(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 608 723**

(51) Int. Cl.:

G06Q 10/06 (2012.01)
G06Q 50/06 (2012.01)
H04L 12/24 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2013 PCT/EP2013/066260**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14023654**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2013 E 13750010 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2883196**

(54) Título: **Método y dispositivo para el control espaciotemporal del consumo de energía eléctrica de una red de telecomunicaciones en función del estado del sistema de suministro eléctrico**

(30) Prioridad:

09.08.2012 DE 102012107346

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2017

(73) Titular/es:

DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE

(72) Inventor/es:

LANGE, CHRISTOPH y
LEHMANN, HEIKO

(74) Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 608 723 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

Método y dispositivo para el control espaciotemporal del consumo de energía eléctrica de una red de telecomunicaciones en función del estado del sistema de suministro eléctrico

La presente invención se refiere generalmente al ámbito de las telecomunicaciones y al del suministro eléctrico. En particular, la invención se refiere al control del consumo eléctrico de un sistema de telecomunicaciones distribuido con una pluralidad de elementos controlables. En detalle, la invención comprende un método y un dispositivo para el control espaciotemporal del consumo eléctrico de una red de telecomunicaciones que depende del estado de la red eléctrica o, más precisamente, de la red de suministro eléctrico, responsable de abastecer a la red de telecomunicaciones en espacio y tiempo, en donde la red eléctrica cuenta con una unidad central de supervisión de la red eléctrica, que supervisa las condiciones de funcionamiento de al menos una parte de los componentes de la red eléctrica, y contando la red de telecomunicaciones con una unidad de control de las telecomunicaciones, que controla al menos una parte de los componentes de la red de telecomunicaciones de la red de telecomunicaciones.

Antecedentes de la invención

En la actualidad, el consumo eléctrico de los sistemas del ámbito de la tecnología de la información y las telecomunicaciones está aumentando sustancialmente en todo el mundo. El motivo de este desarrollo es el aumento significativo de aplicaciones de internet en dos dimensiones: en primer lugar, cada vez un mayor número de usuarios acceden a internet. El término "usuario" también incluye usuarios automatizados tales como sistemas de producción o de detección de control remoto. En segundo lugar, las aplicaciones están aumentando tanto sus requisitos de ancho de banda para el transporte de datos entre diferentes componentes separados espacialmente, así como la necesidad de realizar cálculos automatizados. El fenómeno de crecimiento indicado anteriormente genera un aumento proporcional del volumen de energía consumido por las redes de telecomunicaciones si se tiene supone que las redes se expanden en línea con la demanda según los paradigmas de arquitectura y de ingeniería de sistemas actuales. En 2007, el consumo eléctrico asociado a las tecnologías de información y comunicaciones (ICT) de 55,4 TWh ya representaba el 10,5 % del consumo de energía total de Alemania. De no tomarse contramedidas, se espera un aumento de más del 20 % hasta aproximadamente 66,7 TWh en el año 2020 [1].

Según la decisión del Gobierno Federal de Alemania adoptada en el verano de 2011, a la prestación de dicha energía le son aplicables unas condiciones marco modificadas ("Transición energética" [2]). Particularmente, la inclusión de proveedores de energías renovables tales como la energía solar o la eólica en solicitudes de magnitud de energía para el sistema (en 2011 aproximadamente el 20 % de la cuota de suministro eléctrico y aproximadamente un 12% del consumo eléctrico total, incluyendo calefacción y transporte [3]), conducirá potencialmente al riesgo de fluctuaciones de la disponibilidad y de los precios. Por lo tanto, deben implantarse y controlarse a escala industrial nuevos procesos cualitativos tales como almacenamiento de energía y desplazamiento de la carga.
A la luz de lo expuesto, el método y disposición según la presente descripción de la invención proporciona un mecanismo para controlar un gran consumidor de energía eléctrica – es decir, la red de telecomunicaciones – en grados de libertad espaciales y temporales.

Estado de la técnica

En resumen, las redes de telecomunicaciones representan cargas eléctricas relativamente grandes, que además están distribuidas en áreas geográficas de gran tamaño, por ej. en el área geográfica de un país. Además de la operación en sí de las redes, la operación de dichas redes requiere salas técnicas y oficinas y otros recursos de apoyo – por ejemplo, aire acondicionado en las salas técnicas – las cuales tienen su propio consumo eléctrico. El significado de la descripción de la invención aquí presentada abarca todos dichos requisitos de energía del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones.

El término red de telecomunicaciones se entiende como la conexión entre terminales de modo que pueden intercambiar información entre sí.

Ejemplos de redes de telecomunicaciones son una red telefónica y una red informática, red IP.

Según esta disposición, las conexiones entre los terminales pueden ser cableadas o inalámbricas. Se diferencian diferentes topologías de redes en función del tipo de conexión. Sin embargo, también pueden utilizarse diferentes tipologías dentro de una red: en la red telefónica, las instalaciones del suscriptor están conectadas en forma de estrella a los intercambios locales pero estos últimos están conectados entre sí a través de una red de malla parcialmente conectada. La información digital y analógica puede transmitirse a través de dichas conexiones. De ser necesario, dicha información puede modularse en frecuencias más altas. La información digital puede codificarse con un código de línea. Según esta disposición, los componentes utilizados, además de los terminales, pueden ser de diversos tipos, desde la estación base, registros, conmutadores, enrutadores, puertas de enlace, convertidores a

hasta centrales, servidores, etc. Este listado se incluye exclusivamente a modo de ejemplo; en función de la tecnología, pueden utilizarse una pluralidad de diferentes componentes. En función de su importancia, dichos componentes se construyen de forma redundante con sistema de reserva y pueden operarse en diferentes modos. Así, los componentes redundantes pueden activarse y desactivarse, la velocidad de operación puede regularse y puede determinarse la velocidad de transmisión y el número de componentes activos, es decir activando y desactivando procesadores y componentes que están disponibles en abundancia. Además, pueden activarse y desactivarse UPS (fuente de alimentación ininterrumpida) de modo que pueden funcionar sin suministro de la red eléctrica. Todos estos componentes y su operación modificada incluyen en el consumo eléctrico y en los requisitos de energía. Las máquinas pueden controlarse centralmente, y especialmente, también regionalmente.

Además, las redes de telecomunicaciones contienen elementos almacenadores de energía (parte integral de los sistemas de UPS), que se utilizan para garantizar un funcionamiento fiable de la red, aunque el suministro eléctrico falle brevemente: los elementos almacenadores de energía de los sitios de redes de telecomunicaciones se utilizan según la técnica anterior específicamente para garantizar un suministro de potencia ininterrumpido a los elementos de la red de telecomunicaciones.

Según la técnica anterior, los requisitos de energía de las redes de telecomunicaciones son constantes si se tiene en cuenta la etapa actual de expansión de la red en un punto fijo en el tiempo: la capacidad de las redes de telecomunicaciones está dimensionada para que puedan cubrir una demanda pico del tráfico esperada, además de una reserva. De este modo, esta capacidad de red está permanentemente disponible y determina los requisitos de energía de la red. Este comportamiento está determinado, en primer lugar, por las características del hardware de los elementos de la red y, en segundo lugar, por los paradigmas actuales relativos al funcionamiento de red y a los sistemas de control. Por el contrario, la demanda actual de tráfico de las redes de telecomunicaciones pueden fluctuar en una gran medida – en función de la sección de la red que se esté considerando, por ejemplo, véase [4], [5]. Dichas fluctuaciones del tráfico pueden observarse en ciclos diarios o en ritmos semanales y estacionales. En resumen, se cree que el volumen de tráfico de las redes de telecomunicaciones a transmitir y procesar va a aumentar sustancialmente [6], en base a los factores de crecimiento mencionados en la introducción.

