

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 809**

51 Int. Cl.:

H02M 7/493 (2007.01)

H02H 7/122 (2006.01)

H02P 1/00 (2006.01)

B64D 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010 E 10706013 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2377235**

54 Título: **Sistema eléctrico de arranque de motores de una aeronave**

30 Prioridad:

09.01.2009 FR 0950102

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

12.11.2015

73 Titular/es:

LABINAL POWER SYSTEMS (100.0%)

**36, rue Grimaud
31700 Blagnac, FR**

72 Inventor/es:

DE WERGIFOSSE, ERIC

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 550 809 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

Sistema eléctrico de arranque de motores de una aeronave

Dominio de la invención

5 La presente invención se refiere al dominio de los convertidores de potencia y concierne más en particular a los sistemas de arranque de motores aeronáuticos.

Técnica anterior

La presente invención se refiere al dominio de los convertidores de potencia y concierne más en particular a los sistemas de arranque de motores aeronáuticos.

10 En el dominio aeronáutico, se conoce el arrancar los motores de propulsión y el grupo auxiliar (denominado APU por auxiliary power unit) de una aeronave a partir de un sistema eléctrico de arranque del tipo del ilustrado en la figura 6. Un sistema 10 de ese tipo incluye, clásicamente, un rectificador CA/CC 12 para obtener una tensión continua Vcc a partir de la red de alimentación de abordo de la aeronave 14 o del grupo de tierra, seguido de un convertidor CC/CA 16 para alimentar los arrancadores-generadores 18, 20, 22 de los motores asociados (por vía de una matriz de conexión 24) durante la fase de arranque de estos motores. El convertidor CC/CA 16, incluye, en general un inversor del nivel de potencia "Pn" requerido para arrancar un motor de propulsión en tierra. Para mejorar la fiabilidad relativa a la capacidad de re-arranque en vuelo y la tasa de disponibilidad (dispatch) para un arranque en tierra, se puede añadir un segundo inversor de la misma potencia "Pn". No obstante, un añadido de este tipo consume peso y volumen y por tanto genera costes suplementarios. El documento de patente alemana DE 10018668 muestra un motor accionado por dos convertidores paralelos.

20 La red de alimentación es, clásicamente, la red de potencia a 115 Vca o cualquier otra red como la de 230 Vca. La tensión continua obtenida a la salida del rectificador es, por ejemplo, de 270 Vcc o de 540 Vcc u otra.

25 Cuando alguna de las redes eléctricas de potencia no está disponible, el arranque de los motores de propulsión puede ser realizado a partir de la APU, que a su vez es arrancada a partir de una batería. Es pues necesario añadir un convertidor CC/CC 28 que entrega una tensión compatible con la tensión a la entrada del inversor al cual está conectado. Estando comprendidas clásicamente las tensiones de batería convencionales entre 24 Vcc y 48 Vcc, este convertidor elevador de tensión CC/CC (o Booster) multietapa o multicelular, eventualmente con aislamiento galvánico, comprende necesariamente una relación de elevación elevada, típicamente superior a 10, y es pues un equipo complejo y difícil de regular, pesado, voluminoso y por ello, en definitiva, particularmente costoso.

Objeto y definición de la invención

30 La presente invención se propone pues paliar los inconvenientes citados anteriormente y, más en particular, minimizar la masa de material necesaria para asegurar el arranque de los motores de propulsión y de la APU de una aeronave a partir de la red de potencia o de una batería, con una tasa de fiabilidad elevada para un re-arranque en vuelo si fuera necesario igualmente .con una tasa de "dispatch" suficientemente elevada para los arranques en tierra.

35 Estos objetivos se alcanzan por un sistema eléctrico de arranque de al menos un motor según la reivindicación 1.

Según la configuración considerada, dicho módulo de conversión CC/CA incluye al menos dos inversores y cada uno de dichos k inversores entregan una potencia P_{max}/k o al menos tres inversores y cada uno de dichos k inversores entregan una potencia $P_{max}/(k-1)$.

40 Así, con uno u otra de estas configuraciones en las cuales la conversión CC/CA es recortada en etapas de inversores paralelos de potencia al menos igual a $P/2$, el tamaño en masa y volumen del sistema eléctrico de arranque se reduce notablemente así como su coste global. Para que haya un interés en esta configuración, es indispensable que al menos uno de los motores requiera una potencia al menos (k-1) veces inferior a dicha potencia máxima y/o deba ser capaz arrancar, en condiciones críticas de seguridad, con una potencia al menos (k-1) veces inferior a dicha potencia máxima.

45 De manera ventajosa, dicho módulo de conversión CC/CA puede incluir dos o tres inversores trifásicos dispuestos en paralelo. Pero, claro está una configuración con más de tres inversores es posible según la potencia máxima incorporada.

50 Cuando dicho al menos un motor del sistema eléctrico de arranque es capaz de arrancar en condiciones críticas de seguridad con dicha potencia al menos dos veces inferior a la potencia máxima, dicho al menos un motor es alimentado por solamente uno de dichos inversores trifásicos de manera que se aumenta la tasa de fiabilidad del sistema en dichas condiciones críticas de seguridad por una redundancia del tipo 1 sobre 2.

Ventajosamente, dicho al menos un motor está alimentado por dos de dichos tres inversores trifásicos de manera que se aumenta la tasa de fiabilidad del sistema por una redundancia del tipo 2 sobre 3.

5 Cuando el sistema eléctrico de arranque es aplicado al arranque a partir de una batería y dicho al menos un motor del sistema eléctrico de arranque es capaz de arrancar con dicha potencia al menos dos veces inferior a la potencia máxima, dicha batería está conectada a uno de dichos inversores de n fases a través de dichas n inductancias en serie para, al formar un convertidor elevador de tensión CC/CC, entregar dicha tensión continua Vcc, la cual tensión continua Vcc aplicada a otro de dichos inversores de n fases a través de dicho dispositivo de protección electrónico entrega a través de dichas n inductancias en serie dicha tensión alterna que permite el arranque de dicho al menos un motor a partir de dicha batería cuando la red de potencia alternativa no está disponible.

10 Preferentemente, para obtener la tensión continua Vcc a partir de la batería, el mando del convertidor elevador de tensión CC/CC es efectuado por un circuito de mando con una relación cíclica de conmutación fija.

Ventajosamente, dicho dispositivo de protección electrónico incluye un interruptor comandado en serie sobre una de las dos líneas de alimentación y un condensador en paralelo sobre estas dos líneas de alimentación del lado de dicho inversor.

15 Preferentemente, el sistema eléctrico de arranque según la invención incluye además un filtro dispuesto a la salida de dicha batería.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la presente invención aparecerán mejor de la descripción siguiente, hecha a título indicativo y no limitativo, en relación con los dibujos anexos en los cuales:

20 - la figura 1 es un esquema de principio que ilustra un sistema eléctrico de arranque de motores conforma a la presente invención,

- las figuras 1A y 1B muestran el detalle de un módulo de conversión CC/CA del sistema de la figura 1;

- las figuras 2A a 2D ilustran diferentes configuraciones de funcionamiento del sistema de la figura 1;

- la figura 3 ilustra en detalle la configuración de la figura 2D;

- la figura 4 muestra diagramas de tiempo en ciertos puntos característicos de la configuración de la figura 3;

25 - las figuras 5A a 5D ilustran otras configuraciones diferentes de funcionamiento del sistema de la figura 1; y

- la figura 6 es un esquema de principio de un sistema eléctrico de arranque de motores de la técnica anterior.

