



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 707**

51 Int. Cl.:
G05B 19/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01939369 .3**

96 Fecha de presentación : **23.05.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1290512**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2003**

54 Título: **Procedimiento y sistemas para minimizar la vibración en máquinas eléctricas.**

30 Prioridad: **23.05.2000 US 576851**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.03.2011

73 Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

72 Inventor/es: **Hollenbeck, Robert, K. y**
Erdman, David, M.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención versa, en general, acerca de máquinas dinamoeléctricas y, más en particular, acerca de procedimientos para reducir la vibración en motores durante la puesta en marcha y el funcionamiento.

5 Los motores eléctricos son utilizados en innumerables variedades y aplicaciones en todo el mundo. Normalmente, el par generado en un rotor, que suministra la fuerza rotacional, es el producto de corriente aplicada al motor y una fuerza electromotriz generada por la aplicación de una tensión a las bobinas del motor. Los motores generan par para trabajar, es decir, típicamente para mover una carga.

10 En algunas aplicaciones, dependiendo de la montura del motor o de otros factores, el par generado, junto con la carga, puede hacer que un motor vibre y genere ruido según comienza el motor a mover su carga. Un ejemplo de tal aplicación es cuando el motor mueve un ventilador como su carga. Los desequilibrios en el ventilador, combinados con impulsos de par, producen vibraciones que son llevadas al motor y a la montura del ventilador, produciendo un ruido no deseable. Típicamente, se utilizan sistemas de amortiguación para minimizar los efectos de la energía de vibración inducida en el sistema del motor y del ventilador. Tales sistemas de amortiguación son caros y tienden a deteriorarse
15 con el tiempo debido a la exposición a los elementos y a una exposición continuada a la energía de vibración, dando lugar a conjuntos aflojados de motor y de ventilador, dando lugar potencialmente a fallos del motor o del ventilador.

En algunas aplicaciones, el problema es más frecuente en la puesta en marcha. No obstante, una vez el motor está a su régimen, sin embargo, se reducen o desaparecen el ruido y las vibraciones. En muchas aplicaciones, las vibraciones y el ruido generados por el motor en la puesta en marcha no son deseables. En otras aplicaciones, tales como el
20 ejemplo del ventilador descrito anteriormente, los problemas del ruido y de las vibraciones siempre están presentes. Sería deseable controlar la puesta en marcha y el funcionamiento del motor para eliminar el problema de vibración y de ruido producidos por un par elevado, permitiendo la posibilidad de eliminar los sistemas de amortiguación, y de reducir los costes.

El documento US-A-6 025 691 da a conocer un sistema de control del motor síncrono que puede regular libremente las corrientes eléctricas de n fases en un motor síncrono para controlar las características del motor síncrono para
25 mejorar el par de salida por unidad de peso de un motor síncrono, de forma simultánea con la reducción de rizados del par.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

En una realización ejemplar, un procedimiento para controlar la vibración de un motor que utiliza un sistema de control del motor, en el que el sistema de control del motor incluye un microprocesador, una memoria acoplada al microprocesador y un programa de control del motor almacenado en dicha memoria y configurado para ser ejecutado por dicho microprocesador. El procedimiento comprende las etapas de configurar el sistema de control del motor para controlar la corriente del motor con un perfil de corriente del motor al configurar la memoria con un algoritmo que, cuando es ejecutado por el microprocesador, controla el tiempo y la duración durante los que el circuito de excitación
35 suministra corriente en un perfil de corriente al motor, limitando la corriente del motor de forma que se reduce un componente de frecuencia fundamental del par y se aplica el perfil de corriente al motor.

En otra realización ejemplar, un sistema de control del motor configurado para reducir vibraciones y ruido en motores eléctricos, comprendiendo dicho sistema un microprocesador, una memoria acoplada al microprocesador, un circuito de excitación acoplado al motor y al microprocesador y un programa de control del motor almacenado en dicha memoria y configurado para ser ejecutado por dicho microprocesador. El sistema de control del motor está configurado para controlar la corriente del motor con un perfil de corriente del motor al configurar la memoria con un algoritmo que, cuando es ejecutado por el microprocesador, controla el tiempo y la duración durante los que el circuito de excitación suministra corriente en un perfil de corriente al motor. El sistema de control del motor limita la corriente del motor, de forma que se reduce un componente de frecuencia fundamental del par y aplica el perfil de corriente al motor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una realización ejemplar de un sistema de reducción de las vibraciones de una máquina eléctrica;

la Figura 2 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema conocido de control de motores;

la Figura 3 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema de control del motor según una realización de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema de control del motor según una segunda realización de la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema conocido de control del motor;

la Figura 6 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema de control del motor según una tercera realización de la presente invención;

la Figura 7 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema de control del motor según una cuarta realización de la presente invención; y