La Figura 1 muestra esquemáticamente los componentes principales de una red de telecomunicaciones, que, según la técnica anterior descrita, contribuyen conjuntamente al consumo eléctrico, especialmente los elementos almacenadores de energía y las plantas de aire acondicionado. El suministro eléctrico de la red de telecomunicaciones debe adaptarse a las características del sistema que se producirán debido al proceso de Transición Energética. En este contexto, deben distinguirse las propiedades físicas de las disposiciones legales. La primera categoría incluye:

El volumen de energía de alimentación descentralizada procedente de fuentes renovables aumenta constantemente. En este caso, la fluctuación natural del suministro (horas de sol, fuerza del viento) dificulta la planificación del total del suministro. Aunque se han demostrado teóricamente los efectos de equilibrado a gran escala, se basan en una infraestructura que no estará disponible a medio plazo.

Además de las cuestiones relativas al tamaño de la futura expansión, la entrada descentralizada en las actuales redes de baja tensión conduce a problemas agudos de estabilidad de la red, por ejemplo, en relación con el mantenimiento de la frecuencia y con el suministro de potencia reactiva.

Estas propiedades físicas pueden esperarse de forma similar en todos los sistemas de suministro nacionales que se pasen a proveedores de energías renovables. Sin embargo, algunas propiedades legalmente estipuladas son específicas del país y simplemente no pueden transferirse. Esto resulta particularmente cierto en los siguientes aspectos:

El modelo a seguir en el mercado de la energía regula las responsabilidades y las relaciones contractuales prototípicas entre los participantes individuales del mercado. En principio, se distingue entre un sector del mercado organizado de forma competitiva y un sector regulado en donde es aplicable lo estipulado por el regulador. Particularmente, resulta problemática la relación alternada entre funciones de transmisión reguladas y generación organizada competitivamente.

Los modelos de métodos definidos, por ejemplo, para priorizar la entrada, planificar la notificación de un grupo de equilibrado o de hacer que la potencia de equilibrado esté disponible han pretendido reforzar la estabilidad y predictibilidad de todo el sistema. Sin embargo, esto sucede solo en la medida en que los factores físicos estén representados correctamente.

Una red de telecomunicaciones con puntos de consumo eléctrico controlable, capacidad de almacenamiento y de generación con cobertura en todos los sectores del sistema de suministro y que en general contabiliza una cuota significativa del consumo eléctrico nacional total está predestinado a tener un papel activo en la configuración de las características del sistema mencionadas.

Además, hay redes eléctricas o, más precisamente, redes de suministro de energía, que representan la red integrada para abastecer a los consumidores de energía eléctrica a través de las empresas del sector energético. A fin de proporcionar a los consumidores energía eléctrica, es necesario contar con líneas desde los generadores eléctricos (plantas generadoras de energía y granjas eólicas) a los consumidores. Con este objeto se utilizan redes eléctricas con diversos voltajes específicos; también se especifican frecuencias para frecuencia alterna. En tal caso, hay generadores eléctricos con generadores, subestaciones, transformadores y estaciones de distribución. Frecuentemente, hay sectores regionales de redes integradas que se abastecen con electricidad de una o más estaciones eléctricas. Las redes son de alto voltaje, medio voltaje y bajo voltaje, en donde la última se opera normalmente a 230-400 V, para abastecer de electricidad a los hogares. Las redes de alto voltaje operan normalmente a 110 kV. A fin de proporcionar a los consumidores energía eléctrica, es necesario contar con líneas desde los generadores eléctricos (plantas generadoras de energía y granjas eólicas) a los consumidores. Con este objeto se utilizan redes eléctricas con diversos voltajes específicos; también se especifican frecuencias para frecuencia alterna. El operador del sistema supervisa, comprueba y controla la mayoría de los componentes. Esto se hace normalmente de forma regional, pero también se puede hacer a escala estatal (región). Esto permite que las plantas generadoras de energía de fuera de la red se conecten en caso de atasco. También puede liberarse el exceso de energía. Si, por ejemplo, se dispone de un gran volumen de energía eólica o de energía solar, puede pasarse a las redes contiguas. También es posible que se desactiven los generadores cuando existe un exceso de suministro. Así, los operadores del sistema comparten información, que también puede considerarse de forma regional. Al proporcionar la transmisión de datos digitales, comprueban la capacidad utilizada o sobrecarga de una central eléctrica o incluso si se han producido daños. En tal caso, se considera que una región es una zona espacial abastecida con electricidad procedente principalmente de los generadores de energía locales. Normalmente, la energía no se transmite a través de grandes distancias. Se trata de zonas del orden de 10-400 km, o los estados federales de Alemania; naturalmente, el área de un operador de la red eléctrica queda cubierta.

La memoria US 2011/0303431A1 describe una red de telecomunicaciones, en la que la dimensión del consumo eléctrico se entiende solo limitado localmente, es decir, solo se consideran las cargas eléctricas de las redes locales, la red de área amplia sirve exclusivamente para el intercambio de información. No se describe una lógica de control centralizada del consumo de energía de la red de telecomunicaciones.

El documento US2010/0284287A1 describe un método en el que se modifica el enrutamiento mediante el valor "coste de la potencia" definido externamente. El elemento estructural competente para la modificación del enrutamiento es el "Sistema de Administración de Redes", un componente de control clásico de la red de telecomunicaciones.

Resumen de la invención:

La invención se consigue mediante un método para el control espaciotemporal del consumo de energía eléctrica de una red de telecomunicaciones que depende de las condiciones de una red eléctrica, responsable de abastecer a la red de telecomunicaciones en espacio y tiempo, en donde la red eléctrica cuenta con una unidad de supervisión de la red eléctrica centralizada, que supervisa las condiciones operativas de al menos una parte de los componentes de la red eléctrica, y la red de telecomunicaciones cuenta con una unidad de control de telecomunicaciones, que controla al menos una parte de los componentes de la red de telecomunicaciones de la red de telecomunicaciones. Debe tenerse en cuenta que, normalmente, los operadores del sistema no pueden controlar los dispositivos-terminales de una red de telecomunicaciones, tales como terminales móviles o PC y enrutadores de los usuarios finales directamente mediante la unidad de control de las telecomunicaciones, pues no hay acceso. Sin embargo, puede realizarse un control indirecto a través de los nodos, a los que están conectados los equipos, al reducir su capacidad y velocidad de transmisión, lo que también contribuye a una reducción del consumo eléctrico del terminal del cliente, ya que el equipo debe funcionar a frecuencias más bajas y velocidades inferiores al procesar los datos. Suele producirse control directo en la zona principal en donde se disponen centrales, enrutadores, conmutadores, estaciones base y otros sistemas de alto rendimiento que transportan grandes cantidades de datos para una pluralidad de suscriptores. Frecuentemente, dichos componentes cuentan con una pluralidad de procesadores para poder efectuar un procesamiento de datos paralelo, lo cual aumenta la velocidad. Dichos dispositivos cuentan también con velocidades de reloj interno, a través de los cuales se programan los chips en dichos dispositivos, que a su vez determinan la velocidad de procesamiento. Normalmente, la potencia de dichos dispositivos puede controlarse, lo que conduce a una velocidad baja, lo que al mismo tiempo reduce el consumo eléctrico.

La unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones están conectadas entre sí a través de una red para intercambiar información digital.

