden provocar carencia de energía a un vecindario, a una ciudad o incluso a una región, así como desconexiones de "efecto dominó" que pueden culminar en el apagón de un estado o de un país.

30 Además, la normativa de la autoridad energética expone, en la mayor parte de los países, duras sanciones económicas a los distribuidores de energía en casos de desconexión de equipos, generalmente mayores en caso de desconexiones repentinas, tal como sucede cuando se produce un defecto en un equipo, lo que culmina con su fallo. Además, en industrias de consumo intensivo de energía, que usan un número grande de dispositivos de alta tensión para suministrar energía a sus procedimientos de producción, estas desconexiones de equipo pueden provocar reducciones de producción o incluso cese temporal de producción, con grandes pérdidas económicas.

35 A partir del marco presentado, un mantenimiento apropiado del equipo de alta tensión mencionado tiene un papel importante en su fiabilidad, así como en la de los sistemas en los que se insertan. Tal necesidad ha llevado, naturalmente, a la aparición de una especialización en ingeniería de mantenimiento y a un progreso de las prácticas que se habían adoptado hasta ahora, de modo que la filosofía de mantenimiento correctiva históricamente establecida (solamente hecha tras el fallo de máquina) se ha sustituido por la preventiva (paradas programadas para comprobación y reparaciones). Sin embargo, acabó volviéndose evidente que tal filosofía de mantenimiento preventiva, aunque representa una mejora importante en comparación con la correctiva, también tiene su inconveniente, tal como, por ejemplo, a) muchas paradas innecesarias hechas solamente para averiguar que no era necesario el mantenimiento, b) problemas anteriormente inexistentes insertados de manera involuntaria en una máquina al llevar a cabo su mantenimiento o, incluso, c) el fallo de equipo inesperada cuando aparece un defecto y crece en el periodo entre dos operaciones de mantenimiento preventivas.

40 La ingeniería de mantenimiento, como consecuencia, ha avanzado, una vez más, con la aparición del mantenimiento basado en condición (CBM) o mantenimiento basado en condición de equipo. Tal filosofía tiene el objetivo de determinar el estado o condición de un equipo durante su operación mientras está funcionando, por medio de mediciones y métodos de diagnóstico, de modo que la parada y el mantenimiento de equipo se hacen solamente si es realmente necesario y no simplemente basándose en periodos de funcionamiento previamente determinados. Al mismo tiempo, se desarrolló la metodología denominada "mantenimiento centrado de fiabilidad" (RCM), que tiene el objetivo de dar prioridad a las actividades de mantenimiento según su importancia respectiva para el procedimiento en conjunto, que encuentra un complemento natural en el mantenimiento predictivo.

Estado de la técnica

60 Filosofías de mantenimiento predictivo y RCM, así como la consiguiente necesidad de conocer el estado de equipo, ha llevado a la aparición de una nueva herramienta, representada por los sistemas de monitorización en línea, que tienen el objetivo de diagnosticar, automáticamente y en tiempo real, la condición del equipo, procesando datos a partir de sensores instalados en el mismo, que puede también establecer un pronóstico de evolución de condición y sugerir, en algunos casos, acciones que el personal de mantenimiento podría aplicar, si las hubiera. Ejemplos de sistemas de monitorización en línea aplicados a transformadores de potencia pueden verse en la patente estadounidense nº 4.654.806 así como en el artículo adjunto de referencia nº [1].