5 la Figura 8 es un diagrama que muestra formas de onda de la fuerza contraelectromotriz, de la corriente y del par para un sistema de control del motor según una quinta realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema 10 de control del motor, según una realización de la presente invención. El sistema 10 incluye un motor 12, un microprocesador 14, una memoria 16, que puede ser interna o externa al microprocesador 14, circuitos 18 de excitación del motor, lógica 20 de variación de nivel, un sensor 22 de efecto Hall, y un circuito marcador 24. Según se utiliza en el presente documento, microprocesador 14 hace referencia a controladores y procesadores, incluyendo microcontroladores, controladores lógicos programables, controladores de entrada/salida, circuitos de grupos reducidos de instrucciones, circuitos integrados para aplicaciones específicas, circuitos lógicos, y cualquier otro circuito, procesador o microordenador capaz de procesar las realizaciones descritas en el presente documento. El sistema 10 incluye, además, un circuito 26 de reposición por tensión insuficiente, un circuito 28 de alimentación, y un circuito 30 de entrada. Según se describe con más detalle a continuación, la memoria 16 está configurada con un algoritmo, descrito con más detalle a continuación, que, cuando es ejecutado por el microprocesador 14, controla el tiempo y la duración durante los que los circuitos 18 de excitación suministran corriente en un perfil de corriente al motor 12. El sensor 22 de efecto Hall y el circuito marcador 24 proporcionan información de retorno al microprocesador 14 acerca de la posición del rotor del motor 12 para controlar el algoritmo.

De forma alternativa, pueden implementarse los procedimientos descritos a continuación, por ejemplo, en un ordenador personal programado para ejecutar cada etapa descrita. Sin embargo, los procedimientos pueden implementarse de muchas formas distintas y no están limitados a ser implementados y puestos en práctica en un ordenador personal. Por ejemplo, los procedimientos podrían estar implementados en un servidor y se podría acceder a los mismos por medio de una red, tal como una red de área local y/o una red de área extendida.

Normalmente, los motores están configurados para satisfacer requerimientos específicos de rendimiento medido en varios puntos de funcionamiento de estado de régimen. Los requerimientos de rendimiento incluyen par nominal del punto de funcionamiento, corriente, deslizamiento, factor de potencia, y eficacia, par máximo en servicio continuo (máximo de torsión), par y corriente iniciales de arranque, y corriente sin carga.

30 El par de los motores de CC sin escobillas y de los motores conmutados electrónicamente (ECM) es igual al producto de la corriente del motor y de una fuerza contraelectromotriz (FCEM) multiplicado por una constante que representa pérdidas presentes en el motor. La Figura 2 ilustra el par del motor, la corriente del motor, y una FCEM de un sistema conocido de control del motor utilizando formas 50 de onda. Como se muestra en la Figura 2, una forma 52 de onda del par es el producto de una forma 54 de onda de la corriente del motor y una forma 56 de onda de la FCEM. Según alcanza el par un nivel particular, que es distinto en cada motor y para cada aplicación del motor, mostrado como picos 58 en la forma 52 de onda del par en la Figura 2, se inducen las vibraciones en los motores o en las monturas.

