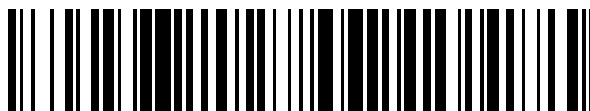


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 813**

51 Int. Cl.:

**H02P 9/08** (2006.01)

**H02P 6/22** (2006.01)

**H02P 9/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2008 E 08157450 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2001121**

54 Título: **Sistema de arranque de motor con excitación AC en cuadratura**

30 Prioridad:

**05.06.2007 US 758189**

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

**03.05.2017**

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)  
115 Tabor Road  
Morris Plains, NJ 07950, US**

72 Inventor/es:

**XU, MINGZHOU;  
ANGHEL, CHRISTIAN E. y  
PEARSON, WAYNE T.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 610 813 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 de arranque de motor con excitación AC en cuadratura

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a sistemas de arranque de motor y, más particularmente, a sistemas de arranque de motores, que pueden utilizar una fuente de potencia de frecuencia constante fácilmente disponibles, tal como una unidad de potencia auxiliar (APU) o potencia externa en tierra.

10 El uso de generadores eléctricos de arranque sin escobillas para el arranque del motor principal y para la generación de potencia puede ahorrar peso del avión y mejorar la economía operativa como parte de las arquitecturas de sistemas de la nueva arquitectura más eléctrica (MEA). El generador de arranque tiene que proporcionar par de arranque alto para arrancar el motor principal. Los sistemas convencionales de generador de arranque del motor implican el uso de inversores de alta potencia para proporcionar una fuente de potencia variable controlable que añade coste, peso y complejidad, reduciendo al mismo tiempo la fiabilidad del sistema.

15 Muchos aviones incluyen sistemas generadores de arranque para suministrar potencia AC de frecuencia relativamente constante. Muchos de los sistemas generadores de arranque en el avión incluyen tres generadores de arranque sin escobillas separados, a saber, un generador de arranque de imán permanente (PMG), un excitador y un generador de arranque principal. El PMG incluye un rotor que tiene imanes permanentes montado encima, y un roto que tiene una pluralidad de arrollamientos. Cuando el rotor PMG gira, los imanes permanentes inducen corrientes AC en arrollamientos del estator PMG. Estas corriente AC son alimentadas típicamente a un regulador o un dispositivo de control que, a su vez, emite una corriente DC al excitador.

20 El excitador incluye típicamente arrollamientos de estator monofásicos (por ejemplo, DC) y arrollamientos de rotor multifásicos (por ejemplo, trifásicos). La corriente DC desde el regulador o dispositivo de control es suministrada a arrollamientos de estator excitador, y como los arrollamientos del rotor excitador que tiene un número diferente de polos o viceversa. Esto puede conducir a complejidad en diseño e implementación.

25 La patente U. S. Nº 7.064.455 a nombre de Lando emplea arrollamientos de rotor del excitador y el generador de arranque principal dispuesto sobre el mismo árbol primario, con un generador de arranque de imán permanente (PMG) dispuesto alrededor de un árbol secundario asociado, para determinar la velocidad de rotación del árbol primario. Los rotores del excitador y del generador de arranque principal emplean arrollamientos trifásicos. Sin embargo, este diseño no ofrece ninguna mejora sobre la complejidad inherente en tales arrollamientos trifásicos.

30 La patente EP1560317A2 describe una máquina eléctrica sincrónica que tiene un miembro rotor y un miembro estator con un número de estator. La máquina eléctrica incluye, además, una máquina principal que tiene un arrollamiento de campo de rotor AC montado sobre el miembro rotor y un sistema de excitación dual AC/DC para la máquina síncrona. El sistema de excitación incluye un arrollamiento de inducido polifásico giratorio en comunicación eléctrica con un conjunto rectificador para conducir corriente continua al arrollamiento de campo del rotor de la máquina principal, y una pluralidad de polos salientes DC y al menos un polo saliente AC, ambos incluidos en el núcleo del estator. Polos salientes AC respectivos del al menos un polo saliente AC están dispuestos entre polos salientes DC adyacentes de la pluralidad de polos salientes DC. Una pluralidad de bobinas de campo DC están dispuestas sobre polos salientes DC respectivos de la pluralidad de polos salientes DC, donde las bobinas de campo DC están conectadas juntas para constituir al menos un arrollamiento de campo DC. La al menos una bobina de campo AC está dispuesta, respectivamente, sobre el al menos un polo saliente AC. Al menos una bobina de campo AC está conectada junta para constituir al menos un arrollamiento de campo de corriente alterna. Un eje magnético de las bobinas de campo AC respectivas está dispuesto en relación de cuadratura de espacio electromagnético con respecto a ejes magnéticos de bobinas de campo DC adyacentes. Cuando las bobinas de campo AC respectivas son energizadas, se induce una corriente alterna en el arrollamiento del inducido polifásicos para proporcional excitación a la máquina principal.

35 40 45 50 Las patentes mencionadas anteriormente se refieren sólo al modo de generación y no hacen ninguna previsión como arrancador. Por lo tanto, se puede ver que existe una necesidad de un sistema y método para arrancar un motor principal desde un generador de arranque, que sea relativamente pequeño, de peso ligero, menos complejo y más fiable, comparado con los sistemas y métodos actuales y que no se basan en números específicos de polos de excitador y generador de arranque principal.

