



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 326 966**

51 Int. Cl.:
H02M 7/53 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03009882 .6**

96 Fecha de presentación : **15.05.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1369985**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.12.2003**

54 Título: **Inversor u ondulator para convertir una tensión eléctrica continua en una corriente alterna o en una tensión alterna.**

30 Prioridad: **15.05.2002 DE 102 21 592**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.10.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.10.2009

73 Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es: **Schmidt, Heribert;**
Siedle, Christoph y
Ketterer, Jürgen

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 326 966 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

Inversor u ondulator para convertir una tensión eléctrica continua en una corriente alterna o en una tensión alterna.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un inversor u ondulator para la transformación de una tensión eléctrica continua en una corriente alterna o en una tensión alterna. Transformadores o convertidores de este tipo se aplican por ejemplo para la alimentación de energía eléctrica dentro de la red eléctrica pública o para la formación de una red separada autárquico en casos en los que solamente están disponibles fuentes de energía de tensión continua, tal como, por ejemplo, instalaciones fotovoltaicas, pilas de combustible, baterías etc.

Estado de la técnica

15 En el caso de un inversor u ondulator para la alimentación de energía dentro de una red de tensión alterna existente se trata de generar una corriente alterna que con respecto a la relación de fase y amplitud está adaptada a la evolución de potencia de la tensión alterna, preferentemente una tensión de red configurada de forma sinodal de 50 o de 60 Hz. Por el contrario, en el caso de un inversor u ondulator para la alimentación de una red separada autárquica se trata de generar una tensión alterna estable en cuanto a tensión y a frecuencia. Para el accionamiento de cualquier parte receptora capacitiva e inductiva un inversor u ondulator de este tipo tiene que ser capaz de entregar o bien absorber potencia reactiva.

De modo conocido en sí para ello sirven inversores u ondulators de una fase o de tres fases con y sin transformador. Un resumen sobre la multitud de las formas de realización de inversores u ondulators posibles en este caso se encuentra en las siguientes referencias de fuentes:

[1] **Myrzik**, Johanna, *Topologische Untersuchungen zur Anwendung von tief/hochsetzenden Stellern für Wechselrichter*/Johanna Myrzik. - Kassel: prensa universitaria, 2001, *Kassel, Univ. Diss.* 2000, ISBN 3-933146-62-3;

30 [2] Manfred **Mayer**, *Leistungselektronik, Einführung, Grundlagen, Überblick*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Barcelona, 1990; y

[3] POWER ELECTRONICS, *Converters, Applications and Design*, segunda edición, JOHN WILEY & SONS, INC. Nueva York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapur, 1989, 1995.

35 En los casos de aplicación mencionados siempre tienen prioridad una alta eficacia de conversión para todas las cargas, un buen comportamiento EMV, un volumen y un peso reducido, así como un precio bajo. Una separación galvánica entre el lado de tensión continua y el lado de tensión alterna generalmente no es necesaria.

40 Un circuito hasta el momento apropiado bajo las condiciones de contorno presenta un circuito de puente completo sin transformador que se describe de forma detallada en [3] y [1]. Aquí también se presentan asimismo los diferentes tipos de sistema de temporización del circuito de puente completo que se describen más en detalle a continuación. En esta topología es ventajosa una eficacia de conversión elevada y un volumen y un peso reducidos. Sin embargo, en función del tipo de sistema de temporización aplicado es desventajoso un mal comportamiento de EMV en el lado de entrada, así como parcialmente la ausencia de un funcionamiento de 4 cuadrantes (capacidad de potencia reactiva).

Además, a partir de la contribución de arriba de Myrzik se conocen topologías de inversores u ondulators sin transformadores que derivan de una combinación de inversores u ondulators reductores elevadores (inversores u ondulators Cuk y Zeta). Estos, frente a los inversores u ondulators de puente arriba mencionados, tienen la ventaja que la tensión de entrada en su amplitud puede ser tanto menor como también mayor que el valor máximo (amplitud) de la tensión de red sinodal. En el caso del inversor u ondulator de puente, no obstante, siempre tiene que ser mayor de la amplitud de la tensión de red para posibilitar una alimentación a la red.

55 En un enfoque comparable se basan también las topologías descritas en los documentos DE 196 42 522 C2 y DE 197 32 218 C1, en donde en estos circuitos que se basan en inversores u ondulators reductores elevadores o bien inversores u ondulators Cuk y Zeta se menciona también como ventaja especialmente la unión eléctrica de una de las conexiones de generador solar con un potencial fijo (conductor neutro), por que resultan ventajas para el comportamiento EMV.

60 En el caso de todas las topologías mencionadas justo arriba, no obstante, hay que mencionar una desventaja sustancial que o bien toda la energía o bien una parte sustancial de la energía transmitida hacia la salida hay que depositar temporalmente en una bobina de autoinducción o también hay que transmitirla hacia la salida a través de condensadores de acoplamiento. De esto resulta en el caso de todos los circuitos una eficacia notablemente inferior respecto al circuito puente sencillo. Además, algunos son muy complejos y no se pueden regular fácilmente desde el punto de vista de ingeniería de control.

65 Del documento EP 0 203 571 B1 resulta además un inversor u ondulator según el género que permite durante el funcionamiento como inversor u ondulator en isla generar temporalmente una corriente de salida que alcanza

ES 2 326 966 T3

varias veces de la corriente nominal. Esta corriente se necesita para, en el caso de un corto circuito, hacer actuar microdisyuntores estándares. El procedimiento descrito allí por lo tanto en el funcionamiento normal no se aplica, sino se activa solamente en caso de un corto circuito por un circuito de evaluación correspondiente.

5 El documento US 5852558A revela además un inversor u ondulator con dos conexiones de tensión continua entre las que está previsto un inversor u ondulator puente que presenta al menos dos ramas paralelas que prevén en cada caso dos unidades de conmutador conectados en serie a los que está conectado en paralelo en cada caso un diodo rectificador, así como con al menos dos conexiones de tensión alterna de las que cada una está unida a través de un conductor de unión en el que está prevista en cada caso una inductividad de choque con una de las ramificaciones
10 paralelas del inversor u ondulator de puente en cada caso entre dos unidades de conmutador a través de un nodo de conexión, en donde entre los al menos dos conductores de conexión están previstos dos trazados de conexión eléctricos en los que está previsto en cada caso un conmutador así como un diodo rectificador conectado in serie, y en donde los diodos rectificadores están conectados en los diferentes trazos de conexión con dirección de paso opuesta entre sí, en donde se conecta una unidad de control de los conmutadores.

15 Las demás realizaciones en particular deben iluminar el problema de inversor u ondulator existente, especialmente haciendo referencia a inversores u ondulators de una fase, sin transformador, no obstante, se menciona aquí que las medidas descritas a continuación generalmente se pueden transferir a inversores u ondulators en cada caso con transformadores. Solamente por razones de integridad se avisa además que a parte de inversores u ondulators de una fase existen también aparatos que trabajan con varias fases, preferentemente inversores u ondulators de tres
20 fases con los que es posible, por ejemplo, la conversión de tensión continua en tres evoluciones de corriente y de tensión periódicas en cada caso desfasadas en 120° . También se pueden aplicar a sistemas de este tipo de inversores u ondulators de varias fases las realizaciones descritas a continuación.

25 A continuación se observa la topología de circuito mencionada arriba y conocida en sí de un inversor u ondulator de una fase, sin transformador que según el ejemplo de realización conocido en la Figura 2 que prevé dos conexiones de tensión continua 1, 2 con las que en este ejemplo está unido un generador fotovoltaico SG externo como fuente de tensión continua, así como dos conexiones de tensión alterna 3, 4 que están conectados o bien con un red eléctrica convencional de 50 Hz o bien en el caso de funcionamiento en funcionamiento en isla están conectados a una parte
30 receptora eléctrica. Para la transformación de la tensión continua constante del generador fotovoltaico U_{SG} en una corriente alterna apropiada para la alimentación dentro de la red eléctrica o en una tensión alterna necesaria para el funcionamiento en isla el inversor u ondulator W de una fase, sin transformador prevé un condensador tampón C_1 que está conectado en paralelo respecto a un puente completo que consiste de cuatro unidades de conmutador A, B, C, D, así como diodos rectificadores DA, DB, DC, así como DD, denominados como diodos de rodada libre que están
35 conectados en cada caso de forma antiparalelos respecto a las primeras.

Las unidades de conmutador A, B, C, D individuales están configuradas como conmutadores de alta frecuencia que son apropiados para realizar procesos de conmutación con frecuencias de hasta varios 100 kHz. Conmutadores de este tipo están configurados preferentemente como transistores MOS de efecto de campo o como transistores IGBT
40 (transistores bipolares de puerta aislada).

Una toma de inversor u ondulator se realiza en cada caso de forma central en las ramas paralelas del inversor u ondulator de puente en los nodos de conexión 5, 6 entre las unidades de conmutador A, B en cada caso, así como C, D mediante las líneas de conexión 7, 8. Ambas líneas de conexión 7, 8 están unidas en cada caso mediante una
45 inductividad de choque L_1 o bien L_2 con las conexiones 3, 4 de tensión alterna. Entre las líneas de conexión 7, 8 se encuentra la tensión puente U_{Br} . Otros componentes necesarios para el funcionamiento seguro de la disposición del inversor u ondulator representada en la Figura 2 no se representan por razones de mayor claridad, tal como, por ejemplo, filtros para una mejora de la compatibilidad electromagnética (EMV), así como elementos parásitos, especialmente capacidades.