Descripción detallada de un modo de realización preferente

La figura 1 ilustra de manera esquemática el sistema eléctrico de arranque de motores según la invención.

30 Se vuelve a encontrar, como en los sistemas de la técnica anterior, el rectificador CA/CC 12 que sirve para rectificar la tensión alterna suministrada por la red de alimentación 14, ventajosamente trifásico y que está seguido igualmente por el convertidor CC/AC 16 que alimenta los diferentes generadores de arranque 18, 20, 22 a través de la matriz de conexión en la cual la posición de los diferentes contactores dada a título de ejemplo permite modos de funcionamiento diferentes. Esta matriz 28 es, sin embargo, sensiblemente diferente para integrar una vía suplementaria que proviene de la batería 26 que, contrariamente a los sistemas de la técnica anterior, no está
35 seguida por un convertidor CC/CC sino simplemente por un filtro clásico 30 cuya salida alimenta directamente y por su salida, por vía de esta matriz de conexión 28, al convertidor CC/CA. Se notará que la reducción del número de dispositivos semiconductores que entraña la supresión de este convertidor CC/CC tiene como consecuencia mejorar el factor de fiabilidad (MTBF) global del sistema.

40 Según la invención, este convertidor está constituido por varias etapas paralelas de convertidor CC/CA cuya estructura bidireccional idéntica va a ser descrita ahora con relación a la figura 1A.

45 Cada etapa de convertidor CC/CA (por ejemplo la primera etapa 16A) incluye en efecto al menos un dispositivo electrónico de protección (idealmente un interruptor electrónico comandado 170A, por ejemplo un transistor IGBT dotado de su diodo antiparalelo, asociado a un condensador 168A), un inversor convencional de n fases (clásicamente de tres fases como el ilustrado) y un juego de n inductancias 320A, 322A, 324A en serie con las n salidas del inversor.

50 Con más precisión, el inversor trifásico representado incluye dos líneas de alimentación, una de las cuales que forma línea de masa, entre las cuales están montadas tres ramas que incluyen cada una dos conmutadores en serie. El punto de conexión entre los dos conmutadores 1600A, 1602A que forman la primera rama 160A está conectada a un extremo de la primera inductancia 324A dispuesta a la salida del inversor, estando conectado su otro extremo a una línea de alimentación de un arrancador-generador 18, 20, 22 por vía de la matriz de conexión 28. Lo mismo, el punto de conexión entre los dos conmutadores 1620A, 1622A de la segunda rama 162A de este inversor

está conectado al extremo de la segunda inductancia 322A. Por fin, el punto de conexión entre los dos conmutadores 1640A, 1642A de la tercera rama 164A está conectado al extremo de la tercera inductancia 320A. Estos conmutadores son clásicamente transistores IGBT en las bornes de los cuales están montados diodos antiparalelos y cuya conmutación está asegurada por un circuito de mando 166A que asegura también el mando del conmutador 170A.

Más generalmente, el convertidor CC/CA 16 podrá incluir k inversores de n fases dispuestos en paralelo (con $k > 1$) de manera que se pueda entregar una potencia P_{max}/k o $P_{max}/(k-1)$, siendo P_{max} la potencia requerida para el arranque de los motores en las condiciones que exigen el nivel de potencia máxima. Este principio de recortar en k etapas de inversor de potencia al menos dos veces inferior a la potencia máxima P_{max} puede ser generalizado. Así, en función de la aplicación y del nivel de potencia, el parámetro "k" se vuelve una variable de optimización de la masa y/o del coste.

La figura 1B ilustra un modo de funcionamiento particular del sistema eléctrico de arranque de motores de la figura 1 en el cual uno de los motores de potencia máxima es arrancado desde la red de potencia 14 por vía del rectificador CA/CC 12 y alimentado a partir de las dos etapas de convertidor CC/CA 16A y 16B (los contactores afectados de la matriz de conexión 28 se suponen cerrados y por tanto no se representan). Cada etapa está dimensionada para entregar una potencia $P_{max}/2$.

Se vuelve a encontrar, por supuesto, la estructura descrita en relación con la figura 1A que se encuentra duplicada en esta configuración particular de funcionamiento, incluyendo cada etapa su propio circuito de mando 166A, 166B que aseguran clásicamente, cada uno para su propio bucle de control de corriente asociado a las tres inductancias de salida del inversor trifásico, una repartición equilibrada de la potencia máxima entregada al arrancador-generator del motor considerado. En esta configuración, los conmutadores 170A, 170B evitan la propagación de un fallo de tipo cortocircuito entre las líneas de alimentación que entregan la tensión continua V_{cc} entre las etapas del inversor.

Las figuras 2A a 2D ilustran de manera esquemática diferentes modos de funcionamiento posibles con el sistema eléctrico de arranque de motores de la invención.

La figura 2A esquematiza la estructura descrita anteriormente en relación con la figura 1B y corresponde, por ejemplo, en el caso del arranque de los motores de una aeronave, al caso en donde sólo se busca una tasa de fiabilidad de re-arranque en vuelo. En esta configuración, el sistema comprende entonces dos etapas de convertidores CC/CA 16A, 16B cuyos dos inversores de potencia $P_n/2$ están acoplados y sincronizados de manera que suministran la potencia P_n requerida para un arranque en tierra.

Para un re-arranque en vuelo, siendo la potencia requerida generalmente inferior a $P_n/2$, es suficiente una sola etapa de convertidores CC/CA y, como lo ilustra la figura 2B, uno u otro de los motores de propulsión 20, 22 puede ser re-arrancado desde la red de potencia 14, permitiendo así una redundancia 1 sobre 2 para asegurar una tasa elevada de fiabilidad.

Se vuelve a encontrar una configuración idéntica ilustrada en la figura 2C para el arranque de la APU ya que esta presenta en general una potencia menor y principalmente bastante inferior a $P_n/2$.

Por el contrario, para el arranque de la APU a partir de la batería, como lo ilustra la figura 2D, las dos etapas del convertidor CC/CA son utilizadas pero una es entonces dedicada a la conversión CC/CC para la elevación de la tensión de batería, mientras que la otra funciona clásicamente en conversión CC/CA.

Las figuras 3 y 4 ilustran con más precisión esta configuración.

La figura 3 muestra con detalle los diferentes circuitos que permiten, por ejemplo, el arranque de la APU 18 a partir de la batería 26.

En los dos bornes de la batería 26 (borne en tensión y borne de masa) está conectado un filtro 30 que, en el ejemplo ilustrado, es un filtro clásico de tipo LC con una inductancia en serie 300 y un condensador en paralelo 302. En uno de los bornes de salida de este filtro, en el punto de unión de la inductancia 300 y del condensador 302, están conectados los primeros extremos de tres inductancias 320B, 322B, 324B cuyos segundos extremos están conectados cada uno en el punto de conexión entre los dos conmutadores de una de las ramas de una etapa 16B del convertidor CC/CA una de las líneas de alimentación del cual, que forma línea de masa, está conectada al otro de los bornes de salida del filtro conectada ella misma al borne de masa de la batería.

