

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 993**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/08** (2006.01)

**H02M 3/158** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2013 PCT/FR2013/052286**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14053750**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2013 E 13785496 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2904696**

54 Título: **Dispositivo de sincronización de al menos dos convertidores**

30 Prioridad:

**02.10.2012 FR 1259318**

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

**28.01.2020**

73 Titular/es:

**TECHNOBOOST (100.0%)  
75 avenue de la Grande Armée  
75116 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BOUCLY, BERNARD y  
LECRUX, ERIC**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 738 993 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**

Dispositivo de sincronización de al menos dos convertidores

5 La invención presente se refiere en general a un dispositivo de sincronización de al menos dos convertidores y más particularmente a un dispositivo de sincronización de al menos dos convertidores de corriente continua/corriente continua (CC/CC) reductor de voltaje o elevador de voltaje de frecuencia variable para un vehículo.

Los convertidores de multifases interconectados que existen en el sector automovilístico trabajan a una frecuencia fija (por ejemplo, 150 kHz para cada fase). Sin embargo, las emisiones conducidas y radiadas están presentes en un espectro de radiofrecuencia estrecho y se requieren filtros para cumplir con los estándares EMI requeridos para los componentes de un vehículo.

10 Además, los convertidores que trabajan a una frecuencia fija no mantienen una estabilidad de regulación para un ciclo de trabajo superior al 50% y esto limita la potencia de salida de los convertidores.

Además, estos convertidores interconectados de frecuencia fija, por su principio de funcionamiento, requieren tener un ciclo de trabajo mínimo (por ejemplo, del 1%) para mantener una estabilidad del control del voltaje de salida. Por tanto, este principio implica consumir al menos una corriente de carga de algunos amperios, lo que implica un bajo rendimiento.

15

Los convertidores de frecuencia variable apenas están interconectados. El funcionamiento sincronizado de varios convertidores que operan a diferentes frecuencias es difícil de realizar porque requiere sistemas complejos, especialmente cuando la sincronización es necesaria a lo largo de un amplio intervalo de frecuencias. El sincronismo frecuentemente requiere un dispositivo digital para calcular para cada período el momento preciso de sincronización para cada convertidor. En general, el intervalo de funcionamiento de frecuencia es muy limitado.

20

Además, el dispositivo de sincronismo genera en general la parada total de todos los convertidores durante un fallo de éste.

La patente de los E.E. U.U. US7933132 describe un sistema que comprende una pluralidad de convertidores de frecuencia variable, un circuito de sincronización asociado a cada convertidor para sincronizar el funcionamiento de cada convertidor a la misma frecuencia y un dispositivo de control para sincronizar el funcionamiento de los circuitos de sincronización.

25

Un objetivo de la invención presente es encontrar respuesta a los inconvenientes mencionados anteriormente y, en particular, proponer un dispositivo de sincronización que permita interconectar y sincronizar el funcionamiento de al menos dos convertidores de corriente continua/corriente continua reductor de voltaje o elevador de voltaje de frecuencia variable, en todo el intervalo de frecuencias de operación de los convertidores.

30

Para conseguir esto, un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para sincronizar al menos dos convertidores corriente continua/corriente continua caracterizado por que comprende:

medios de recepción para recibir una señal de conmutación generada por cada uno de los convertidores;

medios para detectar un tipo de transición de las señales de conmutación recibidas;

35 medios para generar una señal de sincronización cuando se detecta una transición; y

medios para suministrar la señal de sincronización a uno de los convertidores, dichos medios están configurados para suministrar la señal de sincronización a un convertidor diferente y en un orden sucesivo cada vez que se detecta una transición.

40 Dicho dispositivo de sincronización de este tipo permite sincronizar el funcionamiento de una pluralidad de convertidores de corriente continua/corriente continua de frecuencia variable a lo largo de todo el intervalo de frecuencias de funcionamiento de los convertidores. Los convertidores reductores de voltaje o elevadores de voltaje pueden funcionar con interconectado independientemente de la frecuencia de los convertidores (por ejemplo, dentro del intervalo de 4 kHz a 40 kHz). Además, un fallo en la operación de sincronización no da como resultado la parada forzosa de todos los convertidores. Además, permite reducir el rizado de la corriente en la capacidad de filtrado.

45 Muy ventajosamente, comprende además medios de inicio de sincronización adecuados para suministrar una señal de sincronización a un convertidor predeterminado.

Una realización particularmente interesante consiste en que los medios de inicio de sincronización incluyen medios para recibir un valor de una corriente que fluye a través de una inductancia de un convertidor entre los convertidores y medios para generar una señal de inicio cuando el valor de dicha corriente alcanza un valor predeterminado. Esto permite un buen inicio de la sincronización.

50

Ventajosamente, los medios de inicio de sincronización incluyen medios para recibir un voltaje representativo de una corriente que fluye a través de una inductancia de un convertidor entre los convertidores y medios para generar una señal de inicio cuando el valor de dicha corriente alcanza un valor predeterminado.

5 Ventajosamente, los medios de recepción incluyen un circuito de diferenciación para tratar la señal de conmutación recibida de cada uno de los convertidores.

Muy ventajosamente, los medios de recepción incluyen un circuito de conformación para tratar la señal de conmutación recibida de cada uno de los convertidores.

Muy ventajosamente, los medios para detectar un tipo de transición de las señales de conmutación incluyen un circuito OR.

10 Muy ventajosamente, los medios para generar una señal de sincronización cuando se detecta una transición incluyen un flip-flop D.

En una realización particularmente interesante, los convertidores son convertidores de frecuencia variable.

15 Según un segundo aspecto, la invención presente se refiere a un sistema que comprende un dispositivo de sincronización tal como se ha definido anteriormente, al menos dos convertidores interconectados elevadores o al menos dos convertidores interconectados reductores, y un sumador asociado a cada uno de los convertidores para añadir la señal de sincronización a una señal de regulación suministrada al convertidor.

Según un tercer aspecto, la invención presente se refiere a un vehículo automóvil que comprende un dispositivo de sincronización según se ha definido anteriormente o a un sistema según se ha definido anteriormente.

20 Otras características y ventajas de la invención presente aparecerán más claramente de la lectura de la siguiente descripción detallada de una realización de la invención dada a modo de ejemplo no limitador e ilustrada por los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un sistema que incluye un dispositivo de sincronización y dos convertidores reductores de voltaje según la invención presente;

La Figura 2 ilustra un dispositivo de sincronización según la invención presente;

25 La Figura 3 ilustra una realización ejemplar de un sistema que incluye un dispositivo de sincronización y dos convertidores reductores de voltaje según la invención presente;

La Figura 4 ilustra la evolución sincronizada de la corriente que fluye a través de la inductancia de cada convertidor reductor de voltaje del sistema ilustrado en la Figura 1;

La Figura 5 ilustra la corriente eficaz en un condensador de salida del sistema que se muestra en la Figura 1;

30 La Figura 6 ilustra el efecto de un fallo de la sincronización de los convertidores de corriente continua/corriente continua reductores de voltaje;

La Figura 7 ilustra el efecto del fallo de sincronización de los convertidores durante 2 ms;

La Figura 8 ilustra un sistema que incluye un dispositivo de sincronización y dos convertidores elevadores de voltaje según la invención presente;

35 La Figura 9 ilustra una realización ejemplar de un sistema que incluye un dispositivo de sincronización y dos convertidores elevadores de voltaje según la invención presente;

La Figura 10 ilustra la evolución sincronizada de la corriente que fluye a través de la inductancia de cada convertidor reductor de voltaje para el sistema que se muestra en la Figura 8;

La Figura 11 ilustra la corriente eficaz en un condensador de salida del sistema que se muestra en la Figura 8;

40 La Figura 12 ilustra las señales de histéresis, los valores de salida Q y Qbarra, el valor de inductancia L1, el valor de inductancia L2 y las corrientes en los inductores L1, L2 cuando el valor de la inductancia L1 es igual al valor de la inductancia L2;

Las Figuras 13 y 14 ilustran que una desviación del componente inductivo del + 50% (inductancia de conmutación) no causa la parada del sincronismo; y

45 Las Figuras 15 y 16 ilustran que una desviación del componente inductivo del -50% no causa la detención del sincronismo.

La Figura 1 ilustra un sistema 1 que incluye un dispositivo de sincronización 3 y dos convertidores reductores de voltaje 5A, 5B de frecuencia variable según la invención presente. Cada convertidor 5 está regulado al modo en curso.

5 Cada convertidor 5 comprende una inductancia 7, un diodo 9, un interruptor 11, un generador 13, por ejemplo, un comparador de histéresis, para producir una señal de conmutación para activar el interruptor 11 para generar una corriente que fluye a través de la inductancia 7 y un regulador 15 para suministrar a una entrada no inversora del comparador de histéresis un voltaje de regulación VREG de la corriente que fluye a través de la inductancia 7.

En la realización ilustrada en la Figura 1, solo hay un regulador 15 y los convertidores 5A, 5B comparten el mismo regulador 15.

10 Cada convertidor 5A, 5B incluye medios 17 para suministrar un voltaje  $V_{L1}$  y un voltaje  $V_{L2}$  (una imagen de la corriente  $I_{L1}$  e  $I_{L2}$ ) representativa de la corriente  $I_{L1}$  e  $I_{L2}$  que atraviesan respectivamente la inductancia 7A y la inductancia 7B por una entrada inversora del comparador de histéresis 13A y por una entrada inversora del comparador de histéresis 13B respectivamente. Los medios 17 comprenden una resistencia R para convertir un muestreo de la corriente  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  que pasa a través de la inductancia 7A, 7B en un voltaje  $V_{L1}$ ,  $V_{L2}$ .

El sistema 1 comprende además un condensador de filtro C1.

15 Según se ilustra en la Figura 1, los convertidores 5A, 5B están conectados a un primer acumulador de energía eléctrica ST1 por medio de un terminal de entrada E y a un segundo acumulador de energía eléctrica ST2 por medio de un terminal de salida S. Los acumuladores de energía eléctrica ST1 y ST2 están conectados a una tierra M. El primer acumulador de energía eléctrica ST1 es, por ejemplo, una batería tal como una batería electroquímica y el segundo acumulador de energía eléctrica ST2 es, por ejemplo, un supercondensador o una batería o cargas.