- 5 En el estado actual de la técnica, los sistemas de monitorización de condición en tiempo real para equipos de alta tensión, tal como transformadores de potencia, reactores, disyuntores, interruptores de desconexión y otros están compuestos habitualmente por varios sensores instalados en el equipo para medir varias magnitudes relacionadas con su estado y condiciones de funcionamiento también. Más allá de los elementos sensibles a la magnitud cuya medición se desea, tales sensores también están constituidos por circuitos electrónicos, usados para generar una señal de salida del sensor, que puede ser analógica (por ejemplo, una señal de corriente de 4 a 20 mA proporcional a la magnitud medida), digital (contactos de alarma o señalización) o puertos de comunicación en serie (RS485, RS232 u otros, por ejemplo).
- 10 A partir de este punto en adelante, sistemas de monitorización del estado de la técnica se forman ellos mismos en dos clases diferentes según la arquitectura empleada: sistemas de arquitectura centralizados y sistemas de arquitectura descentralizados o distribuidos, tal como se muestra en el artículo adjunto de referencia nº [2].
- 15 En los sistemas de arquitectura centralizados, tal como los mostrados en la patente estadounidense n.º 6.906.630, así como en el artículo adjunto de referencia nº [1], las salidas de sensores se conectan a un dispositivo de centralización de información, habitualmente un controlador lógico programable (PLC), instalado también en el equipo de alta tensión o cerca de él.
- 20 El dispositivo de centralización lee, por tanto, las señales de salida de los sensores, sean analógicas, digitales o de puertos de comunicación en serie, de modo que pueden obtenerse todas las diversas informaciones de mediciones recogidas por los sensores en el equipo de alta tensión. En algunos casos, el dispositivo de centralización puede llevar a cabo algún procesamiento de información básico tal como, por ejemplo, el cálculo de potencia aparente que se inicia a partir de la información de tensión y corriente, así como otros similares, tal como se muestra en el documento de patente estadounidense n.º 6.906.630.
- 25 A continuación, toda la información que procede de los sensores y del procesamiento previo local se transmite a un ordenador remoto, ubicado en un lugar de entorno adecuado, habitualmente la sala de control de central eléctrica o subestación, con acondicionamiento de aire, o una oficina de la empresa de producción de energía eléctrica. Pueden usarse varios modos para la transmisión de información desde el elemento de centralización hasta tal ordenador, tal como fibra óptica, enlaces de radio, línea telefónica, Intranet e Internet, entre otros.
- 30 En los sistemas descentralizados, tal como se muestra en el artículo adjunto de referencia nº [3], no hay dispositivo de centralización. Se usan sensores de tipo IED (dispositivo electrónico inteligente), que tienen circuitos electrónicos digitales y están equipados con puertos de comunicación en serie, que se emplean en transmisión directa de datos de mediciones al ordenador remoto, ubicado habitualmente en la sala de control de central eléctrica o subestación o en una oficina de la empresa de producción de energía eléctrica, trabajando, a partir de este punto en adelante, de manera similar a la arquitectura centralizada. Para tal propósito, se interconectan puertos de comunicación de sensores de IED para formar una red de comunicación de datos que puede usar diferentes modos para transmitir información de los sensores al ordenador remoto, tales como fibra óptica, enlaces de radio, línea telefónica, Intranet e Internet, entre otros.
- 35 Entonces, dentro del ordenador remoto, se ejecuta el software de monitorización en tiempo real, que computa todos los diversos datos de sensores. Tal procesamiento consiste en modelos matemáticos, así como algoritmos que cruzan uno o más datos de medición de sensores en tiempo real, además de datos y parámetros informados por el usuario, para obtener información útil para el diagnóstico de condición del equipo de alta tensión, tales como una pérdida de porcentaje de transformador en función de temperatura y humedad, contenido de agua en papel aislante en función de la humedad en aceite, entre otros. En algunos sistemas, algunos de tales cálculos pueden llevarse a cabo también en el dispositivo de centralización (PLC), según las referencias de la patente estadounidense 6.906.630 y los artículos adjuntos nº [1] y nº [4], en caso de que se use esta arquitectura, suministrando un procesamiento previo de datos.
- 40 Con tales resultados de cálculos mencionados, así como con mediciones de los sensores, el sistema de monitorización puede emitir alarmas cuando se sobrepasen los límites programados tanto para las mediciones de los sensores como para algoritmos y modelos matemáticos.
- 45 Tal como señalan los artículos adjuntos de referencias nºs [1], [3] y [4], algunos sistemas de monitorización en el estado de la técnica han realizado en su software de monitorización, en el ordenador remoto, un sistema experto, una técnica de inteligencia artificial en la que se emplea un sistema de reglas lógicas que refleja un conocimiento experto humano, de modo que en caso de alarma, por ejemplo, el sistema experto comprueba la validez de varias hipótesis que tienen el objetivo de encontrar aquellas que puedan cumplir las reglas de un escenario particular. De este modo, un sistema de monitorización puede emitir además la alarma mencionada, un diagnóstico del motivo probable para la aparición de la alarma, así como para sugerir acciones recomendadas correctivas y señalar el pronóstico de evolución de la situación detectada en el caso de que esa acción correctiva no se realice.
- 50 Aun así, según las referencias adjuntas nºs [1], [3] y [4], el software de monitorización también guarda periódicamente mediciones de los sensores, así como los resultados de procesamiento de datos en bancos de
- 55
- 60
- 65

datos, que almacena el historial de condiciones de funcionamiento de equipos a lo largo de toda su vida. Basándose en tal historial, el sistema de monitorización también puede calcular la tendencia de evolución de la condición del equipo y generar un pronóstico de su condición futura.

5 Para permitir el acceso de los usuarios a los datos de sistemas de monitorización, todos sus ordenadores distribuidos en las subestaciones y centrales eléctricas se interconectan a una red, habitualmente Intranet o Internet de la compañía, teniendo cada ordenador una interfaz que permite acceso remoto a sus datos a través de las redes mencionadas. Tal interfaz consiste, en general, en páginas en formato de Internet, por ejemplo, en lenguaje HTML u otro empleado en la *World Wide Web*, tal como señalan las referencias adjuntas n^{os} [1], [2], [3] y [4]. De este modo, cualquier ordenador conectado a la Intranet de empresa o a Internet, dependiendo del caso, dado que tienen un explorador de Web instalado, puede conectarse al sistema de monitorización y visualizar en tiempo real las mediciones de los sensores, los resultados de procesamiento de datos, el diagnóstico, pronóstico y acciones recomendadas, si pueden aplicarse, así como las mediciones y datos históricos guardados en el banco de datos del sistema.

15 Aun así, según las referencias adjuntas n^{os} [1], [2], [3] y [4], los sistemas de monitorización del estado de la técnica también pueden equiparse con mecanismos para una emisión automática de mensajes de alerta o bien en caso de que se produzca una alarma o bien en caso de que se detecte una condición anómala en el equipo de alta tensión. Tales mensajes se envían habitualmente o bien en el formato de correo electrónico de Internet (*e-mail*) o en un mensaje de texto para teléfonos móviles (SMS o MMS), teniendo en consideración las direcciones electrónicas o los números de teléfono móvil previamente archivados en el sistema de monitorización.

20 Algunos sistemas de monitorización del estado de la técnica usan un ordenador para cada equipo de alta tensión que va a monitorizarse, al tiempo que otros usan un ordenador para todo el equipo de un mismo tipo (transformador, reactor, etc.) en la misma subestación o central eléctrica o, en el mejor de los casos, un ordenador para todo el equipo en la misma subestación o central eléctrica, tal como se muestra en los artículos adjuntos de referencias n^{os} [1], [4] y [5]. Una vez que una empresa de energía eléctrica puede procesar cientos de subestaciones, con cientos o miles de piezas de equipos de alta tensión, la monitorización de condición de todo el equipo en tiempo real requiere, en el estado de la técnica, el uso de un gran número de ordenadores y softwares de monitorización. Esto provoca un coste de adquisición y de instalación alto de tales sistemas, así como la necesidad de un personal de mantenimiento solamente para conservar en funcionamiento cientos o miles de ordenadores, incluyendo el hardware y software de monitorización, así como cientos o miles de dispositivos de centralización (PLC), en caso de que vaya a usarse la arquitectura centralizada.

