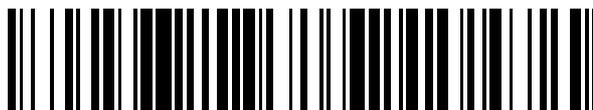


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 403**

51 Int. Cl.:  
**H02M 7/48** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05770282 .1**  
96 Fecha de presentación: **18.05.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1754305**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.02.2007**

54 Título: **MÉTODO PARA LA OPERACIÓN DE UN INVERSOR CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y UN SISTEMA PARA LA EJECUCIÓN DEL MÉTODO.**

30 Prioridad:  
**08.06.2004 AT 9942004**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.12.2011**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
WITTELSBACHERPLATZ 2  
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:  
**HALLAK, Jalal**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

**ES 2 370 403 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método para la operación de un inversor controlado electrónicamente y un sistema para la ejecución del método.

5 La presente invención hace referencia a un método para la operación de un inversor controlado electrónicamente, en donde como inversor se proporciona un inversor monofásico con dos conexiones de tensión continua, dos conexiones de tensión alterna y una pluralidad de conmutadores semiconductores controlados mediante microcontroladores, y un sistema para la ejecución del método.

10 Los inversores controlados electrónicamente se conocen, por ejemplo, de US-2.:C.M. Penalver, entre otros del "control del microprocesador de convertidores estáticos CC/CA", de la revista IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. IE-32, nro.3, agosto 1985, pág.186 -191. Dichos convertidores se emplean, por ejemplo, en instalaciones de energía solar, con el fin de convertir la corriente continua generada mediante las celdas solares, de manera tal que se pueda entregar a la red pública en forma de corriente alterna. De esta manera, se garantiza un aprovechamiento prácticamente ilimitado de la energía solar producida.

15 La pluralidad de opciones de aplicación para el inversor ha conducido, entre otros, a la modificación de los tipos básicos de convertidores elevadores, convertidores reductores-elevadores, y convertidores reductores para casos especiales de aplicación. Por ejemplo, se menciona en este caso una revelación en la revista EDN del 17 de octubre 2002 "salidas auxiliares de corriente eléctrica para convertidores esclavos", Sanjaya Maniktala, en la que se describen una pluralidad de opciones de combinación de tipos básicos de inversores.

20 Los denominados convertidores CUK se describen, por ejemplo, en el documento "las cuatro topologías de elevador-reductor", 2003, XP002354362 (URL:<http://www.boostbuck.com/TheFourTopologies.html>) como convertidores inversores elevadores y reductores, que presentan un conmutador menos en comparación con una conexión en serie de un convertidor elevador y un convertidor reductor.

25 Otras opciones de combinación de diferentes circuitos básicos, se mencionan en el documento KIKUCHI J et al: "rectificadores elevadores-reductores MID trifásicos con capacidad de regeneración de corriente", documento del congreso IEEE industrie application conference, 36º encuentro anual, Chicago, IL, sept. 30 - oct. 4, 2001; páginas 308-315, XP010561721; ISBN 0-7803-7114-3.

El objeto de la presente invención consiste en perfeccionar el inversor conocido del estado del arte. En particular, se indica un método para la operación de un inversor conformado de manera simple, que conduce a un rendimiento elevado.

30 Conforme a la presente invención, el objeto se resuelve con un método de la clase mencionada en la introducción, en el cual el inversor se activa durante la semionda positiva de la tensión alterna de salida, de manera tal que dicho inversor opere como una cascada de convertidores elevadores/reductores, y en el cual el inversor se activa durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida, de manera tal que dicho inversor opere como un convertidor CUK, en donde el inversor comprende una primera bobina de choque cuyo primer lado se encuentra conectado con el polo positivo de una fuente de tensión continua, y cuyo segundo lado se encuentra conectado a través de un primer conmutador semiconductor con el polo negativo de la fuente de tensión continua, porque el segundo lado de la primera bobina de choque se encuentra conectado a través de la conexión en serie de un segundo conmutador semiconductor y de un tercer conmutador semiconductor con la primera conexión de una segunda bobina de choque, cuya segunda conexión se encuentra conectada en una primera conexión de una salida de tensión alterna, porque la unión del segundo y del tercer conmutador semiconductor se encuentra conectada a través de un primer condensador y un quinto conmutador semiconductor con la segunda conexión de la salida de tensión alterna, porque el polo negativo de la fuente de tensión continua se conecta con la segunda conexión de la salida de tensión alterna, y en donde la unión del primer condensador y del quinto conmutador semiconductor se conecta a través de un cuarto conmutador semiconductor con la primera conexión de la segunda bobina de choque.

