

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 922 497**

51 Int. Cl.:

**C10J 3/62** (2006.01)

**H02J 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2014 PCT/EP2014/075330**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015 WO15075204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2014 E 14805525 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022 EP 3071675**

54 Título: **Red de energía combinada**

30 Prioridad:

**21.11.2013 EP 13193803**

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

**15.09.2022**

73 Titular/es:

**RV LIZENZ AG (100.0%)  
Alte Steinhauserstrasse 1  
6330 Cham, CH**

72 Inventor/es:

**RÜDLINGER, MIKAEL**

74 Agente/Representante:

**SAHUQUILLO HUERTA, Jesús**

**ES 2 922 497 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

Red de energía combinada

5 **Campo de la tecnología**

La invención se refiere a sistemas de suministro de energía, unidades de gestión de la energía y métodos para suministrar energía a sistemas locales y regionales y a consumidores de energía según el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

10

**Antecedentes de la tecnología**

Los sistemas de suministro de energía conocidos se basan en el concepto de que las unidades generadoras de energía centralizadas ponen a disposición la energía en una forma determinada, por ejemplo, como energía eléctrica, como energía térmica en forma de agua o vapor calientes (calefacción urbana), o como energía química en forma de gas natural, y la entregan a través de sistemas de alimentación adecuados a una multitud de unidades consumidoras de energía.

15

Cuando se suministra energía a una pluralidad de unidades consumidoras de energía distribuidas espacialmente, por ejemplo, hogares con energía eléctrica, el dimensionamiento y la estructuración suficientes de la red de suministro correspondiente es un factor fundamental para garantizar una potencia de suministro suficiente y la seguridad del suministro.

20

Las redes de suministro suelen comprender varios niveles jerárquicos. Varias unidades de consumo locales o regionales pueden agruparse en una red local que, a su vez, puede conectarse a una red de nivel superior. En el caso de una red eléctrica, por ejemplo, una pluralidad de pequeñas unidades de consumo -diferentes hogares, por ejemplo- están conectadas a una red local común de baja tensión. Las diferentes redes de baja tensión, a su vez, están conectadas mediante transformadores a una red de media tensión que se utiliza para el transporte regional de energía. Una red de distribución de alta tensión sirve para transportar la energía eléctrica de las grandes centrales a través de largas distancias hasta las redes de media tensión. Las centrales más pequeñas también pueden introducir la energía en la red de media tensión, y los productores locales de energía, como los sistemas fotovoltaicos o las centrales eólicas, por ejemplo, en la red de baja tensión.

25

30

Otro ejemplo de red de suministro es un sistema de calefacción urbana, en el que la energía térmica se produce en forma de vapor de agua o agua caliente (por ejemplo, 120 °C, 16 bar) y se transporta a través de un circuito primario a las distintas unidades consumidoras, donde se utiliza para calentar los edificios y producir agua caliente. En los sistemas habituales de calefacción urbana, la energía térmica se produce de forma centralizada en una central de producción combinada de calor y electricidad, por ejemplo, en un sistema de calefacción por astillas de madera o en una planta de incineración de residuos. Los consumidores de energía se conectan mediante intercambiadores de calor adecuados directamente, o indirectamente a través de un circuito secundario local, al circuito primario del sistema de calefacción urbana. De forma análoga a las redes de calefacción urbana, también existen redes de refrigeración urbana, aunque en ellas también se transporta básicamente energía térmica.

35

40

En el caso del suministro de energía a través de una red de suministro distribuida espacialmente y alimentada por uno o varios productores de energía, la capacidad requerida tanto de la red de suministro como de los productores de energía resulta de la necesidad máxima de energía pico de los consumidores de energía. Esta necesidad de energía suele estar sujeta a importantes fluctuaciones temporales. En una red de calefacción urbana, por ejemplo, los picos de consumo se producen a primera hora de la mañana y a última de la tarde, mientras que, en una red eléctrica, los picos de consumo se producen por la mañana, a mediodía y por la tarde.

45

Como consecuencia de la fluctuación de la demanda de energía, una red de suministro distribuida espacialmente debe diseñarse para un múltiplo del rendimiento energético medio. En los sistemas de calefacción urbana, por ejemplo, las líneas deben diseñarse de forma que puedan soportar el pico máximo de consumo diario previsto en el día más frío del invierno. Una red de suministro con un diseño excesivamente débil puede dar lugar a un suministro de energía insuficiente como resultado de un cuello de botella de capacidad.

50

En el caso de una red eléctrica, la sobrecarga puede incluso provocar el colapso de la red. Los fusibles dispuestos en los nodos de la red con un límite superior de 1000 A, por ejemplo, son cruciales en este sentido. En una red diseñada para 50 kV, esto se traduce en una potencia máxima de 50 MW, y en una red diseñada para 25 kV, en una potencia máxima de 25 MW. Dado que los costes de inversión de las redes de suministro aumentan de forma desproporcionada con respecto a su capacidad debido a una tecnología más cara, unos picos de consumo más bajos pueden suponer un ahorro sustancial en la construcción y el funcionamiento de la red.

60

De forma análoga a la red de suministro, los productores de energía también deben ser capaces de cubrir los picos de consumo. En el caso de las centrales eléctricas, se combinan para ello centrales lentas para la producción de carga base (centrales nucleares, centrales de carbón, centrales hidroeléctricas de pasada, centrales eólicas, etc.) y centrales de arranque rápido para la producción de carga punta (centrales hidroeléctricas de almacenamiento,

65

centrales de gas, etc.). Los excesos de capacidad necesarios también suponen mayores costes de inversión.

Debido al creciente número de pequeñas centrales eléctricas conectadas a las redes regionales o locales -como los sistemas fotovoltaicos y las centrales eólicas, por ejemplo-, las fluctuaciones de la producción resultan difíciles de prever para el operador de la red. Además, como los operadores de la red están en parte obligados por razones legales a inyectar en la red la energía producida localmente, la producción no puede ni siquiera controlarse en algunos casos. Estos picos de producción de energía adicional también deben tenerse en cuenta durante el diseño de las redes y reducen aún más la capacidad media utilizable.

Se conocen varios enfoques para lograr una carga más uniforme de las redes de suministro de energía y, por lo tanto, para lograr una menor capacidad requerida de la red y de los productores de energía, así como una mayor eficiencia energética como resultado de las menores pérdidas asociadas.

Para el suministro de energía, se utilizan las llamadas redes inteligentes en el intento de lograr una carga espacial y temporalmente lo más homogénea posible de la red mediante la coordinación de diferentes sistemas de producción de energía flexibles y no flexibles, sistemas de almacenamiento de energía (centrales de almacenamiento por bombeo) y sistemas de consumo de energía. Para ello, los distintos componentes de la red inteligente se comunican entre sí. Esto tiene sus límites, ya que el consumo local y la producción local de energía eléctrica sólo pueden controlarse desde el exterior de forma limitada.

En los sistemas de calefacción urbana, mediante el uso de almacenes de energía térmica adecuados en forma de depósitos de agua caliente o acumuladores de calor latente (como se muestra en el documento DE 2730406 C2, por ejemplo), se pueden equilibrar las fluctuaciones de la demanda de energía a lo largo del día. Se sabe, por ejemplo a partir del documento DE 2730406 C2, que se puede equilibrar la demanda de energía a lo largo de un día mediante el uso de acumuladores de calor adecuados, por ejemplo depósitos de agua caliente o acumuladores de calor latente. Mediante el acoplamiento adecuado de los acumuladores de agua caliente, los sistemas de calefacción y la preparación de agua caliente, se puede mejorar la eficiencia del aprovechamiento del calor, por ejemplo, como se describe en los documentos DE 10311091 B4 y DE 3123875 C2.

En el artículo "*Technology Planning for Electric Power Supply in Critical Events Considering a Bulk Grid, Backup Power Plants, and Micro Grids*", IEEE Systems Journal 4(2), p. 167, 3 de junio de 2010, A. Kwasinski analiza la evaluación de riesgos de los sistemas de suministro de energía en caso de catástrofes naturales utilizando el ejemplo de tres opciones tecnológicas para suministrar energía a las redes locales, a saber, la conexión a una red externa mediante una subestación; una central eléctrica diésel de reserva en la interfaz entre la red local y la red externa; y una microrred con producción de energía propia, por ejemplo, generadores de energía accionados por turbinas de gas.

En su artículo "*Cutting Campus Energy Costs with Hierarchical Control*", IEEE Electrification Magazine Sept. 2013, p. 40, 23 de septiembre de 2013, M. Shahidepour et al. describen una microrred del Instituto Tecnológico de Illinois en la que los generadores de energía funcionan mediante turbinas de gas para equilibrar los cortes de energía en la red de suministro externa. Los acumuladores se utilizan para compensar los cortes de energía a corto plazo sin necesidad de utilizar generadores. Otros aspectos son el control del sistema en función de los costes de la energía obtenida, la construcción de la red eléctrica interna con varios circuitos de suministro separados para reducir al mínimo los cortes de energía internos en los edificios y la integración de fuentes de energía renovables (fotovoltaica, eólica) en la red local.

Existe una necesidad generalizada de redes de suministro de energía óptimamente eficientes que, además, supongan preferentemente un mínimo de nuevas inversiones.

T. Lombardo, en su artículo "*The Perfect Power Micro Grid at IIT*" ([www.engineering.com](http://www.engineering.com), 4 de agosto de 2013; XP 55130587), describe un sistema de red autónomo (micro grid) para generar y distribuir electricidad en el campus del Instituto Tecnológico de Illinois. La Micro Grid está diseñada para mejorar la fiabilidad de la energía en caso de fallo de la fuente de alimentación externa y de los circuitos internos. La energía se genera dentro de la Micro Grid mediante turbinas de gas, paneles solares y turbinas eólicas. Las baterías cubren los cortes de energía a corto plazo. Con un diseño multibucle, un solo cortocircuito no provoca el fallo de todo el sistema, y los edificios pueden ser alimentados alternativamente por otro bucle. La medición inteligente permite extraer la energía de fuentes externas o generarla localmente, según lo que resulte más económico en ese momento.

### Objeto de la invención

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de suministro de energía del tipo mencionado al principio que no tenga los inconvenientes mencionados y otros. En particular, dicho sistema de suministro de energía está destinado a permitir la distribución eficiente de energía. Debe ser posible diseñar las capacidades de la red necesarias para la distribución de manera que sean lo más pequeñas posible. Además, dicho sistema debe ser robusto y estable, así como insensible a los picos de potencia. Otro objeto de la invención es proporcionar un sistema de suministro de energía que permita utilizar eficazmente las fuentes de energía regenerativas, como la

energía eólica y la energía solar, por ejemplo, cuya producción sólo puede controlarse de forma muy limitada y es principalmente el resultado de los parámetros meteorológicos.

5 Estos y otros objetos se consiguen mediante un sistema de suministro de energía según la invención, y un método según la invención, según las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones preferidas se indican en las reivindicaciones dependientes.

### Descripción de la invención

10 Un primer aspecto de la invención se refiere a un ventajoso sistema de suministro de energía.

15 Un sistema de suministro de energía divulgado comprende una primera red de suministro de energía en forma de red eléctrica para el transporte de energía eléctrica y una segunda red de suministro de energía con un sistema de transporte de materiales operativos fluidos. El sistema de suministro de energía tiene al menos una unidad de generación de energía con la que los materiales operativos fluidos pueden generarse utilizando gas hidrógeno y material que contiene carbono y alimentar la segunda red de suministro de energía, y al menos una unidad de gestión de energía local con la que los materiales operativos fluidos tomados de la segunda red de suministro de energía pueden convertirse en energía eléctrica y alimentar una red eléctrica local. Ventajosamente, la segunda red de suministro de energía tiene un sistema de transporte para devolver los gases residuales que contienen dióxido de carbono que se producen durante la utilización energética de los materiales de operación fluidos en uno o más consumidores de energía y/o unidades de gestión de energía.