**Sumario de la invención**

55 60 La presente invención en sus varios aspectos se establece en las reivindicaciones anexas. En un aspecto de la presente invención, un sistema de arranque del motor comprende un generador de arranque principal que tiene arrollamientos de rotor de generador de arranque arrollados allí, en el que el rotor excitador está configurado para proporcionar corriente de excitación bifásica a los arrollamientos de rotor del generador de arranque principal.

Estos arrollamientos bifásicos sobre el rotor excitador, el rotor de generador principal, o ambos, pueden estar configurados para ser desplazados por un valor seleccionado a partir de un rango desde 80 grados eléctricos hasta 100 grados eléctricos en tiempo y espacio, con una elección de 90 arrollamientos que tiene un número diferente de polos o viceversa. Esto puede conducir a complejidad en diseño e implementación.

La patente U. S. N° 7.064.455 a nombre de Lando emplea arrollamientos de rotor del excitador y el generador de arranque principal dispuesto sobre el mismo árbol primario, con un generador de arranque de imán permanente (PMG) dispuesto alrededor de un árbol secundario asociado, para determinar la velocidad de rotación del árbol primario. Los rotores del excitador y del generador de arranque principal emplean arrollamientos trifásicos. Sin embargo, este diseño no ofrece ninguna mejora sobre la complejidad inherente en tales arrollamientos trifásicos.

Ambas patentes mencionadas anteriormente se refieren sólo al modo de generación y no hacen ninguna previsión como arrancador. Por lo tanto, se puede ver que existe una necesidad de un sistema y método para arrancar un motor principal desde un generador de arranque, que sea relativamente pequeño, de peso ligero, menos complejo y más fiable, comparado con los sistemas y métodos actuales y que no se basan en números específicos de polos de excitador y generador de arranque principal.

### Sumario de la invención

En un aspecto de la presente invención, un sistema de arranque del motor comprende un generador de arranque principal que tiene arrollamientos de rotor de generador de arranque arrollados allí, en el que el rotor excitador está configurado para proporcionar corriente de excitación bifásica a los arrollamientos de rotor del generador de arranque principal. Estos arrollamientos bifásicos sobre el rotor excitador, el rotor de generador principal, o ambos, pueden estar configurados para ser desplazados por un valor seleccionado a partir de un rango desde 80 grados eléctricos hasta 100 grados eléctricos en tiempo y espacio, con una elección de 90 grados eléctricos que es una forma de realización ejemplar. Las conexiones entre los arrollamientos del rotor principal y del rotor excitador se pueden realizar en la misma secuencia de fases o en secuencia de fases opuesta.

En otro aspecto de la invención, un sistema de arranque del motor comprende un árbol, en el que rotación suficiente del árbol arranca el motor; un estator generador de arranque principal con una pluralidad de arrollamientos de estator arrollados allí; un rotor de generador de arranque principal montado sobre el árbol y dispuesto al menos parcialmente dentro del estator generador de arranque principal, teniendo el rotor de generador de arranque principal una pluralidad de arrollamientos de rotor de generador de arranque principal arrollados allí para generar un flujo de intersticio de aire cuando se excitan eléctricamente; un rotor excitador montado sobre el árbol, teniendo el rotor excitador una pluralidad de arrollamientos de rotor excitador arrollados allí; un estator excitador que rodea al menos una porción del rotor excitador arrollados allí; y un controlador de excitador acoplado eléctricamente a los arrollamientos del estator de excitador, estando configurado el controlador de excitador para proporcionar excitación eléctrica a los arrollamientos de estator de excitador.

Todavía en otro aspecto de la invención, un sistema generador de arranque de avión para arrancar un motor de turbina de gas de avión como la fuerza motriz comprende una carcasa; un árbol de accionamiento montado de forma giratoria dentro de la carcasa y que transmite potencia a la fuerza motriz; un estator generador de arranque principal montado dentro de la carcasa y que tiene una pluralidad de arrollamientos de estator de generador de arranque arrollados allí; un rotor de generador de arranque principal montado sobre el árbol de accionamiento y dispuesto dentro del estator generador de arranque principal, teniendo el rotor de generador de arranque principal una pluralidad de arrollamientos de rotor de generador de arranque principal arrollados allí configurados para recibir una corriente de excitación bifásica, donde los arrollamientos del rotor de generador de arranque principal generan un flujo de intersticio de aire después de su excitación; un rotor de excitación montado sobre el árbol de accionamiento, teniendo el rotor de excitador una pluralidad de arrollamientos de rotor de excitador arrollados allí; estando conectados los arrollamientos de rotor de excitador eléctricamente al rotor de generador de arranque principal; un estator de excitador que rodea el rotor de excitador, teniendo el estator de excitador una pluralidad de arrollamientos de estator de excitador arrollados allí; estando configurados los arrollamientos de estator de excitador, después de su excitación eléctrica, para excitar eléctricamente los arrollamientos de rotor de excitador, donde la interacción en los arrollamientos rotor de generador de arranque principal y los arrollamientos del estator generador de arranque principal, que pueden ser alimentados por una fuente de potencia de frecuencia constante disponible, tal como APU o potencia externa en tierra, crea un par de arranque para girar el árbol para arrancar el motor, y la tensión suministrada al arrollamiento de estator excitador controla la corriente en el rotor de generador de arranque principal y el par de arranque. Se apreciará también que el generador de arranque descrito aquí puede proporcionar par de arranque para arrancar un motor alimentando los arrollamientos de estator principal sólo con una fuente de potencia de frecuencia constante, sin alimentar los arrollamientos de estator del excitador.