20 Cada interruptor 11A, 11B está conectado eléctricamente por un lado al terminal de entrada E y por el otro lado en serie a la inductancia 7A, 7B que está conectada por el otro lado al terminal de salida S. Cada diodo 9A, 9B está conectado eléctricamente por el lado del cátodo entre el interruptor y la inductancia, y cada diodo 9A, 9B está conectado eléctricamente por el lado del ánodo a tierra M. El comparador de histéresis 13A está conectado eléctricamente al interruptor 11A para transmitir una señal de conmutación que permite cerrar y abrir el interruptor 11A para generar una corriente en la inductancia 7A. El comparador de histéresis 13B está conectado eléctricamente al interruptor 11B para transmitir una señal de conmutación que permite cerrar y abrir el interruptor 11B para generar una corriente en la inductancia 7B.

30 El comparador de histéresis 13A recibe por su entrada inversora el voltaje  $V_{L1}$  representativo de la corriente  $I_{L1}$  que pasa a través de la inductancia 7A y por su entrada no inversora un voltaje de regulación VREG suministrado por el regulador 15. El comparador de histéresis 13B recibe por su entrada inversora el voltaje  $V_{L2}$  representativo de la corriente  $I_{L2}$  que pasa a través de la inductancia 7B y por su entrada no inversora el voltaje de regulación VREG suministrado por el regulador 15.

35 El regulador 15 está adaptado para recibir una señal de realimentación de voltaje de un voltaje de salida  $V_{out}$  del convertidor (realimentación), y una señal de consigna  $V_{consigna}$ . El regulador 15 puede determinar un valor de VREG del voltaje de regulación a partir del valor del voltaje de salida  $V_{out}$  y del valor de la señal de consigna  $V_{consigna}$ . El voltaje de regulación VREG es suministrado simultáneamente al comparador de histéresis 13A y al comparador de histéresis 13B y la corriente que fluye a través de las inductancias 7A, 7B está regulada al valor del voltaje de regulación VREG.

El condensador de filtro C1 está conectado eléctricamente por un lado entre la inductancia 7A del condensador 5A y el terminal de salida S y por el otro lado a la tierra M.

40 El sistema bifásico 1 comprende además un sumador 19A, 19B asociado a cada convertidor 5A, 5B. Cada sumador 19A, 19B puede añadir una señal de sincronización suministrada por el dispositivo de sincronización 3 al valor del voltaje de regulación VREG suministrado por el regulador 15. El sumador 19A es adecuado para proporcionar el resultado a la entrada no inversora del comparador de histéresis 13A y el sumador 19B puede proporcionar el resultado a la entrada no inversora del comparador de histéresis 13B.

45 El dispositivo de sincronización 3 según la invención presente está ilustrado en detalle en la Figura 2.

El dispositivo de sincronización 3 puede recibir la señal de conmutación del comparador de histéresis 13A en un primer terminal de entrada b1 y recibir la señal de conmutación emitida por el comparador de histéresis 13B en un segundo terminal de entrada b2.

50 El dispositivo de sincronización 3 comprende medios de recepción para recibir la señal de conmutación generada por cada uno de los convertidores. Los medios de recepción incluyen un circuito de diferenciación 21A y un circuito de configuración 23A para recibir y tratar la señal de conmutación proporcionada por el comparador de histéresis 13A, y un circuito de diferenciación 21B y un circuito de configuración 23B para recibir y tratar la señal de conmutación proporcionada por el comparador de histéresis 13B.

## ES 2 738 993 T3

- El dispositivo de sincronización 3 comprende además medios para detectar un tipo de transición de las señales de conmutación recibidas. Los medios para detectar un tipo de transición incluyen un circuito OR 25.
- 5 El circuito de diferenciación 21A está conectado por un lado al primer terminal b1 y por el otro lado al circuito de conformación 23A. El circuito de conformación 23A está también conectado a una entrada del circuito OR. El circuito de diferenciación 21B está conectado por un lado al primer terminal b2 y por el otro lado al circuito de conformación 23B. El circuito de conformación 23B está conectado a la otra entrada del circuito OR.
- El dispositivo de sincronización 3 comprende además medios para generar una señal de sincronización cuando una transición es detectada y medios para proporcionar la señal de sincronización a uno de los convertidores 5A, 5B.
- Los medios para generar una señal de sincronización cuando es detectada una transición incluyen un flip-flop D 27.
- 10 La salida del circuito OR está conectada a una entrada de reloj CLK del flip-flop D. Una salida Q del flip-flop D está conectada a una resistencia R2 (por ejemplo, de 200kΩ) y la salida complementada de Q (Qbarra) del flip-flop D está conectada a una resistencia R1 (por ejemplo, de 200 kΩ). La otra entrada D del flip-flop D está conectada a la salida complementada Q (Qbarra) y a la resistencia R1.
- 15 La resistencia R1 está conectada además a un primer terminal de salida S1 y la resistencia R2 está conectada a un segundo terminal de salida S2 del dispositivo 3.
- El flip-flop D es adecuado para generar alternativamente una señal de sincronización en la salida Q y una señal de sincronización en la salida complementada con Q (Qbarra) cada vez que la entrada de reloj CLK recibe una señal activa del circuito OR.
- 20 Los medios para suministrar la señal de sincronización a uno de los convertidores 5A, 5B comprenden el flip-flop D, la resistencia R1 conectada al primer terminal de salida S1 y la resistencia R2 conectada al segundo terminal de salida S2.
- El dispositivo de sincronización 3 recibe como entrada la salida de las señales de conmutación de cada convertidor 5A, 5B. Las señales de conmutación son señales de modulación de ancho de impulso (PWM) y la intensidad de la corriente generada en las inductancias 7A, 7B está determinada por el ciclo de trabajo de estas señales.
- 25 Cada transición de la señal de conmutación a la salida del comparador 13A es tratada por el circuito de diferenciación 21A y el circuito de conformación 23A y es suministrada a la entrada del circuito OR. Cada transición de la señal de conmutación a la salida del comparador 13B es tratada por el circuito de diferenciación 21B y el circuito de conformación 23B y es suministrada a la otra entrada del circuito OR.
- 30 Solo las transiciones positivas son tenidas en cuenta por el circuito OR 25 y son suministradas a la entrada de reloj CLK del flip-flop D. El flip-flop D alterna los estados de salida Q y Qbarra a cada transición positiva en su entrada de reloj CLK recibida del circuito OR. Una señal de sincronización (por ejemplo, una señal de +5V) es producida alternativamente por estas salidas Q y Qbarra. De esta manera, se proporciona una señal de sincronización a un convertidor diferente (por medio de las resistencias R1, R2) y en un orden sucesivo (por ejemplo, 5A, 5B, 5A, 5B...) cada vez que una transición positiva es detectada por el circuito OR (en el caso de que el sistema comprende tres convertidores 5A, 5B y 5C, el orden es, por ejemplo, 5A, 5B, 5C, 5A, 5B, 5C...).
- 35 La señal de temporización es suministrada al sumador 19A o al sumador 19B por medio de la resistencia R1 o R2. El sumador 19A o el 19B añaden el valor del voltaje de regulación VREG a la señal de sincronización (por ejemplo, un voltaje de +290mV). El resultado es suministrado a la entrada no inversora del comparador de histéresis para modificar la amplitud de la histéresis del comparador.
- 40 Un voltaje de 0V es suministrado al otro sumador y el comparador de histéresis conectado al otro sumador recibe solo el valor del voltaje de regulación VREG en su entrada no inversora.
- El suministro alternativo de la señal de sincronización al sumador 19A y al sumador 19B para modificar la amplitud de la histéresis del comparador cuando una transición positiva es detectada por el circuito OR permite sincronizar el funcionamiento de los convertidores 5A y 5B.
- 45 El dispositivo de sincronización 3 comprende además un dispositivo de inicio de sincronización 31 adecuado para suministrar una señal de sincronización a un convertidor predeterminado.
- 50 El dispositivo de inicio de sincronización 31 comprende un comparador 32, un convertidor lineal de corriente/voltaje de ganancia R y un circuito de configuración 33 adecuado para evitar un inicio de sincronización simultánea de los dos convertidores 5A, 5B conectado por un lado a la entrada no inversora del comparador 32 y por otro lado a un terminal de entrada b3 por medio del convertidor lineal corriente/voltaje de ganancia R. El dispositivo 31 comprende además una fuente de voltaje de referencia VREF (por ejemplo, un voltaje igual al 10% del VREG) conectada a la entrada inversora del comparador 32. La salida del comparador 32 está conectada a una entrada de reiniciación CLR del flip-flop D.

El dispositivo 31 asegura el correcto inicio de la sincronización. El terminal de entrada b3 recibe el valor de la corriente  $I_{L1}$  o  $I_{L2}$  (una imagen de la corriente  $I_{L1}$  o  $I_{L2}$ ) que pasan respectivamente por la inductancia 7A o por la inductancia 7B al alimentar un convertidor 5A o 5B o al sistema 1.

5 El comparador 32 compara el valor del voltaje  $V_{L1}$  o  $V_{L2}$  con el valor del voltaje de referencia VREF. En un valor alto de la corriente  $I_{L1}$  o  $I_{L2}$ , el comparador 32 genera un impulso de reinicio y suministra esta señal de inicio al flip-flop D. El flip-flop D puede suministrar una señal de sincronización a un terminal predeterminado, por ejemplo, S1 cuando recibe el pulso de reinicio. De este modo, la salida S1 del dispositivo de sincronización 3 se inicializa a un voltaje positivo (por ejemplo, +290mV) y la salida S2 se inicializa a un voltaje cero.

10 A continuación, según se indicó anteriormente, el dispositivo 3 proporciona una señal de sincronización a la salida S2 cuando el circuito OR detecta una transición positiva (y a continuación a la salida S1, S2, S1, S2...).

La Figura 3 ilustra una realización ejemplar del sistema 1.

15 La Figura 4 ilustra el valor de la corriente  $I_{L1}$  en curso que pasa a través de la inductancia 7A y el valor de la corriente  $I_{L2}$  a través de la inductancia 7B. La Figura 4 muestra que la generación de la corriente  $I_{L1}$  e  $I_{L2}$  está sincronizada y que el sistema 1 proporciona un voltaje de salida estable  $V_{out}$  y carga el acumulador de energía ST2 a un valor solicitado de 12V. La Figura 5 ilustra una corriente eficaz de 3A en un condensador de salida ST2.