40 La Figura 3 muestra formas 70 de onda en los que se ha limitado la corriente utilizando un sistema 10 de control del motor (mostrado en la Figura 1) configurado con un algoritmo para limitar la corriente del motor durante periodos de pico de FCEM. La forma 72 de onda de la FCEM muestra una forma típica sinusoidal de FCEM y sus picos asociados 74. Se modula por anchura de impulsos la forma 76 de onda de la corriente, que es generada utilizando el sistema 10, de forma que se producen periodos de reducciones 78 de corriente durante periodos de pico de FCEM. Según se utiliza en el presente documento, la modulación por anchura de impulsos incluye un control repetitivo de impulsos, formas de onda de impulso ausente, y formas de onda con impulsos de anchura variable. Se muestra una forma 80 de onda del par que representa un producto de una forma 72 de onda de la FCEM y una forma 76 de onda de la corriente. Como resultado de las reducciones 78 de corriente, la forma 80 de onda del par se vuelve más constante que la forma 52 de onda del par (mostrada en la Figura 2) dado que se reduce una frecuencia fundamental del par, y, por lo tanto, se reducen las vibraciones del motor.

50 La Figura 4 muestra formas 90 de onda que muestran otra realización de la presente invención. Se muestra una forma 92 de onda de la corriente, generada por el sistema 10 (mostrado en la Figura 1), que precede a una forma 94 de onda de la FCEM en n grados eléctricos. Se determina el ángulo n de avance por la configuración del sistema 10 y por la inductancia del motor. Al cambiar la sincronización de la forma 92 de la corriente con respecto a la forma 94 de onda de la FCEM, se lleva a cabo la conformación y la sincronización de la forma 96 de onda del par. En la realización mostrada en la Figura 4, avanzar la forma 92 de onda de la corriente provoca que se genere más par por motor a mayores velocidades, pero también genera vibraciones negativas de par.

55 La Figura 5 muestra formas 100 de onda de un sistema conocido configurado de forma que se elimina la corriente de un motor a 135 grados eléctricos de una forma 102 de onda de la FCEM de 180 grados. La forma 104 de onda de la corriente muestra los impulsos de corriente. Al controlar una cantidad de tiempo durante el que se aplica un impulso de corriente a un motor, se controla una forma 106 de onda del par.