25 El sistema de suministro de energía según la invención comprende una primera red de suministro de energía en forma de red eléctrica para el transporte de energía eléctrica; una segunda red de suministro de energía con un sistema de transporte de materiales operativos fluidos; un sistema de transporte para devolver los gases residuales que contienen dióxido de carbono que se producen durante la utilización energética de los materiales operativos fluidos en uno o más consumidores de energía; y al menos una unidad de generación de energía con la que los materiales operativos fluidos pueden producirse a partir de material que contiene carbono y alimentar la segunda red de suministro de energía. El sistema de suministro de energía comprende además al menos una unidad local de gestión de la energía para alimentar una red local de suministro de energía con la que los materiales operativos fluidos tomados de la segunda red de suministro de energía pueden convertirse y alimentar una red local de energía. La al menos una unidad de gestión de la energía comprende dispositivos para extraer la corriente eléctrica de la red de alimentación superior del sistema de suministro de energía, convertirla en corriente eléctrica de menor tensión y alimentar esta corriente eléctrica de menor tensión en una red de alimentación de la red local de suministro de energía; así como dispositivos para extraer los materiales operativos fluidos del sistema de transporte de materiales operativos fluidos del sistema de suministro de energía, para generar corriente eléctrica a partir de dichos materiales operativos fluidos, y para alimentar la corriente eléctrica en dicha red de potencia de la red local de suministro de energía; y dispositivos para recoger los gases residuales que se producen durante la utilización energética de los materiales operativos fluidos en la unidad de gestión de energía, y para devolver estos gases residuales al sistema de transporte de gases residuales de la red de suministro de energía. El sistema de suministro de energía comprende además una unidad de control del sistema de suministro de energía que puede comunicarse a través de una red de comunicación con la al menos una unidad generadora de energía y la al menos una unidad de gestión de la energía o con otro consumidor de energía del sistema de suministro de energía, y está configurada con el fin de controlar el funcionamiento de las distintas unidades. Un sistema de control de la al menos una unidad de gestión de la energía está configurada para comunicarse a través de la red de comunicación con la unidad de control del sistema de suministro de energía.

50 En un sistema de suministro de energía de este tipo según la invención, la unidad de control del sistema de suministro de energía está configurada con el fin de controlar la tasa de suministro de corriente eléctrica de la red de energía de nivel superior y de los materiales de operación fluidos del sistema de transporte de materiales de operación, de manera que se consiga un dimensionamiento máximo de la segunda red de suministro de energía en relación con la sección transversal de la línea y/o la presión de operación, mediante un suministro escalonado de las distintas unidades de gestión de la energía, a fin de reducir los volúmenes máximos, y haciendo que las distintas unidades de gestión de la energía almacenen los materiales de explotación fluidos y los gases residuales en depósitos y acumuladores de presión hasta que se agoten los materiales de explotación o se recuperen los gases residuales.

60 Alternativa o adicionalmente, la unidad de control del sistema de suministro de energía está configurada con el propósito de controlar las tasas de entrega de corriente eléctrica de la red de energía de nivel superior y de los materiales de operación de fluido del sistema de transporte de material de operación, de tal manera que se logre una carga máxima uniforme de las redes de suministro correspondientes en el tiempo.

65 En otra realización ventajosa del sistema de suministro de energía discutido de acuerdo con la invención, la al menos una unidad de generación de energía se establece con el fin de extraer el gas residual del sistema de transporte de gas residual y utilizar sus fracciones que contienen carbono para producir los materiales de operación de fluidos.

5 Dado que el gas residual se compone fundamentalmente de dióxido de carbono, se requiere una fuente de átomos de hidrógeno para equilibrar el balance de masas. Cuanto más dióxido de carbono se devuelva a la producción de material operativo, más hidrógeno deberá introducirse en el sistema. Los átomos de hidrógeno pueden estar disponibles en forma de gas de hidrógeno producido electrolíticamente, por ejemplo, o en forma de gas natural con un alto contenido de gas de hidrógeno.

10 Este sistema de suministro de energía según la invención permite un diseño sustancialmente más eficiente de las redes de suministro de energía al combinar diferentes tipos de portadores de energía con características complementarias en un sistema global, a saber, la energía eléctrica, por un lado, y la energía química en forma de materiales operativos fluidos, por otro. La energía eléctrica puede transportarse muy rápidamente a grandes distancias, pero es muy difícil de almacenar. En cambio, los materiales de funcionamiento fluido pueden almacenarse durante todo el tiempo que se desee. Sin embargo, debido a su masa, el transporte es más lento y caro.

15 Ventajosamente, se utilizan materiales operativos fluidos que tienen una densidad de energía máxima por volumen, siendo la densidad controlable hasta cierto punto, por supuesto, en materiales operativos gaseosos, es decir, compresibles. En la tabla 1 se enumeran las densidades energéticas de algunos materiales operativos fluidos:

20 **Tabla 1**

Material de operación de fluidos	Densidad energética [MJ/kg]	Densidad* [kg/m <sup>3</sup> ]	Densidad energética [MJ/m <sup>3</sup> ]
Metanol	19.7	792	15840
Gas natural H	50	0.8	40
Gas natural L	36	0.8	29
Hidrógeno	142	0.09	13
Diesel**	45.5	820	37310
Gasolina **	43	720	30240

\* Densidad a presión normal; \*\* ejemplos de mezclas de hidrocarburos

25 Como materiales de explotación de fluidos, las mezclas de hidrocarburos análogos al gasóleo son especialmente adecuadas porque, por un lado, tienen una alta densidad energética y, por otro, tienen menores requisitos de transporte que el gas natural presurizado.

30 Por ejemplo, se puede utilizar un sistema de líneas como sistema de transporte de materiales operativos fluidos en el que el material operativo fluido se transporta continuamente mediante bombeo. Otro sistema de transporte posible es el transporte en lotes individuales, por ejemplo, mediante cisternas, o una combinación de dichos sistemas. Un sistema de transporte basado en líneas es ventajoso para sistemas de suministro de energía con distribuciones espaciales relativamente pequeñas, mientras que el transporte por camión puede ser más favorable para distancias mayores y permite ajustes flexibles del sistema de suministro de energía.

35 Además, un sistema de suministro de energía según la invención comprende ventajosamente un sistema para la producción electrolítica de hidrógeno gaseoso para su uso en la fabricación de los materiales operativos fluidos. De forma especialmente ventajosa, cada unidad generadora de energía cuenta con un sistema de este tipo.

40 El uso de la energía eléctrica para la producción del gas hidrógeno permite utilizar de forma flexible la energía eléctrica que se produce de forma irregular o sólo temporalmente, por ejemplo, de centrales eólicas remotas o de centrales fotovoltaicas o termosolares, cuando la energía eléctrica está disponible y almacenarla para su uso posterior en forma química, ya sea como gas hidrógeno comprimido o en forma de los materiales operativos fluidos producidos a partir del gas hidrógeno y del material fuente que contiene carbono.

45 Se conoce un método por el WO 2011/061299 A1 del solicitante en el que los materiales fuente que contienen carbono y, opcionalmente, el hidrógeno se convierte en materiales operativos que contienen carbono mediante un método químico térmico en un bucle cerrado. La energía térmica producida en el método puede utilizarse para generar corriente de carga base. A su vez, la corriente de carga máxima puede generarse de forma flexible a partir

de los materiales de funcionamiento producidos. En el documento WO 2011/089200 A2 del solicitante se conoce un sistema de suministro con dos circuitos de línea separados. A través de un primer circuito de línea, se suministran a diversos consumidores de energía materiales de operación fluidos, que se han producido, por ejemplo, mediante un sistema del WO 2011/061299 A1. El gas residual que consiste sustancialmente en dióxido de carbono que se produce durante la utilización energética se devuelve a través de un segundo circuito de línea al sistema para cerrar de nuevo el circuito de dióxido de carbono. La divulgación de los documentos WO 2011/061299 A1 y WO 2011/089200 A2 se integra en su totalidad por referencia como parte de la presente descripción.

En otra variante de diseño ventajosa de un sistema de suministro de energía según la invención, la al menos una unidad generadora de energía tiene un sistema de utilización con una primera subunidad para realizar la pirólisis de material que contiene carbono en coque de pirólisis y gas de pirólisis; una segunda subunidad para la gasificación del coque de pirólisis en gas de síntesis y residuos; y una tercera subunidad para realizar una conversión del gas de síntesis en materiales operativos fluidos, quedando gas de retorno. Las tres subunidades están selladas de forma estanca y forman un circuito cerrado. Un conducto de transporte para el gas de pirólisis conecta la primera subunidad de forma estanca a la segunda subunidad y/o a la tercera subunidad. Un conducto de transporte del gas de síntesis conecta la segunda subunidad de forma estanca a la tercera subunidad y/o a la primera subunidad. Un conducto de transporte para el gas de retorno conecta la tercera subunidad de forma estanca a la primera subunidad y/o a la segunda subunidad. El gas hidrógeno se introduce en al menos una de las tres subunidades. De manera especialmente ventajosa, la tercera subunidad comprende una etapa de síntesis Fischer-Tropsch y/o una etapa de síntesis de metanol en fase líquida.

También ventajosamente, el sistema de utilización está configurado para alimentar con gas residual desde la segunda red de suministro de energía al menos una de las tres subunidades.

Además, en un sistema de suministro de energía según la invención, la al menos una unidad generadora de energía puede comprender un sistema de producción de corriente eléctrica. Este sistema puede tener una turbina de vapor operada por vapor de proceso y/o una turbina de gas operada usando materiales de operación fluidos, o una turbina combinada de gas/vapor.

Es ventajoso en tal variante de un sistema de suministro de energía según la invención que la al menos una unidad generadora de energía esté provista con el fin de alimentar la corriente eléctrica producida en la primera red de suministro de energía.

Una variante de diseño especialmente ventajosa de un sistema de suministro de energía según la invención comprende una unidad de control que puede comunicarse a través de una red de comunicación con la al menos una unidad generadora de energía y la al menos una unidad de gestión de la energía o con un consumidor de energía del sistema de suministro de energía y que se establece con el fin de controlar el funcionamiento de las distintas unidades.

Además, la unidad de control puede estar preparada para comunicarse a través de una red de comunicación con unidades de control de otros sistemas de suministro de energía y/o con centrales eléctricas externas y/o con sistemas de control de redes eléctricas de niveles jerárquicos superiores.

Un sistema de suministro de energía según la invención descrita anteriormente tiene ventajosamente al menos una unidad de gestión de la energía para alimentar una red de suministro de energía local. Esta unidad de gestión de la energía comprende dispositivos para extraer la corriente eléctrica de la red de alimentación de nivel superior del sistema de suministro de energía, convertirla en corriente eléctrica de menor tensión y alimentar esta corriente eléctrica de menor tensión en una red de alimentación de la red local de suministro de energía; así como dispositivos para extraer los materiales de funcionamiento de fluidos del sistema de suministro de energía, para generar corriente eléctrica a partir de dichos materiales de funcionamiento de fluidos y para alimentar la corriente eléctrica en dicha red de alimentación de la red local de suministro de energía. Además, la unidad de gestión de la energía comprende un sistema de control establecido con el fin de comunicarse a través de la red de comunicación con la unidad de control del sistema de suministro de energía.