50 Para la transformación de la tensión U_{SG} de generador fotovoltaico en una corriente alterna necesaria para la alimentación a la red eléctrica o en una tensión alterna necesaria para el funcionamiento en isla hay que abrir y cerrar de forma adaptada entre sí las unidades de conmutador A, B, C, D con un patrón de temporizador determinado de alta frecuencia que puede presentar frecuencias de conmutación entre varios kHz hasta varios 100 kHz para generar pulsos
55 de tensión discretos en tiempo que se pueden distinguir entre sí cuyos niveles de potencia están adaptados a la tensión alterna U_{Netz} aplicada de forma externa o bien la generada en el funcionamiento en isla. Mediante las inductividades de choque L_1 , L_2 previstas en las líneas de conexión 7, 8 es posible obtener una propagación de corriente o bien propagación de tensión plana, sinodal en las salidas de las conexiones 3, 4 de tensión alterna.

60 Generalmente se distinguen entre sí tres patrones de sistema de temporización diferentes con los que se activan las unidades de conmutador A, B, C, D dentro del inversor u ondulator de puente convencional.

En el caso de un sistema de temporización denominado simétrico siempre se cierran o bien se abren de forma sincronizada la unidades de conmutador opuestas diagonalmente, es decir A y D o B y C. El control de las diferentes
65 unidades de conmutador para una alimentación exitosa de energía eléctrica dentro de la red se realiza de tal manera que durante una semionda positiva de la tensión alterna de red que está presente en las conexiones 3, 4 de tensión alterna las unidades de conmutador A, D se cierran y se abren con alta frecuencia según un patrón de temporizador determinado, por ejemplo, en base a una modulación de ondas de pulsos (PWM), mientras que las unidades de conmutador B, C

se mantienen en el estado abierto o también se activan en oposición con respecto a los conmutadores A, D. Durante las fases de apertura de los conmutadores A y D la corriente conmuta a través de las bobinas de choque L_1 , L_2 hacia los diodos de rodada libre DB y DC ubicadas en el lado opuesto diagonalmente o bien hacia los conmutadores B, C cerrados. En el caso contrario de una semionda negativa predeterminada por la red las unidades de conmutador B y C se cierran y se abren según el correspondiente patrón de temporizador mientras que las unidades de conmutador A y D se mantienen en la posición abierta o también se activan en oposición con respecto a los conmutadores B, C. Ahora la corriente de autoinducción conmuta hacia los diodos de rodada libre DA y DD o bien hacia los conmutadores A, D cerrados. Dado esto se lleva a las siguientes características del inversor u ondulator: La tensión de puente U_{Br} en cada caso adopta la tensión $+U_{SG}$ en el caso de unidades de conmutador A y D cerradas o bien diodos de rodada libre DA y DD conductores y en el caso de las unidades de conmutador B y C cerradas o bien diodos de rodada libre DB y DC conductores adopta la tensión $-U_{SG}$. Si además se requiere que las inductancias de choque L_1 y L_2 están configuradas iguales de forma óptima entonces la tensión de generador fotovoltaico U_{SG} se divide de forma simétrica en todos los casos del sistema de temporización simétrico con respecto al potencial de referencia (valor actual de la tensión alterna de la red eléctrica) definido por la tensión alterna aplicada externamente.

Para clarificar estas condiciones se hace referencia a las Figuras 3a y 3b. En el caso de la Figura 3a las unidades de conmutador A y D están cerradas o bien DA y DD conducen y se adopta un potencial de referencia externo de 0 V. Dado que la tensión del generador fotovoltaico se divide de forma simétrica, como se describe más arriba, las dos líneas de conexión del generador fotovoltaico se encuentran en los potenciales $+U_{SG}/2$ o bien $-U_{SG}/2$.

En la Figura 3b se representa el caso de las unidades de conmutador B y C cerradas o bien diodos de rodada libre DB y DC conductores que lleva a las mismas condiciones de potencial en las líneas de conexión del generador fotovoltaico. Las líneas de conexión del generador fotovoltaico según la Figura 3a o bien la Figura 3b se encuentran constantemente en las potenciales $+U_{SG}/2$ o bien $-U_{SG}/2$ a pesar del sistema de temporización de alta frecuencia de las unidades de conmutador A, B, C, D individuales.

Si se tiene en cuenta además la tensión alterna aplicada externamente en las líneas de conexión del inversor u ondulator que se divide asimismo de forma simétrica a las dos líneas de conexión debido a las inductancias L_1 y L_2 , entonces esto lleva en las conexiones del generador fotovoltaico a una tensión de baja frecuencia que fluctúa con media amplitud de red $U_{Netz}/2$ que no presenta ningún problema de seguridad ni tampoco respecto a la compatibilidad electromagnética.

Sin embargo, con la forma de funcionamiento simétrica del inversor u ondulator están unidas dos desventajas inevitablemente. Si se observa, por ejemplo, durante la semionda positiva de la tensión de red aquellos intervalos de tiempo en los que están abiertas las unidades de conmutador A y D y se tiene en cuenta que la corriente de bobina que corre dentro de las inductancias de choque L_1 y L_2 se mantiene activo debido a los procesos de desimánación dentro de las inductancias de choque, entonces el corriente de bobina conmuta hacia atrás al condensador tampón C_1 durante la denominada “fase de rodada libre” a través de los diodos DB y DC o bien a través de los conmutador B, C cerrados, lo que está relacionado con pérdidas sustanciales, por lo que finalmente se merma de forma sustancialmente desventajosa la eficacia del inversor u ondulator.

Además, en el caso de la conexión periódica de los conmutadores A, D se generan pérdidas de conmutación sustanciales debido a las características dinámicas no ideales de los diodos de rodada libre DB y DC, y de forma correspondiente también en la semionda negativa.

A esto se junta que durante la conmutación de la corriente de bobina en el condensador C_1 a través de los diodos DB y DC o bien los conmutadores cerrados B, C en las inductancias de choque L_1 y L_2 está presente la suma de la tensión de entrada (por ejemplo, la tensión del generador fotovoltaico U_{SG}) y la tensión de red momentánea con polaridad inversa. Un esquemas de circuito equivalente al respecto se puede deducir de la Figura 3b que se puede aplicar al mismo tiempo al caso de la fase de rodada libre descrito más arriba. Por la alta tensión se desimanan rápidamente las inductancias de choque L_1 y L_2 , por lo que se producen fluctuaciones elevadas de corriente, denominadas ondulación de corriente, en la corriente de salida que finalmente llevan a pérdidas notables en la bobina y que llevan a problemas EMV.

En el caso de un sistema de temporización denominado asimétrico al contrario respecto al sistema de temporización simétrico descrito anteriormente ocurren posiciones de conmutadores en cada caso cerradas de dos en dos de las unidades de conmutador A, B, C, D: A y D o B y C (tal como se ha descrito anteriormente en el caso simétrico) o A y C o B y C están cerrados al mismo tiempo y alternar inmediatamente con una secuencia determinada sin permitir en este caso una situación de conmutador en la que las cuatro conmutadores está abiertos de forma duradera.

Este sistema de temporización está vinculado con las siguientes ventajas: en el caso de una constelación de conmutador adicional denominada asimétrica en la que A y C o B y D están cerradas al mismo tiempo la tensión de puente U_{Br} se reduce a 0 V. Este estado de conexión, también llamado como “Indicador Cero” por lo tanto evita una conmutación de la corriente de bobina a través de eventuales diodos de rodada libre hacia el condensador tampón C_1 , por lo que la eficacia del inversor u ondulator se mejora de forma decisiva con respecto al sistema de temporización simétrico. Además, en el estado asimétrico del circuito no está presente la suma de la tensión de red momentánea y la tensión del generador fotovoltaico U_{SG} en las inductancias de choque L_1 y L_2 , sino solamente la tensión de red momentánea U_{Netz} que participa en el descenso de la corriente de bobina. Debido a la tensión mucho mas reducida las

fluctuaciones de corriente (ondulaciones de corriente) se forman mucha más pequeñas en la corriente de salida, por lo que se incrementa la eficacia y también se mejora la compatibilidad electromagnética.

5 Sin embargo, con el sistema de temporización asimétrico está unido también una desventaja inevitable que se representa por medio de las Figuras 4a hasta 4d. Solamente por razones de un entendimiento más sencillo se asume que la tensión alterna momentánea en los esquemas de conexiones que se puede deducir de las Figuras 4a - d corresponde a 0V. Los esquemas de circuito equivalente según las Figuras 4a y 4c corresponden a los estados de conmutación en caso de unidades de conmutador A y D, así como B y C, cerradas es decir de forma correspondiente al sistema de temporización simétrico. En ambos casos en las líneas de conexión del generador fotovoltaico SG están presentes potenciales constantes, concretamente $+U_{SG}/2$ o bien $-U_{SG}/2$. En los estados de conexión representados en las Figuras 4b y 4d los conmutadores A y C o bien B y D están cerrados. En este caso las líneas de conexión del generador fotovoltaico SG, no obstante, ya no se encuentran en los potenciales constantes $+U_{SG}/2$ o bien $-U_{SG}/2$, sino que en el caso de la Figura 4b saltan a los valores 0 V o bien $-U_{SG}$, así como en el caso de la Figura 4d a $+U_{SG}$ o bien 0 V.