Así, el extremo de la primera inductancia 324B está conectado al punto de conexión (o punto medio) entre los dos conmutadores 1600B, 1602B de la primera rama 160B de la etapa 16B del convertidor CC/CA. Lo mismo, el extremo de la segunda inductancia 322B está conectado en el punto de conexión entre los dos conmutadores 1620B, 1622B de la segunda rama 162B. Por fin, el extremo de la tercera inductancia 320B está conectado en el punto de conexión entre los dos conmutadores 1640B, 1642B de la tercera rama 164B. Estos conmutadores son clásicamente transistores IGBT en los bornes de los cuales están montados diodos antiparalelos y cuya conmutación está asegurada por un circuito de mando 166B. Un condensador en paralelo 168B conecta las dos líneas de alimentación de la etapa 16B del convertidor CC/CA y un conmutador 170B en serie sobre una de las líneas de alimentación

entrega sobre esta línea de alimentación la tensión continua V_{cc} de esta etapa 16B. Como los conmutadores precedentes, el conmutador 170B, por ejemplo un transistor IGBT dotado de su diodo antiparalelo, está comandado a partir del circuito de mando 166B.

5 A la salida del conmutador 170B, la línea de alimentación CC de la etapa 16B del convertidor CC/CA está conectada directamente a la línea de alimentación CC de la otra etapa 16A del convertidor CC/CA (en efecto, estando ausente la red de alimentación, el rectificador no entrega tensión alguna y las líneas de alimentación de las dos etapas del convertidor CC/CA se encuentran pues en conexión directa) que está en serie con otro conmutador 170A, por ejemplo un transistor IGBT dotado de su diodo antiparalelo cuya conmutación está asegurada por un circuito de mando 166A y a la salida del cual está montado en paralelo un condensador 168A que entrega la tensión de entrada para esta etapa 16A del convertidor CC/CA. La otra línea de alimentación de esta etapa 16A, que forma línea de masa, está conectada a la línea de masa de la etapa 16B.

10 La etapa 16A del convertidor CC/CA presenta una estructura parecida a la de la etapa 16B con el punto de conexión entre los dos conmutadores 1600A, 1602A de la primera rama 160A de esta etapa 16A conectado esta vez a un extremo de una primera inductancia 324A de salida del inversor. Estando conectado el otro extremo a una línea del arrancador-generador de la APU. Lo mismo, el punto de conexión entre los dos conmutadores 1620A, 1622A de la segunda rama 162A está conectado al extremo de una segunda inductancia 322A. Por fin, el punto de conexión entre los dos conmutadores 1640A, 1642A de la tercera rama 164A está conectado al extremo de una tercera inductancia 320A. Como para la etapa precedente, estos conmutadores son clásicamente transistores IGBT con bornes desde los cuales están montados diodos antiparalelos y cuya conmutación está asegurada por un circuito de mando 166A.

15 El funcionamiento del sistema eléctrico de arranque en esta configuración se describe ahora en relación con los diagramas de tiempo simplificados de la figura 4 en los cuales la señal IBoost es la corriente de alimentación a la salida del filtro 30, la señal Ip1 es la corriente que atraviesa una cualquiera de las inductancias 320B, 322B, 324B, la señal Iload es la corriente sobre la línea de alimentación a la salida de la etapa 16B del convertidor CC/CA y las dos señales Cde complementarias son las dos señales de mando aplicadas al nivel de los conmutadores pares y respectivamente impares de la etapa 16B.

20 En primer lugar, convendrá resaltar que los diferentes conectores necesarios para la conexión de los diferentes circuitos entre sí han sido omitidos voluntariamente para no sobrecargar los dibujos. Pero, por supuesto, el técnico será capaz por sí mismo de reemplazarlos para permitir la activación solamente de los circuitos afectados durante la secuencia de arranque a partir de la batería. En esta configuración de arranque a partir de la batería 26, la corriente entregada por ésta es filtrada previamente por el filtro 30 que reduce así el nivel de ondulación de corriente. La forma de la corriente antes del filtrado está dada por el diagrama IBoost que muestra una corriente que presenta una ondulación a una frecuencia elevada que corresponde al triple de la frecuencia de conmutación de los conmutadores. La tensión de la batería aplicada a los bornes de las tres inductancias 320B, 322B, 324B conectadas a los puntos de conexión de los conmutadores de la etapa 16B del convertidor CC/CA es utilizada para formar un convertidor CC/CC elevador de tensión (de tipo boost bidireccional entrelazado) que permite elevar la tensión de la batería (en la práctica 24 Vcc) a la deseada para la tensión de entrada de la otra etapa del convertidor CC/CA (a saber, por ejemplo, 270 Vcc) cuyo funcionamiento para asegurar el mando del arrancador-generador de la APU, bajo la acción del circuito de mando 166A, es por el contrario convencional. Dependiendo el nivel deseado de la tensión de salida de la etapa 16B, como es conocido, de la relación cíclica de conmutación que puede ser escogida, ventajosamente, fija para evitar los problemas de estabilidad del bucle de contrarreacción de tensión, conocido por ser difícil a esta alta relación de elevación de tensión, como se ilustra por la forma de las señales Cde. La forma de la corriente Ip1 que atraviesa las inductancias muestra que su frecuencia de ondulación es igual a la frecuencia de modulación de anchura de impulsión de los IGBT, que su amplitud media es tres veces más pequeña que la del Iboost y que su tasa de ondulación es tres veces más grande que la de Iboost. El entrelazado permite pues dividir por n ($n =$ número de fases = 3 en el ejemplo ilustrado) la tasa de ondulación de corriente a tratar por el filtro 30. El filtro 30, dado aquí a título de ejemplo, es del tipo LC de 1 celda pero varios otros tipos de filtro podrían ser usados igualmente. Siendo la relación de transformación elevada, el condensador 168B es cargado por picos de corriente grandes de muy corta duración. Otro efecto beneficioso del entrelazado es la reducción de la amplitud de estos picos de corriente por el factor n ($n = 3$ aquí) y el aumento de la frecuencia correspondiente en una relación n , que permite reducir la exigencia sobre el condensador 168B y mejorar el efecto del filtrado. La forma de corriente Iload muestra la corriente entregada a la otra etapa del convertidor CC/CA que no presenta ya entonces más que una ondulación muy pequeña.

25 De manera ventajosa, los conmutadores 1640B, 1620B y 1600B pueden ser igualmente activados (en inversión con respecto al conmutador que se encuentra en serie), de manera que se obtenga un convertidor bidireccional. Este principio de funcionamiento permite funcionar en modo continuo cualquiera que sea la potencia suministrada. Con una relación cíclica fija, la tensión de salida está entonces poco afectada por el nivel de carga.

Otros modos de funcionamiento posibles con el sistema eléctrico de arranque de motores de la invención están ilustrados de manera esquemática en las figuras 5A a 5D.

30 Así, la figura 5A muestra un sistema que incluye 3 inversores de potencia $P_{max}/2$ particularmente adaptado a un

funcionamiento en el caso en el que la tasa de "dispatch" para un arranque en tierra es determinante. En efecto, para un arranque en tierra de este tipo, la redundancia de tipo 2 sobre 3 asegura una tasa de "dispatch" elevada.

La figura 5B ilustra el caso de un re-arranque en vuelo en el que, con el sistema de 3 inversores, la tasa de fiabilidad se acrecienta aún más con una redundancia de tipo 1 sobre 3.