20 La Figura 6 ilustra el efecto de un fallo en la sincronización de los convertidores corriente continua/corriente continua reductores de voltaje. No hay una parada total de todos los convertidores durante el fallo y la corriente eficaz en la capacitancia de salida ST2 se duplica (6A). La Figura 7 ilustra un fallo de sincronización durante 2 ms. Los dos convertidores de reducción de voltaje funcionan durante el fallo sin interconexión. Después del fallo, los convertidores se sincronizan después de un retraso (0,6 ms en la Figura 7).

La invención presente se aplica además a un sistema 100 que incluye un dispositivo de sincronización 3 y convertidores corriente continua/corriente continua elevadores de voltaje, según se muestra en la Figura 8. El dispositivo de sincronización es idéntico al dispositivo de sincronización ilustrado en la Figura 2 y descrito anteriormente.

25 El convertidor de corriente continua/corriente continua elevador de voltaje difiere del convertidor reductor de voltaje (tal como se muestra en la Figura 1) en que la inductancia 7A, 7B está eléctricamente conectada por un lado al terminal de entrada E y por otro lado está conectada en serie con el lado del ánodo del diodo 9A, 9B. El lado del cátodo del diodo 9A, 9B está conectado al terminal de salida S. El interruptor 11A, 11B está conectado eléctricamente por un lado entre el diodo 9A, 9B y la inductancia 7A, 7B y por otro lado a la tierra M.

30 La Figura 9 ilustra una realización ejemplar del sistema 100 que incluye el dispositivo de sincronización 3 y los convertidores de corriente continua/corriente continua elevadores de voltaje.

35 La Figura 10 ilustra el valor del  $I_{L1}$  en curso a través de la inductancia 7A y el valor del  $I_{L2}$  en curso a través de la inductancia 7B. La Figura 10 muestra que la generación de corriente  $I_{L1}$  y  $I_{L2}$  está sincronizada y que el sistema 100 proporciona un voltaje de salida estable  $V_{out}$  con el valor requerido de 13V. La Figura 11 ilustra la corriente eficaz en el condensador de salida ST2.

La Figura 12 ilustra las señales de histéresis, los valores de salida de Q y Qbarra, el valor de la inductancia L1, el valor de la inductancia L2 y las corrientes en las inductancias L1, L2 cuando el valor de la inductancia L1 es igual al valor de la inductancia L2.

40 Las Figuras 13 y 14 ilustran las señales de histéresis, los valores de salida Q y Qbarra, el valor de la inductancia L1, el valor de inductancia L2 y las corrientes en las inductancias L1, L2 durante una desviación de la inductancia L1 hacia la inductancia L2 ( $L2 = 150\%L1$ ). Estas Figuras muestran que una desviación del componente inductivo del +50% (inductancia de conmutación) no causa la parada del sincronismo.

45 Las Figuras 15 y 16 ilustran las señales de histéresis, los valores de las salidas Q y Qbarra, el valor de inductancia L1, el valor de inductancia L2 y las corrientes en las inductancias L1, L2 durante una desviación de la inductancia L1 hacia la inductancia L2 ( $L2 = -150\%L1$ ). Estas Figuras muestran que una desviación del componente inductivo del -50% no causa la interrupción del sincronismo.

50 La invención presente proporciona de esta manera un dispositivo de sincronización que permite sincronizar el funcionamiento de una pluralidad de convertidores de corriente continua/corriente continua de frecuencia variable en todo el intervalo de frecuencias de funcionamiento de los convertidores. Los convertidores reductores de voltaje o elevadores de voltaje pueden funcionar interconectados independientemente de la frecuencia de trabajo de los convertidores (por ejemplo, dentro del intervalo de 4 kHz a 40 kHz). Además, un fallo del funcionamiento de la sincronización no da lugar a la parada forzosa de todos los convertidores. Éstos trabajan en tal caso a su propia frecuencia respectiva. Además, una fuerte desviación del componente inductivo (+/- 50%) (inductancia de conmutación) no causa la interrupción del sincronismo. Por tanto, no resulta útil realizar cálculos numéricos para la

sincronización corrigiendo las desviaciones de los componentes de los convertidores. Además, la invención presente permite reducir la corriente de rizado de la capacidad de filtrado.

5 Se ha de entender que se pueden realizar diversas modificaciones y/o mejoras evidentes para los expertos en la materia en las diversas realizaciones de la invención descritas en la descripción presente sin apartarse del alcance de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, cada convertidor puede estar regulado en el modo en curso y en el modo de voltaje. Además, el sistema puede incluir más de dos convertidores y el dispositivo de sincronización puede sincronizar más de dos convertidores.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de sincronización (3) de al menos dos convertidores de frecuencia variable (5A, 5B), corriente continua/corriente continua, comprendiendo el dispositivo de sincronización:
- 5 medios de recepción (21A, 21B, 23A, 23B) para recibir una señal de conmutación generada por cada uno de los convertidores;
- medios (25) para detectar un tipo de transición de las señales de conmutación recibidas incluyendo un circuito OR;
- medios (27) para generar una señal de sincronización cuando es detectada una transición; y
- medios (27, S1, S2) para suministrar la señal de sincronización a uno de los convertidores (5A, 5B), caracterizado por que:
- 10 dichos medios (27, S1, S2) están configurados para proporcionar la señal de sincronización a un convertidor diferente (5A, 5B) y en un orden sucesivo siempre que es detectada una transición positiva.
2. Dispositivo (3) según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además medios de inicio de sincronización (31) adecuados para proporcionar una señal de sincronización a un convertidor predeterminado (5A, 5B).
- 15 3. Dispositivo (3) según la reivindicación precedente, caracterizado por que los medios de inicio de sincronización incluyen medios para recibir un valor de una corriente que fluye a través de una inductancia (7A, 7B) de un convertidor entre los convertidores (5A, 5B) y medios (32, 27) para generar una señal de inicio cuando el valor de dicha corriente alcanza un valor predeterminado.
- 20 4. Dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los medios de recepción incluyen un circuito de diferenciación (21A, 21B) para tratar la señal de conmutación recibida de cada uno de los convertidores (5A, 5B).
5. Dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los medios de recepción incluyen un circuito de conformación (23A, 23B) para tratar la señal de conmutación recibida desde cada uno de los convertidores (5A, 5B).
- 25 6. Dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los medios para generar una señal de sincronización cuando se detecta una transición incluyen un flip-flop D (27).
7. Sistema (1; 100) comprendiendo el dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, al menos dos convertidores interconectados elevadores de voltaje (5A, 5B) o al menos dos convertidores interconectados reductores de voltaje (5A, 5B) y un sumador (19A, 19B) asociado a cada uno de los convertidores (5A, 5B) para añadir la señal de sincronización a una señal de regulación suministrada al convertidor (5A, 5B).
- 30 8. Vehículo automóvil comprendiendo el dispositivo (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, o el sistema según la reivindicación precedente.