El método de la presente invención comprende los siguientes pasos:

- detección de una sobrecarga en la red eléctrica a través de un suministro eléctrico insuficiente en una zona espacial a través del intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de telecomunicaciones, reducción del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;

y/o

- detección de una sobrecarga en la red eléctrica por un suministro eléctrico demasiado elevado, a través del intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de telecomunicaciones, aumentar el consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial, mediante la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones en esta zona espacial por la unidad de supervisión de la red eléctrica durante el periodo en el que el suministro eléctrico es excesivo.
  En una realización preferida del método en el que se pretende conseguir una reducción del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones, pueden implantarse una o más de las siguientes configuraciones:

- Desconexión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la red eléctrica y operación a través de una UPS, fuente de alimentación ininterrumpida. Debido al hecho de que una UPS salvaguarda una pluralidad de componentes de la red de telecomunicaciones, la energía puede utilizarse para aliviar brevemente la red eléctrica. Dicho alivio conduce a que la batería se descargue cuando la red no se utiliza. En una realización alternativo, incluso con teniendo una larga ruta por delante, la energía puede utilizarse para realimentar directamente la red eléctrica si esto no compromete el funcionamiento de la red de telecomunicaciones.

- Modificar una ruta de información de comunicaciones para que la información de comunicaciones rodee la zona espacial. Esto permite que grandes flujos de datos, que normalmente se alimentan a través de la zona espacial, rodeen esa zona. Especialmente en el caso de redes orientadas por paquetes, cuya construcción es normalmente redundante, dicha modificación de la ruta puede conseguirse rápidamente adaptando unos pocos enrutadores de modo que el tráfico de datos puede redirigirse rápidamente lo cual conduce a una reducción sostenida del tráfico de datos. Debe tenerse en cuenta que las redes orientadas a conexión también proporcionan tales posibilidades. Mediante la reducción del tráfico de datos, las velocidades de transmisión de los componentes individuales de la zona también se reducen sin provocar una reducción en la calidad del tráfico de datos.

- Desactivar componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial. Tal y como se ha explicado anteriormente, frecuentemente los componentes de red poseen componentes redundantes tales como conexiones de red, procesadores, memoria de trabajo, etc., que se utilizan bien para proporcionar una mayor velocidad de procesamiento, bien para proporcionar redundancia en caso de fallo. Naturalmente, los dos componentes pueden desactivarse para requerir menos energía a corto plazo.

- Reducir las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial. Este enfoque también ha sido discutido anteriormente, según el cual puede conseguirse una reducción en los datos de velocidad de transmisión transmitiendo un número de bits por segundo inferior. Esto conduce a un tiempo de procesamiento sustancialmente inferior y a un funcionamiento más lento de los componentes individuales de la red, lo cual conduce a ahorro.

En otra realización, al alimentar energías alternativas, por ejemplo, de granjas eólicas o plantas solares, se puede crear un excedente en la red eléctrica. En tal situación, puede ser recomendable activar componentes adicionales que resultan ser grandes consumidores de energía. Así, también es posible que tareas específicas, que hacen un uso especialmente intensivo de la energía, se realicen durante este periodo. Dichas tareas son, por ejemplo, hacer copias de seguridad de datos voluminosos que no tienen prioridad temporal. La distribución de datos tales como, por ejemplo, datos multimedia son posibles enfoques que entran dentro de este periodo. También pueden considerarse las tareas de mantenimiento que implican un consumo de energía especialmente elevado, tales como, por ejemplo, comprobación de sistemas de UPS con baterías UPS recargables. Puede conseguirse un aumento del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones mediante una o más de las siguientes configuraciones:

- Activar UPS para cargarlas por completo. Por ejemplo, es posible instalar UPS específicas que luego se cargan si hay un suministro eléctrico elevado.

- Modificar una ruta de la información de comunicaciones para guiar la información de comunicaciones a través de la zona espacial;

- Activar componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial para aumentar la velocidad;

- Aumentar las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones del dominio espacial para aumentar la capacidad de procesamiento;

- Activación de cargas reactivas.

En otra realización posible, la configuración depende de la sobrecarga temporal o exceso de suministro, pudiéndose predecir el exceso de suministro o sobrecarga temporal mediante un módulo de previsión que predice la situación de sobrecarga o de exceso de suministro para introducir la configuración en el momento oportuno. Dicho módulo de previsión puede utilizar datos y modelos de análisis estadísticos ya conocidos en la técnica anterior. Si se produce un patrón específico, pueden introducirse medidas preparatorias para controlar adecuadamente los componentes. En particular, también pueden incorporarse datos meteorológicos, a partir de los cuales puede observarse si se espera un exceso de suministro de energía producido por sol abundante o vientos fuertes. Además, en una realización posible, el módulo de previsión puede determinar la zona espacial del mismo modo que la duración y alcance de una posible situación de sobrecarga o de exceso de suministro. Debe tenerse en cuenta que se produce una situación de sobrecarga o de exceso de suministro bien cuando la red eléctrica proporciona un exceso de energía, bien cuando la carga exige un exceso de energía. Ambas situaciones pueden ser críticas para una red eléctrica.

En otra realización, la unidad de supervisión de la red eléctrica o la unidad de control de las telecomunicaciones registra los parámetros operativos tanto de la red de telecomunicaciones como de la red eléctrica como una función de la posición x y del tiempo t para efectuar la detección según dicha función.

En otra realización, la potencia de salida, los parámetros relativos a calidad de la potencia tales como frecuencia, ángulo de fase y, opcionalmente, otros, quedan registrados por la unidad de supervisión de la red eléctrica para permitir la detección.

En otra realización, se aplican otras configuraciones en un circuito de control en caso de sobrecarga o de exceso de suministro hasta que deje de producirse la sobrecarga o el exceso de suministro, o bien la red de telecomunicaciones no pueda operarse. De este modo, es posible comprobar si las medidas tomadas han sido suficientes para alojar la sobrecarga o el exceso de suministro. De lo contrario, pueden introducirse más etapas. Así, es posible una progresión gradual de las etapas. Mediante un enfoque de retroalimentación, dichas etapas y configuraciones pueden, a su vez, mostrar cuánta energía puede ahorrarse si se adoptan configuraciones específicas. Por lo tanto, es posible clasificar las configuraciones registrando su potencial de ahorro y la velocidad de implantación. Otros aspectos pueden demostrar la naturaleza a largo plazo de las configuraciones. La activación de una UPS es, normalmente, una configuración a corto plazo, lo que conduce a aliviar la red eléctrica durante un marco temporal que oscila entre minutos y unas pocas horas. De este modo no puede conseguirse un alivio sostenido. Al contrario, la reducción de la velocidad de transmisión o, más precisamente, del ancho de banda conduce normalmente a una reducción sostenida y a largo plazo del consumo eléctrico. En función de la previsión y de la situación, pueden introducirse etapas y configuraciones adecuadas.

En otro enfoque, se realiza una comprobación antes de implantar la configuración de si la sobrecarga o el exceso de suministro pueden evitarse suficientemente modificando la configuración y, de no ser el caso, no se aplica ninguna configuración nueva. Esto tiene la ventaja de que, en caso de emergencia, los componentes de la UPS aún pueden utilizarse completamente.