15 En el caso de una tensión de red U_{Netz} diferente a 0 V esta se divide asimismo de forma simétrica en todas las fases de temporizador sobre las dos inductividades de choque L_1 y L_2 , de manera que, por ejemplo, en las líneas de conexión positivas del generador fotovoltaico están presentes de forma periódica los siguientes potenciales: $(U_{SG}/2 + U_{Netz}/2)$, $(U_{Netz}/2)$, así como $(U_{SG} + U_{Netz}/2)$.

20 Teniendo en cuenta el hecho que tensiones de generadores fotovoltaicos típicas se encuentran en el intervalo de entre 400 V y 750 V, bajo consideración de la aportación de potencial por la tensión de red pueden aparecer en las líneas de conexión del generador fotovoltaico fluctuaciones de potencial entre 0 V y aproximadamente 1 kV. Estas fluctuaciones de potencial sin embargo ocurren como saltos de tensión de alta frecuencia con frecuencias de hasta más de 100 kHz y llevan a corrientes de fuga extremadamente elevadas a través de capacidades parasitarias, tal como se pueden encontrar típicamente en generadores fotovoltaicos de grandes superficies, por lo que la compatibilidad electromagnética del sistema de este tipo se empeora de forma decisiva. Además, los saltos de tensión de alta frecuencia presentan un potencial de peligro considerable al tocar las superficies aisladas del módulo debido al acoplamiento capacitivo.

30 Un tercer tipo de sistema de temporización descrito en la tesis doctoral de Myrzik [1] mencionada arriba representa el denominado troceado de una fase. En este caso solamente se conmuta de forma periódica una rama del inversor u ondulator, por ejemplo los conmutadores C, D con la frecuencia de red (50 Hz o 60 Hz), mientras que la otra rama del inversor u ondulator se sincronizan con alta frecuencia de forma sinodal. De este modo, por ejemplo, durante la semionda positiva de cierra el conmutador D de forma permanente y los conmutadores A, B se sincronizan. Por ello resulta una tensión de puente de 0 V (indicador cero) para el intervalo de tiempo en el que tanto el conmutador B como también el conmutador D están cerrados al mismo tiempo, de manera que con este tipo de sistema de temporización se consigue también una eficacia muy buena, igual que en el tipo de sistema de temporización asimétrico descrita más arriba.

40 Al igual que en el caso de arriba también en el troceado de una fase resulta la desventaja grave que de forma alternada o bien el polo positivo o bien el polo negativo del generador fotovoltaico se conecta con el conductor neutro a través de los conmutadores C, D. El potencial del generador fotovoltaico por lo tanto salta de forma periódica por el nivel de la tensión del generador fotovoltaico con respecto al potencial de tierra, por lo que se generan sustanciales problemas EMV, tal como se describe más arriba.

45 Descripción de la invención

Partiendo del estado de la técnica descrito anteriormente la invención se basa en tarea indicar un inversor u ondulator que reúne las ventajas del sistema de temporización simétrico y asimétrico, explicado más arriba, así como del troceado de una fase y al mismo tiempo evita las desventajas relacionadas con la técnica mencionada arriba. Especialmente se debe indicar un inversor u ondulator evitando la aplicación de topologías de circuito complicadas y costosas que dispone de una eficacia mejorada y de un mejor compatibilidad electromagnética que inversores u ondulators conocidos hasta el momento. Además es la intención crear una posibilidad para un funcionamiento opcional de red o de inversor u ondulator en isla.

55 La tarea en la que se basa la invención se resuelve por las características de la reivindicación 1. Otras ventajas y configuraciones de la presente invención resultan de las reivindicaciones dependientes, así como de las reivindicaciones de aplicación junto con la descripción.

60 Tal como resulta de forma detallada de las otras realizaciones los conmutadores E y F definidos en la reivindicación 1 se actúan de forma sincronizada durante el funcionamiento del inversor u ondulator.

En este lugar hay que mencionar que también se puede pensar especialmente una combinación de conmutador y diodo rectificador también en formación de solo un componente electrónico, cuya aplicación se tiene que subsumir absolutamente a la idea general de la invención.

65 Para una representación más sencilla de la idea de la invención, sin embargo, primeramente se hace referencia a un inversor u ondulator que prevé según la reivindicación 1 dos trazos de conexión guiados de forma paralela entre las dos líneas de conexión.

Con la medida según la invención de prever los trazos de conexión adicionales entre las líneas de conexión para la toma de la tensión de puente se abre la posibilidad para trazos de rodada libre alternativos a lo largo de los cuales la corriente de autoinducción se puede extender debido a procesos de desimanación de las inductividades de choque.

5 Por ello se mejora de forma sustancial al eficacia del inversor u ondulator dado que no pueden aparecer pérdidas de energía relacionadas con la realimentación de energía hacia el condensador tampón. Al mismo tiempo en el caso de rodada libre no están presentes como en el estado de la técnica (sistema de temporización simétrico) la suma de la tensión de generador fotovoltaico y la tensión de red momentánea en las inductividades de choque, sino solamente la tensión de red momentánea, por lo que se pueden reducir notablemente los ondulos de corriente en la corriente de salida registrados como desventajasos en el estado de la técnica (sistema de temporización simétrico).

10 Finalmente los trazos de rodada libre adicionales, previstos según la invención posibilitan durante la fase de rodada libre un desacoplamiento resistivo completo entre las conexiones de tensión continua y la fuente de tensión continua unida con ellas, preferentemente un generador fotovoltaico, y las conexiones de tensión alterna. Esto tiene como consecuencia de forma ventajosa que se pueden evitar principalmente saltos de tensión de alta frecuencia en las líneas de conexión de generador fotovoltaico, como ocurren en el estado de la técnica (sistema de temporización asimétrico o bien troceado de una fase). Con ello se reduce hasta un nivel inocuo el potencial de peligro descrito al principio, así como la problemática discutida respecto a la compatibilidad electromagnética en el funcionamiento de un inversor u ondulator de este tipo.

20 Otras ventajas relacionadas con el inversor u ondulator configurado según la invención que no se refieren por último a la posibilidad de una realización más económica de la topología necesaria para ello se describen a continuación más en detalle haciendo referencia a ejemplos de realización concretos.

25 **Breve descripción de la invención**

La invención se describe a continuación a modo de ejemplo sin limitación de la idea general de la invención con la ayuda de ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

30 Figura 1 estructura de circuito esquemático de un inversor u ondulator configurado según la invención,

Figura 2 topología de inversor u ondulator según el estado de la técnica,

35 Figura 3 esquemas de circuito equivalente para la clarificación del sistema de temporización simétrico en el inversor u ondulator conocido según la Figura 2,

Figura 4 esquemas de circuito equivalente para la clarificación del sistema de temporización asimétrico en el inversor u ondulator según la Figura 2,

40 Figura 5 esquemas de circuito equivalente para la clarificación del comportamiento de potencial en el caso del inversor u ondulator configurado según la invención,

Figura 6 evolución de tensión en la línea de conexión de un generador fotovoltaico,

45 Figura 7 Representación respecto al comportamiento de temporizador de unidades de conmutador individuales,

Figura 8 Representación del comportamiento de temporizador de unidades de conmutador individuales,

50 Figura 9 estructura de circuito esquemático de un inversor u ondulator configurado según la invención en el funcionamiento en isla, así como

Figura 10 representación respecto al comportamiento de temporizador de unidades de conmutador individuales en el funcionamiento en isla.

55 **Vías para la realización de la invención, posibilidad de aplicación industrial**

Al igual que la estructura de circuito para un inversor u ondulator que más se aproxima al estado de la técnica en referencia a la Figura 2, también el inversor u ondulator configurado según la invención presenta según la Figura 1 una conexión conectada en paralelo entre las conexiones de tensión continua 1, 2 que consiste de depósito intermedio de energía C_1 , preferentemente en forma de un condensador tampón, así como un circuito de puente. El circuito de puente presenta del mismo modo que el circuito de puente representado en la Figura 2 cuatro unidades de conmutador A, B, C, D que tienen conectados en paralelo en cada caso diodos rectificadores DA, DB, DC, DD. La diferencia según la invención con respecto a la topología conocida según la Figura 2 consiste en la previsión de dos trazos de conexión 9, 10 eléctricos adicionales entre las líneas de conexión 7, 8 para la toma de la tensión de puente U_{Br} en los nodos de conexión 5, 6. En los trazos de conexión 9, 10 individuales se encuentra en cada caso un conmutador E, F, así como un diodo rectificador DE, DF que están conectados con una dirección de paso opuesta entre sí. Todos los demás componentes de circuito corresponden a la configuración del circuito conocida, representada en la Figura 2, de manera que no hay que hacer referencia adicional a los componentes individuales.