Este sistema de control de la al menos una unidad de gestión de la energía está ventajosamente configurada para comunicarse a través de una red de comunicación con los consumidores locales de energía y los productores locales de energía de la red local de suministro de energía.

La al menos una unidad de gestión de la energía también puede tener dispositivos para recoger los gases residuales que se producen durante la utilización energética de los materiales de funcionamiento fluido en la unidad de gestión de la energía y para devolver estos gases residuales al sistema de transporte de gases residuales del sistema de suministro de energía.

En otra variante ventajosa, la al menos una unidad de gestión de la energía de una red de suministro de energía

según la invención dispone de dispositivos para calentar los medios de calor y/o enfriar los medios de frío, siendo la energía necesaria para ello extraída de la red de energía del sistema de suministro de energía y/o obtenida a través de la utilización energética de los materiales de funcionamiento fluidos obtenidos del sistema de transporte de materiales de funcionamiento del sistema de suministro de energía, y de dispositivos para alimentar los medios de calor calentados y/o los medios de frío enfriados en los correspondientes sistemas de transporte de calor o sistemas de transporte de frío de la red de suministro de energía local.

Se entiende que el término "medio térmico" se refiere a los portadores de calor fluidos adecuados, en particular el agua, pero también el aceite, el vapor o el gas inerte, por ejemplo. El término "medio frío", a su vez, se refiere también a los portadores de calor fluidos, en particular el agua, pero también el aceite, el vapor o el gas inerte.

La unidad de control de un sistema de suministro de energía según la invención está configurada de forma especialmente ventajosa para controlar y coordinar la al menos una unidad de generación de energía y la al menos una unidad de gestión de energía de forma que las tasas de transporte máximas en las dos redes de suministro de energía sean menores que sin control.

En una realización de un sistema de suministro de energía según la invención, la instalación de control de la al menos una unidad de gestión de energía está adaptada para comunicarse a través de una red de comunicación con los consumidores locales de energía y los productores locales de energía de la red local de suministro de energía.

En otra realización de un sistema de suministro de energía según la invención, la instalación de control de la al menos una unidad de gestión de la energía está adaptada para controlar la unidad de gestión de la energía de tal manera que esencialmente sólo extrae la carga base de la necesidad de energía de la red de suministro de energía local de la red de energía superior, mientras que la carga máxima de la necesidad de energía de la red de suministro de energía local está cubierta por la explotación energética de los materiales de operación de fluidos.

En otra realización de un sistema de suministro de energía según la invención, la instalación de control de la al menos una unidad de gestión de la energía está adaptada para controlar la unidad de gestión de la energía de manera que la tasa de suministro de materiales operativos fluidos desde el sistema de transporte de materiales operativos sea esencialmente constante en el tiempo.

En otra forma de realización de un sistema de suministro de energía según la invención, la al menos una unidad de gestión de la energía cuenta con dispositivos para capturar los gases residuales que surgen en la unidad de gestión de la energía durante el aprovechamiento energético de los materiales de funcionamiento fluido y para el transporte de retorno de estos gases residuales a un sistema de transporte de gases residuales del sistema de suministro de energía.

En otra realización de un sistema de suministro de energía según la invención, la instalación de control de la al menos una unidad de gestión de la energía está adaptada para extraer alternativamente materiales operativos fluidos de un sistema de transporte diseñado como sistema de línea común para materiales operativos fluidos y gases residuales del sistema de suministro de energía y para alimentar los gases residuales en este sistema de línea común.

Un segundo aspecto de la divulgación se refiere a una ventajosa unidad de gestión de la energía para alimentar una red local de suministro de energía. Dicha unidad de gestión de la energía, según la divulgación, para el suministro de una red local de suministro de energía, comprende dispositivos para extraer la corriente eléctrica de una red de potencia de nivel superior de un sistema de suministro de energía, para convertirla en corriente eléctrica de menor tensión, y para alimentar esta corriente eléctrica de menor tensión en una red de potencia de la red local de suministro de energía. Además, comprende dispositivos para extraer materiales de operación de fluidos de un sistema de transporte de materiales de operación de fluidos del sistema de suministro de energía, para generar corriente eléctrica a partir de dichos materiales de operación de fluidos, y para alimentar dicha corriente eléctrica en dicha red de potencia del sistema local de suministro de energía. Un sistema de control de la unidad de gestión de la energía está configurado con el fin de comunicarse a través de la red de comunicación con una unidad de control del sistema de suministro de energía.

Otra realización ventajosa de tal unidad de gestión de la energía según la divulgación para suministrar una red local de suministro de energía comprende dispositivos para extraer la corriente eléctrica de una red de potencia de nivel superior de un sistema de suministro de energía, para convertirla en corriente eléctrica de menor tensión, y para alimentar esta corriente eléctrica de menor tensión en una red de potencia de la red local de suministro de energía. Además, comprende dispositivos para extraer materiales de operación de fluidos de un sistema de transporte de materiales de operación de fluidos del sistema de suministro de energía, para generar corriente eléctrica a partir de dichos materiales de operación de fluidos, y para alimentar dicha corriente eléctrica en dicha red de potencia del sistema local de suministro de energía. Un sistema de control de la unidad de gestión de la energía está configurado con el fin de comunicarse a través de una red de comunicación con una unidad de control del sistema de suministro de energía y de controlar las tasas de suministro de corriente eléctrica desde la red de potencia superior y de materiales de operación fluidos desde el sistema de transporte de materiales de operación,

de tal manera que se logre una carga máxima uniforme de las redes de suministro correspondientes a lo largo del tiempo, y/o un dimensionamiento mínimo de la segunda red de suministro de energía en relación con la sección transversal de la línea y/o la presión de operación.

5 De forma especialmente ventajosa, el sistema de control está configurado con el fin de comunicarse a través de una red de comunicación con los consumidores locales de energía y los productores locales de energía de la red local de suministro de energía.

10 El sistema de control está configurado de forma especialmente ventajosa para controlar la unidad de gestión de la energía de forma que extraiga de la red de energía de nivel superior sustancialmente sólo la carga base de la necesidad de energía de la red de suministro de energía local, mientras que la carga máxima de la necesidad de energía de la red de suministro de energía local está cubierta por la utilización energética de los materiales de funcionamiento fluidos.

15 Además, el sistema de control puede configurarse con el fin de controlar la unidad de gestión de la energía de tal manera que la tasa de entrega de materiales operativos fluidos desde el sistema de transporte de materiales operativos sea sustancialmente constante en el tiempo.

20 En otra variante de diseño ventajosa de una unidad de gestión de la energía según la divulgación, se proporcionan dispositivos para recoger los gases residuales que se producen durante la utilización energética de los materiales de operación de fluidos en la unidad de gestión de la energía y para devolver estos gases residuales a un sistema de transporte de gases residuales del sistema de suministro de energía.

25 En otra variante ventajosa, la unidad de gestión de la energía según la divulgación comprende dispositivos para calentar los medios de calor y/o enfriar los medios de frío, siendo la energía necesaria para ello extraída de la red de alimentación del sistema de suministro de energía y/o obtenida a través de la utilización energética de los materiales de funcionamiento de los fluidos obtenidos del sistema de transporte del sistema de suministro de energía. Además, se proporcionan dispositivos para alimentar los medios de calor calentados y/o los medios de frío enfriados en los correspondientes sistemas de transporte de calor o de frío de la red local de suministro de energía.

30 Otra ventajosa unidad de gestión de la energía para abastecer una red local de suministro de energía comprende dispositivos para extraer la corriente eléctrica de una red de potencia de nivel superior de un sistema de suministro de energía, convertirla en corriente eléctrica de menor tensión y alimentar esta corriente eléctrica de menor tensión a una red de potencia de la red local de suministro de energía; y dispositivos para extraer materiales de funcionamiento de fluidos de un sistema de transporte de materiales de funcionamiento de fluidos del sistema de suministro de energía, para generar corriente eléctrica a partir de dichos materiales de funcionamiento de fluidos y para alimentar la corriente eléctrica a dicha red de potencia de la red local de suministro de energía. Se establece un sistema de control con el fin de comunicarse a través de la red de comunicación con una unidad de control del sistema de suministro de energía. La unidad de gestión de la energía comprende además dispositivos para recoger los gases residuales que se producen durante la utilización energética de los materiales de funcionamiento fluido en la unidad de gestión de la energía y para devolver estos gases residuales a un sistema de transporte de gases residuales del sistema de suministro de energía.

45 En una unidad de gestión de energía de este tipo, el sistema de control está configurado de forma especialmente ventajosa con el fin de extraer alternativamente materiales operativos fluidos de un sistema de transporte para materiales operativos fluidos y gases residuales del sistema de suministro de energía diseñado como un sistema de línea común, y alimentar los gases residuales en este sistema de línea común.

50 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método ventajoso para suministrar energía eléctrica a uno o más sistemas locales de suministro de energía. En un método según la invención para suministrar energía eléctrica a uno o varios sistemas locales de suministro de energía, la energía eléctrica se extrae de una red de energía de nivel superior y se introduce en una primera red de suministro de energía; los materiales de funcionamiento fluidos se producen utilizando al menos una unidad de generación de energía, se almacenan opcionalmente de forma temporal y se introducen en una segunda red de suministro de energía; la energía necesaria para la producción de los materiales de funcionamiento fluidos se extrae de la red de energía de nivel superior y, opcionalmente, se obtiene de forma adicional de materiales fuente que contienen carbono; la energía eléctrica se extrae del primer sistema de suministro de energía con al menos una unidad de gestión de la energía y se introduce en la red local de energía; mediante la al menos una unidad de gestión de la energía, se obtiene energía en forma de materiales operativos fluidos de la segunda red de suministro de energía, se almacena opcionalmente de forma temporal, y se produce energía eléctrica para el sistema local de suministro de energía mediante la utilización energética de los materiales operativos fluidos para el sistema local de suministro de energía y se alimenta a la red local de energía; y la producción de materiales de explotación de fluidos mediante la al menos una unidad generadora de energía y la obtención de las dos formas diferentes de energía en forma de energía eléctrica y de materiales de explotación de fluidos a través de la al menos una unidad de gestión de la energía se controla y coordina de manera que las tasas máximas de transporte en las dos redes de suministro de energía sean menores que sin control,

mediante un suministro escalonado de las distintas unidades de gestión de la energía, a fin de reducir los volúmenes máximos, y haciendo que las distintas unidades de gestión de la energía almacenen los materiales de funcionamiento fluidos y los gases residuales en depósitos o acumuladores de presión hasta que se agoten los materiales de funcionamiento o se recuperen los gases residuales.

5 En otra variante de diseño de una unidad de gestión de la energía según la divulgación, ésta se configura con el fin de intercambiar portadores de energía con otras unidades de gestión de la energía según la divulgación a través de la primera red de suministro de energía y/o la segunda red de suministro de energía, comunicándose las unidades de gestión de la energía participantes entre sí para este fin.

10 Por ejemplo, dos unidades de gestión de la energía según la divulgación conectadas a través de las redes de suministro de energía pueden acordar el intercambio de energía eléctrica de la siguiente manera: Una primera unidad de gestión de la energía genera corriente eléctrica a partir de materiales de funcionamiento fluidos que toma de la segunda red de suministro de energía o de sus almacenes intermedios y la transmite a la segunda  
15 unidad de gestión de la energía, donde se consume. Esta forma de realización tiene la ventaja, por ejemplo, de que la capacidad de la segunda unidad de gestión de la energía para generar energía se incrementa de hecho de esta manera cuando la primera unidad de gestión de la energía no necesita esta capacidad.