25 No es poco común en la rutina de empresas de energía eléctrica que un equipo de alta tensión, un transformador, por ejemplo, tenga que reubicarse, retirarse de una subestación o una central eléctrica y reinstalarse en otra. En este caso, todo el sistema de adquisición de datos, PLC así como ordenadores incluidos en el mismo, deben desplazarse o, al menos, procedimientos que requieren técnicos y sistemas especializados también deben usarse para que los datos del transformador reubicado se transfieran a otro ordenador en la nueva instalación, lo que puede provocar varios problemas prácticos, tales como: cuidados especiales para el transporte de ordenadores individuales que centralizan datos históricos de equipo, posibles accidentes con tales ordenadores durante su retirada, o bien en el transporte o en las nuevas instalaciones, que pueden llevar a una pérdida parcial o total de los datos recogidos durante años, comprometiendo el historial de vida del transformador y, por consiguiente, todo el programa de mantenimiento del transformador.

35 Una alternativa posible a tal disposición puede ser el uso de un solo ordenador para la monitorización de cada equipo de alta tensión en la empresa de producción de energía eléctrica, ubicado en su oficina central, por ejemplo, y recibir datos desde todos los sensores de tipo IED o dispositivos centralizados distribuidos en sus subestaciones y equipos de alta tensión. Debido al gran número de equipos de alta tensión a monitorizar en una empresa de energía eléctrica, cientos o miles, y, por consiguiente, hasta un número incluso mayor de sensores cuyas mediciones deben recogerse, procesarse y guardarse en un banco de datos por el sistema de monitorización, tal alternativa presenta varios problemas, tales como una gran carga computacional, que puede requerir ordenadores especiales con altos costes de instalación y mantenimiento, además de la dependencia de un solo ordenador para todo el funcionamiento del sistema, de modo que, en caso de problemas en esta máquina, todo los equipos de alta tensión no se monitorizarán. La alternativa obvia para evitar tal problema de fiabilidad, que será el uso de dos o más ordenadores que funcionen de manera redundante para el sistema de monitorización, sufre también el inconveniente presentado en primer lugar, es decir, el coste alto de un ordenador de, necesariamente, muy alto rendimiento, que entonces se multiplica por el número de ordenadores usados en el sistema redundante,

40 Ramesh Govindan Y OTROS: "The Sensor Network as a Database", 1 de enero de 2002 (01-01-2002), <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.6.6445&rep=rep1&type=pdf> enseña redes de sensor inalámbricas como bases de datos virtuales, que proporcionan una interfaz de programación no procedimental que se entiende bien adecuada para la gestión de datos, que permite que la comunidad realice aplicaciones de red de sensores rápidamente. Con el fin de lograr una implementación útil y eficiente en cuanto a energía, operadores de procesamiento de consultas deben implementarse dentro de la red de sensores, y los resultados aproximados de las consultas tendrán un papel clave. Implementaciones en red de operadores de bases de datos requieren

mecanismos de enrutamiento centrados en los datos novedosos, así como una reconsideración de estratificación de interfaz de base de datos y red tradicional. Una interfaz de consulta estandarizada para programar una recogida de datos desde una red de sensores inalámbrica mejorará en gran medida el desarrollo de aplicaciones de detección distribuidas. Modelar la red de sensores como una base de datos relacional puede proporcionar esta funcionalidad.

Puede realizarse una base de datos de red de sensores de este tipo, pero solamente implementando de manera cuidadosa operadores de bases de datos en el interior de la red, y relajando las semánticas de consultas de base de datos para permitir resultados aproximados. Una consecuencia importante de investigación en esta área será un entendimiento de la modularización apropiada (dudamos en llamarlo "estratificación") de subsistemas de red de sensores, y una apreciación del nivel de integración necesario entre diferentes módulos (por ejemplo, el subsistema de enrutamiento y el subsistema de base de datos) para lograr un sistema robusto y eficiente.

BONNET P Y OTROS: "Towards sensor data base systems", SECURITY IN COMMUNICATION NETWORKS : THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ; REVISED PAPERS / SCN 2002, AMALFI, ITALIA, 11-13 DE SEPTIEMBRE DE 2002; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE , ISSN 0302-9743], SPRINGER VERLAG, DE, vol. 1987, 1 de enero de 2001 (01-01-2001), páginas 3-14, DOI: 10,1007/3-540-44498- X1ISBN: 978-3-540-24128-7 enseña redes de sensores que se utilizan ampliamente para la medición, detección y aplicaciones de vigilancia. En estas nuevas aplicaciones, los usuarios emiten consultas de larga duración en una combinación de datos almacenados y datos de sensor. La mayor parte de aplicaciones existentes depende de un sistema centralizado para recoger datos de sensor. Estos sistemas carecen de flexibilidad puesto que se extraen datos de un modo predefinido: además, no se acotan a un gran número de dispositivos puesto que grandes volúmenes de datos en bruto se transfieren independientemente de las consultas que se presentan. En un nuevo concepto de sistema de base de datos de sensor, las consultas dictan qué datos se extraen de los sensores. Este artículo define el concepto de bases de datos de sensor que mezclan datos almacenados representados como relaciones y datos de sensor representados como serie temporal. Cada consulta de larga duración formulada en una base de datos de sensor define una vista persistente, que se mantiene durante un intervalo de tiempo dado. También describimos el diseño y la implementación del sistema de base de datos de sensor COUGAR.