- La Figura 6 muestra formas 110 de onda que incluyen una forma 112 de onda del par según otra realización de la presente invención. En vez de tener un tiempo fijo sin corriente, según se ha descrito por medio del sistema mostrado en la Figura 5, para una porción de una forma 114 de onda de la FCEM, el sistema 10 está configurado para proporcionar múltiples impulsos 116 de corriente durante la forma 114 de onda de la FCEM, y también múltiples tiempos 118 sin corriente, lo que tiene como resultado un par máximo reducido. Además de la cantidad de corriente en los impulsos 116 controla el nivel de par. Como se muestra en la Figura 6, los impulsos 116 de corriente tienen una menor amplitud durante periodos de mayor FCEM, como se muestra en la forma 114 de onda, teniendo como resultado, de ese modo, una uniformidad en la amplitud de los impulsos 112 de par.
- La Figura 7 muestra una realización que incluye formas 120 de onda en la que el sistema 10 está configurado para proporcionar una forma 122 de onda de la corriente modulada por anchura de impulsos que está activada durante un periodo más prolongado de una forma 124 de onda de la FCEM, teniendo como resultado, de ese modo, una forma 126 de onda del par con un mayor valor de pico. Como se muestra en la Figura 7, la forma 122 de onda incluye múltiples impulsos 128 de corriente durante un periodo de FCEM positiva, mostrada en la forma 124 de onda.
- Con referencia ahora a la Figura 8, las formas 130 de onda incluyen una forma 132 de onda de la corriente que constituye impulsos 134 de corriente. Como se muestra en la Figura 8, el sistema 10 ha sido configurado de forma que uno de los impulsos 134 modulados de corriente está ausente de la forma 132 de onda. Al eliminar un impulso 134 de corriente de la forma 132 de onda, la forma de onda de la corriente puede estar activada durante una mayor porción de la forma 136 de onda de la FCEM mientras que se sigue reduciendo una cantidad de par máximo, como se muestra en la forma 138 de onda del par.
- Aunque se ha descrito la invención en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede ser puesta en práctica con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar la vibración de un motor utilizando un sistema de control del motor, en el que el sistema de control del motor incluye:
- un microprocesador (14);
 - 5 una memoria (16) acoplada al microprocesador;
 - un circuito (18) de excitación acoplado al motor y al microprocesador; y
 - un programa de control del motor almacenado en dicha memoria y configurado para ser ejecutado por dicho microprocesador;
 - comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
 - 10 configurar el sistema de control del motor para controlar la corriente del motor con un perfil de corriente del motor al configurar la memoria con un algoritmo que, cuando es ejecutado por el microprocesador, controla el tiempo y la duración durante los que el circuito de excitación suministra corriente en un perfil de corriente al motor; y
 - aplicar el perfil de corriente al motor,
 - 15 **caracterizado por:**
 - limitar la corriente del motor, de forma que se reduzca un componente de frecuencia fundamental del par.
2. Un procedimiento según la Reivindicación 1, en el que dicha etapa de configurar un sistema de control del motor para controlar la corriente del motor comprende, además, la etapa de aplicar una corriente del motor que precede a una fuerza contraelectromotriz en n grados.
3. Un procedimiento según la Reivindicación 1, en el que dicha etapa de configurar el sistema de control del motor para controlar la corriente comprende, además, la etapa de configurar un sistema de control del motor para modular por anchura de impulsos la corriente del motor.
4. Un procedimiento según la Reivindicación 3, en el que dicha etapa de configurar un sistema de control del motor para modular por anchura de impulsos la corriente del motor comprende, además, la etapa de ajustar la frecuencia de modulación por anchura de impulsos y la inductancia, de forma que se aplica al motor una corriente de pico mayor que la media en un ángulo deseado de conducción.
5. Un sistema de control del motor configurado para reducir vibraciones y ruido en motores eléctricos, comprendiendo dicho sistema:
- un microprocesador (14);
 - 30 una memoria (16) acoplada al microprocesador;
 - un circuito (18) de excitación acoplado al motor y al microprocesador; y
 - un programa de control del motor almacenado en dicha memoria y configurado para ser ejecutado por dicho microprocesador;
 - 35 configurado dicho sistema de control del motor para controlar la corriente del motor con un perfil de corriente del motor al configurar la memoria con un algoritmo que, cuando es ejecutado por el microprocesador, controla el tiempo y la duración durante los que el circuito de excitación suministra corriente en un perfil de corriente al motor; y
 - aplicar el perfil de corriente al motor;
 - caracterizado porque:**
 - 40 el sistema de control del motor limita la corriente del motor de forma que se reduce un componente de frecuencia fundamental del par.
6. Un sistema de control del motor según la Reivindicación 5, en el que dicho programa de control del motor está configurado para modular por anchura de impulsos la corriente del motor.
7. Un sistema de control del motor según la Reivindicación 6, en el que dicho programa de control del motor está configurado con una frecuencia de modulación por anchura de impulsos para igualar una inductancia del motor, de forma que se genera un mayor pico de par con respecto a la corriente en un ángulo deseado de conducción.
8. Un sistema de control del motor según la Reivindicación 7, en el que dicho programa de control del motor está configurado con impulsos de modulación por anchura con impulsos ausentes para reducir las vibraciones del par de salida del motor.