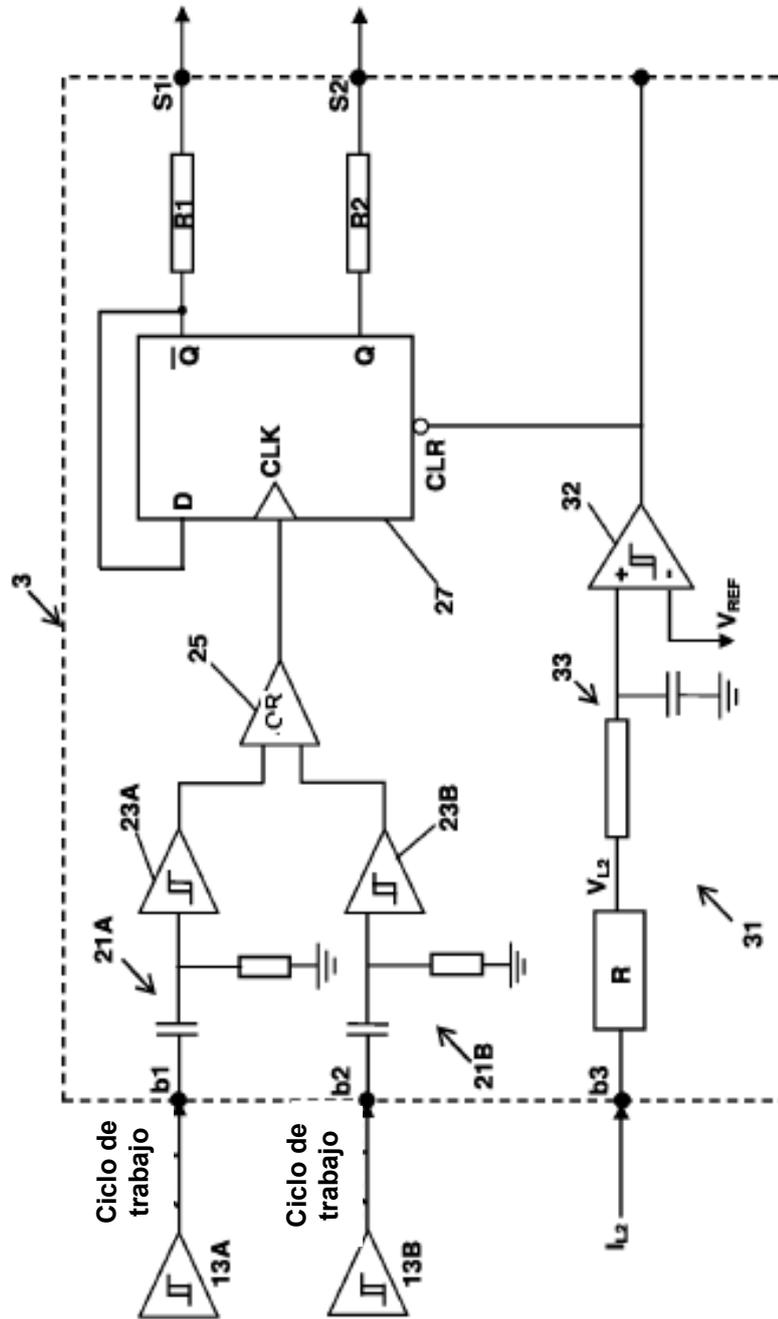


Figura 2

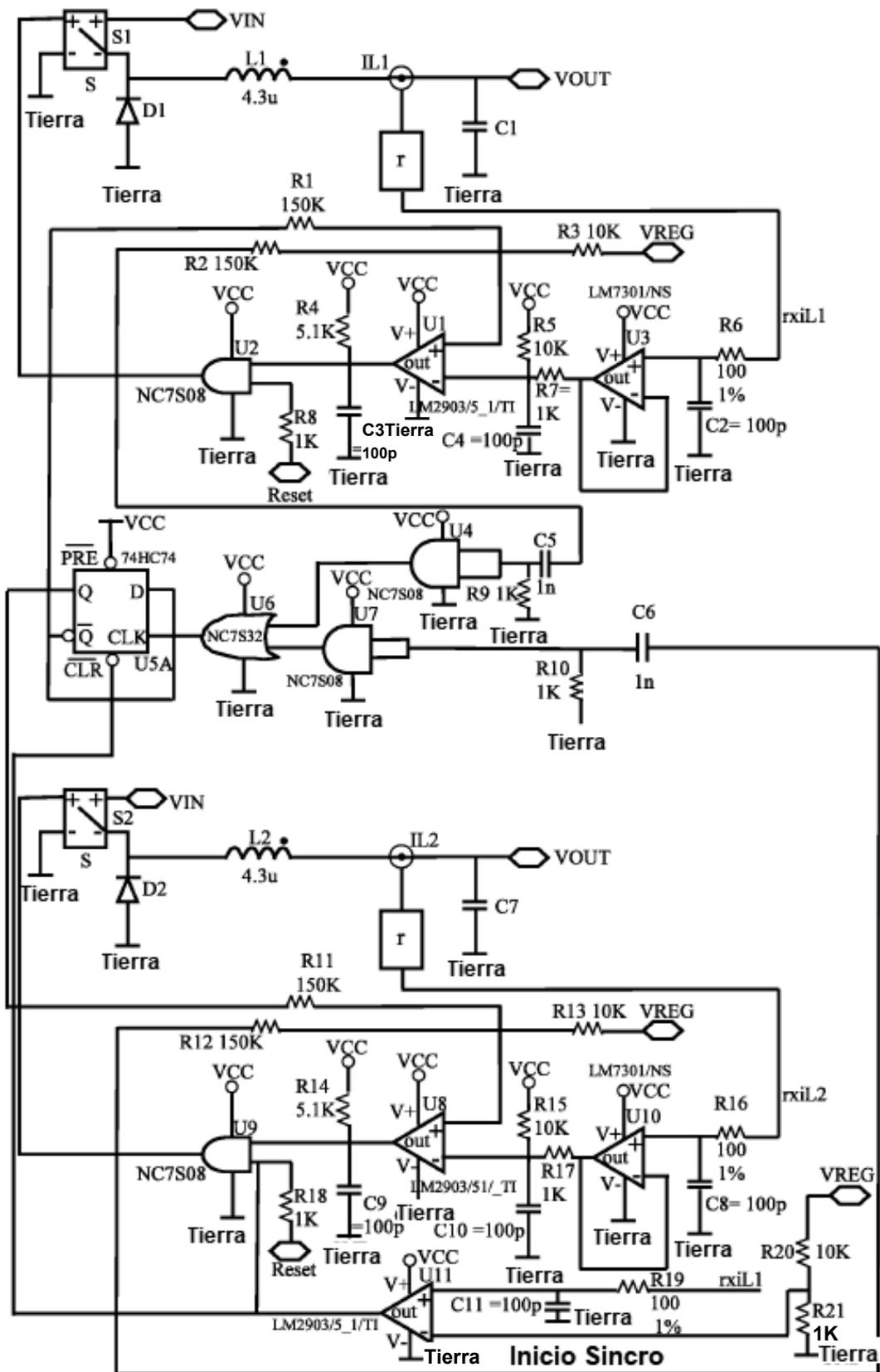


Figura 3

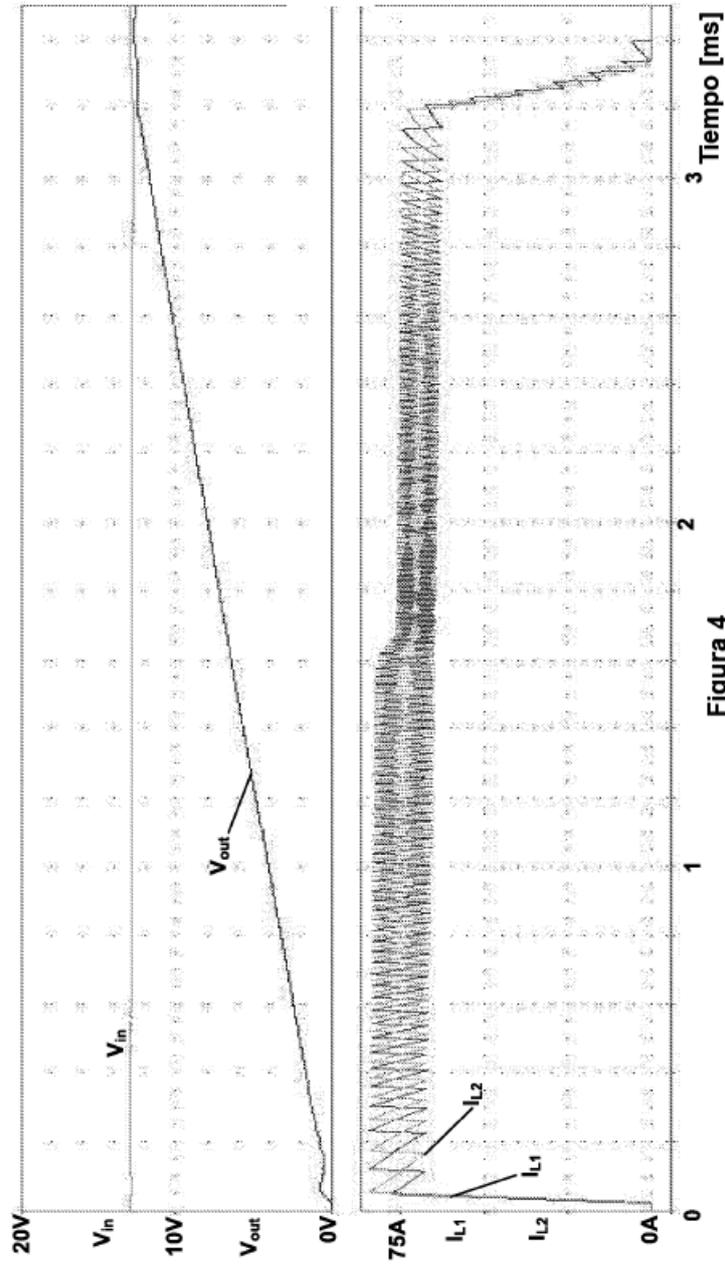


Figura 4