ES 2 326 966 T3

Naturalmente, también se puede sustituir la combinación de componentes de conmutador E y diodo DE o bien conmutador F y diodo DF en los trazados de conexión 9, 10 individuales por componentes de elementos que tienen el mismo efecto que en los trazados de conexión 9, 10 individuales disponen de las mismas condiciones de paso de corriente que los conmutadores E o bien F en combinación en cada caso con los diodos DE o bien DF. Entre los trazados de conexión se puede insertar para ello también de forma opcional la conexión 11 diagonal, dibujada trazada en rayas, por lo que el comportamiento del circuito no cambia de forma fundamental pero posibilita en la práctica la combinación ventajosa del conmutador E y el diodo DF o bien del conmutador F y el diodo DE en un componente, por ejemplo, un MOS-FET con un diodo parasitario o en forma de un paquete combinado IGBT/diodo.

La forma de funcionamiento del inversor u ondulator configurado según la invención se realiza con el sistema de temporización simétrico descrita al principio de las unidades de conmutador A, B, C, D previstas en el circuito puente, es decir en función de la polaridad de las semiondas de la tensión de red U_{Netz} se cierran y se abren los pares de conmutadores A y D o bien B y C según un patrón de temporizador determinado. El comportamiento en tiempo con el que se Schatten las unidades de conmutador A-D individuales está representado en las Figuras 7 y 10.

La Figura 7 refleja el sistema de temporización en la forma de funcionamiento “alimentación a la red” en la que no existe ninguna necesidad de potencia reactiva, es decir en ningún momento se realiza un flujo hacia atrás de energía desde la red al condensador tampón C_1 o bien a la fuente de tensión continua U_{SG} .

Por otra parte el esquema de sistema de temporización representado en la Figura 10 posibilita un funcionamiento completo denominado de 4 cuadrantes, es decir, el inversor u ondulator sirve como fuente de tensión para la alimentación de energía de una parte receptora, en donde el inversor u ondulator no está conectado en el lado de salida con un potencial de tensión alterna de red determinado. Este caso corresponde al funcionamiento en isla mencionado al principio. La selección de los dos tipos de sistema de temporización se puede realizar según sea el caso de aplicación.

En el diagrama temporal representado en la Figura 7 la representación de diagrama más arriba corresponde al transcurso temporal de la tensión de red U_{Netz} aplicada externamente. Con la ayuda del circuito de comparador apropiado que no se detalla de forma individual se puede obtener una tensión de sincronización U_{synch} rectangular que adopta el valor de tensión positivo T_p constante en los tiempos de la semionda positiva de la tensión de red y adopta por ejemplo 0 V durante la semionda negativa. En función de la tensión de sincronización U_{synch} y con ello finalmente de la tensión de red se activan en la Figura 7 las unidades de conmutador A, D, así como B, C.

Por ejemplo, en el caso de la una semionda positiva las unidades de conmutador A, D se cierran y se abren de forma sincronizada en pulsos de temporizador muy seguidos en el comienzo de una semionda positiva, en la mitad del intervalo desde el punto de vista temporal de la semionda positiva se prolongan los intervalos de tiempo en el estado cerrado hasta que hacia el final de la semionda positiva se cierran solamente poco tiempo del mismo modo que al principio. Con el mismo patrón de temporizador se modulan las unidades de conmutador B, C, en la medida que la semionda de la tensión alterna sea negativa. La forma de una actuación de conmutador de este tipo es una técnica conocida en sí bajo el término modulación de ancho de pulso (PWM). Tal como se mencionó al principio las unidades de conmutador A, B, C, D se cargan de frecuencias de conmutación de hasta varios 100 kHz.

Al contrario del modo de temporizador de alta frecuencia con el se activan las unidades de conmutador A, B, C, D los conmutadores E, F se actúan en los trazos de conexión 9, 10 adicionales de forma sincronizada con la frecuencia de la tensión de red U_{Netz} , es decir habitualmente con 50 Hz. De este modo en el ejemplo representado según la Figura 7 el conmutador E se cierre durante la mayor parte de tiempo de la semionda positiva, mientras que el conmutador F está abierto. Correspondientemente de forma inversa el conmutador F cierra durante la mayor parte de tiempo de la semionda negativa al estar abierto el conmutador E.

Si ahora se observa estos momentos breves en los que, por ejemplo, el conmutador E está cerrado, es decir durante la semionda positiva de la tensión de red y en caso de la posición abierta de los conmutadores A, D, entonces la corriente positiva de bobina conmuta al diodo DE y de este modo no llega hacia atrás hacia el condensador tampón C_1 . Del mismo modo en el caso de la semionda negativa el conmutador F está cerrado y con la posición de conmutador B, C abierta la corriente de bobina conmuta hacia el diodo rectificador DF (véase para ello la Figura 1).

Por lo tanto durante de funcionamiento del inversor u ondulator actuado con un sistema de temporización simétrico resultan las siguientes condiciones de potencial representadas de forma detallada en las figuras 5 y 6.

Las Figuras 5a y 5c representan esquemas de circuitos equivalentes para la topología de inversor u ondulator en los casos de las unidades de conmutador A, D cerradas (véase la Figura 5a), así como B, C (véase para ello la Figura 5c). Generalmente no se muestra ninguna diferencia respecto al caso conocido (véase la Figura 4a, c). Durante las fases de rodada libre, es decir en caso de las unidades de conmutador A, D abiertas se produce el estado representado en la Figura 5b, mientras que el esquema de circuito equivalente para la posición de conmutador abierta respecto a las unidades de conmutador B, C se puede desprender de la Figura 5d. Se muestra que durante las denominadas fases de rodada libre, es decir al estar abiertas las unidades de conmutador A, B, C, D según los esquemas de circuito equivalente en las Figuras 5b y d en el punto de cruce de conexión K está presente la mitad de la tensión de red $U_{\text{Netz}}/2$ debido a la configuración simétrica de bobinas L_1, L_2 . La tensión en el punto de cruce de conexión K por ello siempre se encuentra entre de los dos potenciales prevalentes en las líneas del generador fotovoltaico.

ES 2 326 966 T3

De este modo bajo la condición de componentes ideales durante las fases de rodada libre no existe ninguna conexión resistiva entre el generador fotovoltaico y la red. No obstante, esto lleva hacia una ventaja satisfactoria que los saltos de tensión de alta frecuencia, como ocurren en el caso de inversor u ondulator conocido, descrito al principio con sistema de temporización asimétrico o troceado de una fase se pueden evitar por completo. Además, durante de las fases de rodada libre el potencial de las líneas de conexión del generador fotovoltaico se mantiene a un nivel constante debido a capacidades C_{p+} o bien C_{p-} existente parasitarias. Esta característica lleva a una compatibilidad electromagnética elevada sin ningún potencial de peligro.

Incluso si las bobinas de choque L_1 y L_2 aplicadas no disponen de inductancias exactamente idénticas -una exigencia que hay que cumplir con mucho cuidado en caso de un circuito según el estado de la técnica y sistema de temporización simétrico si uno quiere parar a los saltos de potencial de alta frecuencia- en el caso del circuito según la invención solo se desplazan de forma insignificante entre sí los potenciales centrales durante las dos semiondas y ya no son exactamente $\pm U_{SG}/2$. Con ello en cambio entre una semionda hacia la otra, es decir con 50 Hz, ocurre un pequeño salto de potencial que, sin embargo, se puede controlar fácilmente. De este modo las inductancias de choque pueden presentar tolerancias habituales absolutamente, mientras que la EMV se mejora sustancialmente.

De la Figura 6 se desprende una representación de diagrama que muestra trascurso de tensión que está presente en las líneas del generador fotovoltaico. El potencial de conexión positivo y negativo se comportan de forma simétrica y de forma sincronizada sobre las líneas del generador fotovoltaico, en donde en caso de la presencia de una tensión de red ocurre una amplitud máxima de $U_{SG}/2 + \sqrt{2} \times 230/2$ V con una frecuencia de 50 Hz.

Otro aspecto interesante afecta a la configuración de los diodos rectificadores DA, DB, DC, así como DD para su calidad de diodos en el caso del inversor u ondulator configurado según la invención no existen requerimientos especiales, dado que no se hacen cargo en las fases de rodada libre ninguna función de conmutación digna de mencionar, ya que la conmutación de la corriente de autoinducción durante las fases de rodada libre se realiza a través de los diodos rectificadores DE o bien DF según sea la polaridad de la semionda de la tensión de red. Aunque está reducido su significativo y con ello la reivindicación de calidad a los diodos rectificadores no se puede prescindir de ella totalmente. La razón para ello se basa en la necesidad de una desimanciación lo más completa posible de las inductancias de choque L_1 , L_2 hacia la final de cada uno de las semiondas que en la posición cerrado del conmutador E o bien F no se puede asegurar debido a la baja tensión de red disponible para la degradación de corriente. Por esta razón los conmutadores E o bien F no están cerrados durante la duración completa de la respectiva semionda, sino se abre ya poco antes del final de las respectivas semiondas, como se puede observar por lo demás también en la comparativa del comportamiento temporal de los conmutadores individuales con respecto a la semionda según la Figura 7. La apertura prematura del respectivo conmutador E o bien F (véase para ello los tiempos reducidos de conmutación T_E o bien T_F con respecto a la longitud temporal de las respectivas semiondas en la Figura 7) es necesaria para que la corriente de autoinducción presente en las bobinas de choque L_1 , L_2 se puede reducir rápidamente debido a la suma de tensión de red momentánea y tensión de entrada que está presente en las bobinas después de la apertura del conmutador E o bien F. Para ello sirven los diodos rectificadores DA, DB, DC y DD igual que en el estado de la técnica descrito anteriormente. De este modo conmuta, por ejemplo, la corriente de autoinducción al tener abiertos los conmutadores A - F durante la semionda positiva a través de los diodos DB y DC hacia un condensador C_1 . Dado que la apertura de los conmutadores E o bien F se realiza en intervalos de tiempo en los que las corrientes de autoinducción están prácticamente atenuados, sin embargo, no ocurren efectos de ondulación de corriente considerables que podrían perjudicar la ventaja de la topología de conmutador según la invención.