Otra parte de la invención es un sistema que comprende una unidad de control de las telecomunicaciones para el control espaciotemporal del consumo de energía eléctrica de una red de telecomunicaciones según las condiciones de la red eléctrica responsable de abastecer la red de telecomunicaciones en el espacio y el tiempo, contando la red eléctrica con una unidad de supervisión de la red eléctrica centralizada, que supervisa el estado operativo de al menos una parte de los componentes de la red eléctrica, estando configurada la unidad de control de las telecomunicaciones para controlar al menos una parte de los componentes de la red de telecomunicaciones de la red de telecomunicaciones, estando conectadas la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones entre sí por medio de una red para intercambiar información digital, estando el sistema configurado para:

- en el caso de detectar una sobrecarga o un exceso de suministro en la red eléctrica producida por un suministro insuficiente en la zona espacial, mediante el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones, para permitir una reducción del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial controlada mediante la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones en dicha zona espacial durante el periodo de suministro eléctrico insuficiente;
  o para

- en caso de detectar una sobrecarga o un exceso de suministro en la red eléctrica producida por un suministro excesivo, mediante el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica and la unidad de control de las telecomunicaciones, para permitir un aumento del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial controlada mediante la configuración de los

componentes de la red de telecomunicaciones en dicha zona espacial durante el periodo de suministro eléctrico excesivo, ya que los componentes de la red consumen más energía.

La ventaja crucial que ofrece la invención en lo que respecta a la red inteligente es el control coordinado de un consumidor definido como tipo red con capacidades de almacenamiento integradas. La estructura de consumo tipo red permite la selección del nivel jerárquico en el que se define un desplazamiento de la carga o un servicio de almacenamiento. En principio, esto puede variar entre un nivel "microscópico" – el nivel del consumidor final, en términos aproximados, casas independientes – y un nivel "macroscópico" – proporcionado, tal vez, por un grupo de equilibrio o una zona de control. Debe tenerse en cuenta que, en ocasiones, las inestabilidades en un nivel jerárquico bajo pueden eliminarse prácticamente sin esfuerzo (por ejemplo, mediante el almacenamiento intermedio de la potencia del aporte fotovoltaico en el intervalo de bajo voltaje), mientras que los trabajos de reparación aumentan considerablemente si dichas inestabilidades se pasan a niveles de red superiores. Una característica crucial de la presente invención es un sistema de control central que permite esta libertad de acción libre de jerarquías. A continuación, se incluyen en la siguiente tabla a modo de ejemplo.

Nivel de referencia	Mecanismo ejemplar	Dirección del proveedor de servicios	Comportamiento del sistema de control
Nivel de bajo voltaje	Almacenamiento intermedio del aporte de energía predecible procedente de empresas de energías renovables	Operadores del sistema de distribución (DSO)	Un sistema de diagnóstico del DSO dispara la asignación de recursos de almacenamiento identificados localmente a través de una interfaz.
Nivel de medio voltaje	Estados de carga críticos de las zonas de red pueden estabilizarse por el equipo de telecomunicaciones suministrado a través de las instalaciones de almacenamiento interno durante un tiempo específico o la desconexión de tecnologías de red adicionales.	Operadores del sistema de distribución (DSO), coordinador del grupo de equilibrado	El sistema de diagnóstico del DSO indica la sección transversal espacial y la amplitud de la carga crítica a través de una interfaz. El sistema de control determina las dimensiones espaciotemporales de la desconexión potencial de la carga y regula adecuadamente el sistema de control de almacenamiento y, opcionalmente, el sistema de control de la tecnología de red.

El suministro de una potencia de equilibrado se subdivide entre la responsabilidad del operador del sistema de transmisión (OST) y en una casad de equilibrado primario, secundario y terciario. El equilibrado secundario se estudia a modo de ejemplo: se produce una provisión positiva o negativa en el marco temporal que transcurre entre 15 minutos y una hora tras comenzar el caso normal, en función de la desviación de la demanda actual y la planificación registrada. En este contexto, el valor de referencia es la zona de control (Alemania tiene cuatro zonas de control). La interconexión de todos los valores de referencia integrados en la red de telecomunicaciones (carga o descarga de sistemas de UPS, activación o desactivación de usuarios), estando ubicados dichos valores en la zona de control pertinente, produce en general una potencia de equilibrado que pude facilitarse al OST. El marco organizativo de esto comprende el método descrito en la invención y la disposición.

La característica técnica crucial distintiva de la invención consiste en la arquitectura del sistema de control, que permite la interconexión selectiva y el control de la totalidad del grupo distribuido de consumidores controlables y unidades de almacenamiento en el espacio y el tiempo y resuelto oportunamente en diferentes escenarios de utilización. Para ello, el sistema de control contiene un módulo de supervisión, un módulo de previsión y un algoritmo de optimización. Además, el algoritmo de optimización puede configurarse mediante parámetros para determinar *a priori* un sistema de control prioritario para los diferentes escenarios de uso.

Descripción de las figuras

A continuación, se describen las figuras, que son representaciones específicas de posibles realizaciones y que no pretenden limitar la aplicación.

Figura 1 Disposición de una red de telecomunicaciones con consumidores típicos (tecnología de redes, oficinas y salas técnicas, aire acondicionado de instalaciones comerciales y sistemas de fuentes de alimentación ininterrumpidas)

Figura 2 Principio de funcionamiento esquemático de la disposición de control según la presente invención.

Figura 3 Cambio de la topología de la red de modo de funcionamiento normal a un modo de funcionamiento de "emergencia" en una región afectada por un atasco del suministro de energía.

Descripción de una realización

A continuación se describe el principio de operación de la invención.

La Figura 2 muestra esquemáticamente el principio de operación del sistema de control según la presente invención; que se describirá en detalle a continuación y se ilustrará con ejemplos de realizaciones.

La parte esencial de la presente invención es un sistema de control global, uniforme, para la producción de ancho de banda en la red de telecomunicaciones, la administración del almacenamiento de energía de la red de telecomunicaciones y el consumo de energía de la red de telecomunicaciones de la red de suministro del operador de la red. El sistema de control contiene los siguientes módulos con las características descritas a continuación:
Módulo de supervisión: el módulo de supervisión registra los estados operativos de la red de telecomunicaciones, en relación con las demandas de tráfico y de ancho de banda y con el consumo eléctrico en una red operativa de carga adaptable con ella asociada, y los estados en relación con los volúmenes de energía generados y disponibles de la red de suministro eléctrico. En la red de telecomunicaciones, puede medirse el tráfico en puntos cruciales de la red. Por ejemplo, la demanda de tráfico y el consumo eléctrico asociado puede registrarse y almacenarse en elementos de red (futuros) – tales mecanismos se están estandarizando en la actualidad.

□ La supervisión de la red eléctrica es una práctica común de la red de suministro de energía. En puntos adecuados de la red, generalmente en los niveles de voltaje agregado, se mide la potencia reactiva, flujos actuales, ángulo de fase y frecuencia (las oscilaciones por encima y por debajo de la frecuencia de la red son cada vez más importantes para la caracterización de la estabilidad de la red). Una divergencia entre la demanda y el suministro se expresa como una deriva de frecuencia.

□ Módulo de previsión: El módulo de previsión prevé la demanda de tráfico de datos resuelta por hora y posición, el consumo eléctrico y demandas asociadas de la red de telecomunicaciones y también los volúmenes de energía disponibles procedentes de la generación eléctrica de la red de suministro. En este punto, es especialmente importante considerar diferentes escalas de tiempo, que pueden oscilar desde unos pocos milisegundos (activando y desactivando recursos de la red de telecomunicaciones) a días (volúmenes de electricidad y precios de la energía). En función de la información histórica disponible (volúmenes de tráfico, requisitos de energía, precios de la energía, etc.), se prevé el comportamiento futuro mediante métodos estadísticos. Otro importante componente de la previsión es la previsión del suministro dependiente de la meteorología para la disponibilidad de las energías renovables (eólica y solar), que se produce con la forma de un pronóstico meteorológico (cálculo simulado basado en los valores medidos). Por lo tanto, el módulo de previsión combina el análisis estadístico con valores actuales medidos y un sistema de simulación.