Desventajas del estado de la técnica

- El dispositivo de centralización (PLC) lleva a un aumento del coste de adquisición e instalación del sistema, en un caso de arquitectura centralizada;
- El dispositivo de centralización (PLC) representa un punto adicional de fallo potencial del sistema de monitorización, en un caso de arquitectura centralizada, con la circunstancia agravante de que los PLC son, en general, dispositivos diseñados para usarse en entornos industriales, no en subestaciones de energía, donde se encuentran temperaturas ambiente extremas, así como interferencias electromagnéticas, que llevan a un gran número de fallos;
- Los altos costes de adquisición de un gran número de ordenadores, licencias de sistemas operacionales, así como licencias de sistemas de monitorización, junto con estos dispositivos y costes de instalación de software en cientos de subestaciones repartidas por grandes áreas geográficas acompañados por los concesionarios de energía eléctrica, para permitir la monitorización de su número global de equipos de alta tensión;
- Los costes de mantenimiento altos de los sistemas de monitorización, que llevan posiblemente a la necesidad de un equipo de mantenimiento dedicado especialmente para conservar en funcionamiento cientos o miles de ordenadores en cientos de subestaciones repartidas por áreas geográficas amplias, sus hardwares, sistemas operacionales y softwares de monitorización incluidos en las mismas;
- Costes de mantenimiento de sistemas de monitorización incluso más altos, y una necesidad más imperiosa de un equipo de mantenimiento especialmente dedicado, en caso de usarse la arquitectura centralizada, tomando en consideración la misión de conservar en funcionamiento los cientos o miles de dispositivos de centralización (PLC) dispersados en cientos de subestaciones en áreas geográficas amplias;
- La necesidad de desplazar todo el sistema de recogida de datos, PLC así como ordenadores incluidos en el mismo, en caso de una reubicación de equipos de alta tensión en una nueva subestación, o, al menos, el rendimiento de procedimientos que requieren técnicos y sistemas especializados para transferir datos de equipo reubicados a otro ordenador en las nuevas instalaciones, con riesgos de accidente en ordenadores cuando se retiran, o bien en su transporte o bien en las nuevas instalaciones, lo que puede provocar una pérdida total o parcial de los datos recogidos durante años, comprometiendo el historial de vida del transformador y, por consiguiente, de todo el programa de mantenimiento de transformador;
- Los altos costes de instalación y mantenimiento de ordenadores especiales, de una potencia de procesamiento muy alta, en caso de que haya una opción de usar un solo ordenador central para la monitorización de todo el número de los equipos de alta tensión de la empresa, agravados por la necesidad de una mano de obra altamente especializada para tales tareas;

- La baja fiabilidad del sistema de monitorización, en caso de que haya una opción de usar un solo ordenador central para monitorizar todo el número de equipos de alta tensión, una vez que tal fallo de ordenador pueda provocar que todos los equipos estén simultáneamente sin ninguna monitorización;

5 ▪ La alta inversión necesaria para evitar la baja fiabilidad mencionada anteriormente, con la duplicación de un ordenador especial de alto rendimiento mencionado que tiene el objetivo de obtener una configuración redundante.

Descripción de la invención

10 Siendo consciente del estado de la técnica, sus inconvenientes y limitaciones, el inventor, persona activa en esta área particular, tras muchos estudios e investigaciones, ha creado la arquitectura y sistema descentralizados focalizados para monitorización en tiempo real en remoto de equipos de alta tensión para centrales eléctricas y subestaciones de energía eléctrica, que tiene el objetivo de hacer la monitorización en tiempo real de la condición de equipos de alta tensión usados en subestaciones y centrales eléctricas más fiable y reducir sus costes,

15 compensando las deficiencias de corriente en lo que concierne a los inconvenientes completamente ilustrados en el estado de la técnica.

La presente invención comprende un sistema descentralizado según la reivindicación 1.

20 Ventajas de la invención

- El uso de dispositivos de centralización (PLC) en equipos de alta tensión se elimina, reduciendo los costes de adquisición y de instalación de sistemas de monitorización;

25 ▪ Puntos adicionales de fallos de potencial se eliminan debido a evitar la instalación de dispositivos de centralización, considerando además que tales dispositivos están diseñados, en general, para usarse en entornos industriales y no en subestaciones de energía eléctrica, donde se encuentran temperaturas ambiente extremas e interferencias electromagnéticas, lo que los lleva a un alto nivel de fallos;

30 ▪ Los costes de mantenimiento de los dispositivos de centralización (PLC) se eliminan en los sistemas de monitorización, que se dispersarán en cientos de subestaciones en grandes áreas geográficas;

35 ▪ Se evitan los costes de adquisición de un gran número de ordenadores, licencias de sistemas operacionales así como sistemas de softwares de monitorización, además de los costes de instalación de tales dispositivos y softwares en cientos de subestaciones repartidas por las áreas amplias acompañados por los concesionarios de energía eléctrica, una vez que el sistema propuesto y su arquitectura permiten la monitorización de todos los equipos de alta tensión de una empresa de energía eléctrica sin necesidad de ordenadores en las subestaciones y centrales eléctricas;

40 ▪ Se reducen los costes de mantenimiento de ordenadores del sistema de monitorización, ya que se usa un solo ordenador central en lugar de cientos o miles de ordenadores en cientos de subestaciones repartidas por grandes áreas geográficas, cada uno con su propio hardware, sistema operacional y software de monitorización, que requerirán mantenimiento;

45 ▪ Aunque al usar un solo ordenador central para la monitorización de cientos de piezas de equipos de alta tensión, se evita el uso de ordenadores especiales de costes de mantenimiento e instalación altos y de potencia de procesamiento muy alta, permitiendo el uso de ordenadores comerciales convencionales para tal tarea, de relativamente bajo coste;

50 ▪ Aunque al usar un solo ordenador para todos los equipos de monitorización de alta tensión, la fiabilidad del sistema de monitorización se conserva a un nivel alto, debido al hecho de que los sensores inteligentes realizan de manera autónoma y distribuida varias de las tareas que el sistema necesita, incluso en caso de fallo del ordenador central;

55 ▪ Debido a la autonomía de los sensores inteligentes del nuevo sistema presentado ahora, se evita una pérdida de datos importantes para la condición de monitorización de equipos de alta tensión en caso de un fallo en la red de comunicación o incluso en el ordenador central;

60 ▪ Se permite el acceso del usuario a datos, así como a información del sistema de monitorización, incluso en caso de fallo del ordenador central, aumentando la disponibilidad del sistema de monitorización;