- 5 El caso de un arranque de la APU a partir de la batería está ilustrado en la figura 5C y como anteriormente, una etapa de convertidor CC/CA es utilizada para la elevación de la tensión de batería y una de las otras dos a la conversión CC/CA, permitiendo asegurar una tasa de "dispatch" elevada, igualmente para esta configuración de arranque a partir de la batería.

- 10 Por fin, la figura 5D muestra una utilización del sistema para recargar la batería 26 o simplemente para alimentar la red CC de baja tensión de la aeronave 32 y así reemplazar una función denominada TRU (transformer rectifier unit). En este modo de funcionamiento, una etapa de convertidor CC/CA está alimentada por la red de potencia de abordaje 14 por vía del rectificador CA/CC 12 y suministra una tensión continua a la salida para la red CC de baja tensión (28 Vcc por ejemplo) o para cargar una batería, o para las dos cosas. El inversor funciona entonces como convertidor CC/CC reductor de tensión (tipo BUCK), bidireccional, multifásico entrelazado.

- 15 Se apreciará que si, por una razón determinada (por ejemplo nivel de potencia $>P_n/k$ para un arranque en vuelo), las etapas de convertidor CC/CA deben tener una potencia igual a P_n , el principio de utilizar una etapa, en tanto que convertidor CC/CC en interfaz con la batería, sigue válido.

- 20 Se apreciará que si la descripción ha sido hecha en referencia al mando del arranque de motores aeronáuticos, está claro que la invención encuentra aplicación en otros dominios, como el dominio del automóvil o el de las máquinas industriales. Lo mismo, si se ha hecho referencia en las figuras a una alimentación a partir de una red trifásica, es bastante evidente que la invención encuentra aplicación en todo tipo de red de alimentación de n fases (con $n>1$), y por tanto, comprende la red de dos fases.

- 25 Se apreciará también que en el caso en el que la tasa de distorsión armónica durante las fases de arranque de motores no es capital, el rectificador CA/CC 12 puede ser un rectificador simple de n fases ($n=3$ generalmente) seguido de una inductancia de filtrado simple. Esto permite optimizar la masa y la disipación.

Se apreciará igualmente que si se ha hecho referencia a transistores IGBT para la realización de conmutadores, puede señalarse que otros tipos de conmutadores MOS comandados pueden ser también empleados como los MCT, BJT o SCR.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema eléctrico de arranque que incluye un módulo de conversión CC/CA (16) que entrega una tensión alterna de arranque a al menos un motor (18, 20, 22) a partir de una tensión continua (Vcc) elaborada desde una red de potencia alterna (14) o desde una batería (26) cuando dicha red de potencia alterna no está disponible, dicho módulo de conversión CC/CA incluye k inversores de n fases (160A, 160B) dispuestos en paralelo con $k > 1$ y que entrega cada uno una potencia al menos dos veces inferior a una potencia máxima Pmax requerida para arrancar dicho al menos un motor, estando conectadas las dos líneas de alimentación de cada uno de dichos inversores a dicha tensión continua (Vcc) a través de un dispositivo de protección electrónico (170A, 170B) y dicha tensión continua (Vcc) es obtenida a partir de un rectificador CA(CC (12) alimentado por dicha red de potencia alterna, entregando las n salidas del al menos uno de dichos inversores entonces dicha tensión alterna de arranque de dicho al menos un motor (18, 20, 22) a través de n inductancias en serie (320A, 320B) o, cuando dicha red de potencia alterna (14) no está disponible, a partir de dicha batería (26) conectada, a través de n inductancias en serie (320B) a uno de dichos k inversores de n fases (160A, 160B) para formar un convertidor elevador de tensión CC/CC, entregando entonces las n salidas del al menos uno de dichos inversores (160A, 160B) restantes dicha tensión alterna de arranque de dicho al menos un motor (18, 20, 22) a través de otras n inductancias en serie (320A).
- 2.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho módulo de conversión CC/CA incluye al menos dos inversores y cada uno de dichos k inversores entregan una potencia Pmax/k.
- 3.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho módulo de conversión CC/CA incluye dos inversores trifásicos dispuestos en paralelo.
- 4.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 3, en el que dicho al menos un motor es capaz de arrancar en condiciones críticas de seguridad con dicha potencia al menos dos veces inferior a la potencia máxima, caracterizado por que dicho al menos un motor está alimentado por solamente uno de dichos dos inversores trifásicos de manera que aumenta la tasa de fiabilidad del sistema en dichas condiciones críticas de seguridad por una redundancia del tipo 1 sobre 2.
- 5.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho módulo de conversión CC/CA incluye al menos tres inversores y cada uno de dichos k inversores entregan una potencia Pmax/(k-1).
- 6.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho módulo de conversión CC/CA incluye tres inversores trifásicos dispuestos en paralelo.
- 7.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 6, caracterizado por que dicho al menos un motor está alimentado por dos de dichos tres inversores trifásicos de manera que aumenta la tasa de fiabilidad del sistema por una redundancia del tipo 2 sobre 3.
- 8.- Sistema eléctrico de arranque según la reivindicación 1, caracterizado por que, para obtener dicha tensión continua Vcc a partir de dicha batería, incluye un circuito de mando (166B) con una relación cíclica de conmutación fija que asegura el mando del convertidor elevador de tensión CC/CC.
- 9.- Sistema eléctrico de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que dicho dispositivo de protección electrónico incluye un interruptor comandado (170A, 170B) en serie sobre una de las dos líneas de alimentación y un condensador (168A, 168B) en paralelo sobre estas dos líneas de alimentación del lado de dicho inversor.
- 10.- Sistema eléctrico de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que incluye, además, un filtro (30) dispuesto a la salida de dicha batería.