20 De forma alternativa o adicional, las unidades de gestión de la energía según la divulgación también pueden intercambiar energía en forma de materiales de funcionamiento; es decir, una primera unidad de gestión de la energía conduce materiales de funcionamiento fluidos desde sus almacenes intermedios a través del sistema de transporte de la segunda red de suministro de energía a una segunda unidad de gestión de la energía, que almacena estos materiales de funcionamiento en sus almacenes intermedios y/o los utiliza para la utilización de la energía. Esta forma de realización tiene la ventaja, por ejemplo, de que la capacidad de los almacenes intermedios  
25 de la segunda unidad de gestión de la energía para generar energía puede aumentarse de hecho de esta manera mediante su uso de los almacenes intermedios de la primera unidad de gestión de la energía. Otra ventaja es la asignación flexible de la energía en forma almacenable, a saber, materiales de funcionamiento fluido, a las distintas unidades de gestión de la energía, de modo que el sistema puede hacer frente rápidamente a las demandas cambiantes sin que la primera red de suministro de energía y/o la segunda red de suministro de energía y las  
30 unidades externas de generación de energía deban tener capacidades sustancialmente mayores que el nivel de capacidad medio requerido.

De forma alternativa o adicional, las unidades de gestión de la energía según la divulgación también pueden intercambiar los gases residuales que se produzcan a través de un sistema de transporte de gases residuales del sistema de suministro de energía, es decir, una primera unidad de gestión de la energía conduce los gases residuales desde sus almacenes intermedios a través del sistema de transporte de gases residuales a la segunda  
35 unidad de gestión de la energía, que almacena estos gases residuales en sus almacenes intermedios para devolverlos posteriormente. Esta forma de realización tiene la ventaja, por ejemplo, de que la capacidad de los almacenes intermedios de gas residual de la segunda unidad de gestión de la energía para generar energía puede aumentarse de hecho de esta manera mediante su uso de los almacenes intermedios de la primera unidad de  
40 gestión de la energía.

### Breve descripción de los dibujos

45 Para facilitar una mejor comprensión de la presente invención, a continuación, se hace referencia a los dibujos. Éstos muestran únicamente realizaciones ejemplares de la materia inventiva y no son capaces de limitar la invención a las características divulgadas en los mismos.

La figura 1 muestra una vista esquemática de una posible realización de un sistema de suministro de energía según la invención que interactúa con una red de suministro de energía de nivel superior y una red de suministro de energía local.

La figura 1 muestra una vista esquemática de una posible realización de un sistema de transporte común para materiales de operación de fluidos y gases residuales.

La figura 1b muestra una vista esquemática de una posible realización de una unidad transportadora de un sistema de transporte de la figura 1a.

La figura 2 muestra una vista esquemática de una posible realización de una unidad generadora de energía para su uso en un sistema de suministro de energía como el mostrado en la figura 1.

La figura 3 muestra una vista esquemática de otra posible realización de una unidad generadora de energía para su uso en un sistema de suministro de energía como el mostrado en la figura 1.

60 La figura 4 muestra una vista esquemática de una posible realización de un sistema de gestión de la energía según la divulgación que interactúa con un sistema de suministro de energía según la invención y una red local de suministro de energía.

La figura 5 muestra una vista esquemática de otra posible realización de una unidad de gestión de la energía según la divulgación para abastecer una red local de suministro de energía, con una red eléctrica y una red de calefacción urbana.

La figura 6 muestra una vista esquemática de otra posible realización de una unidad de gestión de la energía según

la divulgación, análoga a la figura 5, con medios para recoger los gases residuales de la utilización energética de los materiales de funcionamiento de los fluidos y su devolución a la segunda red de suministro de energía de un sistema de suministro de energía según la invención.

## 5 Ejecución de la invención

En la figura 1 se muestra esquemáticamente una forma de realización ejemplar de un sistema de suministro de energía 2 según la invención. Una primera red de suministro de energía 4 comprende una red eléctrica 36 para distribuir la energía eléctrica dentro de la red de suministro de energía. Esta red de alimentación 4 puede ser una red eléctrica regional de media tensión, por ejemplo. Una segunda red de suministro de energía 6 comprende un sistema de transporte 60 para transportar materiales operativos fluidos, es decir, líquidos o gaseosos, como segunda forma de energía. En el ejemplo representado, el sistema de transporte 60 se presenta como un sistema de bucle, pero también puede tener un diseño topológico diferente, como el de una red de líneas ramificadas, por ejemplo.

Una unidad generadora de energía 8, que se muestra con más detalle en las Figs. 2 y 3, genera los materiales fluidos de funcionamiento y los introduce en el sistema de transporte 60. Varios consumidores genéricos de energía 11 extraen energía de las dos redes de suministro de energía 4, 5, al igual que varios sistemas de gestión de energía 10 para suministrar energía a los sistemas locales de suministro de energía 32. Las posibles realizaciones de los sistemas de gestión de la energía 10 según la divulgación se discuten con respecto a las Figs. 4, 5 y 6. También pueden formar parte de la red 4 las centrales eléctricas más pequeñas 13, como las centrales eólicas más pequeñas y las centrales hidroeléctricas, por ejemplo.

El sistema de suministro de energía 2 o, para ser más precisos, la red eléctrica 4, 36 del sistema de suministro de energía. está conectado a través de una subestación a una red eléctrica de un nivel jerárquico superior 34, en este caso una red eléctrica interregional de alta tensión 34 a modo de ejemplo, de la que toma energía eléctrica. Como se muestra aquí, pueden conectarse a la red eléctrica de nivel superior 34 otras redes eléctricas regionales 36' y otros sistemas de suministro de energía 2' según la invención. Diversas centrales eléctricas 14, 15 suministran corriente a la red eléctrica de alta tensión 34, por ejemplo, las centrales fotovoltaicas o solares térmicas de hierba 14' y las centrales eólicas 14".

Una unidad de control 9 del sistema de suministro de energía 2 según la invención está conectada a través de una red de comunicación genérica 16 (no se especifica con más detalle), por ejemplo, Internet, una red de telecomunicaciones inalámbrica o una red de comunicación con soporte de línea establecida especialmente para este fin, a las unidades de generación de energía 8. las unidades de gestión de la energía 10 según la divulgación, y a los demás consumidores genéricos de energía 11 y productores de energía 13, y puede intercambiar datos y órdenes de control con ellos. En el ejemplo representado, la unidad de control 9 también puede comunicarse con sistemas externos, como la central eléctrica 14', por ejemplo, o los correspondientes puntos de control de la red de nivel superior 34.

El dispositivo de control 9 de un sistema de suministro de energía 2 según la invención tiene por objeto permitir que las distintas unidades consumidoras de energía 10, 11 se abastezcan eficazmente de materiales de funcionamiento fluidos, permitiendo así el dimensionamiento mínimo del sistema de transporte de materiales de funcionamiento de la segunda red de suministro de energía 6 tanto en relación con la sección transversal de la línea como con la presión de funcionamiento.

Ventajosamente, las unidades individuales de gestión de la energía se suministran de forma jerarquizada. El retorno de los gases residuales 58 al sistema de línea 62, si lo hay, también puede controlarse de forma jerarquizada. Por lo tanto, en lugar de que cada consumidor de energía extraiga energía de la segunda red de suministro de energía 6 según lo desee y necesite y bombee los gases residuales a la misma, el suministro se produce de forma coordinada, por lo que se producen sustancialmente menos picos de volumen. Los distintos consumidores de energía almacenan los materiales de servicio fluidos y los gases residuales en depósitos o acumuladores de presión hasta que se utilizan los materiales de servicio y se devuelven los gases residuales. Además del mínimo dimensionamiento de la red de suministro, el control centralizado del suministro también permite un diseño mínimo de estos almacenamientos intermedios, a diferencia de una posible solución con almacenamientos intermedios extremadamente grandes y sin control centralizado.

En otra variante ventajosa, la segunda red de suministro de energía 6 puede estar configurada de tal manera que los materiales de operación fluidos y los gases residuales se transportan a través de un sistema de línea común. Para ello, los dos medios diferentes se transportan de forma pulsada, es decir, sólo se transporta un medio respectivo en un momento dado, realizándose un cambio entre los diferentes medios según sea necesario. Por ejemplo, durante un primer pulso de alimentación, se bombea material operativo líquido desde la unidad generadora de energía a través del sistema de líneas hasta uno o más sistemas de gestión de energía u otros consumidores de energía, que reciben y almacenan temporalmente el material operativo. Durante un segundo impulso de alimentación, los sistemas de gestión de la energía u otros consumidores de energía bombean la mezcla de gas residual comprimido a través de los mismos sistemas de tuberías en dirección opuesta a la unidad

generadora de energía.

La regulación de los pulsos puede ser impulsada por la demanda, o puede ocurrir según un patrón periódico predeterminado.

5 Esta solución tan ventajosa sólo requiere un sistema de líneas y, por tanto, es más rentable en términos de construcción y mantenimiento. En virtud de sus diferentes propiedades fisicoquímicas (líquido o gaseoso, presiones de vapor muy diferentes), los dos medios (materiales operativos líquidos y mezcla de gas residual) pueden separarse sin dificultad. Prácticamente no quedan residuos de gas en los materiales operativos líquidos. 10 La fracción de materiales operativos vaporizados en el gas residual puede separarse y recuperarse mediante condensación. Además, la presión parcial/presión de gas del material de operación en el gas residual permanece igual a temperatura constante, por lo que el contenido relativo puede minimizarse mediante una alta presión de operación. Sin embargo, estas fracciones de material de operación también pueden dejarse en la mezcla de gas residual, ya que también se reciclan automáticamente durante el procesamiento de los gases residuales y vuelven a estar disponibles como materiales de operación. 15

Un sistema de línea común es adecuado especialmente para los sistemas de suministro de energía espacialmente más pequeños, ya que, de lo contrario, la fase de cambio entre los diferentes medios tarda demasiado tiempo debido al mayor volumen del sistema de línea. Esto se debe a que, durante un cambio de medio, el sistema de 20 líneas debe vaciarse del medio anterior respectivo y llenarse con el otro medio antes de que pueda producirse el transporte de forma efectiva. Alternativamente, los pulsos de alimentación también pueden seleccionarse para que sean más largos, haciendo que las fases de cambio sin capacidad de alimentación sean menos relevantes.