El control temporal de las unidades de conmutador E y F se realiza a través de una unidad de control que en el ejemplo de realización más sencillo se puede realizar mediante relés temporizadores discretos. Es desventajoso en la aplicación de relés temporizadores con tiempos de conexión T_E o bien T_F constante es el hecho que no se puede descartar que se abran demasiado temprano o demasiado tarde los conmutadores E, F con respecto al transcurso de la tensión alterna, por lo que ocurren pérdidas de eficacia, así como problemas EMV, tal como se conocen del estado de la técnica.

Una realización preferida del control temporal de los conmutadores E, F se basa en la utilización de la señal de error del regulador de intensidad y de la información de la fase sobre la tensión de red. Un regulador de intensidad de este tipo presente según el estado de la técnica en el control del inversor u ondulator siempre forma una diferencia entre un valor especificado de corriente de forma sinodal y el valor real de corriente. La diferencia denominada señal de error FS de valor especificado de corriente y valor real de corriente es positiva en la semionda positiva, en la medida que la corriente de salida sea menor el valor especificado y es negativa en caso que sea mayor que el valor especificado. Esta señal de error FS presenta una evolución aproximadamente de forma sinodal y controla los tiempos de conexión de las unidades de conmutador A a D mediante un modulador de ancho de pulso (PWM).

En el caso descrito anteriormente de una corriente de autoinducción que atenúa demasiado lento durante la semionda positiva el regulador reacciona con una señal de error negativa y correspondientemente invertido durante una semionda negativa (véase para ello en la Figura 8 la semionda negativa configurada pequeña en la señal de error FS hacia la final de la semionda positiva o bien la formación de una pequeña semionda positiva hacia la final de la semionda negativa). Este comportamiento en la señal de error FS sirve de forma ventajosa para el control de los conmutadores E o bien F de modo que el signo de la señal de error SIGN(FS) está unido de forma lógica con la señal de sincronización U_{synch} a través de una conexión UND. De este modo el conmutador E solamente se cierra cuando está presente la semionda positiva Y una señal de error positiva. Para el control del conmutador F se vincula de forma lógica entre sí las señales negadas U_{synch} , así como SIGN(FS) a través de un circuito UND.

Con la ayuda de un sistema de temporización de tiempo de este tipo que se autorregula de los conmutadores E así como F sus momentos de apertura se pueden fijar óptimamente de forma automática. De este modo se puede conseguir la máxima eficacia al tener las mínimas distorsiones en la corriente y los mínimos problemas EMV en el funcionamiento del inversor u ondulator según la invención.

5 La configuración representada en la Figura 1 principalmente también está apropiada para la aplicación como inversor u ondulator en isla. En este caso la fuente de energía alimentadora puede ser o bien un generador fotovoltaico (por ejemplo, para la alimentación de corriente de emergencia en caso de una potencia del generador fotovoltaico momentánea suficiente) o típicamente un depósito de baterías o una pila de combustible. En el caso de un funcionamiento en isla el inversor u ondulator mismo tiene que proporcionar una tensión de salida sinodal, estable en tensión y en frecuencia, para lo que genera de forma interna un valor especificado de tensión sinodal de, por ejemplo, una tabla o por un cálculo en tiempo real. Además, tiene que permitir también un flujo de energía hacia atrás desde la red en dirección hacia el condensador tampón o la fuente de alimentación (por ejemplo, una batería) (funcionamiento de 4 cuadrantes). Esto es absolutamente necesario en el caso de un funcionamiento en isla con lasten reactivas y correspondiente desfase entre la corriente y la tensión. Para el funcionamiento en isla por lo tanto el circuito de la Figura 1 se amplía según la Figura 9 por un condensador de salida C_2 que se conecta de forma paralela respecto a los bornes de salida del inversor u ondulator a través de un conmutador S en la forma de funcionamiento en isla.

20 Este condensador de salida C_2 actúa de forma conocida como tampón de energía en el circuito de salida y sirve, por ejemplo, para el mantenimiento de la tensión sinodal deseada en el caso de cambios de carga repentinos (por ejemplo, en caso de una carga con control de fase).

Además, es necesaria una modificación del sistema de temporización de los conmutadores según la Figura 10 frente al funcionamiento acoplado a la red. Mientras que en la forma de funcionamiento "alimentación de red" el inversor u ondulator siempre trabaja como un inversor u ondulator reductor y genera una tensión se salida baja modulada de forma sinodal desde la alta tensión del generador fotovoltaico es necesaria en la forma de funcionamiento "funcionamiento en isla" una inversión temporal de la dirección del flujo de energía, en la que el inversor u ondulator trabaja como inversor u ondulator elevador y eleva energía desde un nivel bajo de tensión de salida hacia un nivel más alto de tensión del condensador de entrada C_1 o bien de la batería alimentadora. El comportamiento del inversor u ondulator como inversor u ondulator elevador necesario para ello se consigue a través de un control de los conmutadores según la Figura 10. Al contrario respecto a la Figura 7 en las secciones correspondientes de valor especificado de tensión aquí se sincronizan los conmutadores E o bien F en el montaje de oposición en fase respecto a los conmutador puente A, D o bien B, C. De este modo, por ejemplo, durante de semionda positiva el conmutador E se conecta de forma permanente como se ha descrito anteriormente, no obstante, el conmutador F se activa en oposición respecto a la pareja de conmutadores A, D. Con ello resulta la posibilidad que en el caso de una tensión de salida U_{Netz} positiva en el conmutador F cerrada se genera una corriente de autoinducción I_{netz} negativa que fluye hacia dentro del inversor u ondulator. Si en la próxima sección de temporizador se abre el conmutador F entonces la corriente de autoinducción conmuta inicialmente hacia los diodos DA y DD, de manera que sea posible un flujo de energía dentro del condensador tampón C_1 o bien en el caso de una alimentación del inversor u ondulator desde una batería dentro de esta batería. Si, una vez pasado un pequeño tiempo de demora que es necesario para evitar solapamientos de los tiempos de cierre de los conmutadores, se cierran los conmutadores A y D, entonces la corriente puede fluir hacia atrás alternativamente a través de los dos elementos hacia la fuente. El trazo de rodada libre 9 con el conmutador E y el diodo DE no tiene ninguna función durante este proceso de la realimentación de la energía, sin embargo, en la inversión de la dirección de flujo de energía enseguida se hace cargo de nuevo como descrito arriba su tarea como trazo de rodada libre para corrientes de salida I_{Netz} positivas.

La conmutación entre los dos tipo de funcionamiento se puede realizar sin problemas durante el funcionamiento, de manera que un funcionamiento de 4 cuadrantes también es posible en al funcionamiento paralelo a la red si el inversor u ondulator debe ser aplicado, por ejemplo, para la compensación de corriente reactiva o como filtro de armónicas activo. Además, también es posible una conmutación entre las formas de temporizador descritas en el estado de la técnica y los procedimientos novedosos, por ejemplo, para conseguir una transición suave desde una semionda hacia la otra en la proximidad de pso por cero.

Lista de referencias

55	1, 2	conexiones de tensión continua
	3, 4	conexiones de tensión alterna
60	5, 6	nodos de conexión
	7, 8	líneas de conexión
	9, 10	trazados de conexión
65	11	conexión eléctrica

ES 2 326 966 T3

12		trazado de conexión
	SG	generador fotovoltaico
5	C ₁	condensador tampón (entrada)
	C ₂	condensador tampón (salida)
	A, B, C, D	unidades de conmutador
10	E, F, S	conmutador
	DA, DB, DC, DD, DE, DF	diodos rectificadores
15	L ₁ , L ₂	inductividades de choque
	W	inversor u ondulator
	SG	generador fotovoltaico
20	K	punto de cruce