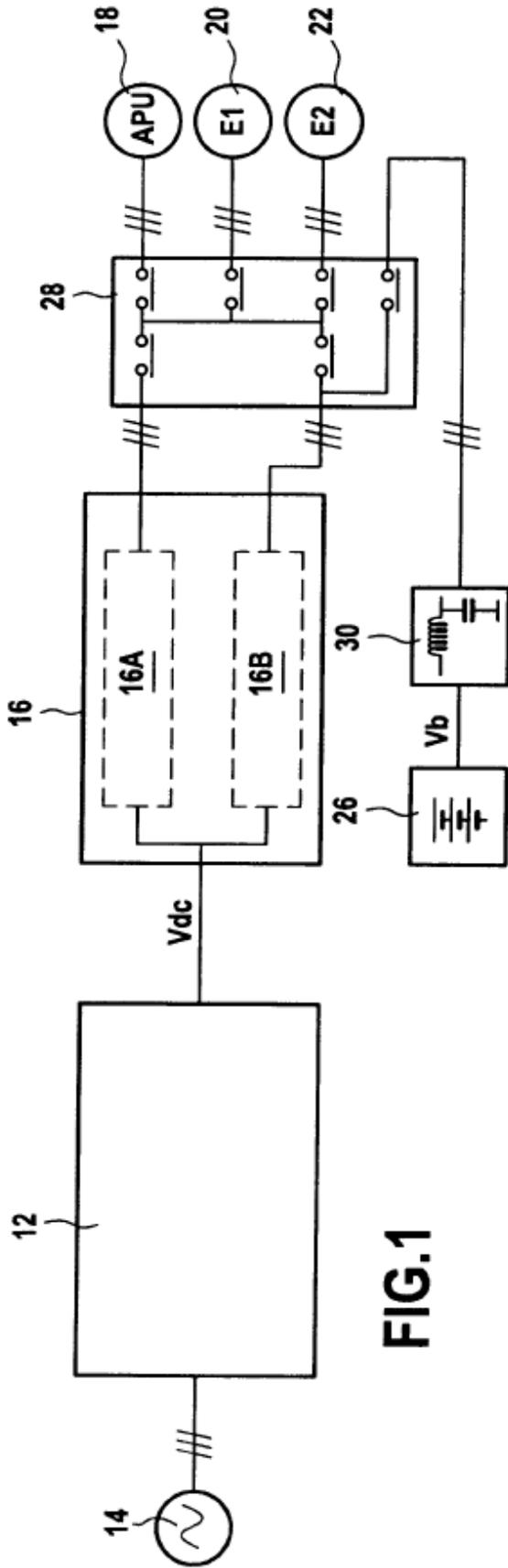


FIG.1

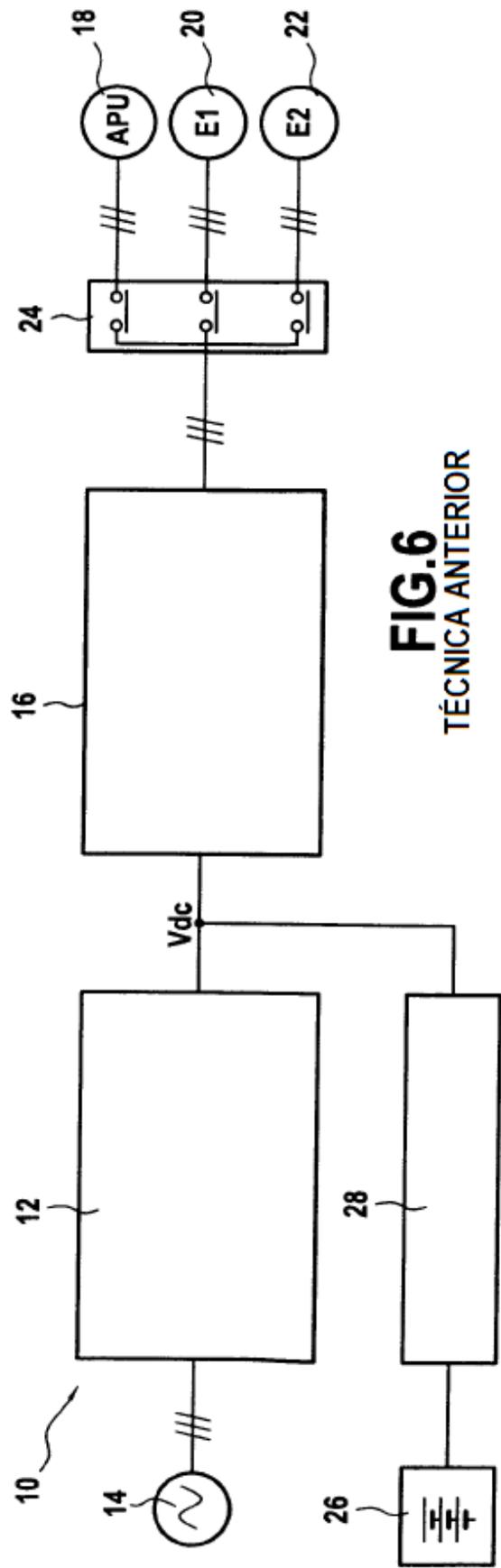
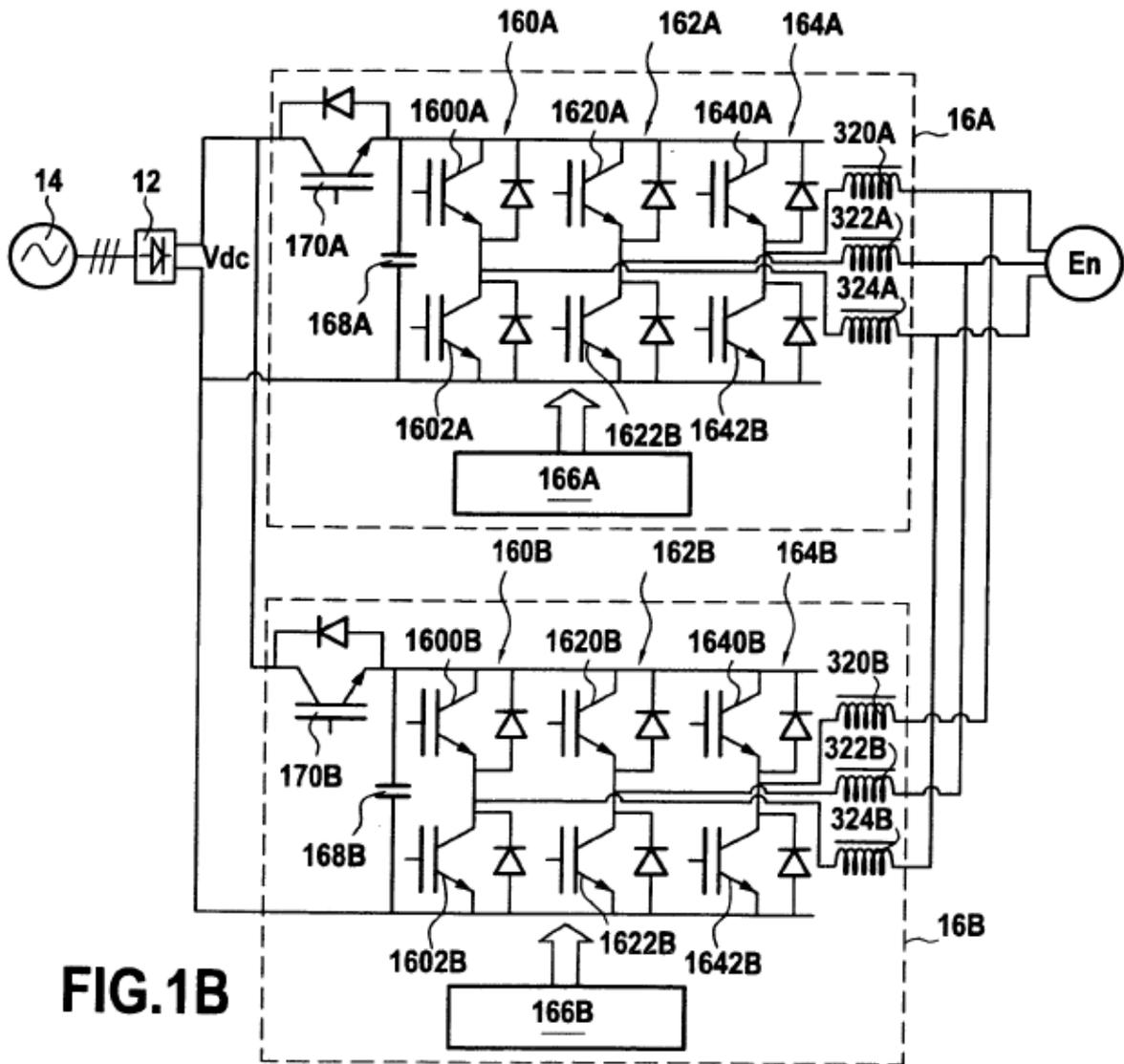
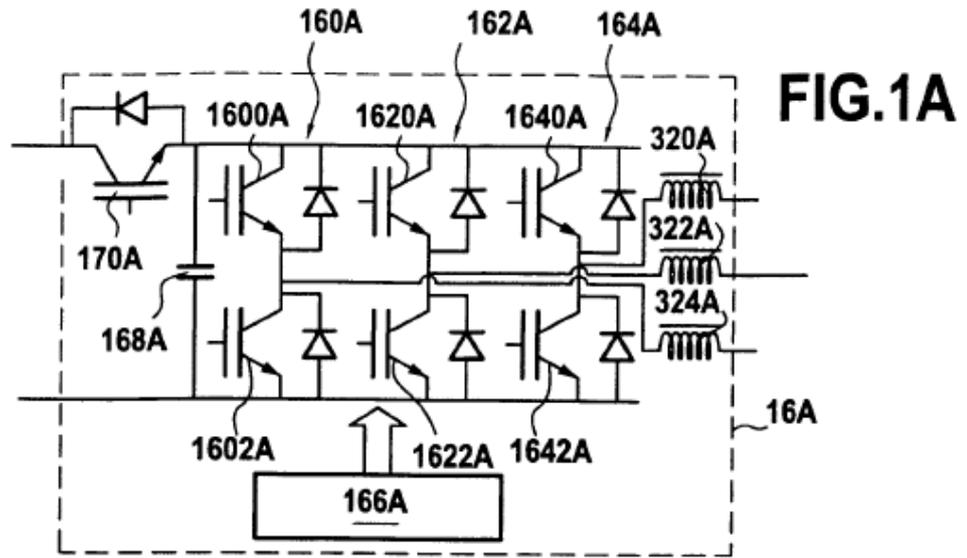