Alternativamente, los materiales operativos líquidos 56 también pueden ser transportados simultáneamente con la mezcla de gas residual 58 a través de un sistema de línea común 6, 60, 62, en cuyo caso el transporte se produce en segmentos entre las unidades transportadoras 100. Dicho sistema se muestra de forma esquemática en la 25 figura 1a. Las distintas unidades 8, 10, 11, 13, que alimentan los materiales de explotación 56 al sistema de transporte común 60, 62 o los extraen del mismo y alimentan los gases residuales 58 al sistema de transporte común 60, 62 o los extraen del mismo, están conectadas cada una de ellas a través de una unidad transportadora 100 al sistema de transporte común. También es posible entregar varias unidades a una unidad transportadora común 100, como se muestra en la parte inferior de la figura 1a, por ejemplo, donde dos unidades de gestión de energía 10 están conectadas operativamente a una unidad transportadora 100. 30

Dos unidades de transporte 100 están conectadas respectivamente a una sección de la línea de transporte, y el transporte de los materiales de explotación y/o de los gases residuales se produce unidireccionalmente. La topografía de la línea circular representada debe entenderse simplemente como un ejemplo. También son posibles topologías de red en forma de estrella o redes. En consecuencia, las unidades de transporte 100 también pueden estar conectadas sólo a una sección de la línea o a tres o más secciones. 35

En la figura 1b se muestra de forma esquemática una realización ventajosa de una unidad transportadora 100. La unidad transportadora está conectada a los extremos de dos secciones de línea del sistema de transporte 6, 60, 62. Toda mezcla de gases residuales 58 y material operativo líquido 56 que se transporta a través de las secciones de línea pasa a través de los correspondientes dispositivos de desviación, por ejemplo los correspondientes dispositivos de válvula, a un módulo de separación 104, en el que los gases residuales 58 y los materiales operativos 56 se separan físicamente y se almacenan en los correspondientes almacenes intermedios 106, 108. Una unidad de gestión de la energía 10 retira los gases residuales y los materiales de operación de estos almacenamientos intermedios y alimenta los gases residuales y los materiales de operación a los depósitos intermedios. 40 45

A su vez, un módulo transportador 104, que comprende una o más unidades de bombeo, por ejemplo, transporta las cantidades deseadas de gases residuales y materiales de operación desde los almacenes intermedios hasta las secciones de la línea. 50

Un módulo de control (no mostrado) de la unidad transportadora controla la extracción y la alimentación de los gases residuales y de los materiales de funcionamiento en las dos secciones de la línea según las especificaciones deseadas. Ventajosamente, los módulos de control de las distintas unidades transportadoras 100 del sistema de transporte se comunican entre sí para coordinar las direcciones de transporte y las cantidades y lograr un transporte de máxima eficacia. 55

En una variante del sistema descrito, se puede prever un bypass activable en la unidad de transporte para interconectar directamente las dos secciones de la línea cuando la unidad de transporte debe desacoplarse temporalmente del sistema de transporte. 60

Simultáneamente, la alimentación de materiales operativos fluidos en la segunda red de suministro de energía 6 y/o la eliminación de gases residuales puede controlarse de forma centralizada, lo que tiene sentido especialmente cuando hay varias unidades generadoras de energía 8. En el caso de una sola unidad generadora de energía, 65

puede ser suficiente con proporcionar un gran almacenamiento intermedio y mantener la presión en el sistema de la red de suministro de energía dentro de ciertos límites operativos.

La unidad de control 9 puede implementarse como un sistema informático independiente o como una interconexión lógica de diferentes sistemas informáticos, siendo irrelevante la ubicación espacial de estos sistemas informáticos. Así pues, la unidad de control 9 puede estar situada en la ubicación de una unidad generadora de energía 8, por ejemplo, o en cualquier otro lugar. Asimismo, es posible una disposición descentralizada del dispositivo de control, con varios submódulos que se comunican entre sí. El control centralizado del sistema de suministro de energía 2 según la invención debe entenderse de tal manera que, en la práctica, los datos de todas las diferentes unidades operativas 8, 10, 11, 13 fluyen en el proceso de control, independientemente de si los comandos reales de las unidades son generados por un determinado sistema informático o las diversas unidades se coordinan adecuadamente entre sí.

La figura 2 muestra una representación esquemática simplificada de una unidad generadora de energía 8 ejemplar del sistema de suministro de energía 2 según la invención, aquí en forma de un sistema para la utilización térmica y química de sustancias que contienen carbono, tal como se divulga en el documento WO 2011/061299 A1.

En un circuito sustancialmente cerrado, el material fuente que contiene carbono 50 y el gas hidrógeno 48 como portadores de energía química, así como el agua 49, se convierten en el sistema de utilización térmica y química 37 en materiales operativos fluidos 56, por ejemplo, hidrocarburos gaseosos como el metano, el etano o hidrocarburos líquidos como mezclas similares al diésel, por ejemplo, u otros portadores de energía química como el metanol, por ejemplo.

Los residuos domésticos pueden utilizarse como material fuente de carbono 50, por ejemplo, al igual que otros portadores de energía de baja calidad, como los neumáticos de desecho, el aceite usado y los lodos de depuradora. También son adecuadas las biomásas neutras en dióxido de carbono, como las astillas de madera, por ejemplo. El gas hidrógeno 48 se utiliza como fuente de hidrógeno y como portador de energía química. Si el dióxido de carbono se introduce en el circuito como material fuente que contiene carbono, por ejemplo, a través del gas residual 58 de la segunda red de suministro de energía 6 que consiste sustancialmente en dióxido de carbono, debe introducirse la cantidad adicional adecuada de gas hidrógeno 48.

El hidrógeno molecular se produce a partir del agua utilizando energía eléctrica mediante electrólisis. La energía eléctrica puede proceder, en particular, de fuentes de energía regenerativa, como la energía hidroeléctrica, la energía eólica, la energía solar, etc., o de otras fuentes, como las centrales nucleares, por ejemplo, que, de otro modo, no pueden utilizar la energía térmica que generan constantemente en los momentos en que la demanda de corriente es baja. La energía eléctrica puede extraerse de la primera red de suministro de energía 4 (que, a su vez, está conectada a la red eléctrica de alta tensión 34) o, alternativamente, directamente de la red eléctrica de alta tensión 34, lo que resulta principalmente del diseño específico de la red eléctrica.

El hecho de que el hidrógeno gaseoso se genere en el lugar en el que se consume, es decir, dentro del sistema 2, o en el lugar en el que se produce la corriente, es irrelevante para la invención. Sin embargo, la producción cerca del lugar de consumo posterior es ventajosa por razones logísticas.

También se pueden proporcionar dispositivos de almacenamiento para el gas hidrógeno (no mostrados), por ejemplo, en forma de almacenes de hidruros metálicos, o de forma más económica en forma de depósitos a presión. La conversión de energía eléctrica en energía química en forma de hidrógeno permite, por tanto, utilizar un excedente de suministro de energía eléctrica. Dado que la producción puede controlarse muy rápidamente, los picos de producción a corto plazo en una red local, por ejemplo, de sistemas de energía fotovoltaica en los tejados, también pueden absorberse de este modo sin sobrecargar la red. De este modo, las capacidades de la red pueden aprovecharse mejor sin riesgo de sobrecarga.

En el sistema de utilización 37, en un primer paso 38 y un segundo paso 40, el material fuente que contiene carbono 50 se convierte en una mezcla de gas de síntesis 53. En el primer paso 38, las sustancias que contienen carbono 50 se pirolizan, dando como resultado coque de pirólisis 51 y gas de pirólisis 52. En el segundo paso 40, el coque de pirólisis 51 se gasifica a partir del primer paso, dando lugar a la mezcla de gas de síntesis 53 y dejando escoria y otros residuos 55. Estos se descargan y se reciclan o se eliminan. En un tercer paso 42, los materiales operativos líquidos y/o gaseosos 56 se generan a partir de la mezcla de gas de síntesis 53. La mezcla de gas de retorno 54 que queda después de la etapa de síntesis 42 contiene sustancialmente dióxido de carbono y se vuelve a introducir en la primera etapa 58 como agente de gasificación. Los tres pasos están sellados de forma hermética y forman un circuito sustancialmente cerrado.

Gracias a este sistema 2, las sustancias sólidas, líquidas o gaseosas 50 pueden convertirse eficazmente en materiales de funcionamiento gaseosos o líquidos 34. Además, el sistema 2 puede proporcionar energía térmica en forma de vapor de proceso 67, a partir del cual se genera corriente eléctrica constante 46 mediante un generador 68 operado por una turbina de vapor, alimentándose la corriente eléctrica 46 a la red eléctrica de media tensión 4 y utilizándose para cubrir la carga base. Alternativamente, puede alimentarse a la red eléctrica de alta tensión 34.

Los materiales operativos que contienen hidrocarburos 56 producidos en la etapa de síntesis 42 se almacenan en un depósito intermedio 64, por ejemplo, en forma de tanque. En el diseño del almacenamiento intermedio, también se puede tener en cuenta el volumen de material operativo presente en el sistema de líneas 60. En función de la demanda cambiante, los materiales operativos fluidos 56 se introducen en la segunda red de suministro de energía 6, es decir, en el sistema de transporte 60 de materiales operativos fluidos. En ella se disponen los correspondientes dispositivos de transporte (no mostrados).

En los sistemas de suministro de energía con un diseño espacialmente compacto, este sistema de transporte se diseña ventajosamente como un sistema de líneas, por ejemplo, en forma de líneas subterráneas o sobre el suelo. Algunos tramos del sistema de transporte también pueden realizarse con transportes de vagones cisterna. Esto puede ser especialmente ventajoso si un sistema de suministro de energía está en construcción, o si una línea instalada permanentemente no es posible por otras razones, por ejemplo, debido a las distancias involucradas, o debido a la situación legal.

En la realización ejemplar mostrada en la figura, la unidad generadora de energía 8 extrae el gas residual 58, es decir, la mezcla de gases, que se produce durante la utilización energética de los materiales de funcionamiento fluidos por parte del consumidor de energía 11 y las unidades de gestión de energía 10, de un sistema de transporte 62 para los gases residuales 58 de la segunda red de suministro de energía 6. Como almacenamiento intermedio se utiliza un depósito de presión 66. De este modo, las fluctuaciones en la demanda de energía o en el flujo de masa de los gases residuales pueden superarse sin dificultad.

El gas residual se introduce posteriormente en el circuito cerrado del sistema de utilización térmica y química 37. De este modo se consigue un circuito cerrado, en el que prácticamente no se vierte dióxido de carbono a la atmósfera. Si el gas residual 58, además del dióxido de carbono y de cantidades menores de monóxido de carbono no utilizadas en la operación, contiene fracciones de gas inerte no utilizables, como el nitrógeno, por ejemplo, entonces se eliminan ventajosamente.

Los hidrocarburos líquidos o las mezclas de hidrocarburos, como las mezclas tipo diesel, por ejemplo, u otros compuestos orgánicos como el metanol, por ejemplo, son especialmente adecuados como materiales de funcionamiento fluidos. Los materiales de funcionamiento líquidos permiten un mayor contenido energético por volumen y, en consecuencia, un menor dimensionamiento de la red de conductos 60. Sin embargo, también son posibles los materiales de funcionamiento gaseosos, en particular el metano, el etano, etc. A este respecto, se hace referencia a la tabla 1 anterior.

La alimentación de energía externa se produce en la unidad generadora de energía 8 a través del hidrógeno 58 y la energía eléctrica 46 necesaria para la producción electrolítica del mismo, y/o a través de materiales fuente 38 que contienen energía y carbono, como la biomasa neutra en dióxido de carbono o los residuos domésticos de difícil aprovechamiento. Para mantener el equilibrio de masas del sistema de suministro de energía según la invención, sólo es posible y necesario alimentar los materiales fuente que contienen carbono 50 para compensar los átomos de carbono perdidos en el flujo de masas, es decir, cuando no todo el carbono llega a la unidad de generación de energía 8.

En la figura 3 se muestra otra posible realización de una unidad generadora de energía 8 en un sistema de suministro de energía 2 según la invención. En esta variante, el segundo sistema de suministro de energía no incluye un dispositivo de transporte de gases residuales.

De forma análoga a la figura 2, para generar corriente eléctrica en forma de generador de energía operado por una turbina de vapor, un sistema 68 utiliza el calor de proceso 67 que se produce en el sistema de utilización térmica y química 37 de funcionamiento continuo para generar constantemente energía eléctrica.