65 ▪ Se permite la redundancia interna de bancos de datos usados para archivar mediciones hechas, permitiendo que los sensores restauren datos perdidos ocasionalmente en el ordenador central o bien restaurar datos perdidos ocasionalmente en los sensores;

- Debido al coste relativamente bajo del ordenador de monitorización central aplicado, el uso de dos o más

ordenadores centrales que funcionan de manera redundante pasa a ser económicamente posible, para obtener una fiabilidad todavía mayor;

▪ Dependiendo de las necesidades de monitorización del usuario, así como de sus características de red, permite una eliminación de uso de ordenadores de sistema de monitorización, incluido el ordenador central;

▪ En caso de que se necesite reubicar un equipo de alta tensión desde una subestación hasta otra, no será necesaria ninguna reubicación de equipo de adquisición de datos, dado que los sensores se instalan directamente en los equipos de alta tensión y se transfieren automáticamente junto con los mismos. Al llegar a la nueva subestación, bastará con reconectar los sensores a la red de comunicación, para que se vuelvan accesibles a los usuarios y se reconozcan automáticamente por el ordenador central. De este modo, se preserva el historial de equipo y continúa, independientemente del cambio de ubicación geográfica.

A continuación, la invención se explica en lo que concierne a los dibujos adjuntos, donde se muestran, de manera ilustrativa pero no limitativa:

la figura 1: diagrama esquemático del sistema inventado;

la figura 2: vista ilustrativa de la arquitectura inventada.

Descripción detallada

El sistema y arquitectura de la invención consiste principalmente en sensores de tipo IED inteligentes que realizan medidas significativas en equipos de alta tensión instalados en varias subestaciones de energía eléctrica y centrales eléctricas y están dotados de procesamiento interno matemático para procurar información útil para diagnosticar la condición, de banco de datos para archivar información, de interfaz hombre-máquina remota por medio de páginas de Internet y circuitos de comunicación también –interconectados por una red de comunicación a un ordenador central de monitorización, estando este también dotado de un banco de datos y una interfaz hombre-máquina mediante páginas de Internet, permitiendo el acceso remoto del usuario a las páginas de interfaz del sistema de monitorización, tanto en el sensor como en el ordenador central, a través de la misma red de comunicación.

Más particularmente, el sistema de monitorización descrito en el presente documento está compuesto por sensores inteligentes (IED), instalados en varios equipos de alta tensión (HVE) presentes en un gran número de subestaciones de energía eléctrica o centrales eléctricas (SS), que miden a través de sus elementos de sensor (S) y circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal (SC) también varias mediciones variables (M) durante el funcionamiento de equipos de alta tensión (HVE), pudiendo todavía procesar sus propias mediciones, junto con todas las demás mediciones de sensores (IED), en su microprocesador (UP), con el fin de obtener información útil para el diagnóstico de la condición del equipo de alta tensión (HVE), denominándose, a partir de ahora, tal procesamiento como modelos de ingeniería. Tales sensores (IED) tienen también un software de banco de datos (DB) ejecutado por su microprocesador (UP), para archivar también las mediciones hechas como la información de modelos de ingeniería, guardándose la información del banco de datos en el sensor (IED) en la memoria no volátil (MEM), para que no se pierda en caso de fallo de suministro de energía de sensor (IED). El banco de datos (DB) puede obedecer a cualquier banco de datos comercialmente disponible estándar como, solo como ejemplo, el estándar SQL.

Los sensores (IED) tienen, no obstante, interfaces de comunicación (COM) que permiten su conexión a una red de comunicación de datos (NET), a través de la que intercambian mediciones e información entre sensores (IED). A través de tal interfaz de comunicación (COM) así como a través de la red (NET), que interconecta las diversas subestaciones (SS) entre ellas y con el lugar central (C), los sensores (IED) se comunican con el ordenador de monitorización central (CM), informándole de las figuras de mediciones, así como de los resultados del procesamiento en tiempo real. El ordenador central (CM) tiene también un banco de datos central (DBC), cuyos datos se conservan sincronizados con los de los bancos de datos (DB) colocados en los sensores (IED) cada vez que el ordenador (CM) pueda tener una ocasión de comunicarse con los sensores (IED). En caso, por cualquier motivo, de que ocurra una interrupción en tal comunicación, los sensores (IED) deben continuar guardando datos en su banco de datos local (DB), de modo que no pueda producirse pérdida de información; tan pronto como la comunicación entre sensor (IED) y ordenador (CM) se restaure, la sincronía entre el banco de datos (DB) y los bancos de datos centrales (DBC) se iniciará automáticamente, copiando los datos del banco (DB) al banco de datos central (DBC), incluyendo tal copia solamente los datos que están en el banco de datos (DB) pero no están en el banco de datos central (DBC), para evitar una sobrecarga de la red de comunicación (NET). El sistema descrito también evita de manera efectiva que se pierdan datos en caso de fallo o interrupción del funcionamiento del ordenador central (CM), para que, durante el tiempo en el que no esté disponible, el sensor (IED) continúe, de manera autónoma, haciendo mediciones en el equipo de alta tensión (HVE), para procesar tales mediciones con los modelos de ingeniería, y para guardar las mediciones y los resultados de modelos de ingeniería en el banco de datos (DB) también, copiándose tales datos al banco de datos central (DBC) tan pronto como el funcionamiento del ordenador central (CM) se restaure.

En el caso excepcional de un defecto y sustitución de uno de los sensores (IED), el procedimiento de sincronía del banco de datos puede llevarse a cabo de manera opuesta, es decir, copiando automáticamente los datos del banco de datos central (DBC) al banco de datos local (DB) del nuevo sensor (IED) tan pronto como este se conecte a la red (NET) y se informe por el usuario, al establecer los parámetros del nuevo sensor (IED), a qué sensor defectuoso (IED) está sustituyendo y a qué equipos de alta tensión está asociado. Por tanto, los sensores (IED) y el ordenador central (CM) funcionan de manera colaboradora y complementaria, trabajando como copia de seguridad recíproca (o *backup*) en ambos sentidos.