45 Además, se prevé que durante la semionda positiva de la tensión alterna de salida, mediante microcontroladores se pulsen el primer, segundo, tercer y cuarto conmutador semiconductor, y el quinto conmutador semiconductor se conecte de manera permanente, y que además el primer y el segundo conmutador semiconductor, así como el tercer y el cuarto conmutador semiconductor se conecten respectivamente en contrafase, y que durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida se conecten pulsados en contrafase el primer y el quinto conmutador semiconductor, y que en dicho periodo de tiempo el segundo y el cuarto conmutador semiconductor se conecten de manera permanente, y el tercer conmutador semiconductor se desconecte de manera permanente.

50 La combinación conforme a la presente invención de las funciones de convertidor elevador-reductor y de convertidor CUK, conduce a un inversor particularmente con pocas pérdidas, que de esta manera también presenta un rendimiento elevado y, por lo tanto, resulta particularmente adecuado para su utilización en instalaciones de energía solar.

Resulta ventajoso cuando en el caso de un inversor, para la ejecución del método conforme a la presente invención se proporciona un microcontrolador programado para controlar de manera correspondiente los conmutadores semiconductores.

La presente invención se explica en detalle mediante las figuras. A modo de ejemplo, muestran:

5 Fig. 1 el esquema de conexiones de un inversor a modo de ejemplo,

Fig. 2 el esquema de conexiones de un inversor a modo de ejemplo, cuando se emplean MOSFET,

Fig. 3, 4, 5 y 6 el flujo de la corriente y los estados de conmutación en un inversor a modo de ejemplo, durante la semionda positiva de la tensión alterna de salida,

10 Fig. 7 y 8 el flujo de la corriente y los estados de conmutación en un inversor a modo de ejemplo, durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida, así como

Fig. 9 y 10 la evolución cronológica de las señales de activación a modo de ejemplo para los conmutadores semiconductores.

15 El inversor representado en las figuras comprende una primera bobina de choque L1 cuyo primer lado se encuentra conectado con el polo positivo de una fuente de tensión continua  $U_{IN}$ , y cuyo segundo lado se encuentra conectado a través de un primer conmutador semiconductor S1 con el polo negativo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ .

20 El segundo lado de la primera bobina de choque L1 se encuentra conectado a través de la conexión en serie de un segundo y de un tercer conmutador semiconductor S2, S3 con la primera conexión de una segunda bobina de choque L2, cuya segunda conexión se encuentra conectada a una primera conexión de una salida de tensión alterna  $U_{OUT}$ . La unión del segundo y del tercer conmutador semiconductor S2, S3 se encuentra conectada a través de un primer condensador  $C_C$  y un quinto conmutador semiconductor (S5) con la segunda conexión de la salida de tensión alterna ( $U_{red}$ ). Además, se proporciona una unión entre el polo negativo de la fuente de tensión continua y la segunda conexión de la salida de tensión alterna, y el punto en común del primer condensador ( $C_C$ ) y el quinto conmutador semiconductor (S5) se encuentra conectado a través de un cuarto conmutador semiconductor (S4), con la primera conexión de la segunda bobina de choque (L2).

25 Cuando se utilizan MOSFET de canal n con capa de barrera como conmutadores semiconductores S1, S2, S3, S4, S5, se considera el sentido de montaje que se indica en la fig. 2 mediante los símbolos de diodos representados mediante la línea discontinua.

30 En dicho acondicionamiento de la presente invención, resulta conveniente el empleo de un diodo D1, cuya función, sin embargo, también se pueda realizar mediante una activación correspondiente de los conmutadores semiconductores.

La activación de los conmutadores semiconductores se realiza mediante microcontroladores (no representados).

35 Además, conforme a la presente invención, durante la semionda positiva de la tensión alterna de salida se pulsan el primer, segundo, tercer y cuarto conmutador semiconductor S1, S2, S3, S4, y el quinto conmutador semiconductor S5 se conecta de manera permanente, en donde el primer y el segundo conmutador semiconductor S1, S2, así como el tercer y el cuarto conmutador semiconductor S3, S4 se conectan respectivamente en contrafase. Durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida se conectan pulsados en contrafase el primer y el quinto conmutador semiconductor S1, S5, y el segundo y el cuarto conmutador semiconductor S2, S4 se conectan de manera permanente. En dicho periodo de tiempo, el tercer conmutador semiconductor S3 se desconecta de manera permanente.

40 La fig. 3 muestra el estado en el que durante una semionda positiva de la tensión de salida, el inversor recibe energía eléctrica de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ . Además, el primer conmutador semiconductor S1 se encuentra cerrado y, de esta manera, se proporciona un circuito de corriente entre el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  a través de la primera bobina de choque L1 y el primer conmutador semiconductor S1.

45 En dicho estado, la primera bobina de choque L1 almacena energía que se entrega después de la apertura del primer conmutador semiconductor S1, como se representa en la fig. 4, en el caso del segundo y del tercer conmutador semiconductor S2, S3 que ahora se encuentran cerrados, a través de la segunda bobina de choque L2 hacia la salida de tensión alterna  $U_{OUT}$ .