□ Módulo de optimización (modelo de algoritmo para el sistema de control): El núcleo de optimización del sistema de control puede optimizar los sistemas acoplados de la red de telecomunicaciones y de la red de suministro eléctrico según diferentes funciones de costes. Ejemplos de esto son:

- Reducción de las emisiones de CO_2
- Optimización comercial para el operador de la red de telecomunicaciones
- Optimización comercial para las empresas suministradoras de energía eléctrica, provisión de la reserva de energía especialmente favorable
- Optimización en términos de estabilidad de la red de suministro eléctrico
- Optimización económica para el operador de la red de telecomunicaciones (aquí: independencia ante la importación de energía)

□ Módulo de control: El módulo de control controla los componentes individuales de la red de la red de telecomunicaciones y de la red de suministro eléctrico según el resultado de optimización del método de optimización mediante algoritmo. Consiste en una entidad central que puede influir en las entidades locales a través de los protocolos e interfaces adecuados. Debe implantarse una arquitectura de controlador especial para el control local de los elementos de almacenamiento diseñados como sistemas UPS.

Particularmente, la toma de decisiones tanto en la red de telecomunicaciones como en la red de suministro eléctrico se produce jerárquicamente según los diferentes niveles de red. El módulo de supervisión proporciona un alcance

espacial de la alteración detectada. El módulo de previsión indica el comportamiento probable de dicha alteración en el espacio y el tiempo. El módulo de optimización comprueba las posibles influencias disponibles para los elementos eléctricos de la red de telecomunicaciones y, a continuación, decide la reacción óptima. En este contexto es de vital importancia, tal y como se ha descrito anteriormente, utilizar el nivel de red más bajo posible: Una caída o subida crítica de la tensión en la rama de una red de distribución en forma de estrella se absorbe, por ejemplo, de ser posible, por un solo sistema UPS en la propia rama. Si no se dispone de dicho sistema, se selecciona el siguiente nivel más elevado de la jerarquía y se inician las acciones.

El método según la Figura 2 es como sigue: El módulo de supervisión registra los parámetros operativos de la red de telecomunicaciones y de la red de suministro eléctrico como una función de la posición x y la hora t. En este caso, los parámetros operativos son la potencia de alimentación, el comportamiento de la carga (potencia de salida), parámetros de calidad del suministro eléctrico (tales como, por ejemplo, frecuencia, ángulo de fase, etc.) y otros parámetros adecuados. Además, se incluye información externa de la sala de control del proveedor de energía. Asimismo, los parámetros operativos se registran para la red de telecomunicaciones. Se trata de la potencia de transmisión (tasa de bits y ancho de banda), el consumo eléctrico, niveles de almacenamiento de energía, patrones de enrutamiento activados y otros valores de referencia adecuados, en cada caso como una función de la posición x y del tiempo t. En base a los algoritmos estadísticos, cada módulo de previsión asignado predice los parámetros operativos descritos resueltos según x y t. Un componente según el método sugerido comprueba cíclicamente si se ha alcanzado un estado crítico en la red de suministro eléctrico: puede tratarse de un episodio identificado por el módulo de supervisión o por el módulo de previsión y, por ejemplo, de daños. Los algoritmos aplicados consisten en una combinación de ecuaciones determinísticas (conocidas como ecuaciones de movimiento) y continuaciones de estados medidos considerados empíricamente como probables sin conocimiento de las fuerzas impulsoras. Variables de entrada de ecuaciones de movimiento son, por ejemplo, la curva calculada de intensidades de datos de tráfico de la red de telecomunicaciones, la previsión de disponibilidad de las empresas de energía renovable, el desarrollo estadísticamente más probable de la carga eléctrica (en base a las planificaciones registradas de los directores de los grupos de equilibrio). Estos parámetros impulsores permiten el cálculo matemático del desarrollo adicional de una alteración mínima. Por el contrario, un método empírico traslada hacia el futuro un estado detectado que se basa en el método estadístico. Los algoritmos utilizados combinan ambos enfoques. En este contexto, daños se refiere a un hecho que tiene una influencia externa en la red (por ejemplo, mal tiempo, desastres naturales, etc.) por lo que el módulo de previsión no puede predecirlo. De no identificarse ningún estado crítico, la red eléctrica y la red de telecomunicaciones permanecen en modo de operación normal. No obstante, si se identifica o predice un estado crítico con la ayuda de los algoritmos del módulo de previsión, entonces el módulo de optimización primero evalúa el potencial de solución disponible incluyendo la red de telecomunicaciones. Al hacerlo, se analizan los estados de almacenamiento de energía, se calculan, se evalúan patrones de enrutamiento alternativos y también se calcula el potencial que ofrece la operación de la red de telecomunicaciones en banda estrecha o una desconexión parcial. Aquí es importante incluir las escalas de tiempo: el potencial de la red de telecomunicaciones para solucionar un estado crítico depende de su duración en el tiempo. Si se valora el potencial de la red de telecomunicaciones como insuficiente para el estado crítico actual, la red de telecomunicaciones continuará en operación normal y la solución del problema se pasará al área de control del sector energético.

Si, por otro lado, se valora el potencial de la red de telecomunicaciones como suficiente para solucionar el estado crítico, se configurará la red de telecomunicaciones en consecuencia: ejemplos aquí son la reconfiguración del patrón de enrutamiento, cambio de la tasa de bits según los elementos, etc. Durante un cambio de la tasa de bits según los elementos, la reconfiguración no se produce en toda la red; en lugar de eso, solo un elemento de la red, por ejemplo, se conmuta a un modo de baja potencia – o un elemento de la red y el conmutador remoto asociado (por ejemplo, en el caso del ADSL). Así no se reconfigura toda la red. Sucede diferente con la reconfiguración del patrón de enrutamiento; en tal caso, un gran número de nodos resultan opcionalmente afectados y configurados de modo que el tráfico se redirige hacia cierto nodo, por ejemplo, que no debe utilizarse en ese momento (tal y como se ha descrito anteriormente).

El plano de control de la energía del módulo de control se encarga de conmutar los elementos de la red de telecomunicaciones en el modo adecuado necesario (tasa de bits, patrón de enrutamiento).

Esta optimización continúa en tanto en cuanto el estado crítico deje de existir – o el potencial de solución de la red de telecomunicaciones sea insuficiente, y entonces debe pasarse al área de control del sector energético.

A continuación se tienen en cuenta ciertos escenarios en particular:

Escenario 1: Operación a medio plazo de la red de telecomunicaciones con capacidad reducida para reducir sus requisitos de energía en una área de suministro eléctrico definida.

En esta realización o aplicación se considera el siguiente escenario: si, por ejemplo, falla la unidad de una planta generadora de electricidad en una zona de control, se reduce el consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones – dentro de ciertos límites – puede evitar tener que conectarse a estaciones de suministro de refuerzo costosas e ineficientes. Así, si en una zona geográfica limitada se dispone de menos potencia eléctrica en la red de suministro

de lo que normalmente es necesario a esa hora, es posible estabilizar la red de suministro eléctrico reduciendo el consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones pasando a un modo con un ancho de banda reducido – lo que conduce a la correspondiente reducción del consumo eléctrico en una red de telecomunicaciones cuya operación se adapta a la carga (y, en el mejor escenario, proporcional con la potencia). El módulo de previsión proporciona una estimación del intervalo de penetración del fallo espacial y temporal producido por la caída de la potencia. El núcleo de optimización compara dichos datos con el potencial de desconexión de la carga dirigible y produce una propuesta de conmutación que implanta la solución óptima. Dicha propuesta contiene también el redireccionamiento del tráfico de telecomunicaciones fuera de la zona afectada como grado adicional de libertad para la desconexión de la carga. Así, se hace un cambio de operación en el ancho de banda normal a banda estrecha con un consumo eléctrico inferior que se desplaza espacialmente: durante un periodo limitado, la electricidad puede extraerse inicialmente de las instalaciones de almacenamiento de energía de la propia red de telecomunicaciones, de modo que la energía no se toma de la red de suministro durante dicho periodo de tiempo, que está determinado por la capacidad de la batería. Si, transcurrido dicho periodo, la alteración sigue presente, puede volver a tomarse la electricidad de la red de suministro mediante un funcionamiento en banda estrecha, que es significativamente inferior a la electricidad utilizada en el funcionamiento en banda ancha. Cuando se restablece la plena capacidad de la red de suministro, se recupera el funcionamiento normal en banda ancha de la red de telecomunicaciones.