Por otro lado, las restricciones de coste de los sensores (IED) llevan a la tendencia de que su memoria no volátil (MEM) puede archivar en el banco de datos (DB) un periodo relativamente corto de tiempo, algunas semanas, meses o un poco más, por ejemplo, siendo cierto que, tras haber archivado completamente la memoria (MEM), los datos más antiguos empezarán a sobrescribirse, es decir, borrarse y sustituirse por las mediciones obtenidas recientemente. De este modo, el banco de datos central (DBC) en el ordenador central (CM) trabaja como un registro de datos históricos a largo plazo, siendo capaz de incluir toda la vida útil del equipo de alta tensión (HVE), mientras que los bancos de datos (DB) en los sensores (IED) trabajan como registros a corto y medio plazo.

Con el fin de permitir que los usuarios (USR) conectados a la red de comunicación (NET) accedan a los datos y la información del sistema de monitorización, los sensores (IED) y el ordenador central también usan, como interfaces hombre-máquina, formato de páginas de Internet (WP) como, por ejemplo, tipo HTML, albergadas tanto en los sensores (IED) como en el ordenador central (CM), permitiendo visualizar en tiempo real tanto las mediciones y datos de modelos de ingeniería como los registrados en el banco de datos (DB), archivados en la memoria no volátil (MEM). En situaciones de funcionamiento de sistema de monitorización ordinarias, los usuarios (USR) pueden acceder a las páginas (WP) albergadas en el ordenador central, evitando, por tanto, un tráfico de datos excesivo en las ramificaciones (NETr) de la red (NET) que llevan a los sensores (IED), muchas veces instalados en lugares distantes y, por tanto, con una velocidad restringida en tales ramificaciones, principalmente cuando muchos usuarios (USR) se conectan simultáneamente al sistema de monitorización. Sin embargo, en el caso de un fallo del ordenador central (CM), los usuarios (USR) pueden visualizar directamente las páginas (WP) albergadas en los sensores (IED), incluso con alguna restricción al número de usuarios que puede acceder simultáneamente a ellos, evitando, por tanto, que el sistema de monitorización de todos los equipos de alta tensión no esté disponible debido a el fallo de uno solo de sus componentes, el ordenador central (CM).

Debe ponerse atención al hecho de que el sistema descrito, así como su peculiar arquitectura, permiten el uso de un equipo comercial convencional como un ordenador central (CM), sin necesidad especial de una alta potencia de procesamiento, para todos los cálculos de mediciones y procesamiento mediante los modelos de ingeniería, con el fin de obtener información útil para el mantenimiento, se hagan en los sensores locales (IED), así como las grabaciones en bancos de datos (DB), quedándole solamente al ordenador central (CM) la tarea de hacer una sola copia de los datos ya disponibles en los sensores (IED) y ponerla a disposición de los usuarios. De este modo, el ordenador central (CM) tiende a volverse un equipo de coste relativamente bajo, e incluso permite el uso de una configuración redundante, donde uno o más ordenadores centrales adicionales (CMR), idénticos al ordenador central principal (CM), trabajan en paralelo con este, para que el fallo de cualquiera de los ordenadores centrales (CM, CMR) no interrumpa el funcionamiento de los demás, de modo que el banco de datos central (DBC) y las páginas de interfaz (WP) se conservan también en funcionamiento y disponibles para el acceso del usuario (USR) en los ordenadores centrales (CM, CMR) que siguen en funcionamiento.

En un caso extremo, los bancos de datos (DB) y las páginas de interfaz incorporados también en los sensores (IED) incluso pueden permitir toda la eliminación de los ordenadores centrales (CM, CMR), en caso de que las características de red de comunicación (NET) lo permitan y que el usuario no necesite mantener un banco de datos mayor que la capacidad de almacenamiento de la memoria local (MEM) del sensor (IED), de modo que ningún ordenador permanecerá en el sistema de monitorización, ya sea en las subestaciones (SS) o en el lugar central (C).

El lugar central (C), en el que están instalados los ordenadores centrales (CM, CMR), puede estar relacionado con diferentes localizaciones o instalaciones, incluidas las oficinas de la empresa de producción de energía eléctrica, el centro de procesamiento de datos de la empresa, sus centros de operación o mantenimiento o incluso un IDC (centro de datos de Internet) fuera de las instalaciones de la empresa, incluido el uso de ordenadores centrales (CM, CMR) alquilados al IDC que van a usarse en el sistema de monitorización.

En la opción de centro de procesamiento de datos de la empresa, los ordenadores centrales (CM, CMR) pueden hacerse funcionar en el mismo entorno en el que trabajan los sistemas de gestión corporativos, tales como el sistema ERP de la compañía, usando, por tanto, un entorno de computación altamente fiable y jerárquicamente superior, teniendo en cuenta que los sistemas ERP se usan ampliamente para gestionar todas las áreas operacionales y administrativas de la compañía.

El sistema de monitorización propuesto y su arquitectura permiten también que cada ordenador central (CM, CMR) se instale en un lugar central diferente (C), como, por ejemplo, un ordenador central (CM) colocado en un IDC externo y otro ordenador central (CMR) en el centro de procesamiento de datos de la empresa, lejos del primero, de modo que el riesgo de pérdida de datos como consecuencia de incendios, inundaciones u otros sucesos se reduce.

5 Solamente para mencionar algunos ejemplos y sin pretensión en absoluto de agotar todas las posibilidades, la red de comunicación (NET) puede constituirse por uno o mediante la combinación de varias opciones existentes de transmisión de datos, tales como la red de Intranet de la empresa de producción de energía eléctrica, la Internet, el GPRS, EDGE, 3G u otros que pueden usar servicios de transmisión de datos de una red de telefonía móvil, líneas telefónicas o bien dedicadas o bien de llamada, transmisión de datos por satélite, redes inalámbricas Wi-fi, Wimax o Zigbee, fibras ópticas, etc.

El alcance de la invención se define por las siguientes reivindicaciones.