5 El circuito eléctrico que se genera de esta manera, se extiende desde el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ , a través de la primera bobina de choque L1, del segundo y del tercer conmutador semiconductor S2, S3, a través de la segunda bobina de choque L2 hacia la salida de tensión alterna  $U_{OUT}$ , y a través de la red de tensión alterna hacia el polo negativo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ . Además, la segunda bobina de choque L2 almacena energía. Simultáneamente, debido al quinto conmutador semiconductor S5 también cerrado, se carga el primer condensador  $C_C$ .

En el siguiente proceso de conmutación, como se representa en la fig. 5, se abre el tercer conmutador semiconductor S3, y se cierra el cuarto conmutador semiconductor S4.

10 Se conforma un circuito eléctrico mediante la segunda bobina de choque L2, la red de tensión alterna  $U_{OUT}$  y el quinto y el cuarto conmutador semiconductor S5, S4, en donde la segunda bobina de choque entrega la energía almacenada a la red de tensión alterna  $U_{OUT}$ .

15 Simultáneamente, se extiende otro circuito eléctrico desde el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  a través de la primera bobina de choque L1, del segundo conmutador semiconductor S2, a través del primer condensador  $C_C$ , y del quinto conmutador semiconductor S5, hasta el polo negativo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ .

Con el estado de conmutación representado en la fig. 6, se concluye un ciclo de conmutación durante la semionda positiva.

20 El primer conmutador semiconductor S1 se encuentra cerrado y, de esta manera, se proporciona una circuito de corriente entre el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  a través de la primera bobina de choque L1 y del primer conmutador semiconductor S1. El inversor recibe energía eléctrica desde la fuente de tensión continua  $U_{IN}$ .

Al mismo tiempo, la segunda bobina de choque L2 entrega también energía a la red de tensión alterna  $U_{OUT}$ , dado que el circuito eléctrico correspondiente aún se encuentra cerrado a través del quinto y del cuarto conmutador semiconductor S5, S4, y se interrumpe justo con la apertura del cuarto conmutador semiconductor S4, con lo cual también se alcanza nuevamente el estado de conmutación representado en la fig. 4.

25 Mediante las figuras 7 y 8, se explican los estados de conmutación durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida. Como se observa en las figuras 9 y 10, en dicho periodo de tiempo, el primer y el quinto conmutador semiconductor S1, S5 se conectan pulsados en contrafase, el segundo y el cuarto conmutador semiconductor S2, S4 se conectan de manera permanente, y el tercer conmutador semiconductor (S3) se desconecta de manera permanente. De esta manera, durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida se ejecuta, conforme a la presente invención, la función de un denominado convertidor CUK.

30 La fig. 7 muestra las relaciones cuando el primer, el segundo y el cuarto conmutador semiconductor S1, S2, S4 se encuentran cerrados, y el tercer y el quinto conmutador semiconductor S3, S5 se encuentran abiertos. Se conforma un circuito de corriente entre el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  a través de la primera bobina de choque L1 y del primer conmutador semiconductor S1, y un segundo circuito de corriente a través de la segunda bobina de choque L2, del cuarto conmutador semiconductor S4, del primer condensador  $C_C$ , así como el segundo y el primer conmutador semiconductor S2, S1 y la red de tensión alterna de salida  $U_{OUT}$ .

En el siguiente proceso de conmutación, como se representa en la fig. 8, se abre el primer conmutador semiconductor S1, y se cierra en contrafase el quinto conmutador semiconductor S5.

40 Los circuitos eléctricos que se generan a partir de ello se extienden, por una parte, desde el polo positivo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  a través de la primera bobina de choque L1, del segundo conmutador semiconductor S2, a través del primer condensador  $C_C$  y del quinto conmutador semiconductor S5, hasta el polo negativo de la fuente de tensión continua  $U_{IN}$  y, por otra parte, a través de la segunda bobina de choque L2, del cuarto y del quinto conmutador semiconductor S4, S5, y la red de tensión alterna  $U_{OUT}$ .