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 326 966 T3

REIVINDICACIONES

1. Inversor u ondulator con dos conexiones de tensión continua (1, 2) entre las que están provistos en disposición de circuito paralelo un depósito intermedio de energía (C_1) y un circuito puente que presentan al menos dos ramas paralelas que prevén en cada caso dos unidades de conmutador (A, B, así como C, D) conectadas in serie hacia los que está conectado paralelo en cada caso un diodo rectificador (DA, DB, DC, DD), así como con al menos dos conexiones de tensión alterna (3, 4) de las que cada una de forma individual está conectada a través de una línea de conexión (7, 8) en la que está prevista en cada caso una inductividad de choque (L_1, L_2) con un de las ramas paralelas del circuito puente en cada caso entre dos unidades de conmutador (A, B o bien C, D) a través de un nodo de conexión (5, 6), en donde entre las al menos dos líneas de conexión (7, 8) están previstos dos trazados de conexión eléctricos (9, 10) en los que están previstos en cada caso un conmutador (E o bien F), así como un diodo rectificador (DE o bien DF) conectado en serie y que los diodos rectificadores (DE, DF) en los trazados de conexión (9, 10) individuales están conectados en dirección de paso contrario, en donde una unidad de control conecta los conmutadores (E, F) en función de una tensión alterna presente en las conexiones de tensión alterna (3, 4) y de una señal de error que se compone de un valor especificado de corriente de autoinducción y un valor real de corriente de autoinducción, de tal manera que aquel conmutador (E, F) dentro del respectivo trazado de conexión (9, 10) se cierra al menos temporalmente durante una semionda de la tensión alterna y cuya diodo rectificador (DE, DF) correspondiente está orientado en la dirección de pase para una dirección de corriente predeterminada por la fuente de tensión alterna a lo largo del respectivo trazado de conexión (9, 10).
2. Inversor u ondulator según la reivindicación 1, en donde los conmutadores (E, F) individuales en los trazados de conexión (9, 10) se pueden conectar de forma sincronizada con las semiondas positivas o bien negativas de la tensión alterna presente en las conexiones de tensión alterna (3, 4).
3. Inversor u ondulator según la reivindicación 1 o 2, en donde la tensión alterna es una tensión de red U_{Netz} de baja frecuencia con una frecuencia alterna de 50 Hz o de 60 Hz.
4. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de control abre el conmutador (E, F) cerrado en cada caso aún antes que la semionda de la tensión alterna alcanza su paso por el potencial cero, de manera que hasta el comienzo de la siguiente semionda los dos conmutadores (E, F) están abiertos.
5. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la unidad de control presenta relés temporizadores constantes que están adaptados en función de la tensión de red y activan los conmutadores (E, F) con un tiempo de conexión constante.
6. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde entre los dos trazados de conexión (9, 10) está prevista un conexión (11) eléctrica.
7. Inversor u ondulator según la reivindicación 6, en donde la conexión (11) eléctrica está conectada de forma central entre el conmutador (E, F) y el diodo rectificador (DE, DF) conectado in serie de en cada caso un trazado de conexión (9, 10).
8. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las unidades de conmutador (A y D) así como (B y C) están configuradas entre sí en posición cruzada dentro del circuito puente y los diodos rectificadores (DA y DD) así como (DB y DC) asociados a las unidades de conmutador están orientados en cada caso en dirección de bloqueo con respecto una dirección de corriente impresa en las ramas paralelas por una tensión continua que está presente en las conexiones de tensión continua, en donde la unidad de control abre y cierra las unidades de conmutador (A y D) o (B y C) se forma sincronizada según un patrón de temporizador predeterminado en función de la tensión alterna presente en las conexiones de tensión alterna.
9. Inversor u ondulator según la reivindicación 8, en donde la unidad de control abre y cierra las unidades de conmutador (A y D) durante una de las semiondas de la tensión alterna según el patrón de temporizador mientras que las unidades de conmutador (B y C) están abiertas, y en donde la unidad de control en la siguiente semionda abre y cierra las unidades de conmutador (B y C) según el patrón de temporizador mientras que las unidades de conmutador (A y D) están abiertas.
10. Inversor u ondulator según la reivindicación 8 o 9, en donde las unidades de conmutador (A, B, C, D) se pueden operar con frecuencias de conexión en el rango de kHz.
11. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde el patrón de temporizador corresponde a una modulación de ancho de pulso.
12. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el depósito intermedio de energía está configurado como condensador (C_1).
13. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde los trazados de conexión (9, 10) eléctricos están previstos en cada caso entre las inductividades de choque (L_1, L_2) y los nodos de conexión (5, 6) entre las al menos dos líneas de conexión (7, 8).

ES 2 326 966 T3

14. Inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde entre los trazados de conexión (7, 8) y las conexiones de tensión alterna (3, 4) está previsto otro trazado de conexión (12) entre las líneas de conexión (7, 8) a lo largo del cual está conectado en serie un conmutador S y otro condensador tampón C_2 .

5 15. Aplicación del inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 como inversor u ondulator de red.

10 16. Aplicación según la reivindicación 15, en donde en las conexiones de tensión continua (1, 2) está conectada una unidad fotovoltaica o una unidad de pila de combustible para la generación de tensión continua y en las conexiones de tensión alterna (3, 4) está conectada una tensión de red con tensión alterna de 50 Hz o 60 Hz.

17. Aplicación del inversor u ondulator según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16 como inversor u ondulator en funcionamiento en isla.

15 18. Aplicación según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 17, en donde el inversor u ondulator de red opera sin transformador.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