Además, también se proporciona otro sistema 69, que obtiene su energía de los materiales de funcionamiento del fluido, con el fin de producir energía eléctrica. Ventajosamente, dicho sistema está diseñado como un motor térmico, por ejemplo, un motor diesel o una turbina de gas o una turbina combinada de gas y vapor, con la que funciona un dispositivo generador. El hecho de que un sistema de este tipo, por su diseño, pueda funcionar de forma variable entre la potencia mínima y la potencia máxima, y que los materiales de funcionamiento se tomen del almacenamiento intermedio 64, permite a este sistema 69 cubrir los picos de demanda en la red 4 del sistema de suministro de energía 2 según la invención, en la medida en que todavía se produzcan junto con las unidades de gestión de la energía 10 según la divulgación, garantizando así la estabilidad de la red.

También es posible alimentar de forma flexible la energía eléctrica 45 a la red eléctrica de alta tensión 34, por ejemplo, para cubrir los picos de demanda, o para alimentar indirectamente la primera red de suministro de energía 4 32. De este modo, también se pueden disminuir los excesos de capacidad del material de funcionamiento de los fluidos.

En la figura 4 se muestra de forma esquemática una unidad de gestión de la energía 10 según la divulgación, que forma parte tanto de un sistema de suministro de energía 2 según la invención como de un sistema local de

suministro de energía 30.

5 La unidad de gestión de la energía según la divulgación tiene por objeto suministrar a una red local de suministro de energía 29 energía eléctrica 47 en forma de red local de baja tensión 90. La red local de suministro de energía abastece a varios consumidores de energía más pequeños 26 -hogares individuales, por ejemplo- y a consumidores a gran escala 27 -como edificios de gran altura, hospitales, etc.-. Para ello, la unidad de gestión de la energía 10 toma la energía eléctrica 46 de una primera red de suministro de energía 4 de un sistema de suministro de energía 2 según la invención y la transforma hasta la tensión de red de la red eléctrica local 90. Además, la unidad de gestión de la energía 10 obtiene materiales operativos fluidos 56 de un sistema de transporte 10 60 de una segunda red de suministro de energía 6 del sistema de suministro de energía 2. Estos materiales de funcionamiento se almacenan en un depósito intermedio 64' y se utilizan con dispositivos adecuados según sea necesario para producir corriente 47 para la red local 90. Por ejemplo, un generador 76 puede ser accionado por un motor de combustión operado con los materiales operativos fluidos, o por una turbina de gas.

15 En caso necesario, una unidad de gestión de la energía 10 también puede desacoplar completamente la red local de la primera red de suministro de energía 4 durante un breve periodo de tiempo si es necesario para mantener la estabilidad de la red. Los cortes de energía a corto plazo también pueden ser absorbidos de esta manera. A medida que se acerca el final de este suministro autónomo, también se pueden enviar avisos adecuados a los consumidores locales. De este modo, los sistemas informáticos pueden descargarse a tiempo, por ejemplo, y los grupos de reserva pueden ponerse en marcha antes de tiempo para sistemas críticos como los de los hospitales, por ejemplo.

25 Alternativa o adicionalmente, también es posible utilizar un dispositivo de pila de combustible 78 para generar corriente continua 84 y su posterior inversión 82 con el fin de alimentar la red eléctrica local 90. También es posible utilizar dispositivos de almacenamiento de corriente adecuados, como condensadores o acumuladores de alto rendimiento 80.

30 El sistema 74, 76 también puede estar incorporado de manera que, en lugar de alimentar la red local 90 con baja tensión 47, se genere media tensión 46 y se alimente a la primera red de suministro de energía 4. De este modo, además de la alimentación local, se puede mejorar la estabilidad de la red de media tensión 45. Por ejemplo, es posible sustituir el sistema de producción de corriente de carga máxima 69 de una unidad generadora de energía 10, como se muestra en la figura 3, por una pluralidad de sistemas de producción de corriente de carga máxima más pequeños 74, 76 que están dispuestos de forma que se distribuyen por la red 4.

35 La red eléctrica local 90 también puede contener sistemas de producción de corriente más pequeños 28 que alimentan la energía eléctrica generada en la red eléctrica local. Ejemplos típicos de ello son los sistemas de energía fotovoltaica de tamaño pequeño y mediano, como los instalados en los tejados de las casas y las cubiertas de las plantas.

40 La unidad de gestión de la energía 10 comprende un sistema de control 70 para controlar los distintos elementos funcionales del sistema global, en particular la obtención de materiales de funcionamiento fluido 56 a partir de la segunda red de suministro de energía 6 y la producción de corriente a partir de los materiales de funcionamiento fluido.

45 Por un lado, el sistema de control 70 tiene el propósito de obtener energía en las dos formas, electricidad 46 y materiales de funcionamiento fluido 56, de la primera red de suministro de energía 4 y de la segunda red de suministro de energía 6 del sistema de suministro de energía 2, de tal manera que se logre una carga máxima uniforme de las redes correspondientes 36, 50 a lo largo del tiempo. Para ello, el sistema de control 70 puede comunicarse a través de una red de comunicación adecuada 16 con una unidad de control 9 del sistema de suministro de energía 2 para coordinar las actividades de las distintas unidades 8, 10, 11, 13 del sistema de suministro de energía 2.

55 En una variante posible y sencilla, el sistema de control 70 puede controlar la tasa de entrega de energía 46, 56 y la producción propia 74/76, 78 de la unidad de gestión de la energía 10, de tal manera que sólo los componentes de carga base o una parte de estos componentes de carga base de la necesidad de energía del sistema local de suministro de energía 30 se cubren con la red de energía 4, 36, y la demanda restante de producción de corriente 74, 76 se cubre con la ayuda de los materiales de operación 56. Los materiales de funcionamiento, a su vez, se retiran continuamente del sistema de transporte 60, actuando el almacenamiento intermedio 64' como un amortiguador.

60 También son posibles las entregas secuenciales y programadas de materiales de operación de fluidos desde la segunda red 6 a través de las distintas unidades de gestión de energía 10 y los consumidores genéricos de energía 11, y la coordinación se produce a través de la unidad de control 12 del sistema de suministro de energía 2. Por ejemplo, los diferentes receptores 10, 11 pueden llenar sus almacenes intermedios sucesivamente con un mayor caudal de transporte en lugar de hacerlo todos simultáneamente con un menor caudal.

65

El segundo propósito del sistema de control 70 es la optimización de la carga de la red local. Ventajosamente, el sistema de control 70 está diseñado de tal manera que también puede comunicarse con los consumidores individuales de energía 26, 27 o grupos de dichos consumidores para recoger datos sobre la previsión y la necesidad real de energía. Para ello se pueden utilizar, por ejemplo, los llamados contadores inteligentes.

Asimismo, el sistema de control 70 puede recoger datos sobre la producción de corriente de los productores locales de energía 28. Estos datos, a su vez, pueden utilizarse también para optimizar las entregas de energía del sistema de suministro de energía 2 y para controlar la producción de hidrógeno en los sistemas de electrólisis 44 de las unidades generadoras de energía 8.

En la figura 5 se muestra otra variante de diseño de una unidad de gestión de energía 10 según la divulgación. En esta realización ejemplar de la invención, el sistema de suministro de energía 29 del sistema local de suministro de energía 30, además de una red de energía 90, tiene también un sistema de calefacción urbana 92 con el que se suministra energía térmica 88 a al menos una parte de los consumidores de energía 26, 27. Para ello, la unidad de gestión de la energía 10 dispone de un sistema de calefacción 86, por ejemplo una caldera, en la que se calienta un medio portador de calor, como agua o vapor, por ejemplo, mediante la combustión de los materiales de funcionamiento fluidos 56. Este medio se introduce en la red de calefacción urbana.

En la realización mostrada en la figura 5, la unidad de gestión de la energía 10 está preparada no sólo para retirar los materiales operativos fluidos 56 de la segunda red de suministro de energía 6, sino también para devolverlos a la misma cuando sea necesario. De esta manera, se puede implementar un almacenamiento intermedio coordinado para los materiales de operación de fluidos distribuidos en toda la red de suministro de energía, lo que es especialmente ventajoso para las redes espacialmente extendidas con el fin de reducir aún más los cuellos de botella durante los picos de carga.

La figura 6 muestra otra realización ventajosa de una unidad de gestión de energía 10 según la divulgación en interacción operativa con un sistema de suministro de energía 2 según la invención. El sistema de suministro de energía local 29 se realiza de forma análoga a la figura 5, no mostrándose los consumidores locales 26, 27.

El segundo sistema de suministro de energía 6 comprende dos sistemas de transporte 60, 62 de forma análoga a la realización ejemplar de la invención de la figura 2, a saber, para los materiales de explotación fluidos 56, por un lado, y para los gases residuales 58 que se producen durante la utilización energética de los mencionados materiales de explotación.

La oxidación de los materiales operativos fluidos que producen energía térmica o eléctrica en los distintos sistemas de la unidad de gestión de la energía se realiza ventajosamente utilizando aire enriquecido con oxígeno, preferiblemente con un contenido de oxígeno de > 9,5% o con oxígeno puro, en lugar de con aire, con el fin de reducir o evitar las fracciones de gas inerte. El aprovechamiento energético de los materiales de funcionamiento puede realizarse mediante motores de combustión, por ejemplo, en los que el calor que se produce durante la reacción de oxidación se convierte en un motor térmico en trabajo mecánico, y éste, a su vez, en energía eléctrica mediante un generador, o mediante pilas de combustible en las que la reacción de oxidación se utiliza directamente para producir corriente. Si se utiliza en cambio oxígeno puro, en los productos de la reacción que se produce sólo quedan sustancialmente dióxido de carbono y vapor de agua. Dependiendo de la estequiometría de la reacción, los gases que se producen también pueden comprender ciertos componentes de monóxido de carbono y material operativo sin reaccionar.

Los gases residuales que se producen en los sistemas 74, 76, 86 de la unidad de gestión de la energía 10 en forma de dióxido de carbono, vapor de agua y, opcionalmente, componentes de monóxido de carbono y material de explotación no utilizado se recogen durante la utilización energética de los materiales de explotación fluidos. El vapor de agua se condensa ventajosamente, de modo que sólo quedan los gases residuales gaseosos 56, que se recogen en un almacenamiento intermedio 66' y se introducen en la red de suministro de energía 6, 62. Se extraen de nuevo de éstas por medio de la al menos una unidad generadora de energía 8 y se alimentan de nuevo a la producción de materiales de explotación como fuente de carbono, cerrando así el circuito.

Si el sistema de transporte 60 se implementa en forma de transporte por lotes de materiales de explotación, por ejemplo, mediante camiones cisterna, los correspondientes camiones cisterna también pueden utilizarse para el transporte de retorno de los gases residuales, siempre que tengan un diseño estanco a la presión.

La presente invención no está limitada en su alcance a las realizaciones específicas aquí descritas. Más bien, además de los ejemplos divulgados en el presente documento, un experto en la materia deducirá otras modificaciones del presente acuerdo a partir de la descripción y las figuras asociadas que también entran en el ámbito de protección de las reivindicaciones.