45 En las figuras 9 y 10, se representa respectivamente la evolución a modo de ejemplo de las señales de control para los conmutadores semiconductores S1, S2, S3, S4 y S5, en donde ambas figuras representan diferentes variantes de conmutación concebibles durante el periodo de tiempo de la semionda positiva de la tensión alterna de salida.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la operación de un inversor controlado electrónicamente, en donde como inversor se proporciona un inversor monofásico con dos conexiones de tensión continua, dos conexiones de tensión alterna y una pluralidad de conmutadores semiconductores controlados mediante microcontroladores, en donde el inversor comprende una primera bobina de choque (L1) cuyo primer lado se encuentra conectado con el polo positivo de una fuente de tensión continua ( $U_{IN}$ ), y cuyo segundo lado se encuentra conectado a través de un primer conmutador semiconductor (S1) con el polo negativo de la fuente de tensión continua ( $U_{IN}$ ), porque el segundo lado de la primera bobina de choque (L1) se encuentra conectado a través de la conexión en serie de un segundo conmutador semiconductor (S2) y de un tercer conmutador semiconductor (S3) con la primera conexión de una segunda bobina de choque (L2), cuya segunda conexión se encuentra conectada en una primera conexión de una salida de tensión alterna ( $U_{OUT}$ ), porque la unión del segundo y del tercer conmutador semiconductor (S2, S3) se encuentra conectada a través de un primer condensador ( $C_C$ ) y un quinto conmutador semiconductor (S5) con la segunda conexión de la salida de tensión alterna ( $U_{OUT}$ ), porque el polo negativo de la fuente de tensión continua ( $U_{IN}$ ) se conecta con la segunda conexión de la salida de tensión alterna ( $U_{OUT}$ ), y porque la unión del primer condensador ( $C_C$ ) y del quinto conmutador semiconductor (S5) se conecta a través de un cuarto conmutador semiconductor (S4) con la primera conexión de la segunda bobina de choque (L2), y porque durante la semionda positiva de la tensión alterna de salida, mediante microcontroladores se pulsan el primer, segundo, tercer y cuarto conmutador semiconductor (S1, S2, S3, S4), y el quinto conmutador semiconductor (S5) se conecta de manera permanente, y porque además el primer y el segundo conmutador semiconductor (S1, S2), así como el tercer y el cuarto conmutador semiconductor (S3, S4) se conectan respectivamente en contrafase, y porque durante la semionda negativa de la tensión alterna de salida se conectan pulsados en contrafase el primer y el quinto conmutador semiconductor (S1, S5), y porque en dicho periodo de tiempo, el segundo y el cuarto conmutador semiconductor (S2, S4) se conecta de manera permanente, y el tercer conmutador semiconductor (S3) se desconecta de manera permanente.
- 10
- 15
- 20
- 25 2. Inversor que se encuentra configurado para la ejecución del método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporciona un microcontrolador que se encuentra programado para controlar de manera correspondiente los conmutadores semiconductores.