La Fig. 3 muestra una aplicación especial en la que se incluye el enrutamiento en una red – interconectada – como grado de libertad en el sentido de la representación anterior: a la izquierda del diagrama, se muestra la red durante un funcionamiento normal en donde todos los nodos y conexiones funcionan a plena (normal) capacidad y consumo eléctrico. A la derecha del diagrama se representa la misma red con un suministro eléctrico insuficiente en la región marcada: ahora todas las conexiones – salvo una restante – al nodo de red afectado están desactivadas y el nodo tiene su capacidad – y consumo eléctrico – reducida en la medida en que solo tiene que procesar solicitudes de tráfico originadas en la región de suministro asignada directamente o cuyo destino se encuentra ahí. En tráfico restante, por ejemplo, tráfico de tránsito, que hubiera pasado a través de este nodo durante un funcionamiento normal, se envía a través de rutas alternativas de la red de modo que el requisito de energía de esta región puede reducirse para estabilizar la red de suministro eléctrico.

Escenario 2: Recorte de picos de carga a corto plazo de una red de distribución.

Este ejemplo supone un intervalo de penetración de fallos sustancialmente inferior en el espacio y el tiempo respecto al Escenario 1. Aquí, la capacidad de control del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones se facilita al operador del sistema de distribución sin interferir en los procedimientos asociados con la zona de control para la provisión de energía de respaldo. La breve duración de la alteración, identificada por el módulo de previsión, tiene como resultado la respuesta del modo de optimización complementando un posible cambio a banda estrecha de las telecomunicaciones y otras acciones. En función del nivel de la desviación de la planificación, puede tomarse una decisión para volcar energía a la red de suministro local desde las instalaciones de almacenamiento de electricidad del sistema de UPS. En tal caso, las instalaciones de almacenamiento deben proporcionar los sistemas eléctricos de la red de telecomunicaciones, así como aportar una cantidad de electricidad a definir a la red de distribución local. Obviamente, esto tan solo es posible durante un periodo de tiempo limitado impone ciertas exigencias en cuanto a la arquitectura del controlador local. Por lo tanto, debe examinarse la duración con el módulo de supervisión, previsión y optimización para comprobar si la manipulación de la perturbación quedará limitada a la red de distribución o si debe conseguirse energía de respaldo de la zona de control. Esto tendría como resultado una transición al Escenario 1, para lo que, sin embargo, los componentes a corto plazo basados en el almacenamiento para la desconexión de la carga dejarían de estar disponibles.

Escenario 3: Alimentación descentralizada supercrítica de electricidad a las redes de distribución.

El objeto de este escenario es administrar de forma descentralizada la alimentación de energías renovables. Este hecho solo se convierte en un problema o alteración si la previsión espaciotemporal de energía eólica o fotovoltaica del cálculo de la planificación se desvía sustancialmente de la realidad. Debido al carácter complejo de los sistemas de pronóstico meteorológico, se espera que tales errores de previsión se produzcan incluso en el futuro. En caso de extrema desviación hacia arriba de la alimentación, existe un riesgo de inestabilidad – especialmente en la red de distribución (la energía eólica se vuelca normalmente en redes con mayores niveles de tensión). Además, si una red de distribución tiene una topología con bajo grado de interconexión, dicho riesgo de inestabilidad se intensifica. En tal caso, al contar con su propio módulo de previsión (que trabaja en una escala de tiempo más breve que la previsión meteorológica anteriormente citada), la presente invención analizaría el riesgo de inestabilidad de la red de distribución en espacio y tiempo. A continuación, el algoritmo de optimización calcula las acciones óptimas para los elementos disponibles – que incluyen el almacenamiento local intermedio de la energía eléctrica o, por ejemplo, proporcionar potencia reactiva. El módulo de control ejecuta entonces dichas acciones en el nivel de los elementos. Debe tenerse en cuenta que el almacenamiento intermedio requiere que las capacidades de almacenamiento estén disponibles. Por lo tanto, el éxito de una acción a corto plazo depende del régimen del sistema de control a medio plazo, que se desarrollará conjuntamente con los participantes en el abastecimiento de electricidad a partir de análisis estadísticos y económicos.

Referencias y fuentes

[1] Instituto Fraunhofer para la fiabilidad y la microintegración (IZM); Instituto Fraunhofer de investigación en sistemas e innovación (ISI): *Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft* [Valoración de los requisitos energéticos para el desarrollo de la sociedad de la información]. Informe final para el Ministerio Federal de Economía y Energía alemán; Berlín, Karlsruhe, marzo 2009

[2] El gobierno federal de la República Federal de Alemania: http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2011/06/2011-06-06-energiewende-kabinett-weitere-informationen.html

[3] Ministerio federal de medio ambiente, conservación y seguridad nuclear alemán, nota de prensa núm. 170/11,29.12.2011, http://www.erneuerbare-energien.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/48231.php

[4] http://www.de-cix.net/about/statistics/

[5] v. Eimeren, B.; Frees, B. (2010). Fast 50 Millionen Deutsche online - Multimedia für alle?" [Almost 50 million Germans online - multimedia for all?] Media Perspektiven, 7-8, 33 4-349. [Online, marzo 2012]. Acceso en: http://www.ard-zdf-onlineStudie.de/fileadmin/Online10/07-0 8-2 010_van_Eimeren.pdf

[6] Cisco Visual Networking Index: *Forecast and Methodology, 2010-2015*. [Online, marzo 2012] Acceso en: http://www.cisco.com/en/US/Solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_cll-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html

Reivindicaciones

1. Método para el control espaciotemporal del consumo eléctrico de una red de telecomunicaciones que depende de las condiciones de una red eléctrica responsable de abastecer a la red de telecomunicaciones en espacio y tiempo, comprendiendo la red eléctrica una unidad central de supervisión de la red eléctrica, que supervisa las condiciones operativas de al menos una parte de los componentes de la red eléctrica, y comprendiendo la red de telecomunicaciones una unidad de control de las telecomunicaciones, que controla al menos una parte de los componentes de la red de telecomunicaciones, estando la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones conectadas entre sí a través de una red con el objeto de intercambiar información digital, caracterizado por las siguientes etapas:

- Al detectar una sobrecarga en la red eléctrica producida por una tensión de alimentación excesiva originada por el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones, la unidad de supervisión de la red eléctrica aumenta el consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones en el espacio, mediante la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones de dicho espacio durante el periodo en que se produce la tensión de alimentación excesiva.

2. El método según la reivindicación anterior, en donde al tiempo que se produce la detección de una sobrecarga en la red eléctrica producida por una tensión de alimentación insuficiente en una zona espacial mediante el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones, reduciendo el consumo eléctrico de la red de de telecomunicaciones en la zona espacial, a través de la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones en dicha zona espacial por parte de la unidad de supervisión de la red eléctrica durante el periodo en el que la tensión de alimentación es insuficiente.