#### Lista de números de referencia

2, 2' sistema de suministro de energía  
4 primera red de suministro de energía, red eléctrica

## ES 2 922 497 T3

	6	segunda red de suministro de energía
	8	unidad generadora de energía
	9	unidad de control
	10	unidad de gestión de la energía
5	11	consumidor de energía
	12	sistema de control
	13	central eléctrica pequeña
	14, 14', 14 "	central eléctrica
	15	central eléctrica de almacenamiento
10	16	red de comunicaciones
	18	comunicación de datos
	20	portador de energía que contiene carbono
	22	sistema de líneas para materiales operativos fluidos
	24	sistema de líneas para gases residuales
15	25	grupo de consumidores de energía
	26	consumidores locales de energía
	27	grandes consumidores
	28	productores locales de energía
	29	red local de suministro de energía
20	30	sistema de suministro de energía local
	32	transición entre diferentes redes eléctricas
	34	red de potencia de nivel jerárquico superior
	36, 36'	red eléctrica de nivel jerárquico inferior
	37	sistema de aprovechamiento térmico y químico
25	38	primer nivel
	40	segundo nivel
	42	tercer nivel
	43	unidad de control
	44	sistema de electrólisis
30	45	energía eléctrica, alta tensión
	46	energía eléctrica, media tensión
	47	energía eléctrica, baja tensión
	48	gas de hidrógeno
	49	agua
35	50	material de origen que contiene carbono, portador de energía de bajo grado
	51	coque de pirólisis
	52	gases de pirólisis
	53	mezcla de gas de síntesis
	54	mezcla de gas de retorno
40	55	residuos
	56	materiales de operación de fluidos, portador de energía de fluidos de alto grado
	58	gases residuales
	60	sistema de transporte de materiales de explotación de fluidos, sistema de línea
	62	sistema de transporte de gases residuales, sistema de línea
45	64, 64'	almacenamiento intermedio, tanque
	66, 66'	almacenamiento intermedio, tanque
	67	calor de proceso, vapor caliente
	68	planta de producción de corriente eléctrica, turbina de vapor con generador
	69	planta de producción de corriente eléctrica, turbina de gas con generador
50	70	sistema de control
	72	transformador
	73	almacenamiento intermedio, tanque
	74	motor térmico, motor de combustión, turbina de gas
	76	generador
55	78	célula de combustible
	80	acumulador
	82	inversor/rectificador
	84	corriente directa
	86	sistema de calefacción
60	88	agua caliente
	90	red eléctrica local, red de baja tensión
	92	sistema de líneas para el transporte de calor (calefacción urbana, agua caliente, vapor)
	94	sistema de líneas para el transporte en frío (agua fría)
	100	unidad de alimentación
65	102	módulo de separación
	104	módulo de alimentación

## ES 2 922 497 T3

106	almacenamiento intermedio para la fracción de gas residual
108	almacenamiento intermedio para la fracción de material de explotación

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de suministro de energía (2), con
- una primera red de suministro de energía (4) en forma de red eléctrica (36) para el transporte de energía eléctrica (46);
- 10 una segunda red de suministro de energía (6) con un sistema de transporte (60) de materiales de funcionamiento fluido (56);
- un sistema de transporte (62) para el transporte de retorno de los gases residuales (58) que contienen dióxido de carbono y que surgen durante el aprovechamiento energético de los materiales de explotación de fluidos en uno o varios consumidores de energía (11, 10); y
- 15 al menos una unidad generadora de energía (8) con la que se pueden producir los materiales de funcionamiento fluido a partir de material que contiene carbono (50, 54, 58) y que puede alimentar la segunda red de suministro de energía; y
- 20 al menos una unidad local de gestión de la energía (10) para el suministro de una red local de suministro de energía (29), con la que los materiales de funcionamiento fluidos recuperados de la segunda red de suministro de energía pueden convertirse en energía eléctrica (74, 76, 78) que, a su vez, puede alimentar una red local de energía (90),
- 25 donde la al menos una unidad de gestión de la energía (10) comprende dispositivos para extraer energía eléctrica (46) de la red eléctrica superior (4, 36) del sistema de suministro de energía (2), para convertir la energía eléctrica (46) en energía eléctrica de menor tensión (47), y para alimentar esta energía eléctrica de menor tensión en una red eléctrica (90) de la red local de suministro de energía así como dispositivos para extraer los materiales de explotación de fluidos (56) del sistema de transporte (6, 60) de materiales de explotación de fluidos del sistema de suministro de energía, para generar energía eléctrica (47) a partir de dichos materiales de explotación de fluidos, y para alimentar dicha energía eléctrica en dicha red eléctrica de la red local de suministro de energía; y dispositivos para capturar los gases residuales (58) en la unidad de gestión de la energía (10) que surgen durante la explotación energética a partir de los materiales de explotación de fluidos (56) y para el transporte de retorno de estos gases residuales a un sistema de transporte de gases residuales (6, 62) del sistema de suministro de energía (2);
- 30 una unidad de control (9) del sistema de suministro de energía (2) que puede comunicarse a través de una red de comunicación (16) con la al menos una unidad de generación de energía (8) y la al menos una unidad de gestión de energía (10) o con otro consumidor de energía (11) del sistema de suministro de energía (2) y que está adaptada para controlar el funcionamiento de las distintas unidades (8, 10, 11); y una instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de energía (10) adaptada para comunicarse con la unidad de control (9) del sistema de suministro de energía a través de la red de comunicación (16);
- 35 donde la unidad de control (9) del sistema de suministro de energía (2) está adaptada para controlar de forma centralizada las tasas de suministro de energía eléctrica (46) desde la red eléctrica superior (4, 36) y de los materiales de operación fluidos (56) desde el sistema de transporte de materiales de operación (6, 60), de tal manera que se logre el menor dimensionamiento posible de la segunda red de suministro de energía (6,60) en relación con la sección transversal del conductor y/o la presión de operación, mediante el suministro escalonado de las unidades individuales de gestión de la energía, a fin de reducir los volúmenes máximos, y haciendo que las distintas unidades de gestión de la energía almacenen los materiales operativos fluidos y los gases residuales en tanques y acumuladores de presión hasta que se agoten los materiales operativos o se recuperen los gases residuales.
- 40 2. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, en el que la unidad de control (9) del sistema de suministro de energía (2) está adaptada para controlar el retorno de los gases residuales (58) al sistema de transporte de gases residuales (62) también de forma escalonada.
- 45 3. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de control (9) del sistema de suministro de energía (2) está adaptada para controlar las tasas de suministro de energía eléctrica (46) desde la red eléctrica superior (4, 36) y de materiales de funcionamiento fluidos (56) desde el sistema de transporte de materiales de funcionamiento (6, 60), de manera que se consiga una carga lo más uniforme posible en el tiempo de las correspondientes redes de suministro (6, 60).
- 50 4. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una unidad de generación de energía (8) está adaptada para extraer los gases residuales (58) del sistema
- 55 60 65

de transporte de gases residuales (62) y utilizar sus fracciones que contienen carbono para producir los materiales de funcionamiento fluido (56).

5. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones anteriores, con una instalación (44) para la producción electrolítica de hidrógeno gaseoso (48) para su uso en la fabricación de los materiales de funcionamiento fluido (56).
6. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una unidad de generación de energía (8) comprende una instalación de explotación (37), con una primera subunidad (38) para realizar la pirólisis del material que contiene carbono (50) en coque pirolítico (50) y gas pirolítico (52) una segunda subunidad (40) para realizar una gasificación del coque pirolítico (50) en gas de síntesis (53) y residuos (55); y una tercera subunidad (42) para realizar una conversión del gas de síntesis (53) en materiales operativos fluidos (56), en la que queda gas de retorno (54); y en la que las tres subunidades están cerradas de forma estanca a la presión y forman un circuito cerrado; un conducto de transporte del gas pirolítico conecta de forma estanca a la presión la primera subunidad con la segunda y/o con la tercera subunidad; un conducto de transporte para el gas de síntesis conecta de forma estanca la segunda subunidad con la tercera subunidad y/o con la primera subunidad; y un conducto de transporte para el gas de retorno conecta de forma estanca la tercera subunidad con la primera subunidad y/o con la segunda subunidad; en el que el gas hidrógeno (48) se introduce en al menos una de las tres subunidades.
7. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 6, en el que la tercera subunidad (42) comprende una etapa de síntesis Fischer-Tropsch y/o una etapa de síntesis de metanol en fase líquida.
8. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 6 o 7; en el que la instalación de explotación (37) está adaptada para alimentar con gases residuales (58) desde la segunda red de suministro de energía (6) al menos una de las tres subunidades (38, 40, 42).
9. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una unidad generadora de energía (8) comprende una instalación (68, 69) para producir energía eléctrica (45, 46).
10. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 9, en el que la instalación (68) para producir energía eléctrica (45, 46) comprende una turbina de vapor operada por vapor de proceso.
11. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 9 o 10, en el que la instalación (69) para producir energía eléctrica (45, 46) comprende una turbina de gas o una turbina combinada de gas y vapor que funciona con materiales de funcionamiento fluido (56).
12. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que se proporciona al menos una unidad de generación de energía (8) con el fin de alimentar la energía eléctrica producida en la primera red de suministro de energía (4).
13. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 12, en el que la unidad de control (9) está adaptada para comunicarse a través de una red de comunicación (16) con unidades de control (9') de otros sistemas de suministro de energía (2') y/o con centrales eléctricas externas (14, 14", 15) y/o con sistemas de control de redes eléctricas (34) de niveles jerárquicos superiores.
14. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 13, en el que la instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de energía (10) está adaptada para comunicarse a través de una red de comunicación (16) con los consumidores locales de energía (26) y los productores locales de energía (28) de la red local de suministro de energía (29).
15. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la al menos una unidad de gestión de energía (10) presenta dispositivos para el calentamiento de los medios de calentamiento (88) y/o el enfriamiento de los medios de enfriamiento (89), en los que la energía necesaria para ello se extrae de la red eléctrica (4, 36) del sistema de suministro de energía (2) y/o se obtiene a través del aprovechamiento energético de los materiales de funcionamiento fluidos (56) obtenidos del sistema de transporte de materiales de funcionamiento (6, 60) del sistema de suministro de energía, y dispositivos para alimentar los medios de calentamiento (88) calentados y/o los medios de enfriamiento (89) enfriados a los correspondientes sistemas de transporte de calor (92) y de transporte de frío (94) respectivamente, de la red local de suministro de energía (29).
16. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 12 a 15, en el que la unidad de control (9) del sistema de suministro de energía (2) está adaptada para controlar y coordinar la al menos una unidad de generación de energía (8) y la al menos una unidad de gestión de la energía (10) de manera que las tasas de transporte máximas en las dos redes de suministro de energía (4, 6) sean menores que

sin control.