FIG 1

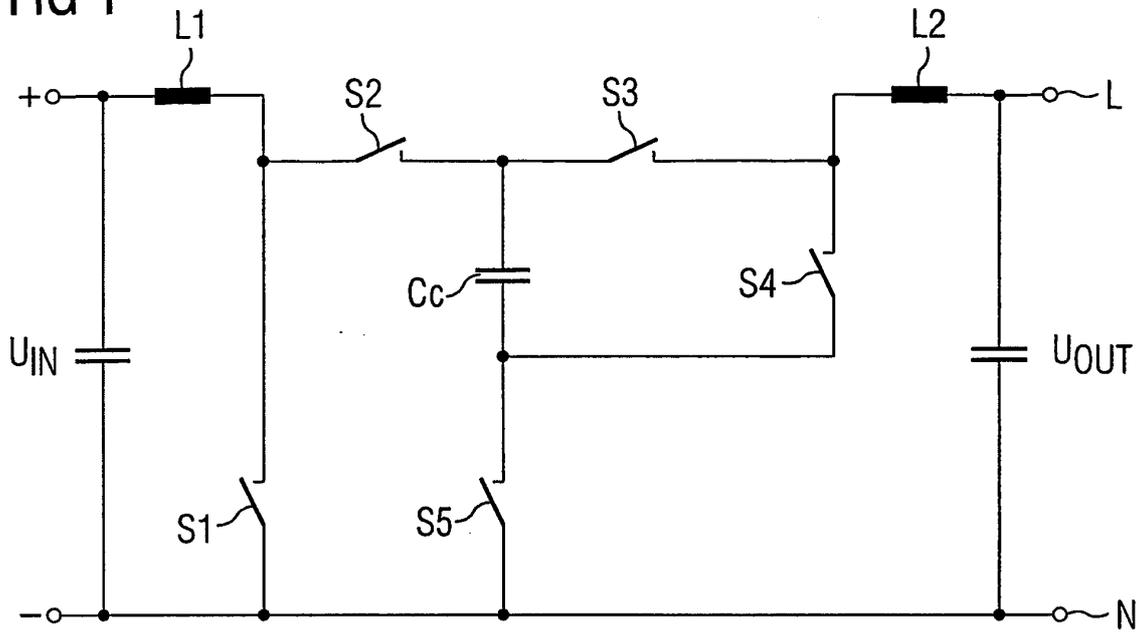


FIG 2

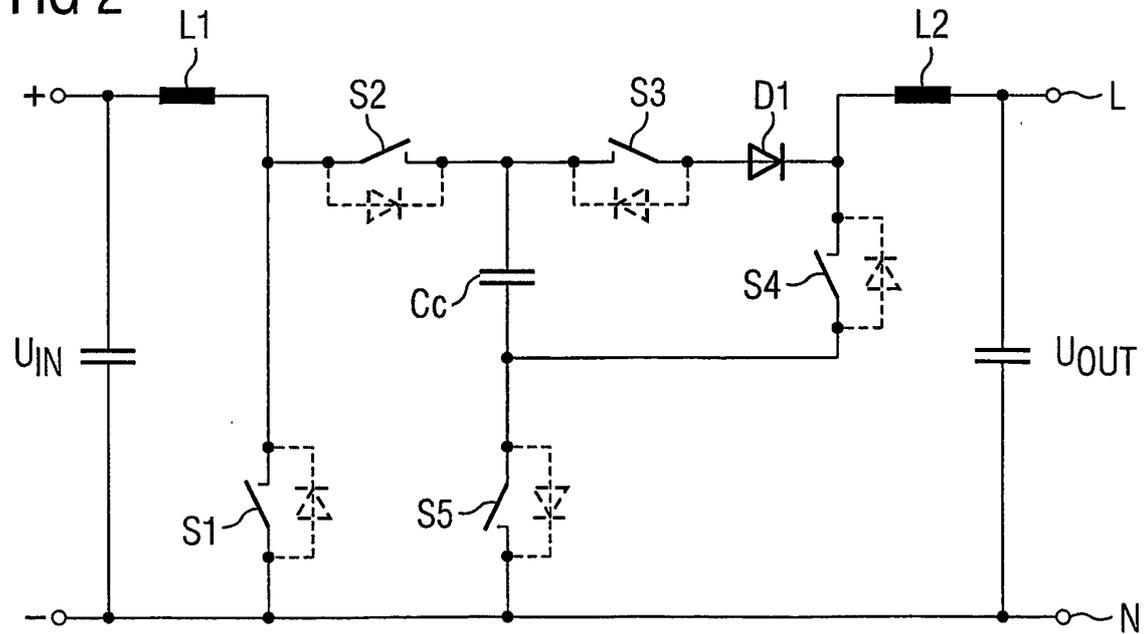


FIG 3