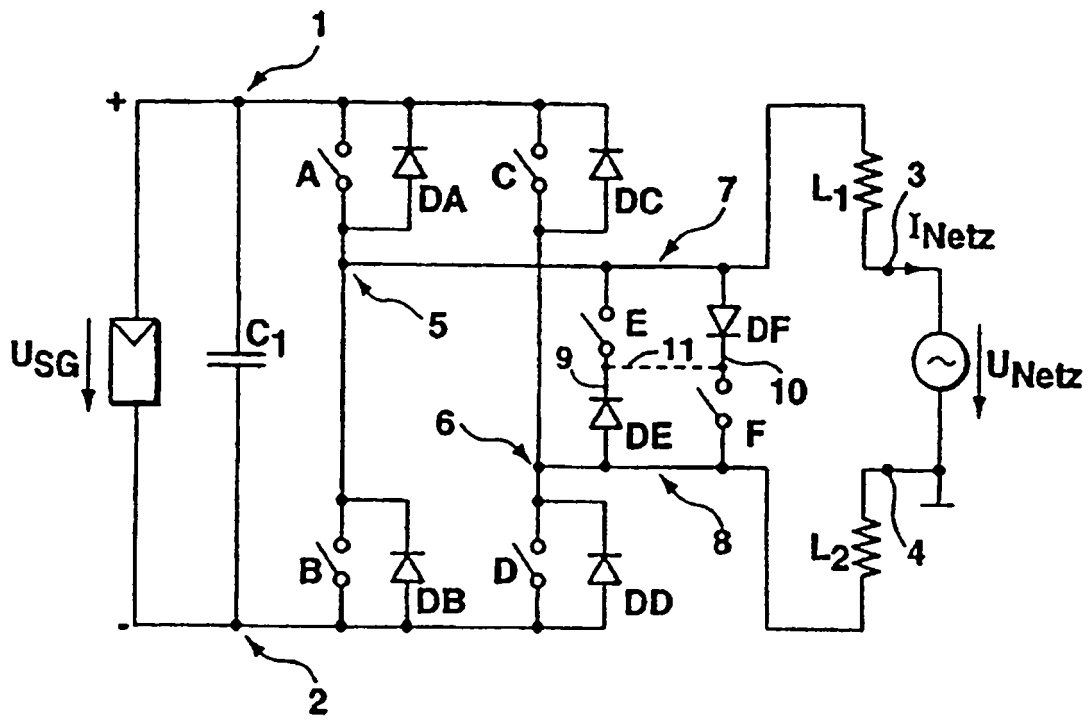


Fig. 1

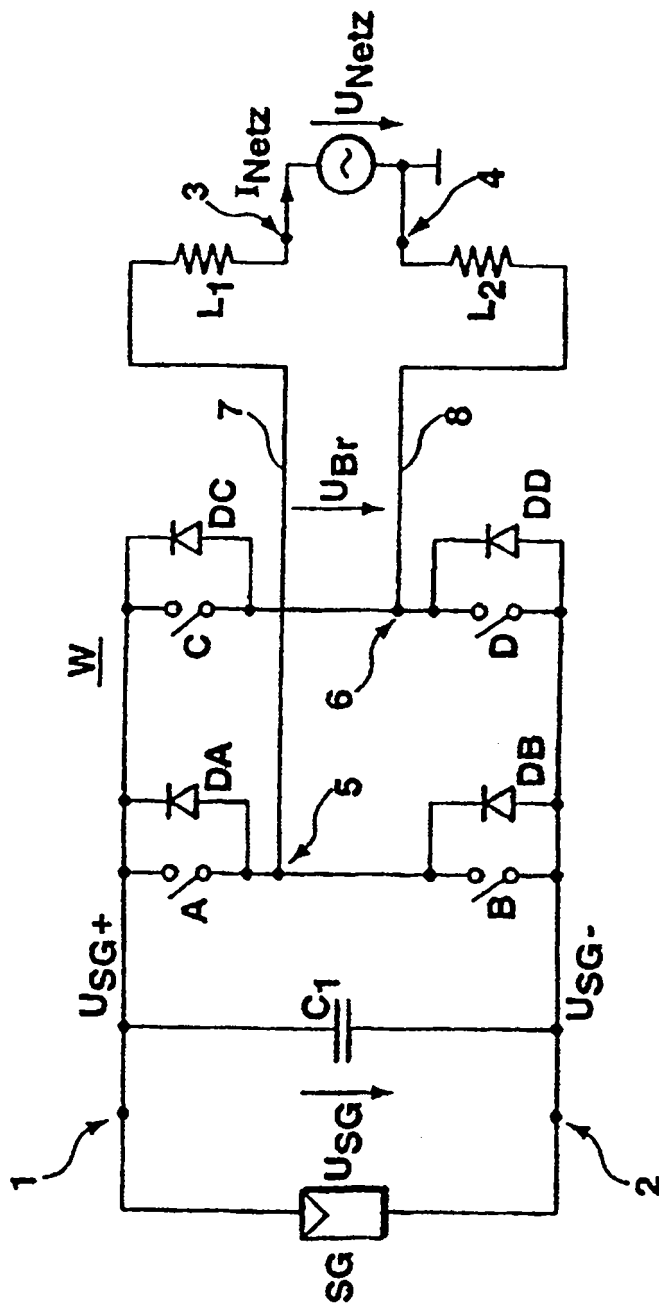


Fig. 2

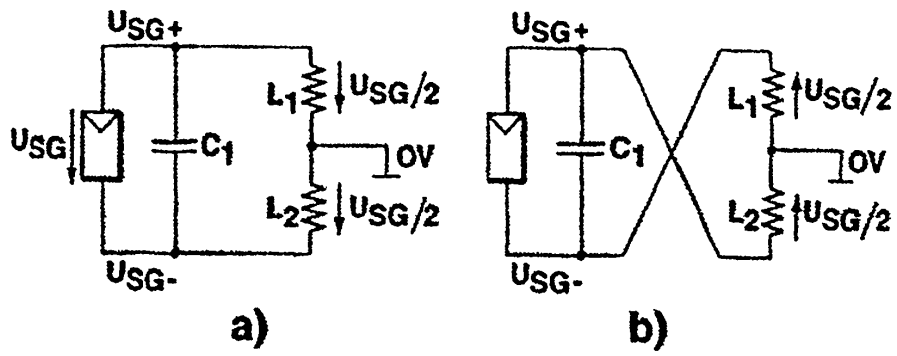


Fig. 3

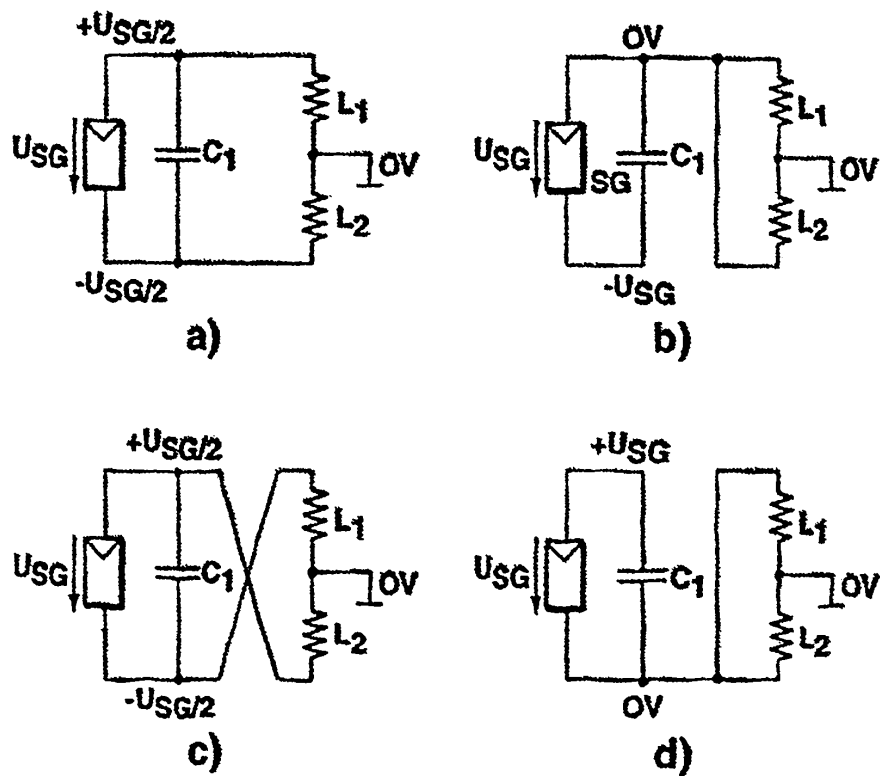


Fig. 4

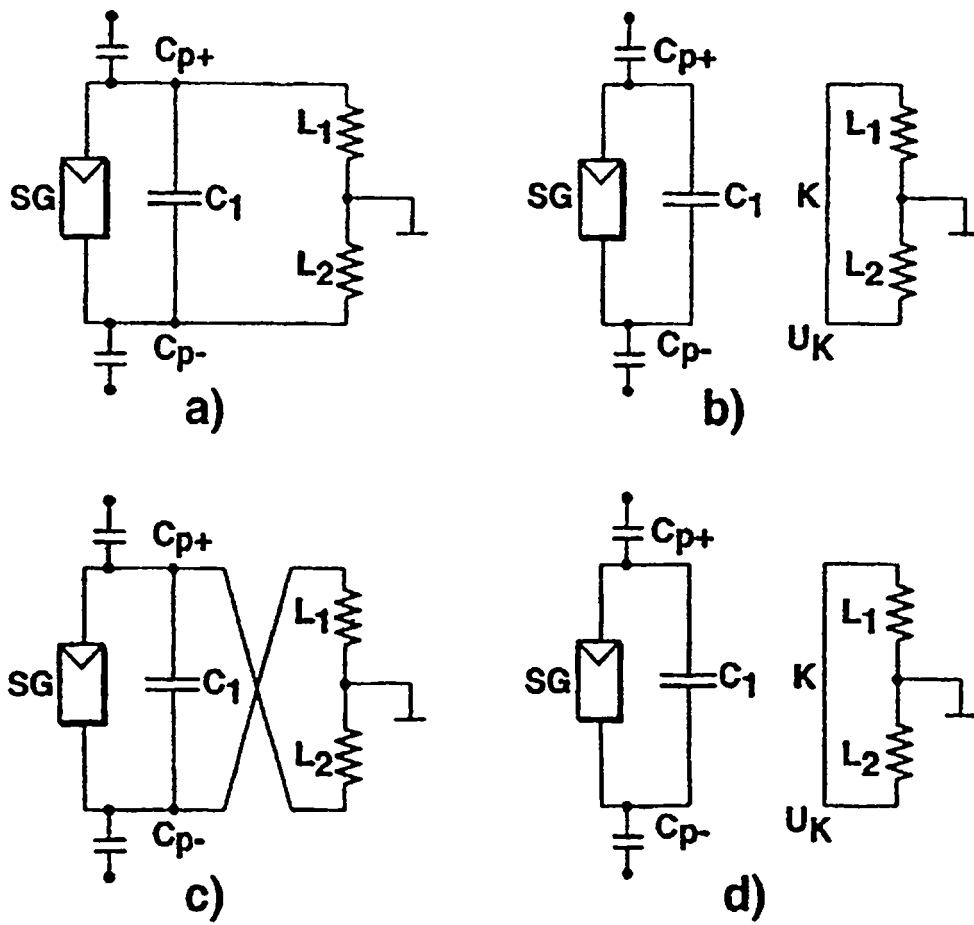


Fig. 5

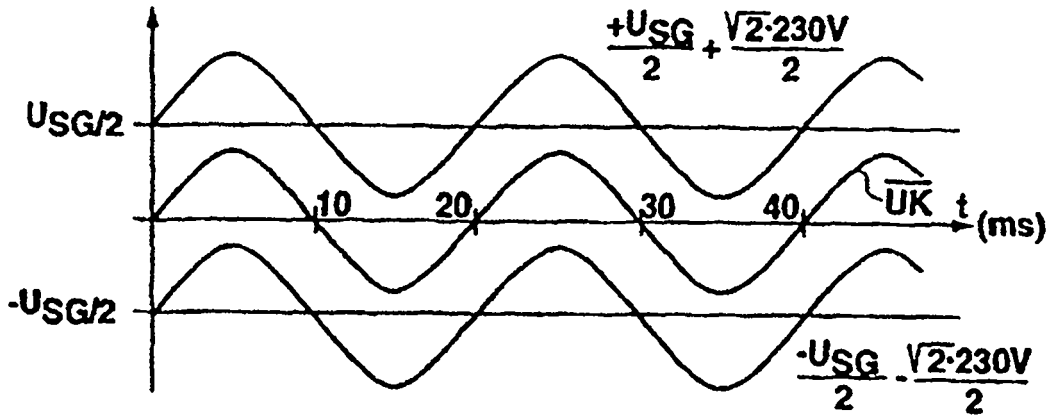