Éstas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor con referencia a los siguientes dibujos, descripción y reivindicaciones.

**Breve descripción de los dibujos**

5 La figura 1 es un diagrama de bloques funcional de un sistema generador de arranque de alta velocidad ejemplar de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de un sistema generador de arranque de alta velocidad ejemplar de acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención.

10 La figura 3 es una representación esquemática de una forma de realización de los generadores de arranque de alta velocidad de las figuras 1 y 2.

15 La figura 4 es una representación esquemática de otra forma de realización de los generadores de arranque de alta velocidad de las figuras 1 y 2; y

La figura 5 es un diagrama de flujo que describe un método de acuerdo con la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

20 La siguiente descripción detallada es de los mejores modos de realización contemplados actualmente de la invención. La descripción no debe tomarse en un sentido de limitación, sino que es meramente para la finalidad de ilustrar los principios generales de la invención, puesto que el alcance de la invención se define mejor por las reivindicaciones anexas.

25 En sentido amplio, la presente invención proporciona un sistema y métodos que pueden utilizar una fuente de potencia de frecuencia constante disponible, tal como la APU o fuente de potencia externa en tierra para arrancar el motor principal de un avión. Estos sistemas y métodos, junto con el diseño inteligente del control de excitación y del nuevo generador de arranque, pueden permitir adaptar el perfil de la velocidad de par del generador de arranque. Por ejemplo, en una forma de realización de la presente invención, el arrollamiento de estator de generador de arranque principal se puede conectar a una fuente de potencia de frecuencia constante (CF) para crear un campo de rotación en el intersticio de aire del generador de arranque principal. Este flujo, a su vez, puede inducir corriente sobre el arrollamiento de rotor principal, que puede ser un circuito cerrado formado por el arrollamiento de campo de rotor principal y el arrollamiento del inducido del excitador. La interacción entre la corriente de rotor principal y el flujo de intersticio de aire puede dar lugar a que el par de arranque ponga en marcha el motor principal. La tensión suministrada al arrollamiento de campo de estator de excitador se puede ajustar para modificar la tensión y corriente inducidas sobre el circuito de rotor para controlar la corriente del rotor y el par de arranque. La presente invención puede ser útil para arrancar un motor principal, por ejemplo, de un avión, vehículo terrestre, un generador industrial y similar.

40 Un generador de arranque de rotor arrollado síncrono tradicional tiene típicamente un arrollamiento monofásico sobre el rotor principal que crea un campo de flujo que está bloqueado a la rotación del rotor. La presente invención puede crear un esquema de arrollamiento del rotor utilizando arrollamientos bifásicos que están en cuadratura entre sí y están controlados de tal manera que permiten al flujo de intersticio de aire girar a una velocidad que está sincronizada con la frecuencia de la potencia del estator. Más específicamente, el generador de arranque descrito aquí puede emplear el uso de corriente bifásica para transferir energía desde el rotor de excitador hasta el rotor de generador de arranque principal, mientras que en la técnica anterior, se utiliza corriente trifásica entre el rotor de excitador y el rotor de generador de arranque principal. Utilizando transferencia de potencia bifásica en lugar de trifásica entre los rotores, se puede utilizar un esquema de arrollamiento sencillo para los polos del rotor, estando los arrollamientos de fase en cuadratura entre sí, lo que reduce en gran medida la complejidad de la construcción general del generador de arranque.

55 Volviendo ahora a la descripción y con referencia primero a la figura 1, se muestra un diagrama de bloques esquemático funcional de un sistema generador de arranque de alta velocidad 100 ejemplar para uso, por ejemplo, con un motor de turbina de gas de avión. Este sistema generador de arranque 100 ejemplar puede incluir un generador de arranque de imán permanente (PMG) 110, un excitador 120, un generador de arranque principal 130, y un controlador de excitador 140. Se apreciará que el sistema generador de arranque 100 puede incluir uno o más componentes adicionales, sensores, o controladores. No obstante, una descripción de estos componentes, sensores y controladores, si se incluye, no es necesaria para una descripción de la invención y, por lo tanto, no se ilustrará o describirá en detalle.

60 En la forma de realización ilustrada, un rotor PMG 112 del PMG 110, un rotor excitador 124 del excitador 120, y un rotor de generador de arranque principal 132 del generador de arranque principal 130 se pueden montar sobre un árbol de accionamiento común 150. El árbol de accionamiento 150 puede proporcionar una fuerza de accionamiento de rotación a una fuerza motriz 160, tal como un motor de turbina de gas de avión, que puede hacer que el rotor de

PMG 112, el rotor de excitador 124, y el rotor de generador de arranque 132 giren todos a la misma velocidad de rotación.

Conectando los arrollamientos de un estator de generador de arranque principal 134 a una fuente de alimentación de frecuencia constante (CF) (tal como una APU o potencia externa, no mostrada, pero conectada a través de una línea de potencia) se puede crear un campo de rotación en un intersticio de aire del generador de arranque principal 130. Este flujo de intersticio de aire puede inducir corriente sobre el arrollamiento del rotor de generador de arranque principal 132. La interacción entre la corriente en el arrollamiento del rotor de generador de arranque principal 132 y el flujo de intersticio de aire puede dar lugar al par de arranque para arrancar el motor principal (no mostrado) a través de la potencia motriz 160.