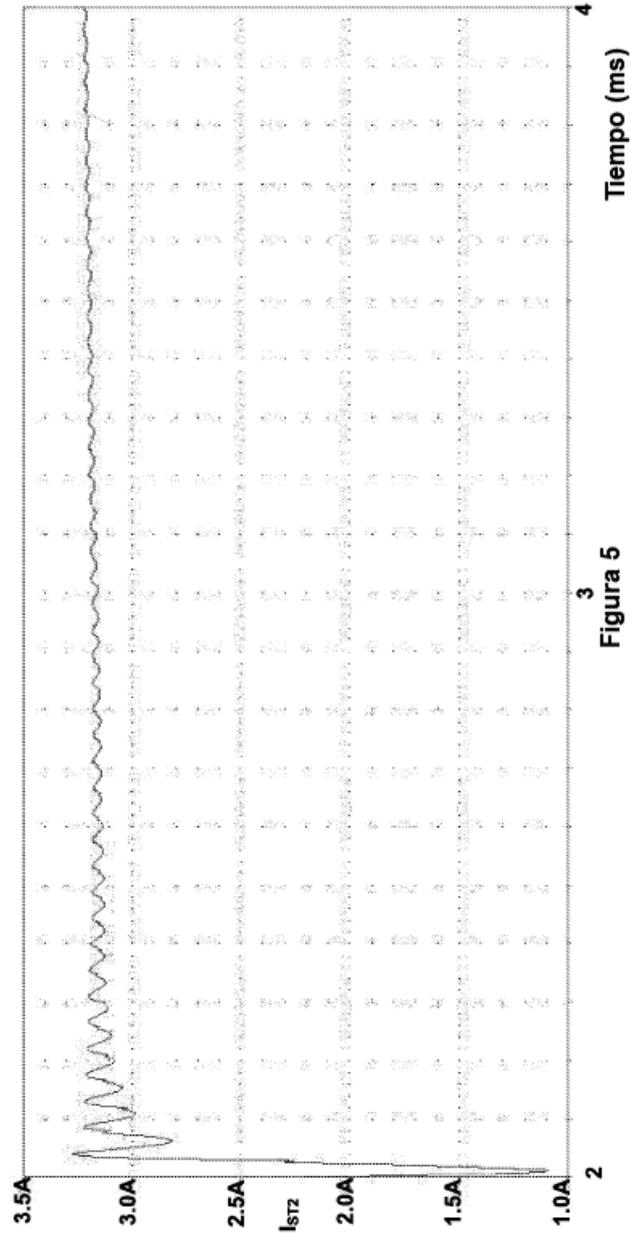


Figura 5

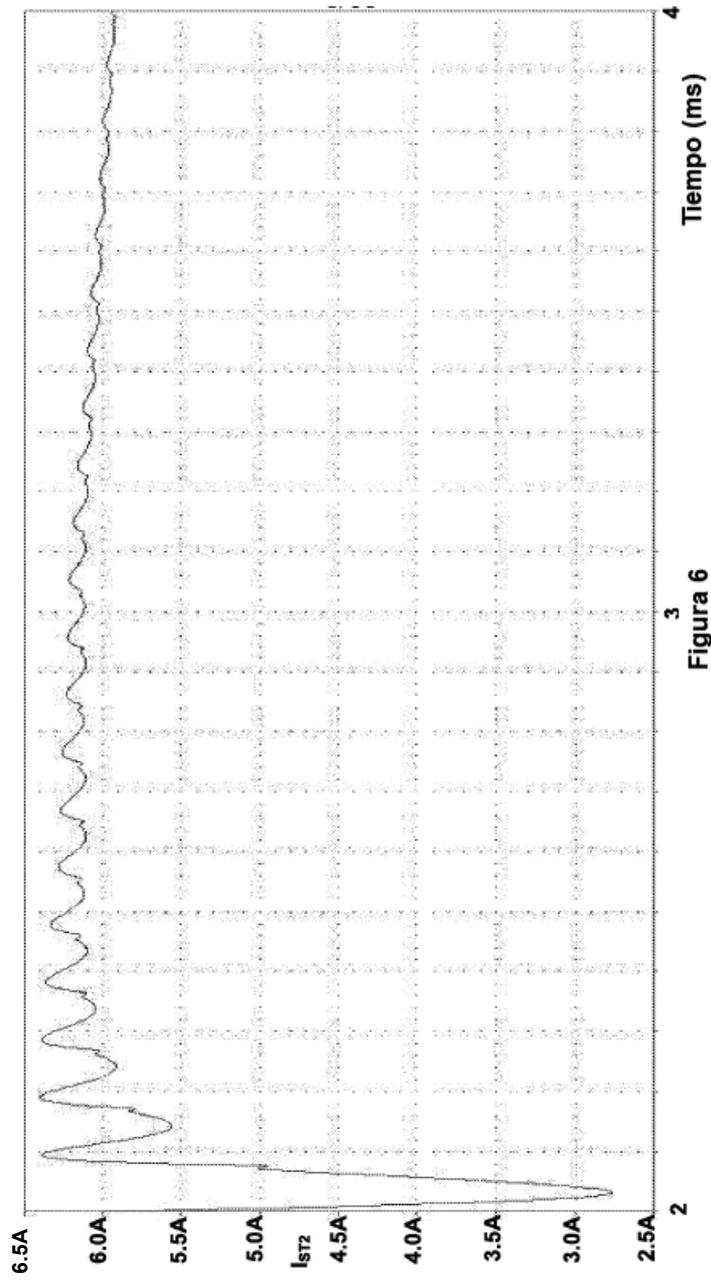


Figura 6

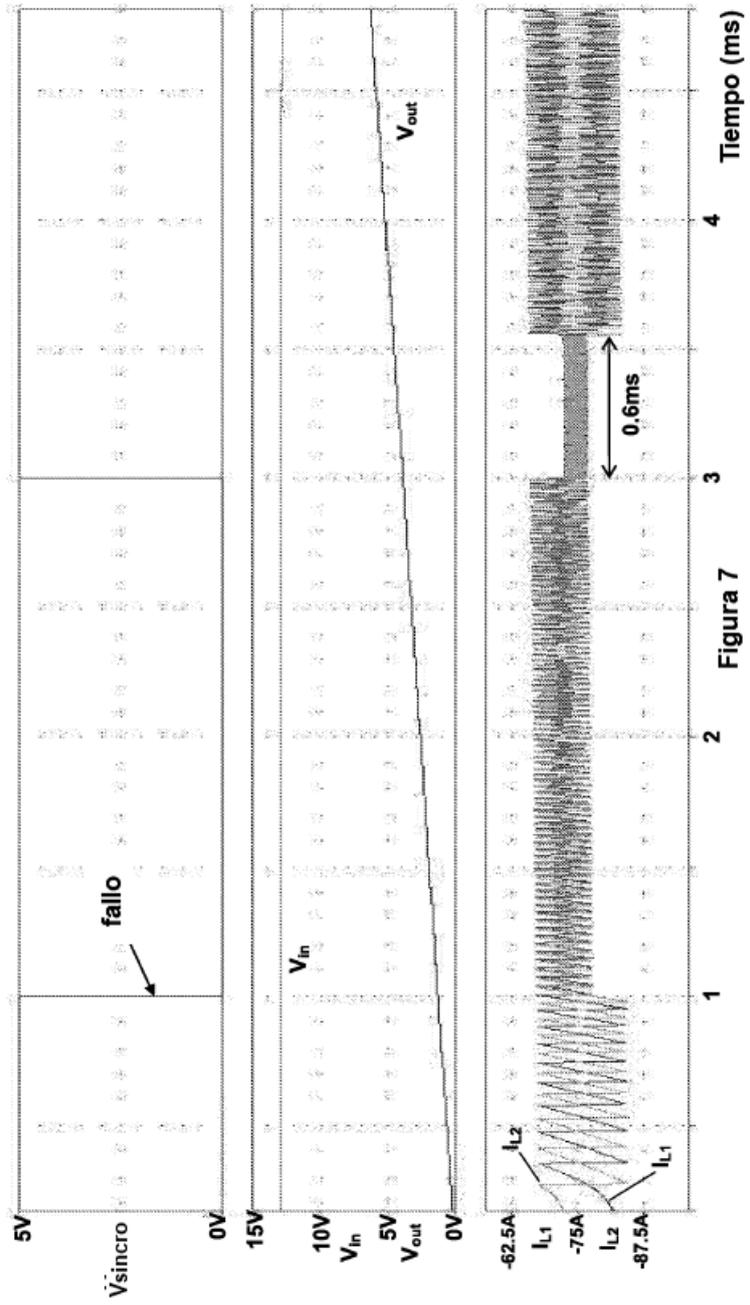


Figura 7

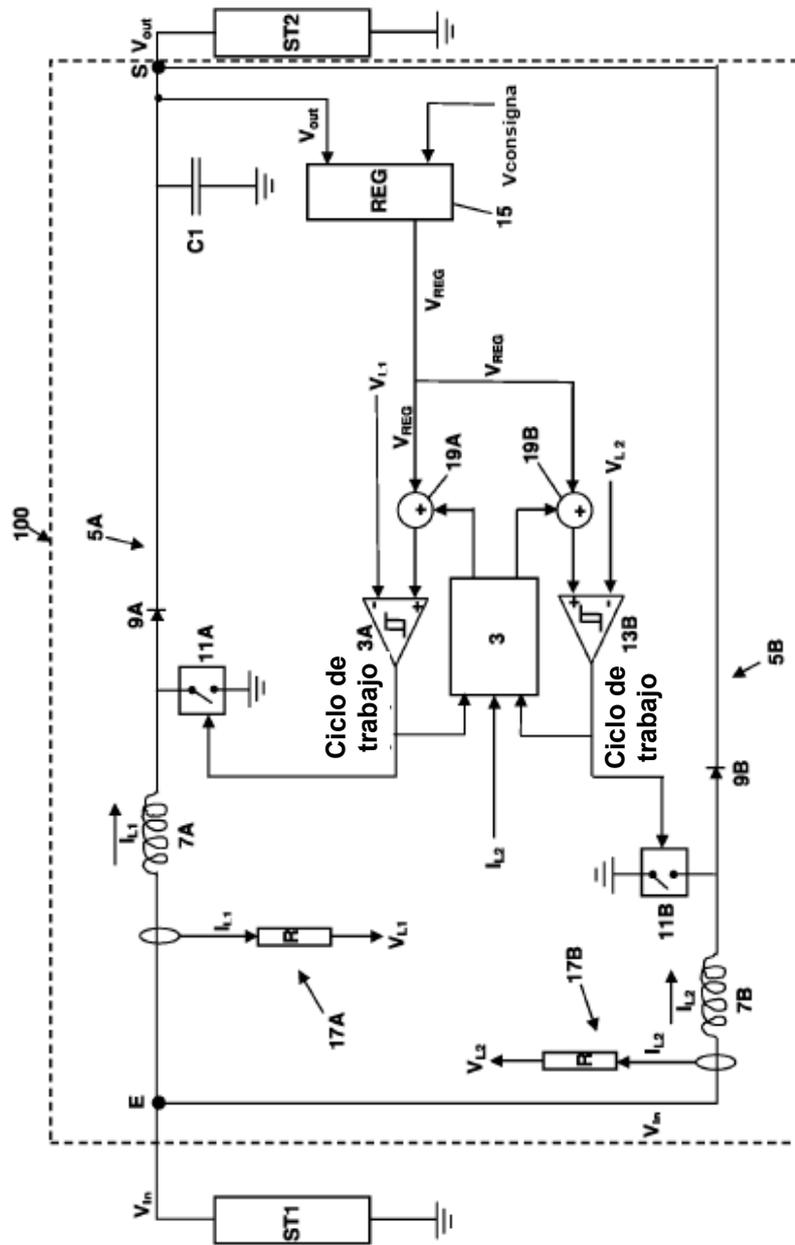