3. El método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado en que puede conseguirse una reducción del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones mediante una o más de las siguientes configuraciones:

- desconectando los componentes de la red de telecomunicaciones de la red eléctrica y operando a través de una fuente de alimentación ininterrumpida, UPS;
- volcando la energía de la UPS a la red eléctrica;
- modificando una ruta de información de comunicaciones para redirigir la información de comunicaciones por la zona espacial;
- desactivando componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- reduciendo las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial.

4. El método según la reivindicación anterior 1, caracterizado en que puede conseguirse un aumento del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones a través de una o más de las siguientes configuraciones:
- activar UPS con el objeto de cargarlas por completo;
- modificando una ruta de información de comunicaciones para redirigir la información de comunicaciones por la zona espacial;
- activar componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- aumentar las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- activar cargas reactivas.

5. El método según cualquiera de las dos reivindicaciones anteriores, en donde la selección de la configuración depende de la sobrecarga temporal, habiendo sido prevista la sobrecarga temporal por un módulo de previsión que prevé las situaciones de sobrecarga para poder introducir la configuración en el momento oportuno, particularmente, en donde el módulo de previsión también predice la zona espacial.

6. El método según según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de supervisión de la red eléctrica y/o la unidad de control de las telecomunicaciones que registra los parámetros operativos de la red de telecomunicaciones y de la red eléctrica como una función de la posición x y el tiempo t para efectuar una detección basada en dicha función.

7. El método según según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de supervisión de la red eléctrica registra la potencia de salida, los parámetros de calidad de la potencia, tales como la frecuencia, ángulo de fase, para permitir la detección.

8. El método según según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un circuito de control adopta otras configuraciones en caso de sobrecarga, hasta que deje de producirse la sobrecarga, o si la red de telecomunicaciones deja de estar operativa.

9. Sistema que comprende una unidad de control de las telecomunicaciones para el control espaciotemporal del consumo eléctrico de una red de telecomunicaciones, según las condiciones de una red eléctrica responsable de abastecer a la red red de telecomunicaciones en el espacio y el tiempo, teniendo la red eléctrica una unidad de supervisión de la red eléctrica centralizada, que supervisa el estado operativo de al menos una parte de los componentes de la red eléctrica, estando configurada la unidad de control de las telecomunicaciones para controlar al menos una parte de los componentes de la red de telecomunicaciones de la red de telecomunicaciones, estando conectadas la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones entre sí mediante una red que permite el intercambio de información digital, caracterizado en que el sistema está configurado para

- detectar una sobrecarga en la red eléctrica producida por una tensión de alimentación excesiva originada por el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones, tras lo cual la unidad de supervisión de la red eléctrica aumenta el consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial, mediante la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones de dicha zona espacial durante el periodo en que se produce la tensión de alimentación excesiva.

10. Sistema según la reivindicación anterior caracterizado en que la detección de una sobrecarga en la red eléctrica debido a un tensión de alimentación insuficiente en una zona espacial producida por el intercambio de información entre la unidad de supervisión de la red eléctrica y la unidad de control de las telecomunicaciones, hace que la unidad de supervisión de la red eléctrica produzca una reducción del consumo eléctrico de la red de telecomunicaciones de la zona espacial, mediante la configuración de los componentes de la red de telecomunicaciones en dicha zona espacial durante el periodo en que se produce la tensión de alimentación insuficiente.

11. Sistema según la reivindicación anterior caracterizado en que puede conseguirse una reducción del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones mediante una o más de las siguientes configuraciones:

- desconectar los componentes de la red de telecomunicaciones de la red eléctrica y operar a través de una UPS, fuente de alimentación ininterrumpida;
- volcar la energía de la UPS en la red eléctrica;
- modificar una ruta de la información de comunicaciones para redirigir la información de comunicaciones por la zona espacial;
- desactivar componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- reducir las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial.

12. Sistema según la reivindicación anterior, caracterizado en que puede conseguirse un aumento del consumo eléctrico de los componentes de la red de telecomunicaciones mediante una o más de las siguientes configuraciones:

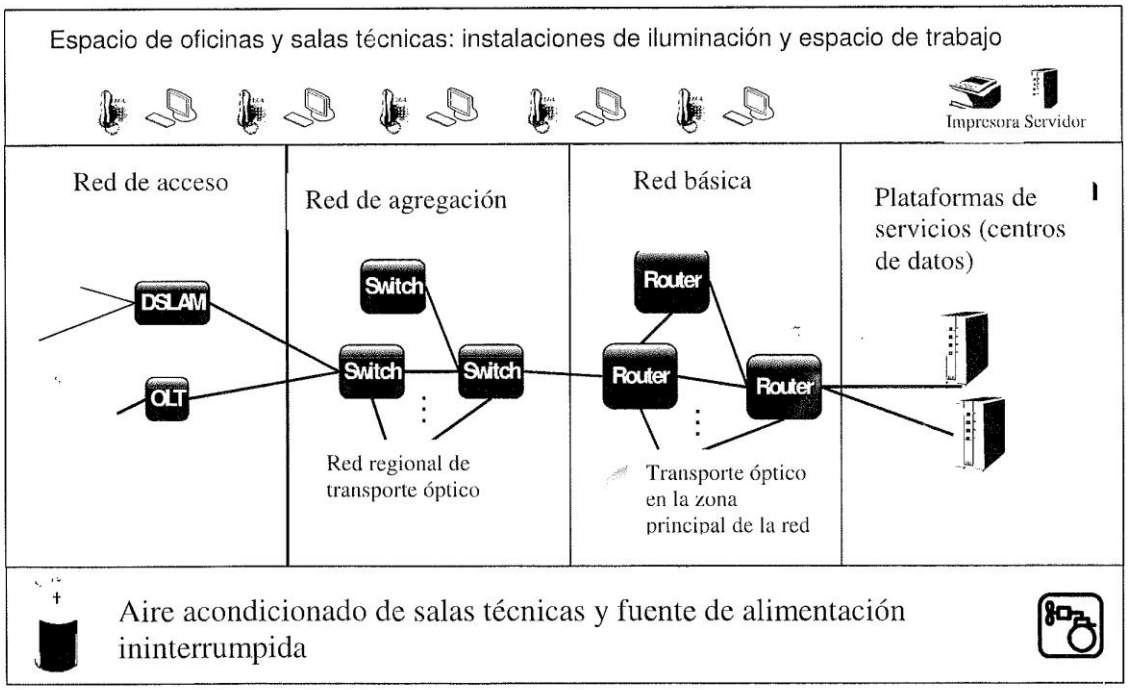
- activar las UPS para cargarlas por completo;
- modificar el enrutamiento de la información de comunicaciones para dirigir la información de comunicaciones por la zona espacial
- activar componentes redundantes de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- aumentar las velocidades de transmisión de los componentes de la red de telecomunicaciones de la zona espacial;
- activar cargas reactivas.

13. Sistema según cualquiera de las dos reivindicaciones anteriores del sistema , en donde la selección de la configuración depende de la sobrecarga temporal estimada, prediciéndose la sobrecarga temporal mediante un módulo de previsión que sirve para predecir la situación de sobrecarga y así introducir la configuración en el momento oportuno, particularmente, en donde el módulo de previsión está configurado para predecir también la zona espacial.

14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores del sistema, en donde la unidad de control de las telecomunicaciones está configurada para registrar los parámetros operativos de la red de telecomunicaciones y de la red eléctrica como una función de la posición x y tiempo t para realizar una detección según dicha función.