Después del arranque del motor, el sistema generador de arranque 100 puede operar como un generador de arranque. Se apreciará que a medida que el rotor PMG 112 gira, el PMG 110 puede generar y suministrar potencia AC al controlador del excitador 140 desde un estator de PMG 114. En respuesta, el controlador de excitador 140 puede acoplarse eléctricamente a un estator de excitador 122 del excitador 120 para suministrar potencia AC al estator de excitador 122. A su vez, esto puede inducir al rotor del excitador 124 a suministrar una corriente alterna inducida al rotor de generador de arranque principal 132. A medida que el rotor de generador de arranque principal 132 gira, puede inducir corriente AC en un estator de generador de arranque 134, que puede ser alimentada, a su vez, a una o más cargas.

Antes de continuar, se apreciará que aunque el sistema generador de arranque 100 descrito anteriormente está implementado con un PMG 110, el sistema generador de arranque 100 podría implementarse alternativamente con otros dispositivos en lugar del PMG 110, que respondan a la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 150. En tal forma de realización alternativa, como se muestra en la figura 2, el sistema generador de arranque 100 puede incluir un sensor de velocidad 202 en lugar del PMG 110. El sensor de velocidad 202, que puede ser implementado utilizando cualquiera de numerosos tipos de sensores giratorios de velocidad, puede estar configurado para detectar la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 150 y suministrar una señal de velocidad (NCS) representativa de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 150 al controlador de excitador 140. El controlador de excitador 140 puede utilizar esta señal de la velocidad NCS para modular una fuente de energía (no mostrada) que es independiente del sistema generador de arranque 100, por ejemplo, otro generador asociado con la fuerza motriz, pero desacoplado del árbol o un generador accionado con batería. Aunque el controlador de excitador 140 en esta forma de realización alternativa puede suministrar también potencia AC al estator de excitador 122, puede hacerlo en respuesta a la señal de velocidad desde el sensor de velocidad 202 en lugar de en respuesta a la potencia AC suministrada desde el PMG 110, cuya frecuencia puede ser indicativa de la velocidad de rotación del árbol de accionamiento 150. Todavía en otra forma de realización (no mostrada), el controlador de excitador 140 puede utilizar una señal de frecuencia desde los arrollamientos del estator de generador principal 404 para determinar la frecuencia de entrada correcta a los arrollamientos del estator del excitador 406 para conseguir la frecuencia de salida constante predeterminada en el generador principal 130. En todas las formas de realización, sin embargo, debería observarse que la señal suministrada al controlador del excitador 140, independientemente de si es la señal de potencia AC desde el PMG 110 o la señal de potencia AC desde el sensor de velocidad 202, puede ser representativa de la velocidad de rotación del árbol.

Con referencia ahora a la figura 3, se puede ver, por ejemplo, que el rotor de excitador 124 y el rotor del generador de arranque principal 132 pueden estar configurados diferentes de los sistemas de generador de arranque AC sin escobillas convencionales, y el estator del excitador 122 y el estator del generador de arranque principal 134 pueden estar configurados diferentes de los sistemas de generador SC sin escobillas convencionales. En particular, el rotor de excitador 124 y el rotor del generador de arranque principal 132 pueden implementarse con arrollamientos de estator de excitador bifásicos 402 y arrollamientos de rotor principal bifásicos 408, respectivamente. Estos arrollamientos bifásicos pueden estar configurados para des desplazados en un valor en un rango desde aproximadamente 80 grados eléctricos hasta 100 grados eléctricos en tiempo y espacio, siendo 90 grados eléctricos una cantidad ejemplar (que resulta en arrollamientos de fase que están en cuadratura entre sí). A la inversa, el estator del excitador 122 puede estar implementado con arrollamientos de estator de excitador trifásicos 406 como se muestra en la figura 3 o arrollamientos de estator de excitador bifásicos 406 como se muestra en la figura 4, mientras que el estator de generador de arranque principal 134 puede ser implementado con arrollamientos de estator principal trifásicos convencionales 404. Se apreciará que el núcleo del estator de excitador 122 puede estar configurado para utilizar o bien polos cilíndricos ranurados o polos salientes. Otra diferencia de los sistemas de generador AC sin escobillas convencionales puede ser que pueden existir conjuntos rectificadores no rotatorios acoplados entre el rotor de excitador 124 y el rotor principal 132. En su lugar, los arrollamientos del rotor de excitador 402 pueden estar acoplados directamente a los arrollamientos de rotor principal 408.

El controlador de excitador 140 puede estar implementado, al menos en parte, como un circuito convertidor de potencia que está configurado, en respuesta a la señal suministrada al mismo o bien desde el PMG 110 o los arrollamientos de estator del generador de arranque 404, para suministrar excitación trifásica de frecuencia variable a los arrollamientos de estator del excitador 406, como se muestra en la figura 3, con secuencia de fases relativamente positiva o negativa o para suministrar una corriente DC en el modo operativo síncrono.

Alternativamente, el controlador de excitador 140 puede ser implementado para suministrar excitación bifásica de frecuencia variable a los arrollamientos del estator del excitador 406, como se muestra en la figura 4. En cualquier caso, los arrollamientos del rotor de excitador 402 pueden estar configurados para proporcionar corriente de excitación bifásica a los arrollamientos de rotor de generador de arranque principal 408. Estos arrollamientos bifásicos están desviados 90 grados eléctricos en tiempo y espacio. Se puede apreciar que la excitación de secuencia de fase relativamente negativa, como se utiliza aquí, es excitación que se suministra en una dirección opuesta a la que el rotor de excitador 124 está girando, y la excitación de secuencia relativamente positiva, como se utiliza aquí, es excitación que se suministra en una la misma dirección en la que el rotor de excitador 124 está girando. Se puede apreciar también que el excitador puede ser operativo en tres modos diferentes, a saber, sub-sincrónico (secuencia de fase negativa), super-sincrónico (secuencia de fase negativa) y síncrona (corriente DC).