- 5 17. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, en el que la instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de energía (10) está adaptada para comunicarse a través de una red de comunicación (16) con los consumidores locales de energía (26) y los productores locales de energía (28) de la red local de suministro de energía (29).
- 10 18. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1 o 17, en el que la instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de la energía (10) está adaptada para controlar la unidad de gestión de la energía (10) de tal manera que, esencialmente, sólo extrae la carga base de la necesidad de energía de la red local de suministro de energía (29) de la red eléctrica superior (4, 36), mientras que la carga máxima de la necesidad de energía de la red local de suministro de energía (29) está cubierta por la explotación energética de los materiales de funcionamiento fluidos.
- 15 19. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 1, 17 o 18, en el que la instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de la energía (10) está adaptada para controlar la unidad de gestión de la energía (10) de manera que la tasa de suministro de materiales de funcionamiento fluidos (56) desde el sistema de transporte de materiales de funcionamiento (6, 60) sea esencialmente constante en el tiempo.
- 20 20. El sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 1, 17, 18 o 19, en el que la al menos una unidad de gestión de la energía (10) presenta dispositivos para capturar los gases residuales (58) que surgen en la unidad de gestión de la energía (10) durante el aprovechamiento energético a partir de los materiales de explotación fluidos (56) y para el transporte de retorno de estos gases residuales a un sistema de transporte de gases residuales (6, 62) del sistema de suministro de energía (2).
- 25 21. La unidad de sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, en la que la instalación de control (70) de la al menos una unidad de gestión de la energía (10) está adaptada para extraer alternativamente materiales operativos fluidos de un sistema de transporte diseñado como sistema de línea común para materiales operativos fluidos (56) y gases residuales (58) del sistema de suministro de energía (2) y para alimentar gases residuales en este sistema de línea común.
- 30 22. Un método para suministrar energía eléctrica (47) a uno o más sistemas locales de suministro de energía (30), en el que
- 35 la energía eléctrica (45) se extrae de una red eléctrica superior (34) y se introduce (46) en una primera red de suministro de energía (4);
- 40 los materiales de explotación fluidos (56) se producen utilizando al menos una unidad generadora de energía (8), opcionalmente se almacenan temporalmente (64) y se introducen en una segunda red de suministro de energía (6), en la que la energía necesaria para la producción de los materiales de explotación fluidos se extrae de la red eléctrica superior (34) y, opcionalmente, se obtiene adicionalmente de materiales fuente que contienen energía y carbono (50);
- 45 la energía eléctrica (46) se extrae de la primera red de suministro de energía (4) y se introduce en la red eléctrica local (90) mediante al menos una unidad de gestión de la energía (10);
- 50 la energía en forma de materiales de explotación de fluidos (56) se obtiene de la segunda red de suministro de energía (6) utilizando la al menos una unidad de gestión de la energía (10), se almacena opcionalmente de forma temporal (64), y la energía eléctrica (47) para el sistema local de suministro de energía (30) se produce a través de la explotación energética a partir de los materiales de explotación de fluidos y se introduce en la red eléctrica local (90); y
- 55 la producción de materiales operativos fluidos (56) por medio de la al menos una unidad generadora de energía (8), así como la recuperación de las dos formas diferentes de energía en forma de energía eléctrica (46) y de materiales operativos fluidos (56) se controla y coordina entre sí por la al menos una unidad de gestión de la energía, de manera que las tasas máximas de transporte en las dos redes de suministro de energía (4, 6) son menores que sin control;
- 60 mediante el suministro escalonado de las unidades individuales de gestión de la energía, con el fin de reducir los volúmenes máximos, y haciendo que las distintas unidades de gestión de la energía almacenen los materiales operativos fluidos y los gases residuales en tanques o acumuladores de presión hasta que se agoten los materiales operativos o se recuperen los gases residuales.
- 65

Fig. 1

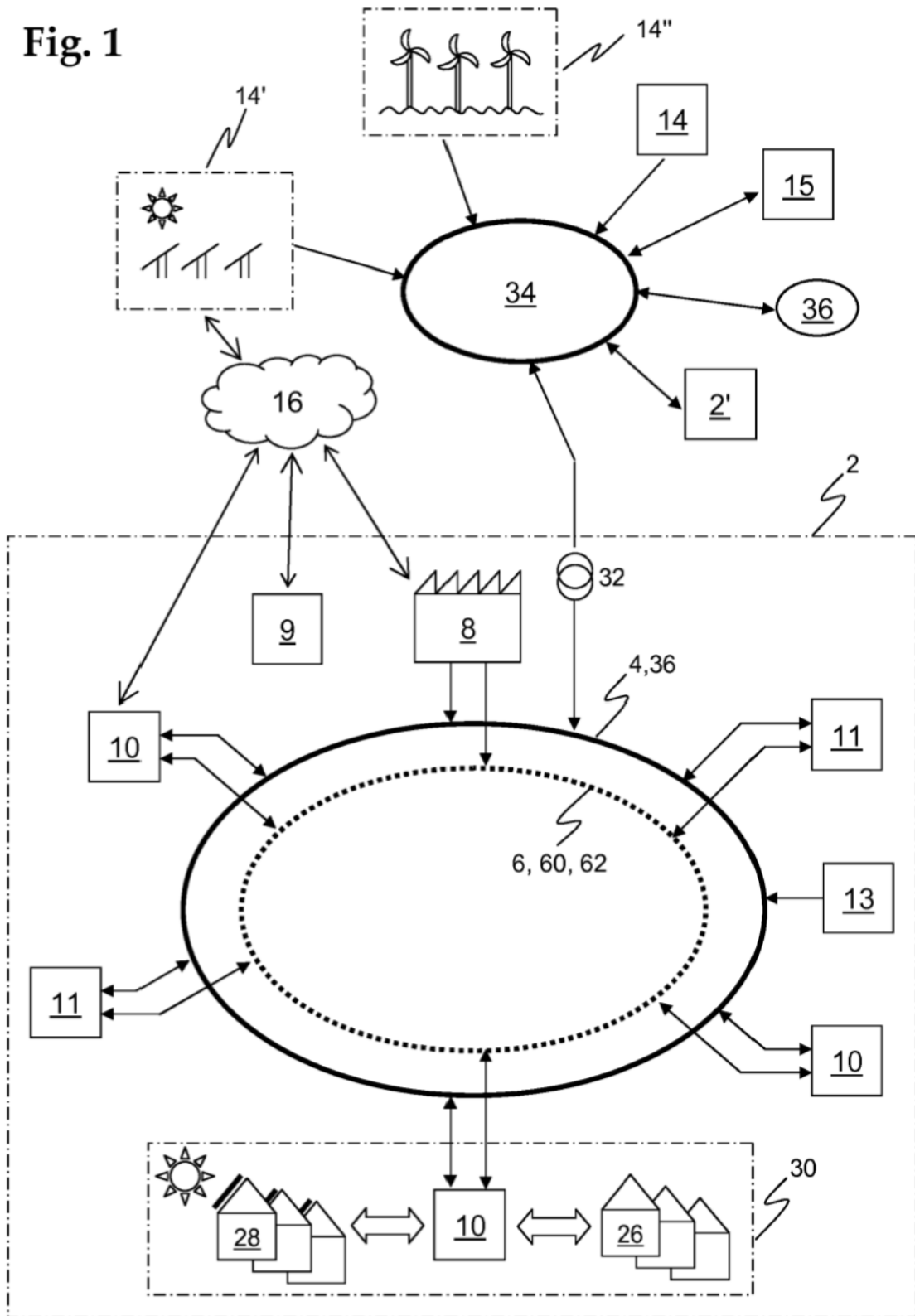


Fig. 1a

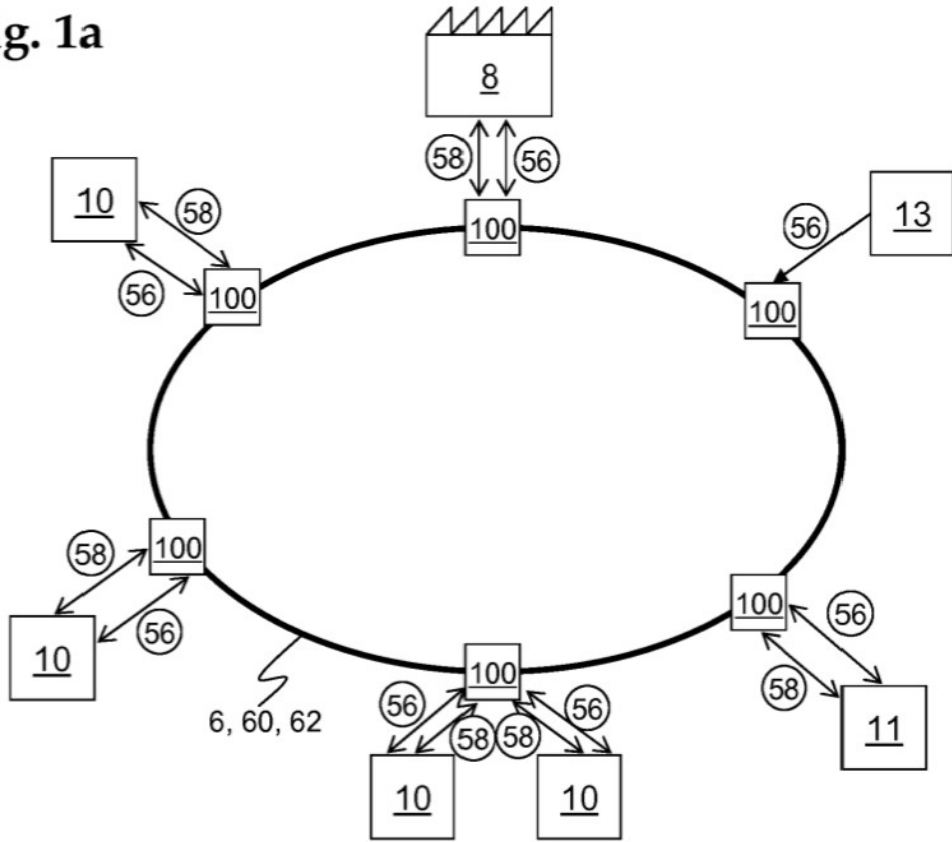


Fig. 1b

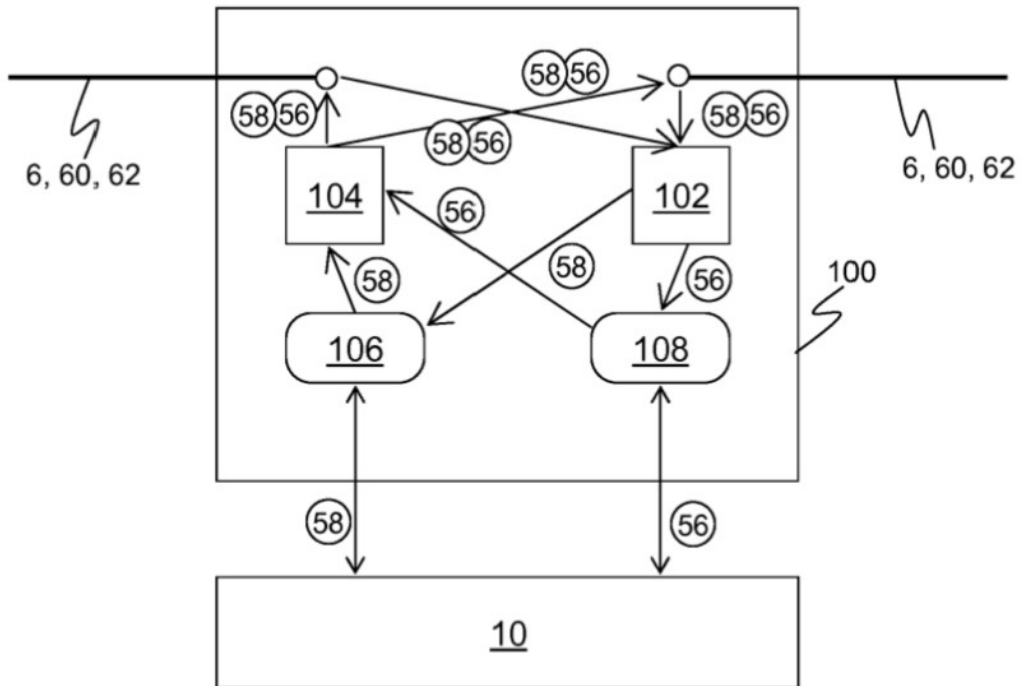


Fig. 2