FIG.6
TÉCNICA ANTERIOR



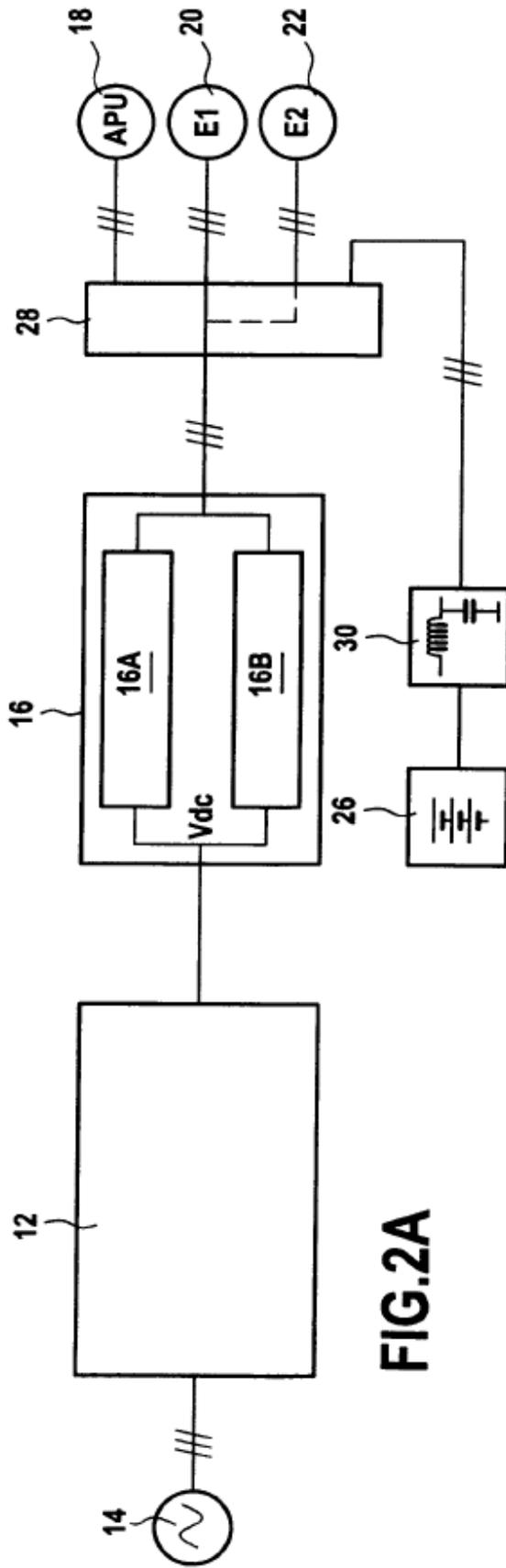


FIG.2A

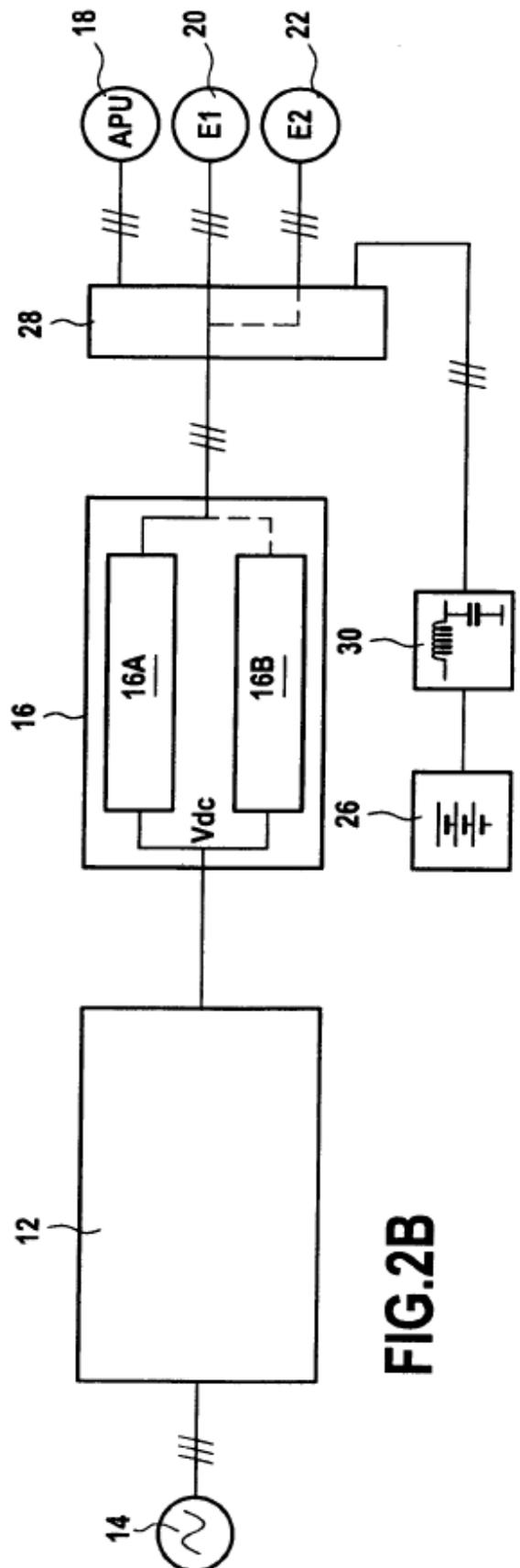


FIG.2B