Figura 8

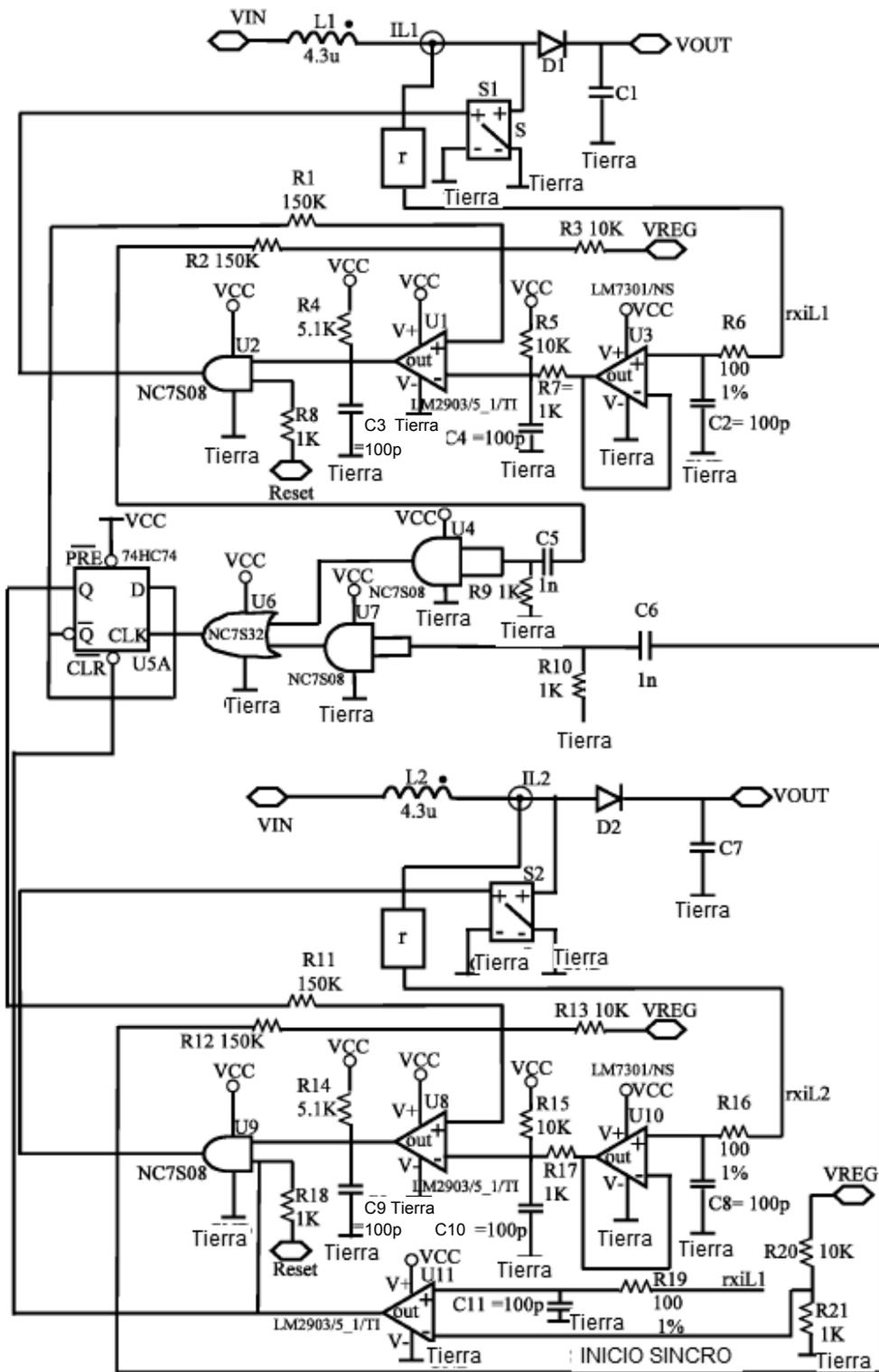


Figura 9

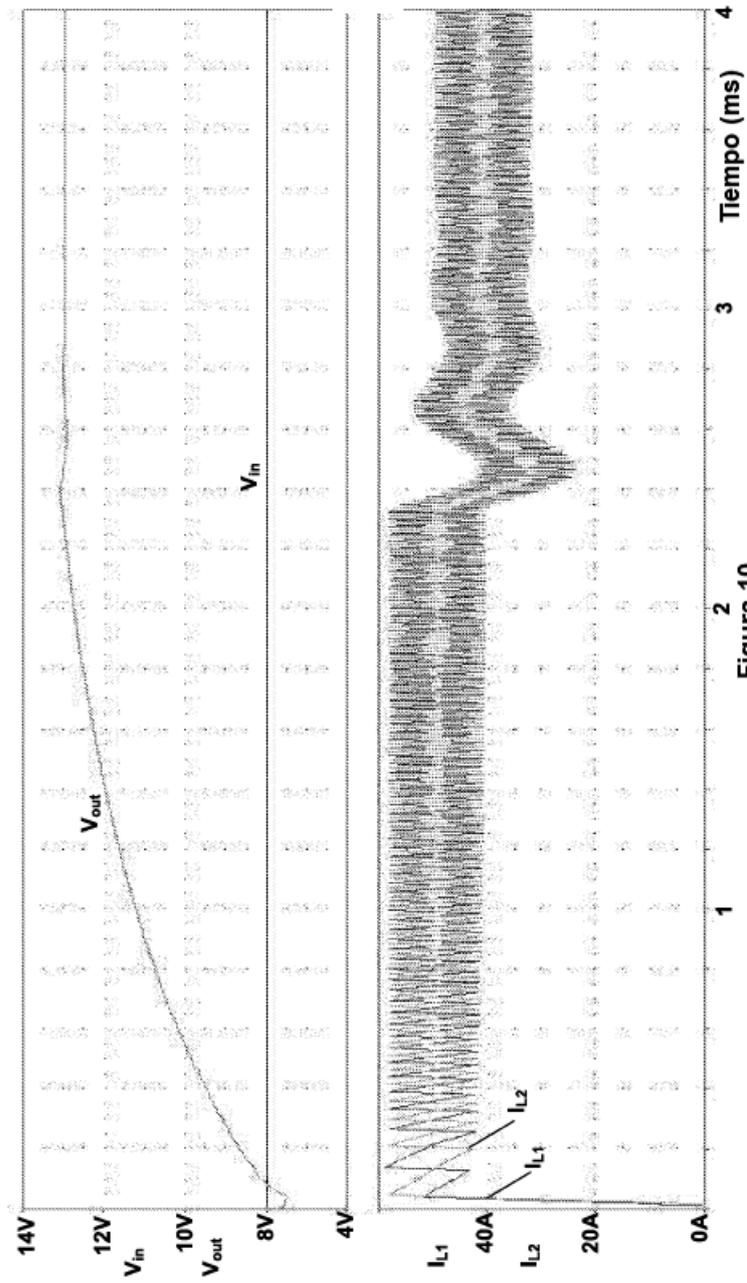


Figura 10

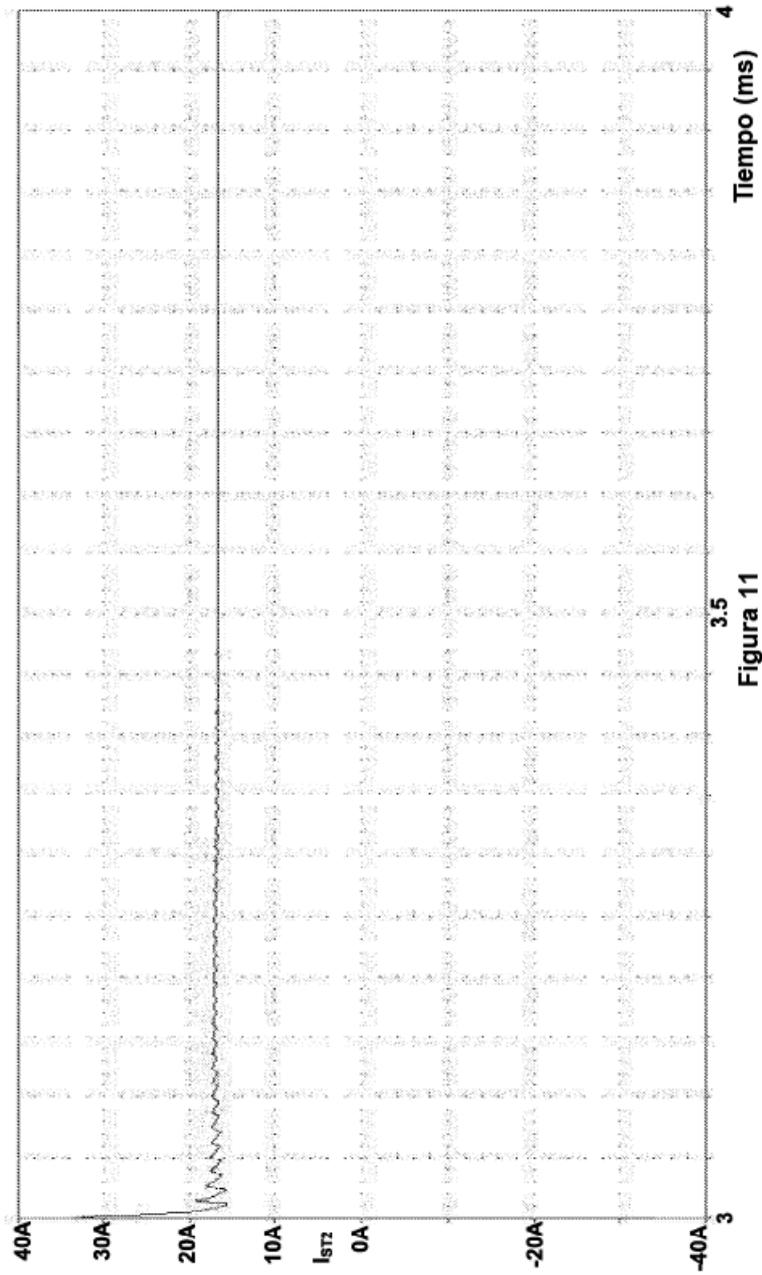