Fig. 6

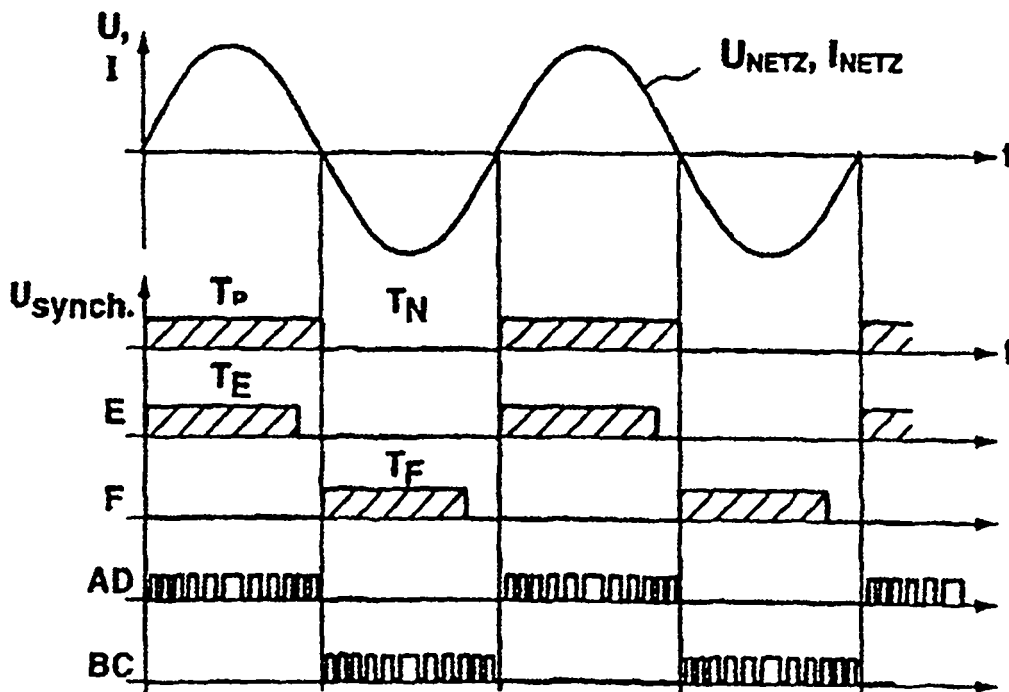
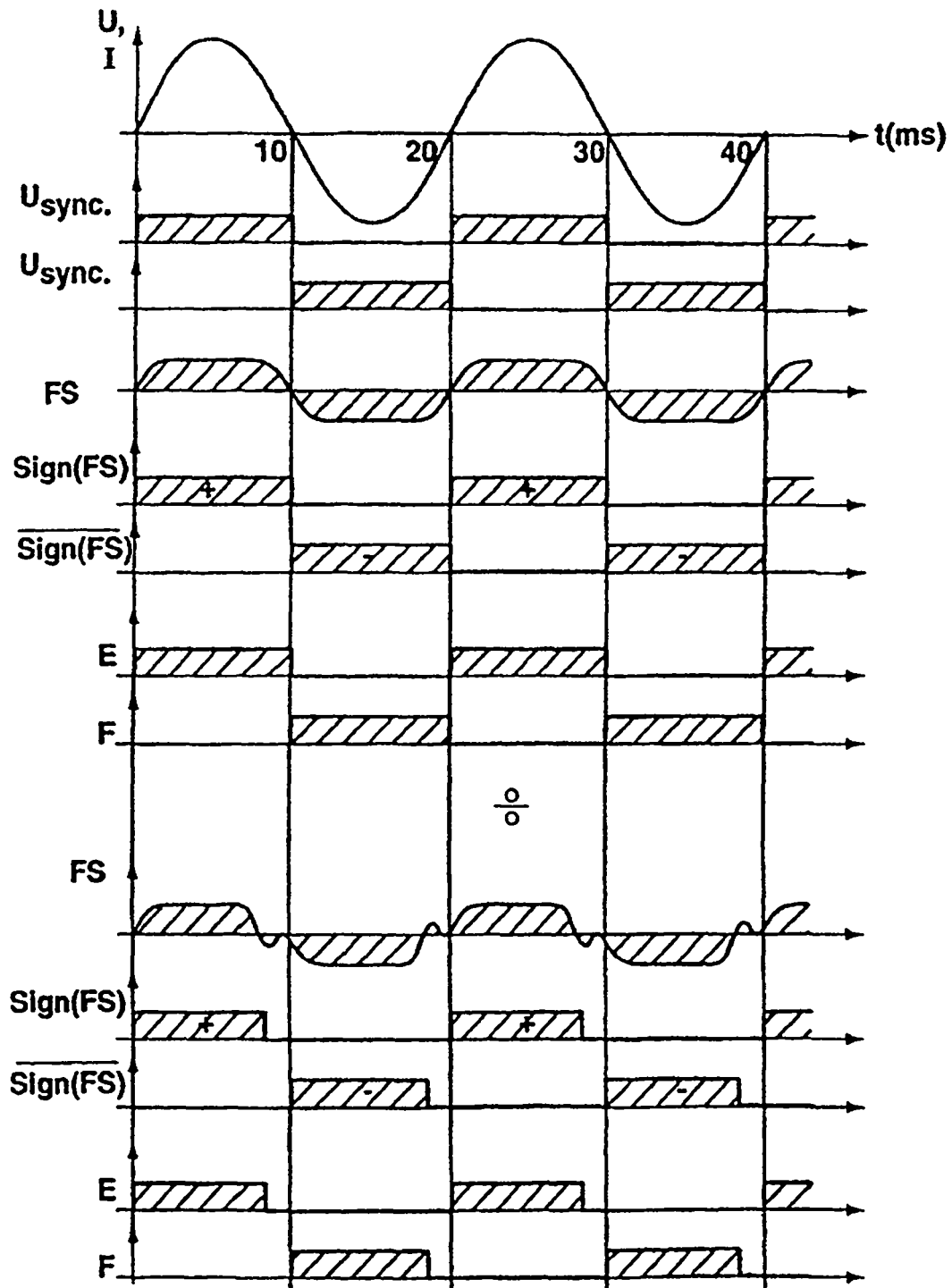


Fig. 7



$E = U_{\text{sync.}} \text{ UND } \text{sign}(\text{FS})$

$F = \overline{U_{\text{sync.}}} \text{ UND } \overline{\text{sign}(\text{FS})}$

Fig. 8

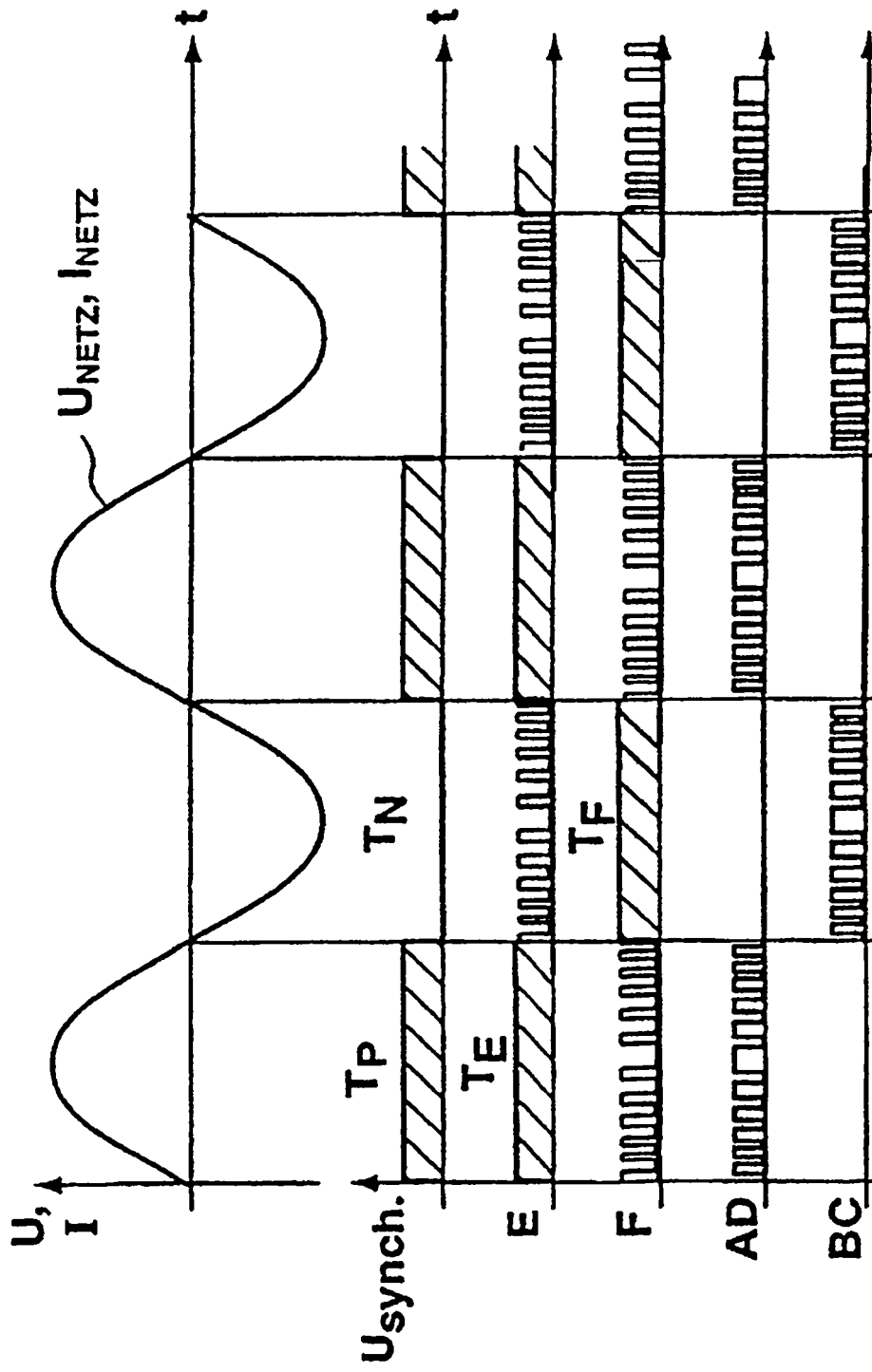


Fig. 10