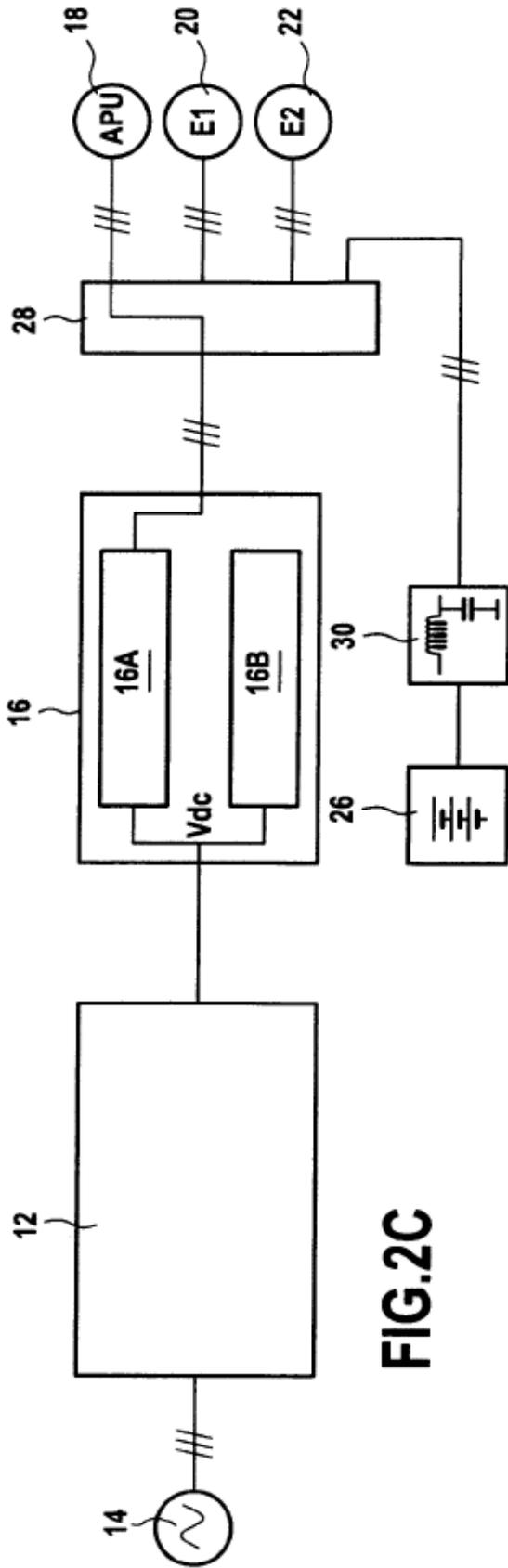


FIG. 2C

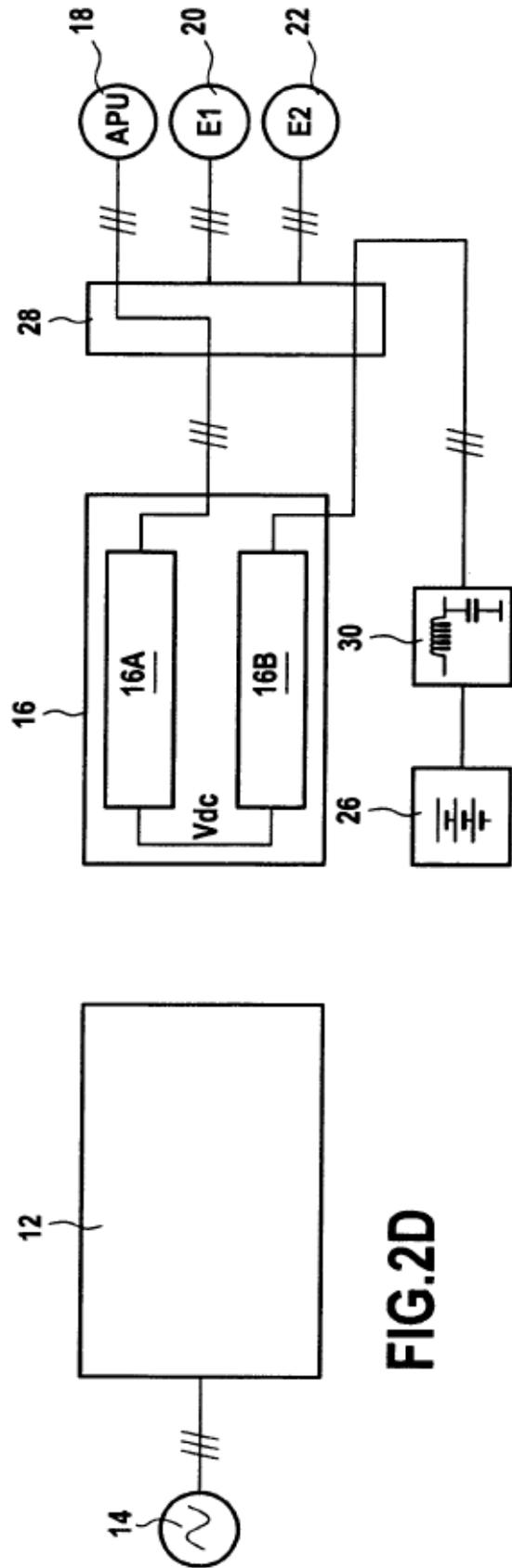
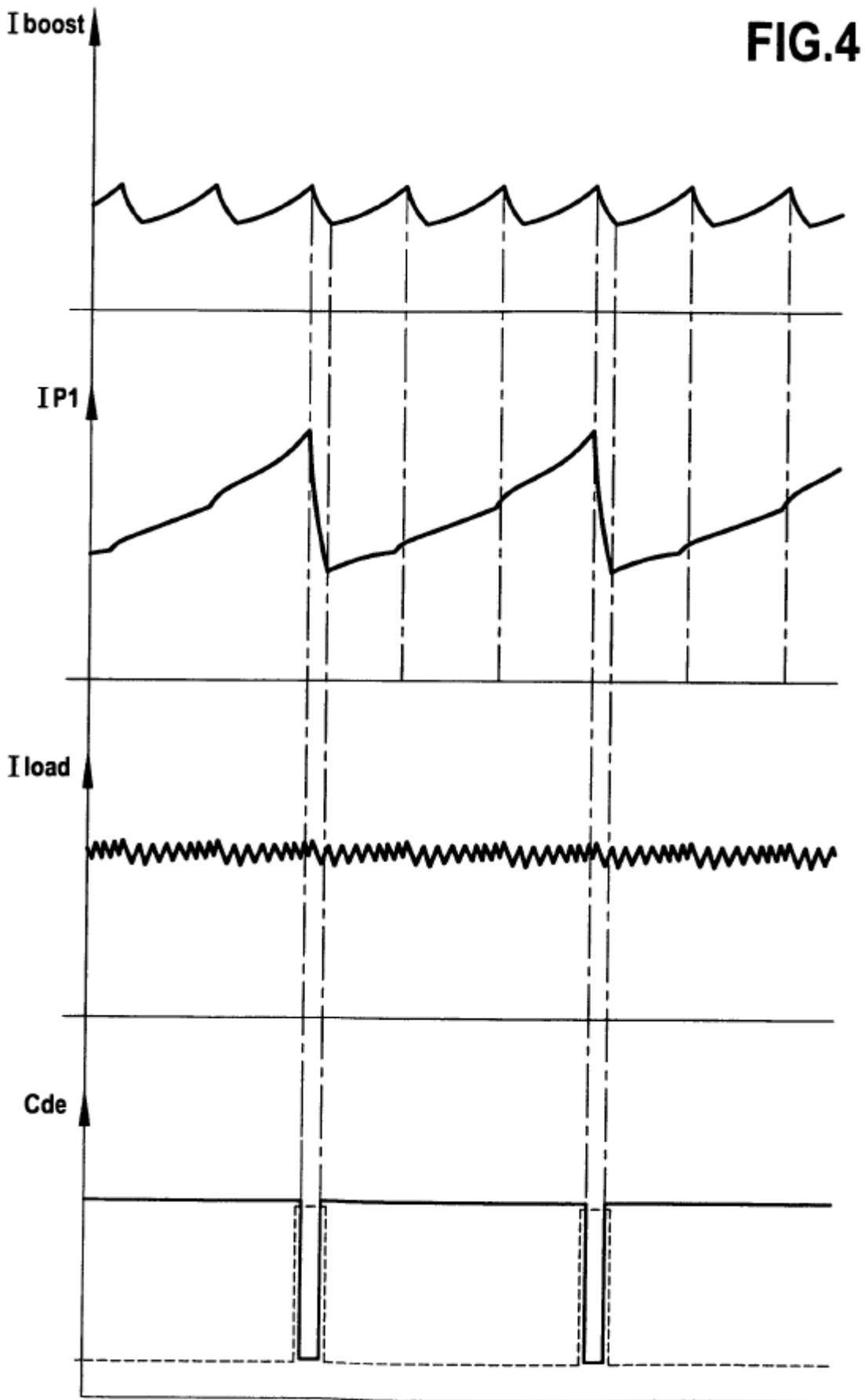