Figura 11

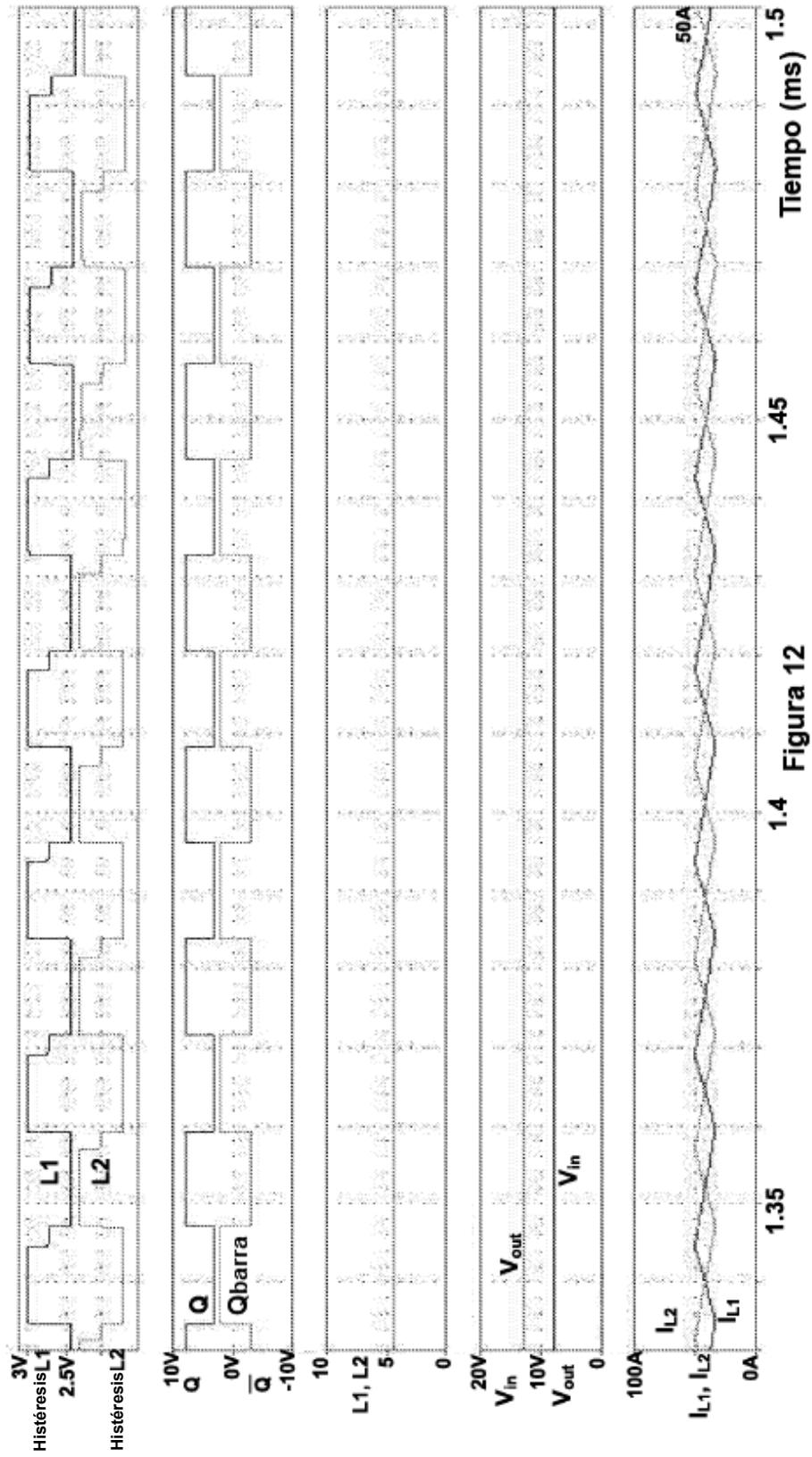


Figura 12

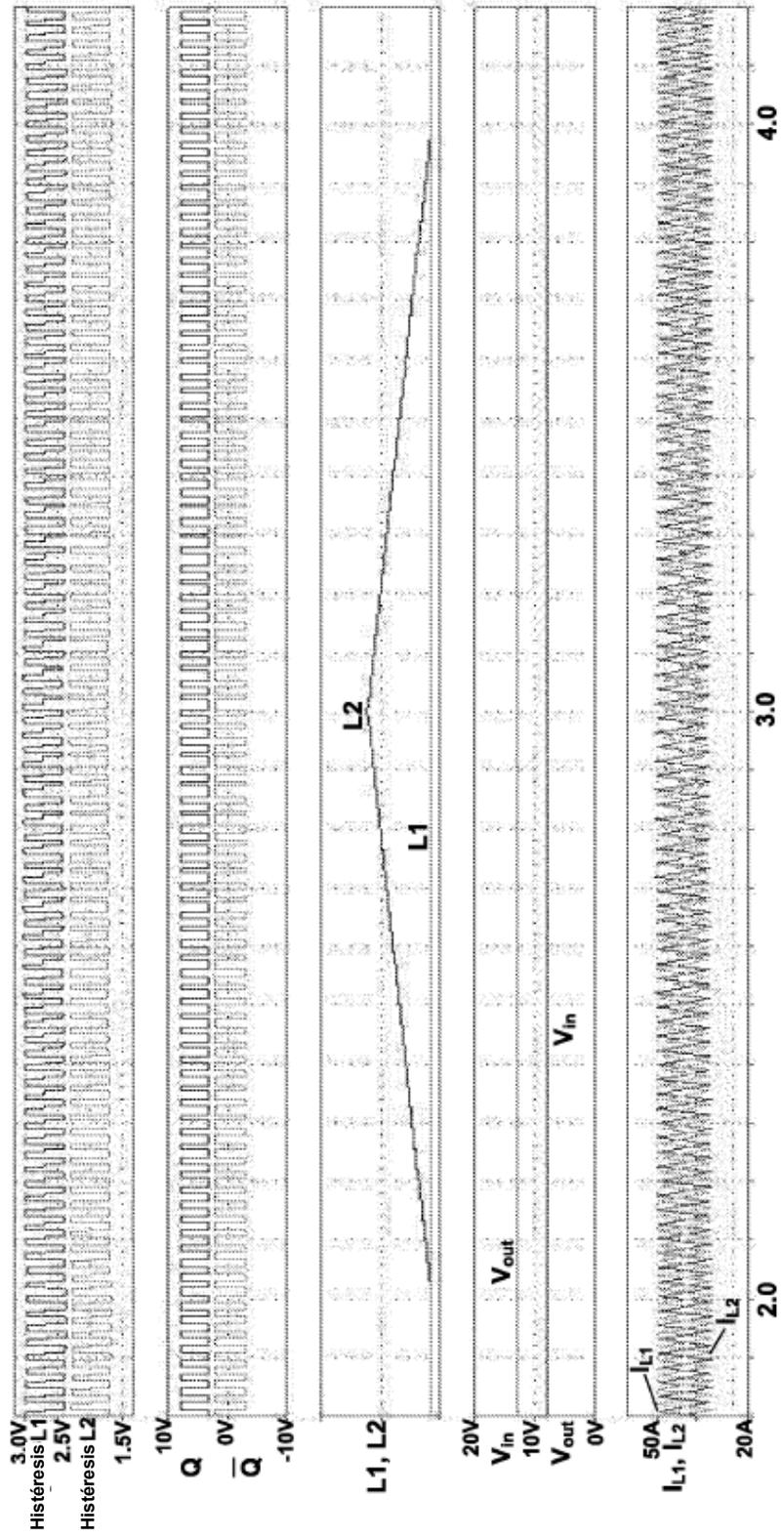


Figura 13

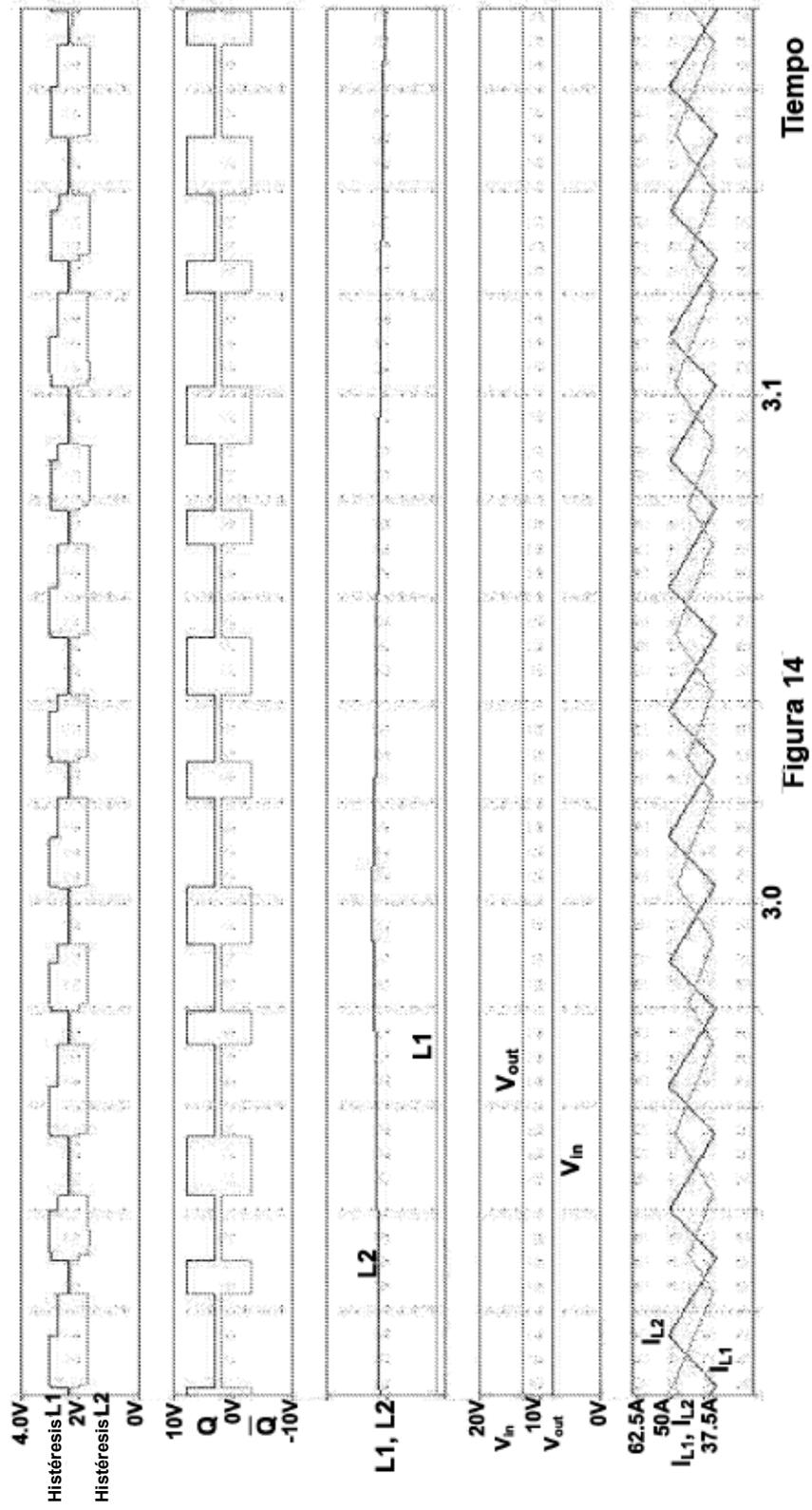