La frecuencia de excitación y la secuencia de fases que el controlador de excitador 140 puede suministrar a los arrollamientos de estator de excitador 406 pueden depender del par y de la velocidad de rotación deseadas, que son necesarias para girar la fuerza motriz 160 para aumentar el estator generador de arranque principal 134. Alternativamente, el controlador de excitador 140 puede suministrar a los arrollamientos del estator de excitador 406 una frecuencia de excitación y secuencia de fases para controlar el arranque del motor principal (no mostrado) y evitar alta corriente de entrada que es generada en los arrollamientos de estator principal 404 y las unidades de suministro de potencia (no mostradas). En otras palabras, el controlador de excitador 140 puede controlar la fase y la frecuencia de la corriente en el estator excitador 122 para producir el par de arranque apropiado de la fuerza motriz 160 para cumplir el perfil del par de arranque del motor principal. Esto puede eliminar el requerimiento de suministro de electrónica de potencia controlada al estator del generador de arranque principal 134.

Con referencia ahora a la figura 5, la presente invención incluye también un método 500 para arrancar un motor de avión. Tal método 500 puede incluir también, por ejemplo una etapa 510 para crear un esquema de arrollamiento del rotor utilizando arrollamientos bifásicos, que están en cuadratura entre sí y son controlados de tal manera que permiten al flujo de intersticio de aire girar a una velocidad que está sincronizada con la frecuencia de la potencia del estator. El método puede incluir también una etapa 520 para controlar la velocidad de flujo del rotor por un estator de excitador que induce una corriente en los arrollamientos del rotor de amplitud, fase y frecuencia apropiadas. Además, los métodos de la presente invención pueden incluir también una etapa 530 para controlar, con un controlador electrónico, por ejemplo, la fase y frecuencia de la corriente en un estator de excitador que tiene una pluralidad de arrollamientos arrollados a su alrededor, para producir la corriente de arranque y el par de arranque apropiados del rotor para cumplir los requerimientos del perfil del par de arranque apropiados del motor principal. Se puede apreciar que un generador de arranque con la figuración descrita en esta invención puede arrancar también un motor principal u otro tipo de cargas conectando directamente sus arrollamientos de estator principal 404 a una fuente de alimentación CF fácilmente disponible, sin excitar el estator de excitador 122.

Debería entenderse, naturalmente, que lo anterior se refiere a formas de realización ejemplares de la invención y que se puede realizar modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se indica en las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un sistema de arranque de motor (100), que comprende:  
5 un generador de arranque principal (130), que tiene un rotor de generador de arranque principal (132),  
teniendo el rotor de generador de arranque principal a (132) arrollamientos de rotor de generador de arranque  
principal a (408) arrollados allí;  
un excitador (120) que tiene un rotor excitador (124) y un estator excitador (122), teniendo el rotor excitador  
(124) arrollamientos de rotor excitador (402) arrollados allí;  
10 donde el rotor excitador (124) está configurado para proporcionar corriente de excitación bifásica a los arrollamientos  
de rotor de generador de arranque principal (408);  
donde el sistema (100) se caracteriza por que:  
los arrollamientos de rotor de generador de arranque principal (408) son arrollamientos de rotor de  
generador de arranque principal a bifásicos, que están en cuadratura entre sí;  
15 los arrollamientos de rotor excitador (402) son arrollamientos de rotor excitador bifásicos que están en  
cuadratura entre sí; y  
una conexión entre los arrollamientos de rotor de generador de arranque principal (408) y los arrollamientos  
de rotor de excitador (402) se realiza en una secuencia de fase opuesta o en la misma secuencia de fase.
- 2.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 1, en el que:  
20 el rotor de generador de arranque principal (132) y el rotor de excitador (124) están configurados para girar  
en una primera dirección a una velocidad de rotación variable;  
la excitación eléctrica suministrada al estator excitador (122) es excitación AC o DC multifásica; y  
un controlador de excitador (140) suministra la excitación eléctrica AC o DC multifásica a una pluralidad de  
arrollamientos de estator de excitador (406) en la secuencia de fase que o bien está en la primera dirección o en una  
25 segunda dirección opuesta a la primera dirección.
- 3.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 2, en el que:  
los arrollamientos de rotor excitador (402) tienen un desfase en espacio y tiempo.
- 30 4.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 3, en el que:  
la cantidad de desfase es un valor dentro de un rango desde aproximadamente 80 grados eléctricos hasta  
aproximadamente 100 grados eléctricos.
- 35 5.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 4, en el que la cantidad de desfase es 90 grados  
eléctricos.
- 6.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 5, en el que los arrollamientos de rotor de generador  
de arranque principal (408) tienen un desfase en espacio y tiempo.
- 40 7.- El sistema de arranque del motor (100) de la reivindicación 6, en el que la cantidad de desfase es un valor dentro  
de un rango desde aproximadamente 80 grados eléctricos hasta aproximadamente 100 grados eléctricos.
- 8.- El sistema de arranque del motor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el  
controlador de excitador (140) recibe una señal de la velocidad desde un dispositivo (202) que detecta la velocidad  
de un árbol (150) del generador de arranque principal (130), en el que el dispositivo (202) está seleccionado del  
45 grupo que consta de un generador de arranque de imán permanente, un sensor de velocidad, y los arrollamientos de  
estator principal.
- 9.- El sistema de arranque del motor (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende, además:  
50 un generador de arranque de imán permanente (110) montado sobre un árbol (150) del generador de arranque  
principal (130) y configurado, después de su rotación, para proporcionar una señal de la velocidad a un controlador  
de excitador (140), siendo la señal de la velocidad representativa de la velocidad de rotación del árbol (150), en el  
que el controlador de excitador (140) proporciona excitación eléctrica que tiene una amplitud de suministro, una  
frecuencia, y una secuencia de fases basada en la señal de la velocidad.