FIG. 2D



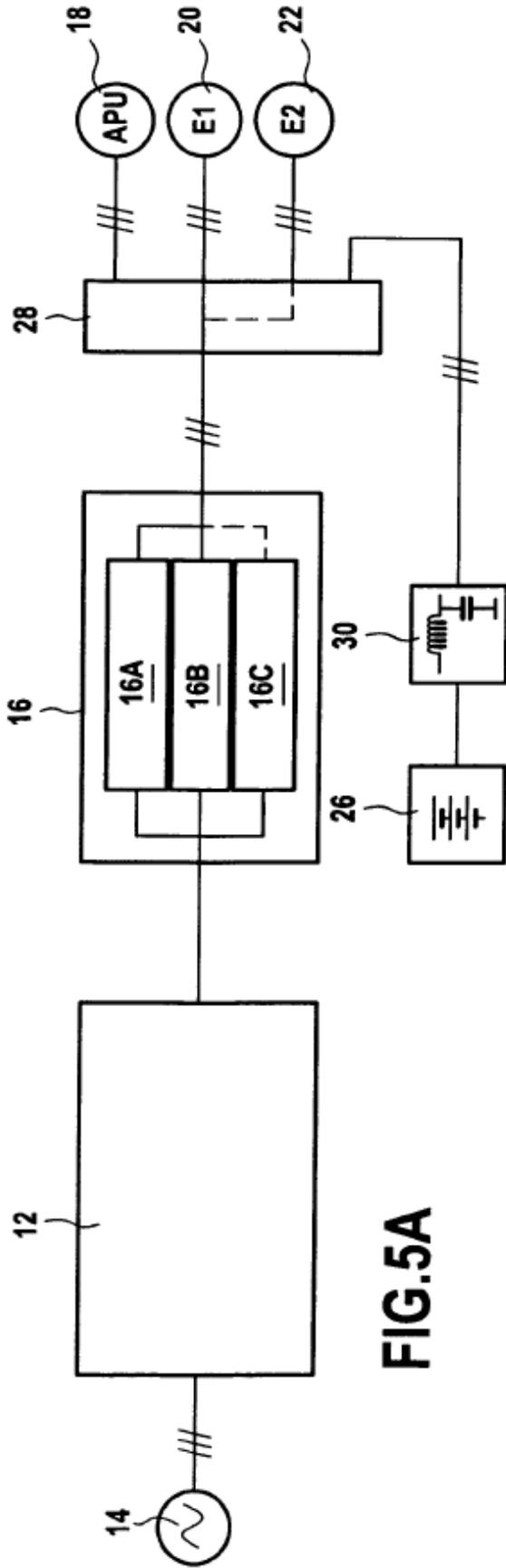


FIG. 5A

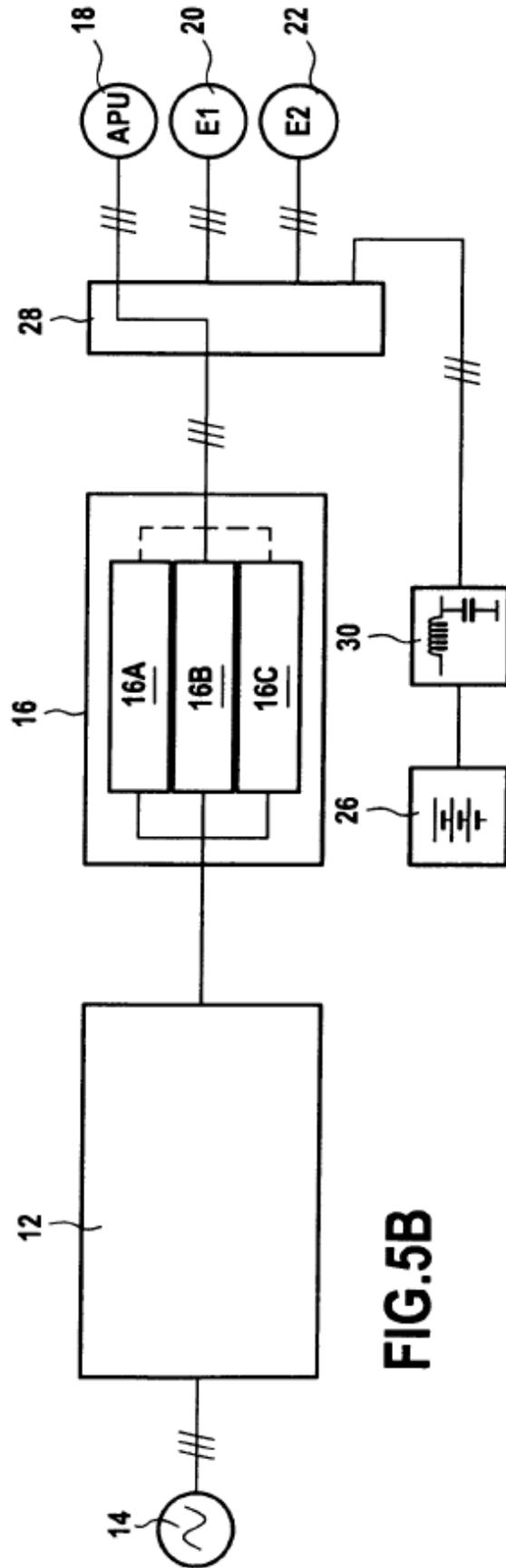


FIG. 5B