Figura 14

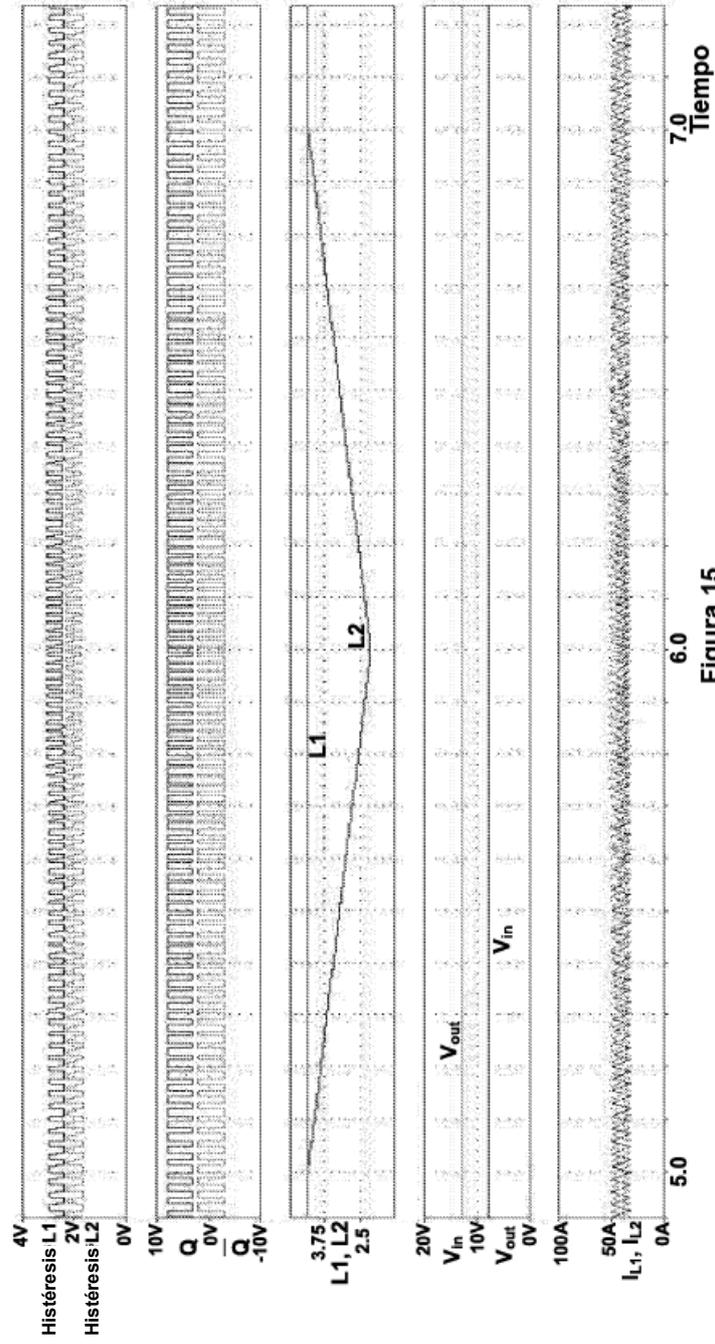


Figura 15

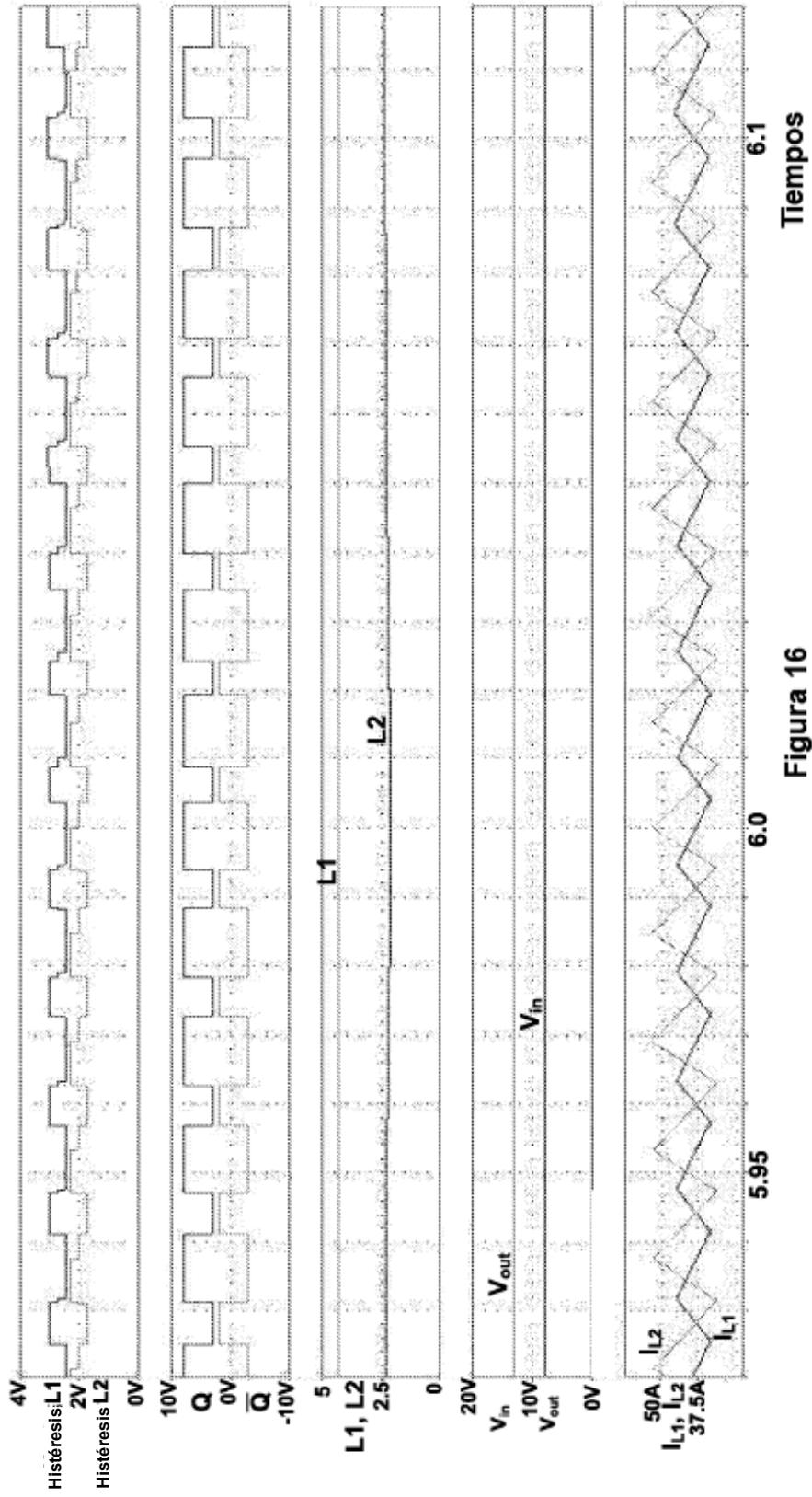


Figura 16

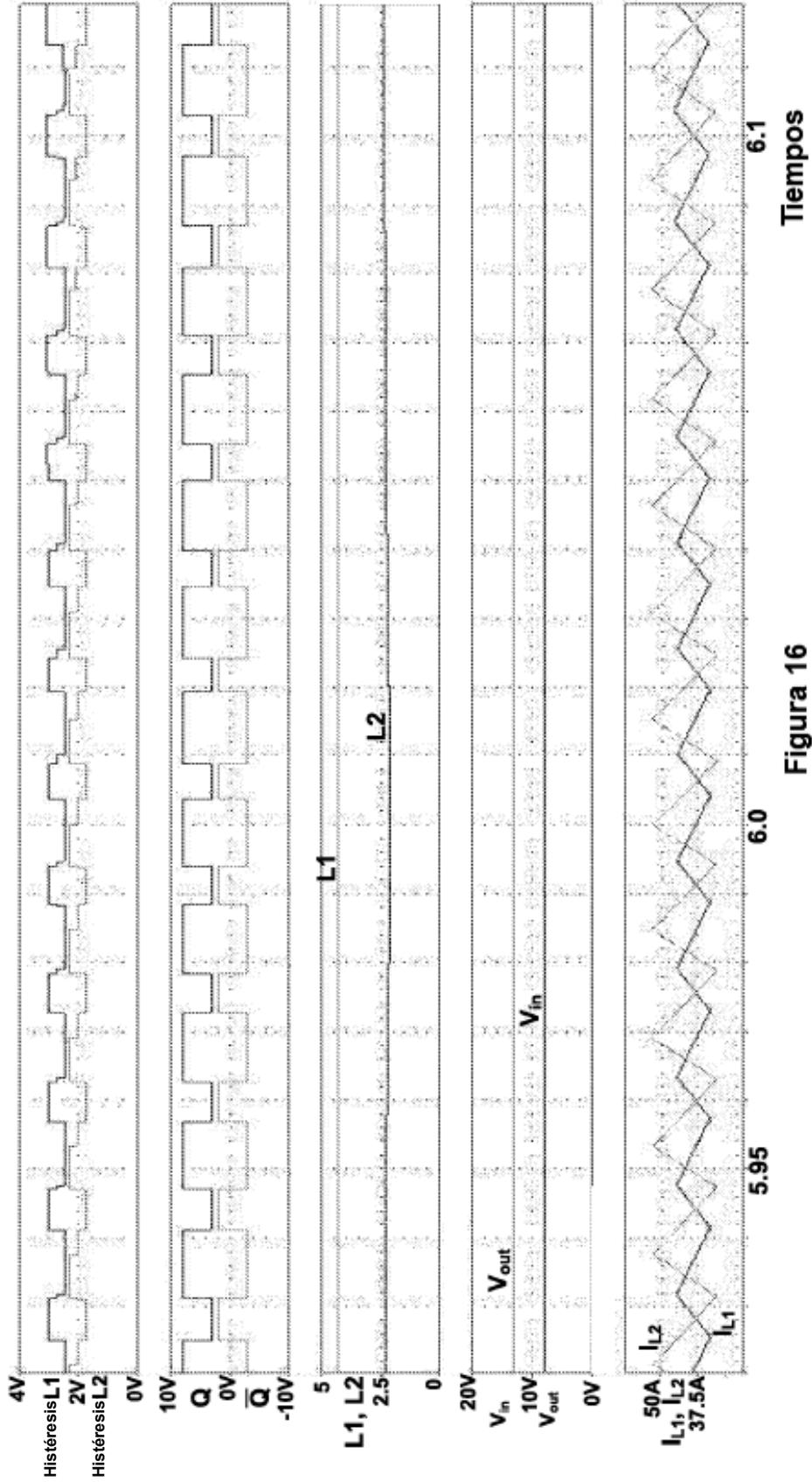


Figura 16