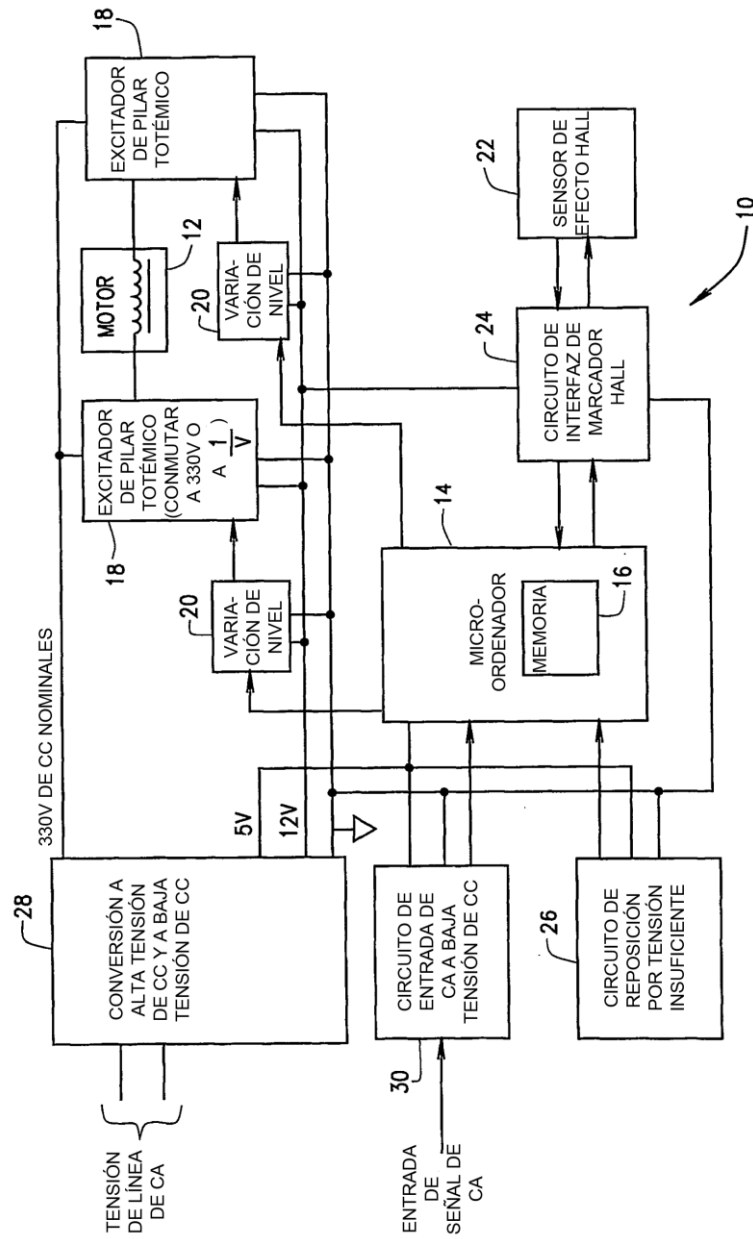


FIG. 1

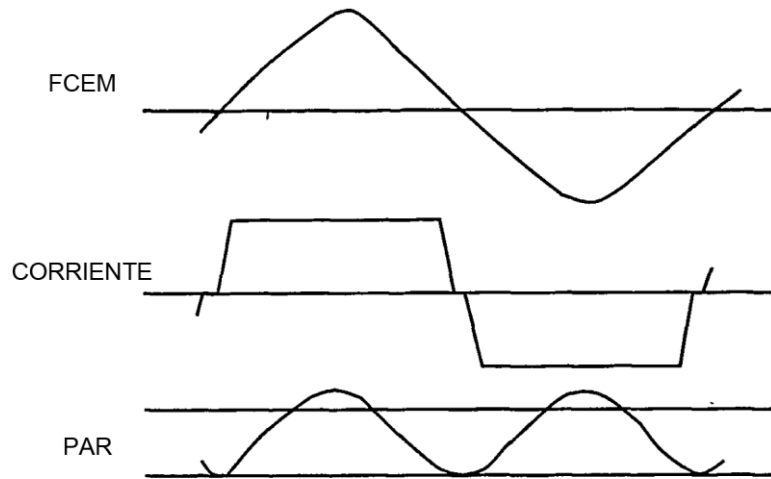


FIG. 2

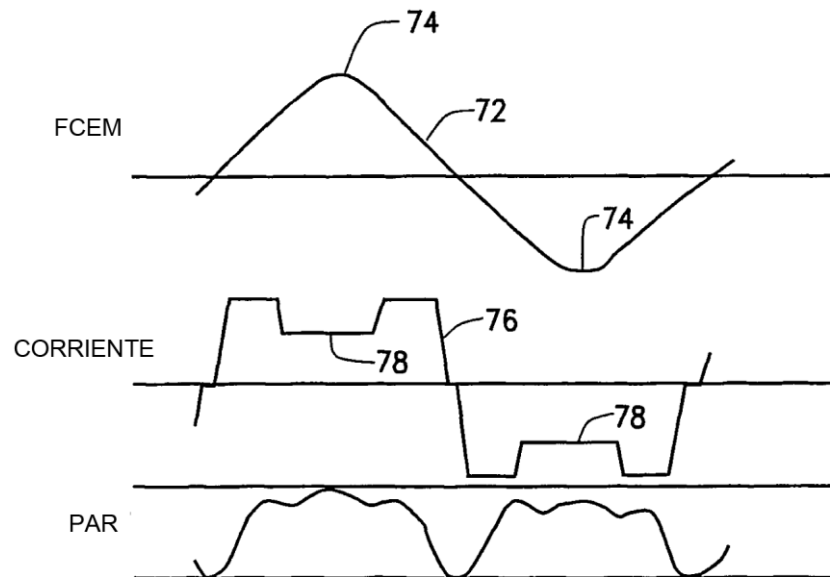