10 Referencias

[1] Implementation of new monitoring tools and optimisation of maintenance through the use of Webbased technology. 2004 IEEWPES Transmission 8 Distribution Conference & Exposition: Latin America. Thierry JUNG, Stefan TENBOHLEN, Jean ALTWEGG, Philippe ROUSSEL y Carl HARFOUCH.

15 [2] V SIMPASE, SIMPOSIO DE AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS. EXPERIENCIA DE FURNAS EM SISTEMAS DE MONITORAMENTO PARA EQUIPAMENTOS DE ENERGIA ELÉTRICA. TEMA 1 - AUTOMAÇÃO E DIGITALIZAÇÃO DE USINAS, SUBESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO. Orlando J. Michel da Motta, Jorge Kotlarewski, Hamilton P.Chagas, Ronaldo Nahar Neder y Gilson M. Bastos. FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A.

20 [3] VIII SIMPASE, SIMPOSIO DE AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS. Sistemas de monitoramento on-line aplicados aos diversos segmentos do sistema elétrico. David Scaquetti and Danilo Santos, Siemens Ltda. [4] CIGRÉ INTERNATIONAL TECHNICAL COLLOQUIUM. 12-13 de septiembre de 2007, Río de Janeiro, Brasil. Specification of On-line Monitoring Systems for Power Transformers Based on a De-centralized Architecture. Marcos E. G. Alves de TREETECH Sistemas Digitais Ltda. Y Vagner Vasconcellos de CPFL Energia S.A.

25 [5] SNPTEE NATIONAL SEMINAR ON PRODUCTION AND TRANSMISSION OF ELECTRICAL POWER. Del 14 al 17 de octubre de 2007 Río de Janeiro. Group VIII. SUBSTATION AND ELECTRIC EQUIPMENT STUDY GROUP. ON-LINE MONITORING OF 345-138/13.8kV 150MVA AUTO-TRANSFORMER BANK WITH ON LOAD TAP CHANGES, Marcos E. G. Alves (TREETECH SISTEMAS DIGITAIS) y Roberto Albuquerque (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.).

REIVINDICACIONES

1. Sistema descentralizado para monitorización en tiempo real en remoto de transformadores de potencia, reactores, disyuntores, transformadores de instrumento, interruptores de desconexión y equipos similares para centrales eléctricas y subestaciones de energía eléctrica, que comprende sensores inteligentes (IED), instalados en diversos equipos presentes en un número plural de subestaciones de energía eléctrica o centrales eléctricas (SS), incluyendo las subestaciones de energía elementos de sensor (S) y circuitos de acondicionamiento de señales electrónicos (SC) para medir varias variables (M) durante el funcionamiento del equipo (HVE), que puede todavía ejecutar modelos de ingeniería de mantenimiento que comprenden procedimientos de medición para obtener información para el diagnóstico de las condiciones del equipo de alta tensión, en un microprocesador (UP) que usa las mediciones propias de cada subestación de energía (SS) junto con todas las demás mediciones de sensores (IED)
- en el que los sensores (IED) tienen un software de banco de datos (DB), ejecutado por su microprocesador (UP), para un almacenamiento continuo de las mediciones realizadas, así como de los resultados de modelos de ingeniería de mantenimiento, guardándose los datos del banco de datos (DB) en la memoria no volátil (MEM);
- caracterizado por que
- los sensores inteligentes (IED) tienen interfaces de comunicación (COM), que se conectan a una red de comunicación de datos (NET), realizando a través de esta red (NET) el intercambio de mediciones y resultados de modelos de ingeniería de mantenimiento entre sensores (IED) y estableciendo una comunicación con un ordenador de monitorización central (CM), que informa de las figuras de mediciones, así como los resultados de modelos de ingeniería de mantenimiento en tiempo real;
 - los sensores inteligentes (IED) en caso de una interrupción de dicha comunicación con el ordenador de monitorización central (CM) funcionan para seguir guardando datos en un banco de datos local (DB);
 - el ordenador de monitorización central (CM) tiene un banco de datos central (DBC) cuyos datos se conservan sincronizados con los bancos de datos locales (DB) colocados en los sensores (IED) siempre que el ordenador de monitorización central (CM) pueda comunicarse con los sensores (IED), y en caso de interrupción de las comunicaciones o del funcionamiento del ordenador (CM), la sincronía entre los bancos de datos (DB) y los bancos de datos centrales (DBC) se reinicia automáticamente tan pronto como se recupere la comunicación, copiando desde el banco de datos (DB) hasta el banco de datos central (DBC) solamente los datos que están en el banco (DB) y que no están en el banco de datos central (DBC) y en el que la sincronización, en caso de una sustitución de sensor (IED), el banco de datos en el sentido inverso, comprende copiar automáticamente los datos en el banco central de datos (DBC) al banco de datos local del nuevo sensor (IED);
 - los sensores (IED) así como el ordenador central (CM) alberga páginas (WP) en lenguaje HTML, usadas como interfaces hombre-máquina remotas, que permiten el acceso de los usuarios (USR), a través de la red de comunicación (NET), a mediciones en tiempo real y datos de modelos de ingeniería de mantenimiento, así como datos registrados en el banco de datos (DB) así como en el banco de datos central (DBC);
- en el que el sistema está configurado para permitir el uso de una configuración redundante, donde uno o más ordenadores centrales adicionales (CMR), idénticos al ordenador central principal (CM), funcionan en paralelo con este, de modo que un fallo de cualquiera de los ordenadores centrales (CM, CMR) no interrumpirá el funcionamiento de todos los demás y que el banco de datos central (DBC) así como las páginas de interfaz (WP) se conservan en funcionamiento y disponibles para el acceso del usuario (USR) en los ordenadores centrales (CM, CMR) que siguen funcionando.
2. Sistema descentralizado, según la reivindicación 1, en el que la red de comunicación (NET) interconecta todos los sensores (IED) presentes en una misma subestación (SS), así como en diferentes subestaciones (SS), interconectando también los sensores (IED) con el ordenador central (CM) en el lugar central (C) así como con los usuarios (USR), ya que la red de comunicación (NET) puede constituirse o bien por una o bien por una combinación de varias opciones de transmisión de datos, tales como la red de Intranet de la empresa de producción de energía eléctrica, la Internet, los servicios de transmisión de datos GPRS, EDGE, 3G u otros que usan red de telefonía móvil, líneas telefónicas de llamada o dedicadas, transmisión de datos por satélite, redes inalámbricas Wi-fi, Wimax o Zigbee así como fibra óptica.
3. Sistema descentralizado, según las reivindicaciones 1 y 2, en el que los sensores (IED) y el ordenador central (CM) trabajan de manera cooperativa y complementaria, con el sensor (IED) que actúa como una copia de seguridad de los datos en el ordenador central (CM) y viceversa.
4. Sistema descentralizado, según las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que los usuarios (USR) tienen acceso a las páginas (WP) albergadas en el ordenador central (CM) y que, en caso de un fallo del ordenador central (CM), los usuarios (USR) pueden acceder a las páginas (WP) albergadas en los sensores (IED).