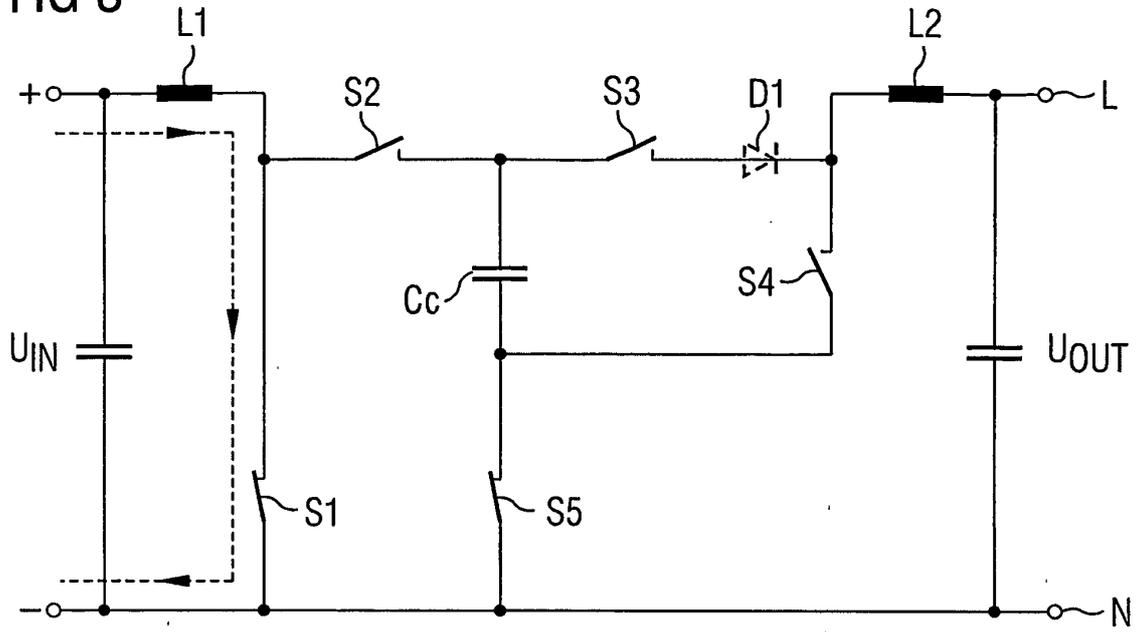


FIG 4

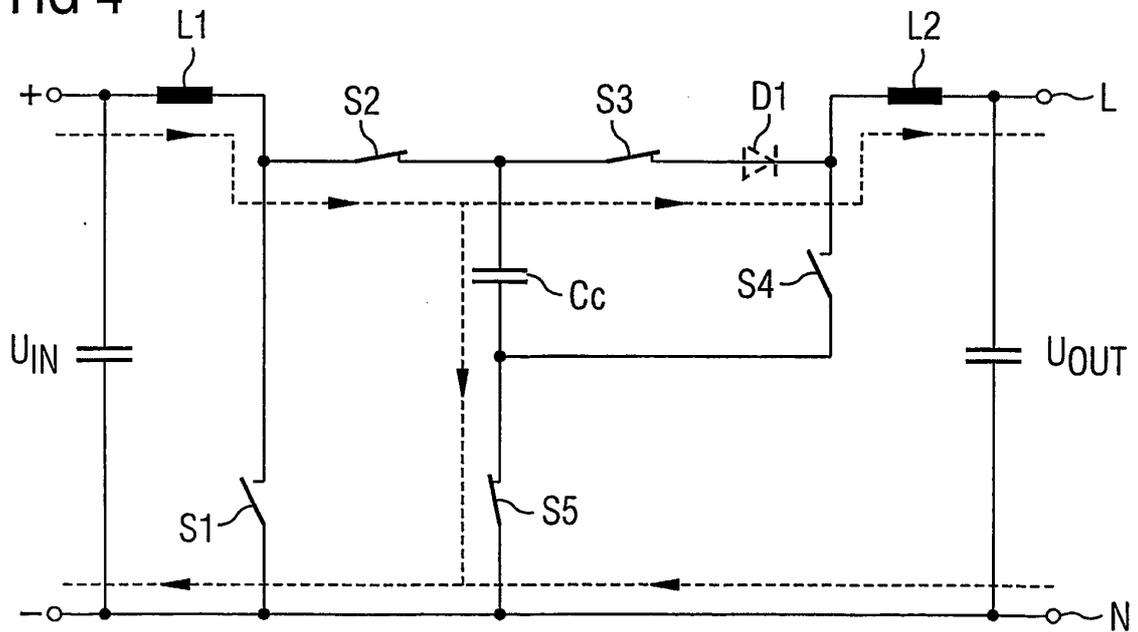


FIG 5

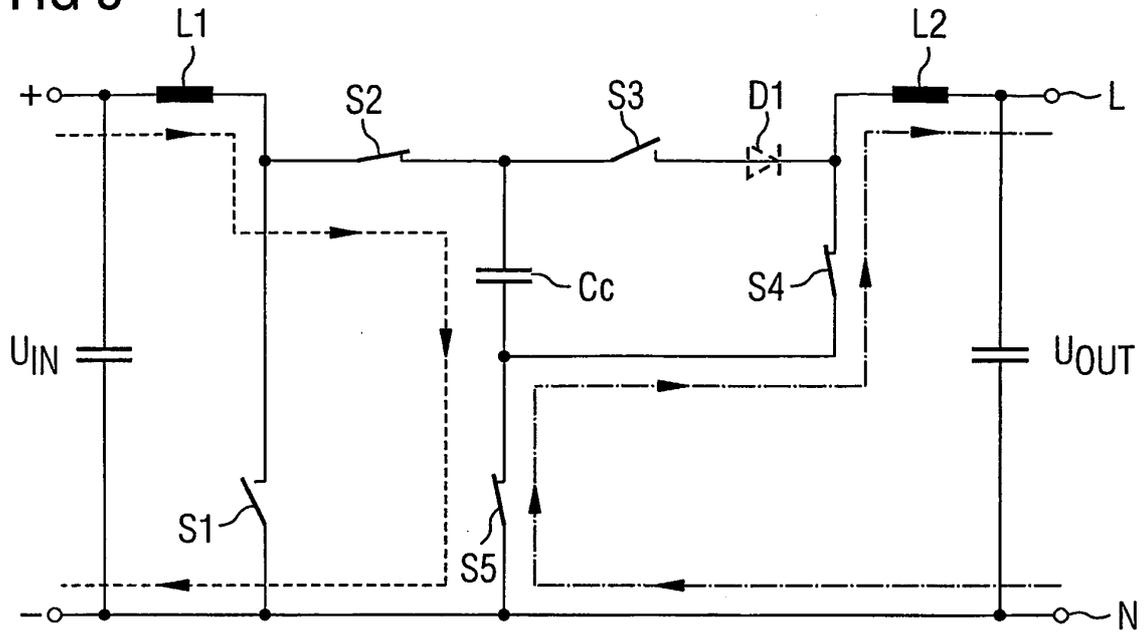