55

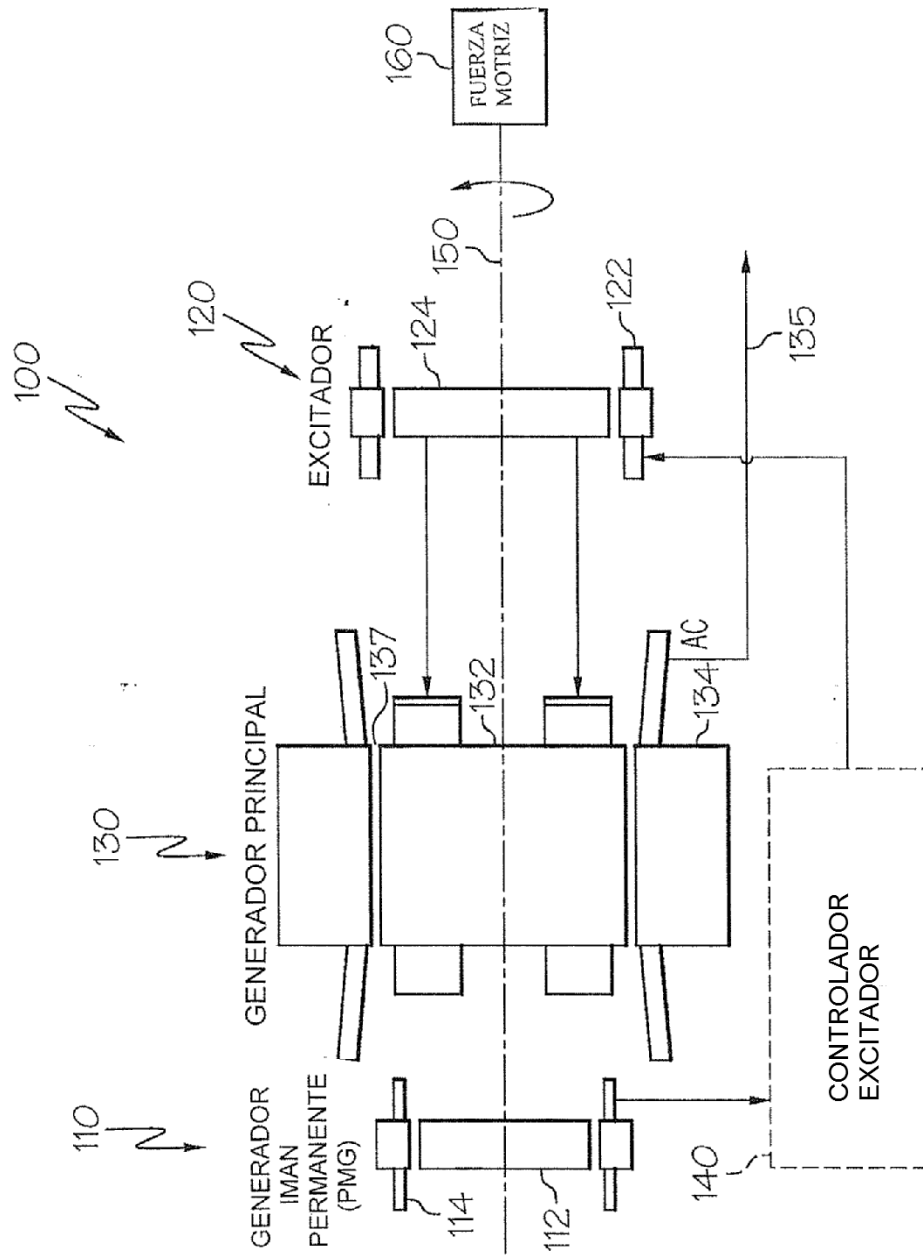


FIG. 1



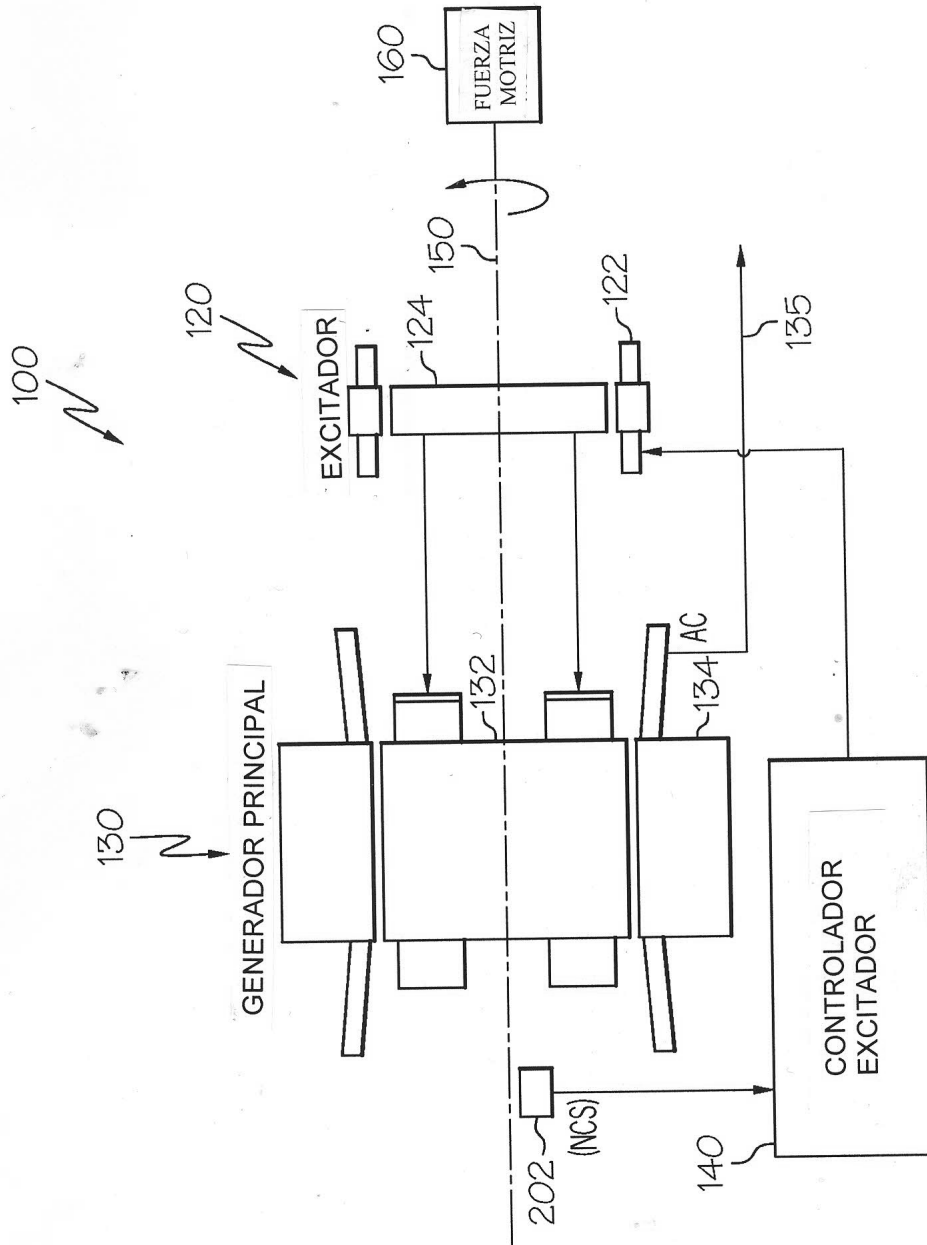


FIG. 2

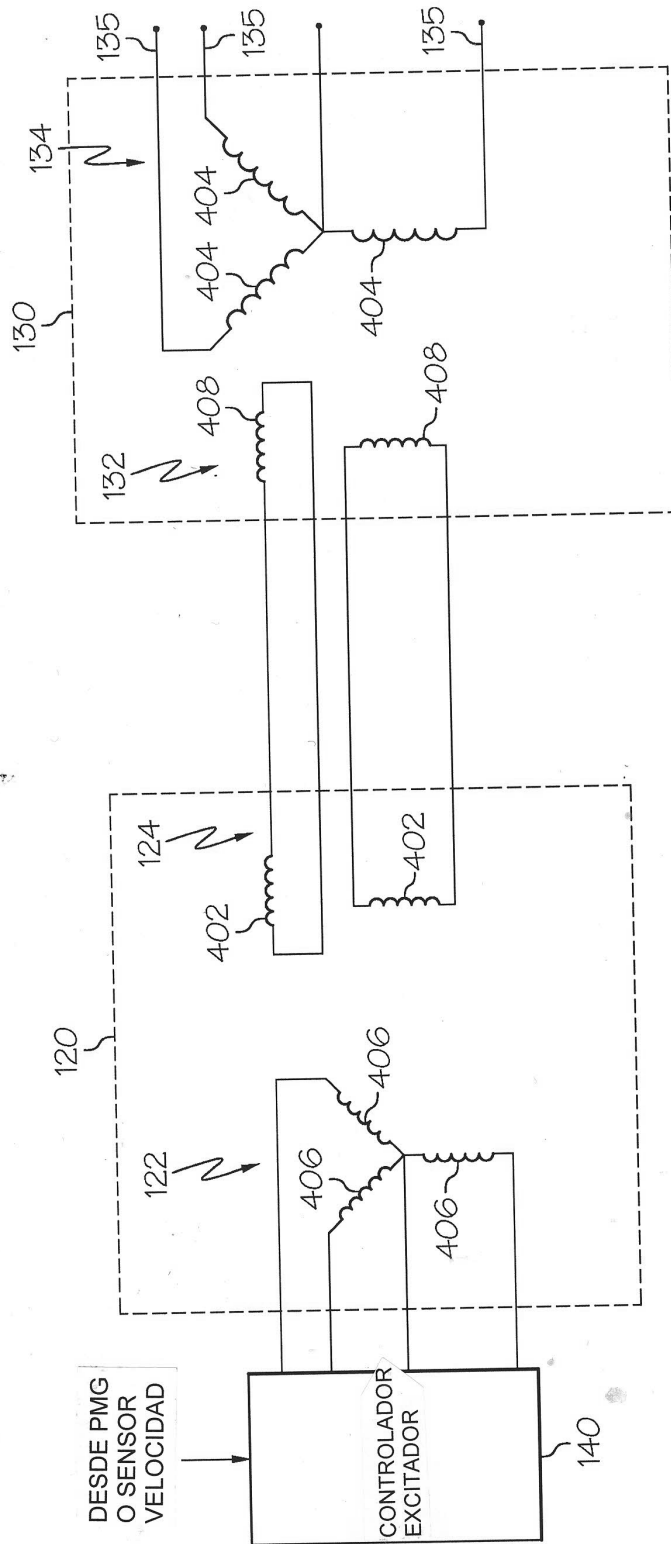


FIG. 3

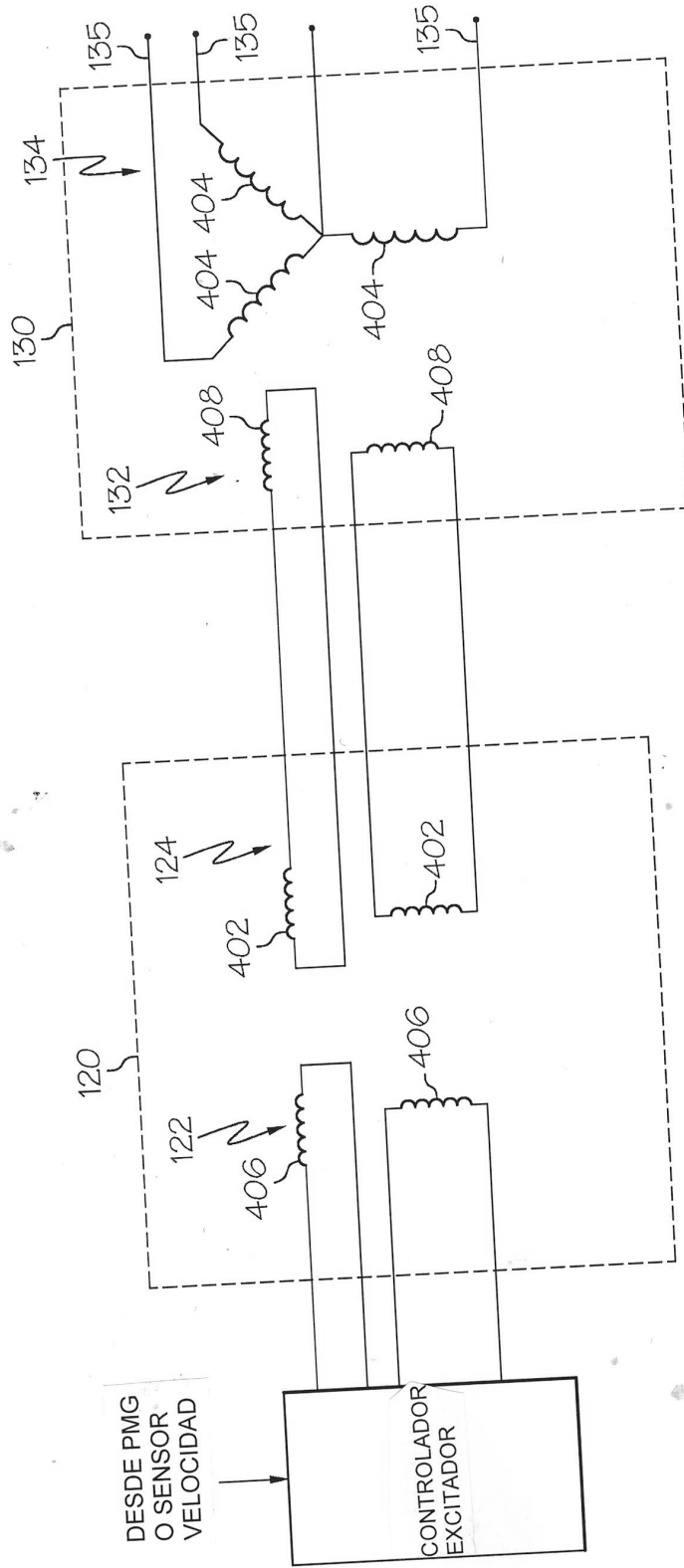


FIG. 4

500 ↗

510 ~  
CREAR EL ESQUEMA DE ARROLLAMIENTO DEL MOTOR UTILIZANDO ARROLLAMIENTOS BIFÁSICOS QUE ESTÁN EN CUADRATURA ENTRE SÍ

520 ~  
CONTROLAR LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL MOTOR POR UN ESTATOR EXCITADOR QUE INDUCE UNA CORRIENTE EN LOS ARROLLAMIENTOS DEL MOTOR DE AMPLITUD, FASE Y FRECUENCIA ADECUADAS

530 ~  
CONTROLAR LA FASE Y LA FRECUENCIA DE LA CORRIENTE EN UN ESTATOR EXCITADOR QUE TIENE UNA PLURALIDAD DE ARROLLAMIENTOS ARROLLADOS ALREDEDOR, PARA PRODUCIR LA CORRIENTE DE ARRANQUE Y EL PAR DE ARRANQUE APROPIADOS DEL MOTOR

FIG. 5