15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores del sistema, en donde la unidad de supervisión de la red eléctrica está configurada para registrar una potencia de salida, unos parámetros de calidad de la potencia, tales como frecuencia, ángulo de fase, para permitir la detección.

16. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores del sistema, configurado para aplicar otras configuraciones a un circuito de control en caso de sobrecarga hasta que haya dejado de existir la situación de sobrecarga o no pudiera operase la red de telecomunicaciones.


Espacio de oficinas y salas técnicas: instalaciones de iluminación y espacio de trabajo
Impresora Servidor
Red de acceso
Red de agregación
Red básica
Plataformas de servicios (centros de datos)
DSLAM
OLT
Switch
Switch
Switch
Router
Router
Router
Red regional de transporte óptico
Transporte óptico en la zona principal de la red
Aire acondicionado de salas técnicas y fuente de alimentación ininterrumpida

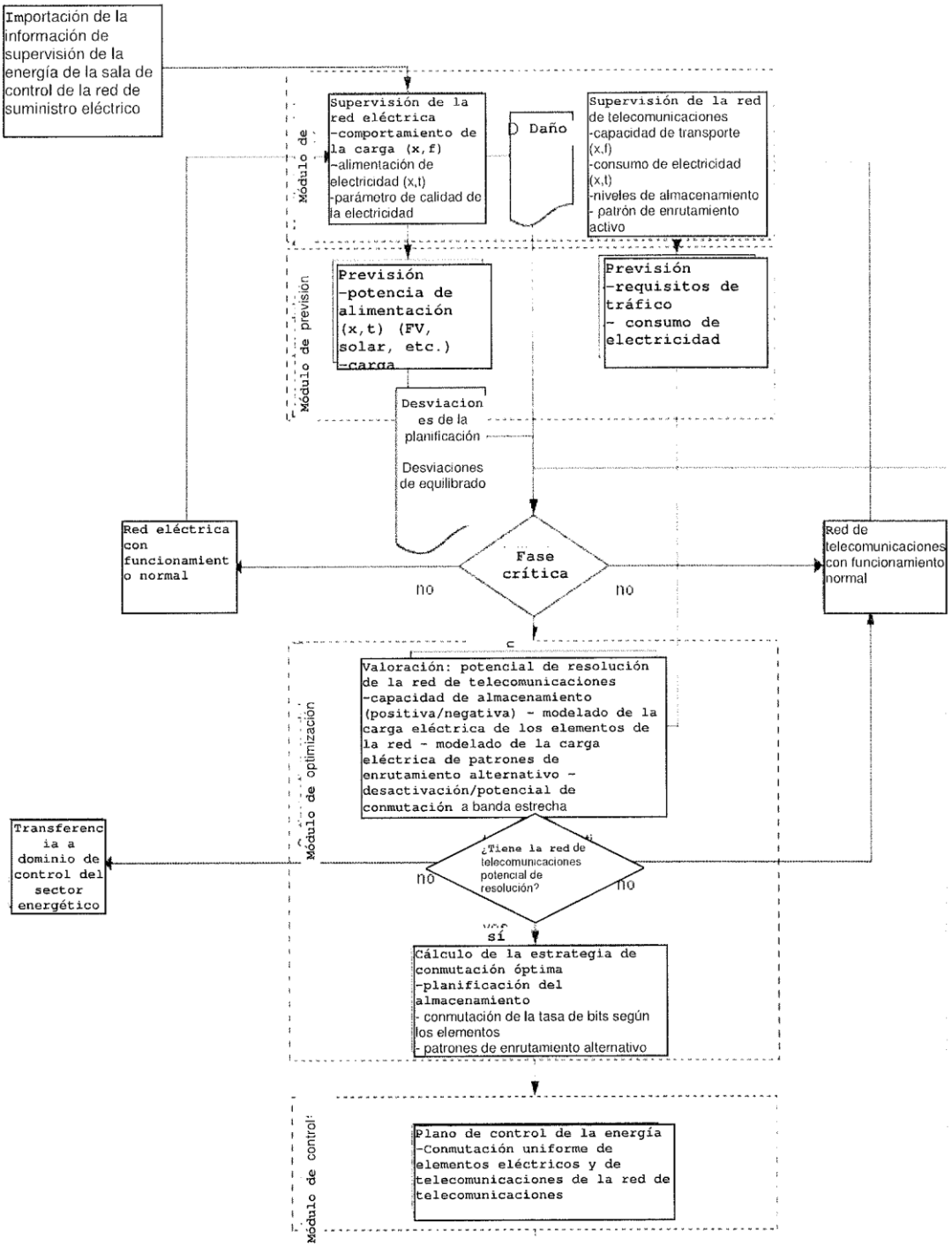
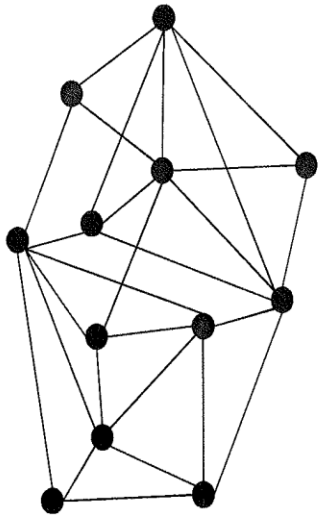

Importación de la información de supervisión de la energía de la sala de control de la red de suministro eléctrico
Módulo de
Supervisión de la red eléctrica
-comportamiento de la carga (x,f)
-alimentación de electricidad (x,t)
-parámetro de calidad de la electricidad
Daño
Supervisión de la red de telecomunicaciones
-capacidad de transporte (x,f)
-consumo de electricidad (x,t)
-niveles de almacenamiento
- patrón de enrutamiento activo
Módulo de previsión
Previsión
-potencia de alimentación (x,t) (FV, solar, etc.)
-carga
Previsión
-requisitos de tráfico
- consumo de electricidad
Desviaciones de la planificación
Desviaciones de equilibrado
Red eléctrica con funcionamiento normal
Fase crítica
no
no
Red de telecomunicaciones con funcionamiento normal
Módulo de optimización
Valoración: potencial de resolución de la red de telecomunicaciones
-capacidad de almacenamiento (positiva/negativa) - modelado de la carga eléctrica de los elementos de la red - modelado de la carga eléctrica de patrones de enrutamiento alternativo - desactivación/potencial de conmutación a banda estrecha
Transferencia a dominio de control del sector energético
¿Tiene la red de telecomunicaciones potencial de resolución?
no
no
sí
Cálculo de la estrategia de conmutación óptima
-planificación del almacenamiento
- conmutación de la tasa de bits según los elementos
- patrones de enrutamiento alternativo
Módulo de control
Plano de control de la energía
-Conmutación uniforme de elementos eléctricos y de telecomunicaciones de la red de telecomunicaciones

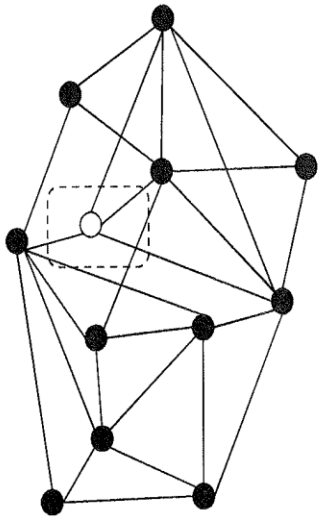
Fig. 2

Funcionamiento normal de la red de telecomunicaciones



● **nodo de red totalmente activo** (consumo a máxima potencia)
— conexión activa

Funcionamiento de "emergencia" de la red de telecomunicaciones en una región



○ **nodo de red parcialmente desactivado** (consumo a potencia reducida)
— conexión desactivada

Fig. 3