FIG 6

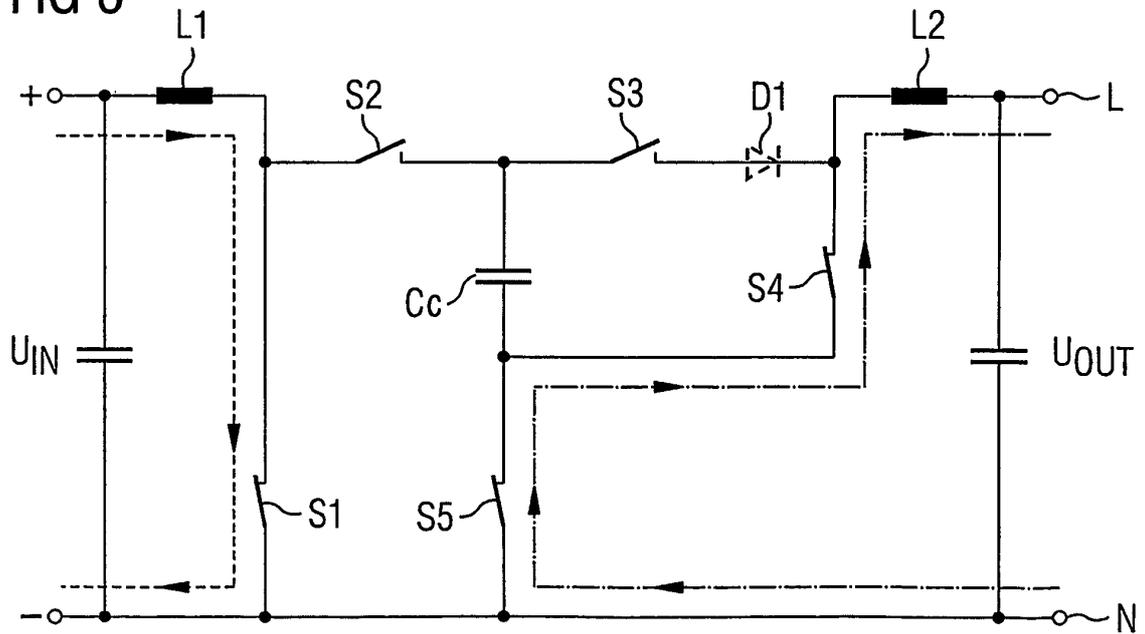


FIG 7

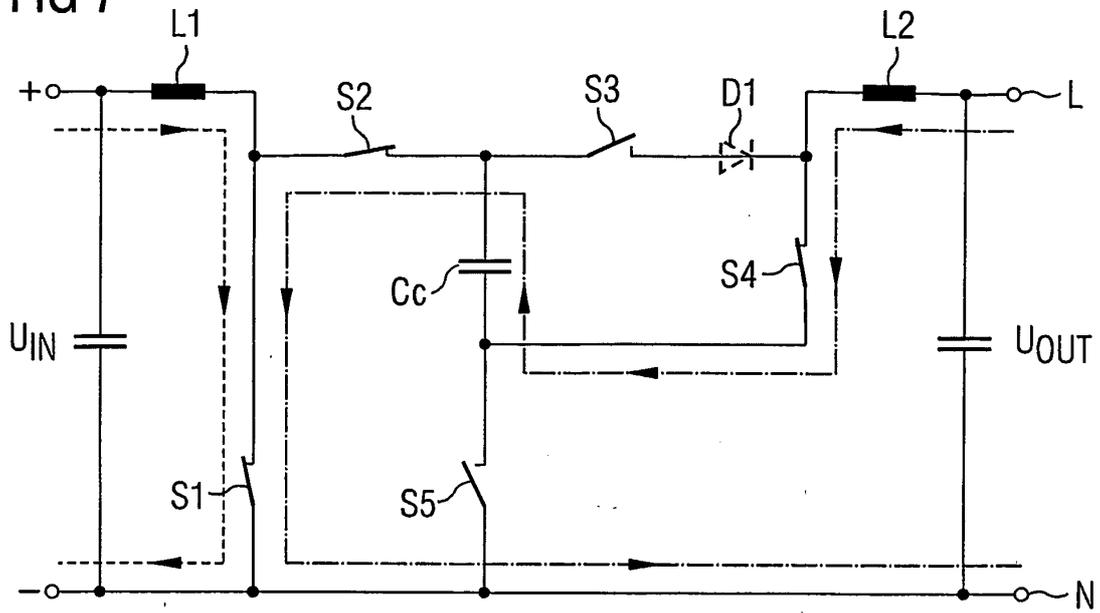