FIG. 3

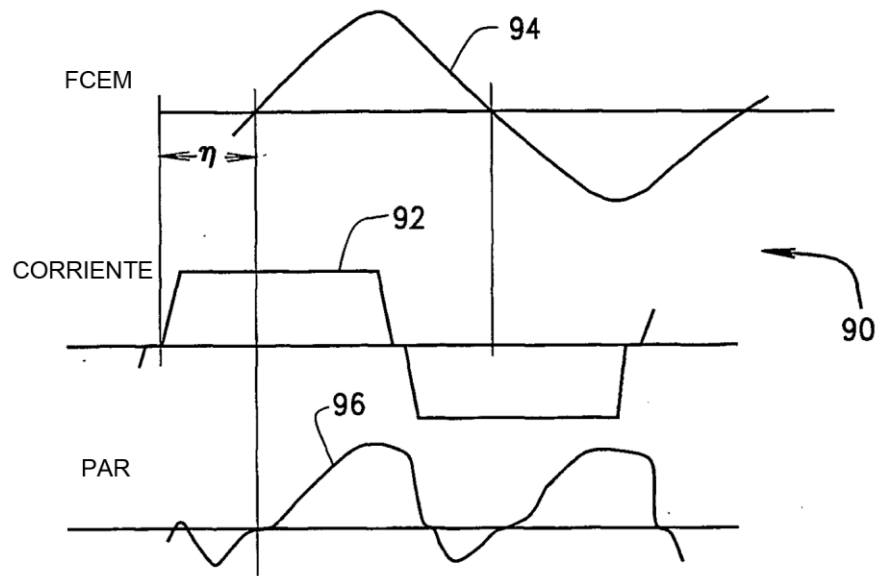


FIG. 4

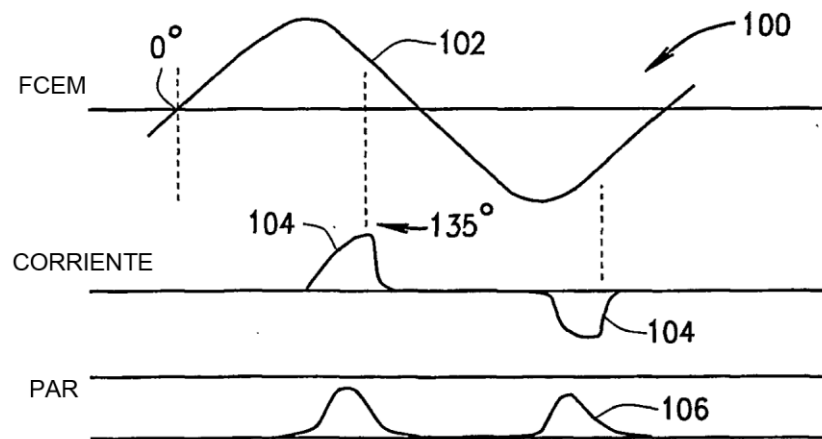


FIG. 5