5. Sistema descentralizado, según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el banco de datos central (DBC) en el ordenador central (CM) actúa como un registro de unos datos históricos a largo plazo, y el banco de datos (DB) en los sensores (IED) actúa como registros de corto y medio plazo.

5
6. Sistema descentralizado, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 o 5, en el que el lugar central (C) en el que los ordenadores centrales (CM, CMR) están instalados, puede estar relacionado con las oficinas de la empresa de producción de energía eléctrica, con el mismo centro de procesamiento de datos de la empresa, con sus centros de operación o mantenimiento o incluso con un IDC (*Internet Data Center*, centro de datos de Internet) fuera de las instalaciones de la empresa, entre otros.

10
7. Sistema descentralizado, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 o 6, en el que cada uno de los ordenadores centrales (CM, CMR) del sistema se instala en diferentes lugares centrales (C), alejados entre sí.

FIG 1

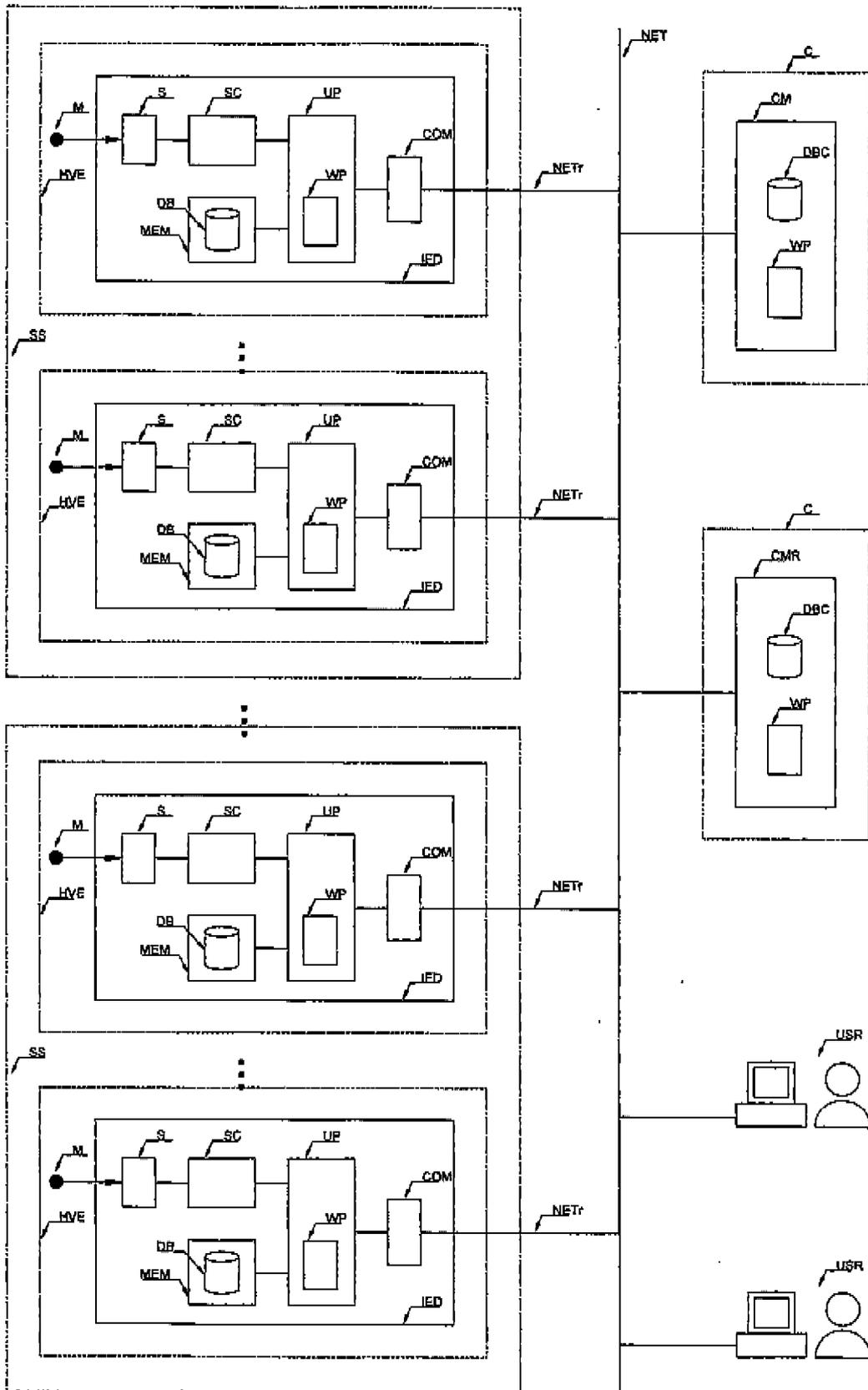


FIG 2