FIG 8

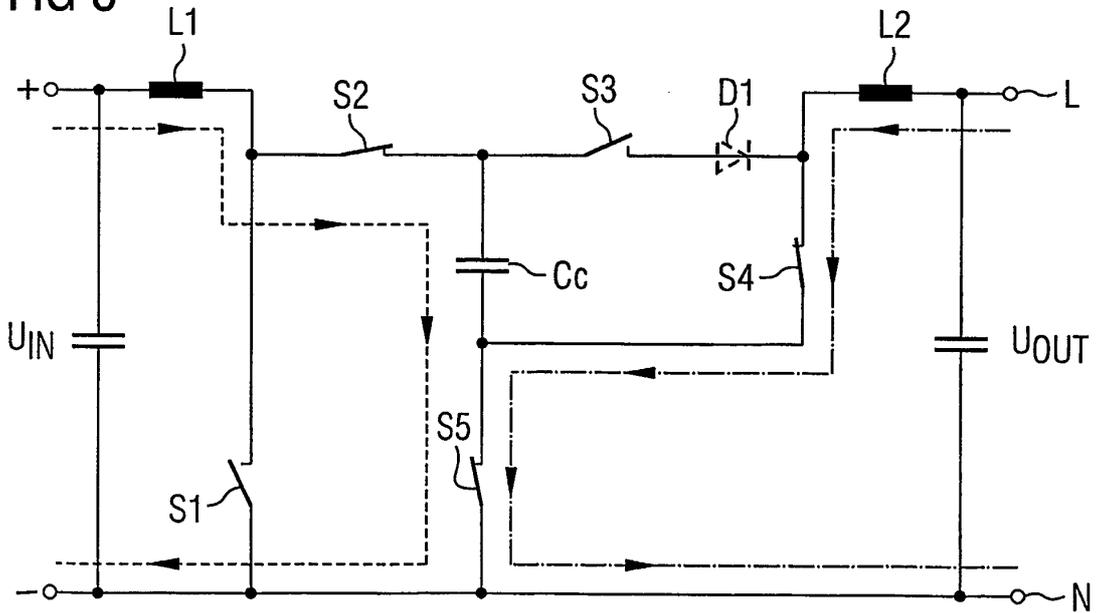


FIG 9

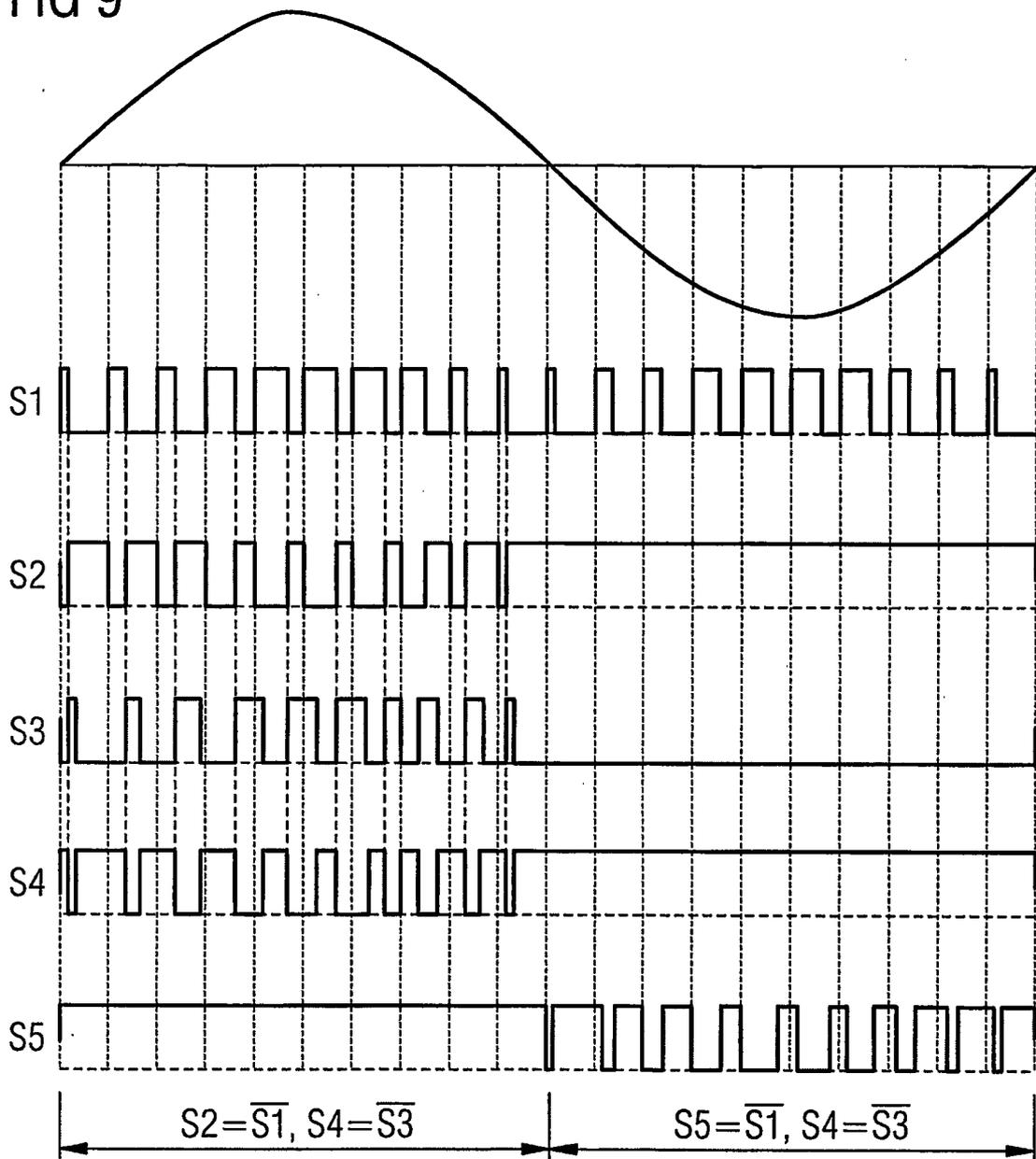


FIG 10