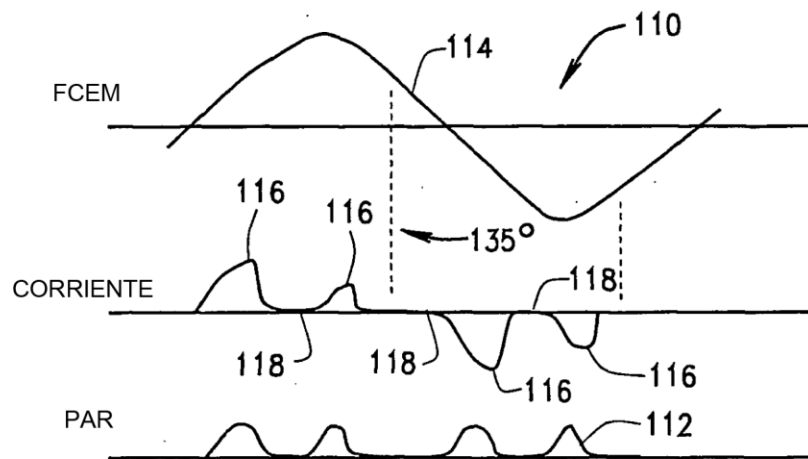


FIG. 6

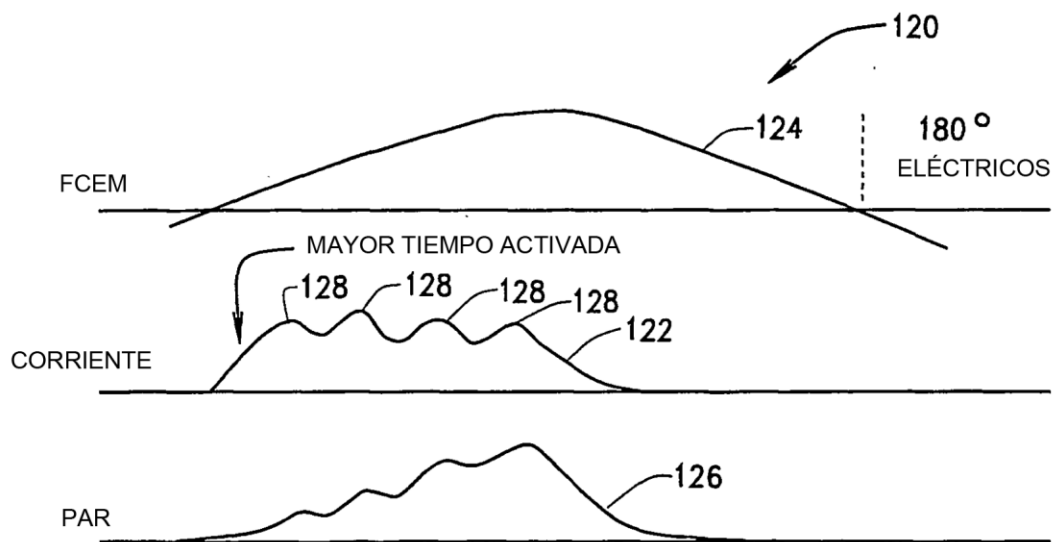


FIG. 7

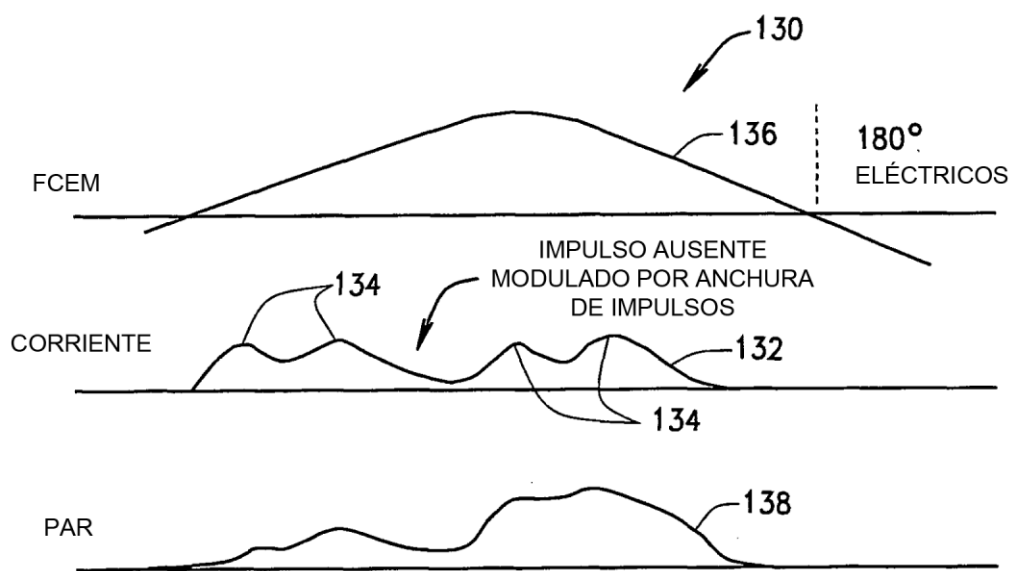


FIG. 8