(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 544 746**

(51) Int. CI.:

F03B 13/20 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
H02K 35/02 (2006.01)
H02P 3/22 (2006.01)
B60L 7/00 (2006.01)
F03B 13/18 (2006.01)
H02P 9/00 (2006.01)
H02P 25/06 (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01)
H02K 41/03 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2005 E 05729874 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 1743414**

(54) Título: **Circuito de conmutación de bobina para generador eléctrico lineal**

(30) Prioridad:

16.03.2004 US 553666 P
07.01.2005 US 30932

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.09.2015

(73) Titular/es:

OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1590 REED ROAD
PENNINGTON, NJ 08534, US

(72) Inventor/es:

STEWART, DAVID B.;
SMALSER, PAUL y
SCHANZER, HENRY I.

(74) Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

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

Circuito de conmutación de bobina para generador eléctrico lineal

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional Número de Serie 60/553,666 titulada Convertidores de Energía de Ondas (WEC por sus siglas en inglés) con Generadores Eléctricos Lineales (LEG por sus siglas en inglés) presentada en 03/16/2004, cuyas enseñanzas se incorporan aquí mediante referencia.

Antecedentes de la invención

Esta invención se relaciona con generadores eléctricos lineales (LEG) y con circuitos para mejorar su eficiencia. Un problema con los LEG conocidos se puede explicar con referencia a las Figuras 1 y 2 de la técnica anterior. Se puede construir un LEG, como se muestra en las Figuras 1 y 2, con el propósito de que tenga un estator largo (por ejemplo, un ensamble 24 de bobina de inducción de longitud d1) y un ensamble 22 de imán permanente relativamente corto, de longitud d2. Cuando el ensamble 22 de imán permanente se mueve con relación al ensamble 24 de bobina de inducción se induce un voltaje (y una corriente si una carga se conecta a través del ensamble de bobina) en el ensamble de bobina. Una ventaja de los sistemas en los que la bobina se hace mucho más grande que el imán, cuando se compara con aquellos con ensambles de imán permanente largos y ensambles de bobina de inducción cortos (estator), incluyen la capacidad de mantener estacionario el cableado del ensamble de bobina de inducción (es decir, cables que no se flexionan ni mueven continuamente). Otra ventaja de dichos sistemas es que las bobinas largas y el imán permanente corto permiten el uso de amortiguadores/frenos de imanes permanentes pasivos relativamente simples (por ejemplo, se pueden formar amortiguadores pasivos al poner placas conductoras en los extremos del viaje de los imanes permanentes para formar un freno o amortiguador pasivo). Todavía otra ventaja de tener el imán permanente relativamente corto es que los imanes grandes y largos presentan un peligro porque tienden a atraer una gran cantidad de residuos.

Aunque la estructura mostrada en la Figura 1 tiene muchas ventajas, un problema con generadores eléctricos lineales conocidos que tiene un ensamble de bobina de inducción largo y el ensamble de imán permanente relativamente corto es que la corriente eléctrica generada en las bobinas tiene que pasar (fluye) a través del ensamble de bobina completo (es decir, todas las bobinas) en el estator, como se ilustra en la Figura 1. El voltaje útil derivado de las bobinas se obtiene de aquellas bobinas y secciones de bobina directamente opuestas y muy cercanas al ensamble de imán permanente. Este voltaje útil induce una corriente que fluye a través de toda la serie de bobinas conectadas. Las partes de las bobinas de estator que no son adyacentes (o directamente opuestas) al ensamble de imán permanente y aquellas que no interactúan con el ensamble de imán provocan una caída de voltaje en la bobina (es decir, debido a la resistencia e inductancia de la bobina) sin mejorar la generación de corriente adicional o voltaje. La caída de voltaje debido a la resistencia/impedancia de las bobinas no contribuye a la generación de voltaje (corriente) que resulta en pérdidas significativas en la energía generada por el LEG. El problema de tener pérdidas de potencia significativas que perjudican la generación de potencia útil se supera en circuitos y sistemas que incorporan la invención.

El documento US 5,347,186 describe un generador eléctrico lineal que comprende un ensamble de bobina con una pluralidad de bobinas de inducción que exhiben inductancia y resistencia a lo largo de su longitud, un ensamble magnético de longitud más corta que la longitud de las bobinas, el ensamble magnético y las bobinas se pueden mover relativamente de tal manera que el ensamble magnético pasa sobre una sección de bobina particular que produce un voltaje a través de las bobinas en esa sección.

Resumen de la invención

Un generador eléctrico lineal (LEG) que se incorpora en la invención se caracteriza como se establece en la Reivindicación 1.

En ciertas realizaciones de la invención, las secciones de bobina que no están en proximidad cercana al PMA están en cortocircuito por el circuito de conmutación. En otras realizaciones, las secciones de bobina que no están en proximidad cercana al PMA están en circuito abierto por medio del circuito de conmutación. Sin embargo, el circuito de conmutación se puede utilizar para provocar que las bobinas de inducción que están distantes del PMA (es decir, inactivas o no excitadas) y que no están contribuyendo a la generación de voltaje y corriente tiene que ser desviada por el circuito abierto (desconexión) o acortamiento de las secciones de bobina “inactivas”. La desconexión o acortamiento de las bobinas inactivas reduce o elimina pérdida debido a su resistencia de bobina en serie e impedancia y por lo tanto aumenta la eficiencia del generador eléctrico lineal.

Un LEG que incorpora la invención incluye un ICA relativamente largo y un PMA relativamente corto. El ICA se subdivide en secciones N que se disponen en forma lineal a lo largo de una superficie (por ejemplo, un eje o un flotador de un convertidor de energía de ondas (WEC-) sobre una distancia (por ejemplo, d1). La longitud del PMA puede variar sobre un amplio rango que es menor que la longitud de una sección de bobina que es mayor que varias secciones de bobina. En algunas realizaciones, se selecciona el PMA que tiene una longitud igual a la longitud de "X" de la sección N de bobinas, en donde X y N son enteros y X es menor que N. Por ejemplo, el ensamble de bobina de inducción puede consistir de 10, o más, secciones de bobina que se extienden serialmente a lo largo de una distancia (por ejemplo, d1) y la longitud (por ejemplo, d2) del PMA puede ser igual a la longitud de las dos secciones de bobina.

En sistemas que incorporan la invención, se pueden emplear tres modos posibles para mover el ICA con relación al PMA: (a) el ICA se puede mantener estacionario y el PMA se mueve con relación al ensamble de bobina; (b) el PMA se mantiene estacionario y el ICA se mueve con relación al PMA; o (c) el ICA y el PMA se pueden mover con relación una al otro. En la descripción que sigue, para facilidad de ilustración, se muestra que el ensamble de bobina es estacionario y el PMA se mueve a lo largo del ensamble de bobina mientras se separa de este mediante una distancia preseleccionada ("espacio"). Sin embargo, la invención se puede practicar utilizando cualquiera de los tres modos de operación observados anteriormente.

La invención del Solicitante reside en parte en el reconocimiento de que cuando el PMA se mueve a lo largo de las bobinas se induce un voltaje opuesto significativo en las bobinas y muy cercana (es decir, cerca) al PMA y se induce poco voltaje, si lo hay, en las bobinas que no están cerca al PMA.

En una realización de la invención las secciones de bobina se conectan en serie entre los primeros y segundos puntos de salida de potencia y los interruptores se conectan a través de las secciones de bobina. Cuando el PMA pasa a lo largo de la longitud del ICA, los interruptores que se conectan a través de las secciones del ensamble de bobina que están cerca al PMA se "abren" permitiendo que se induzca un voltaje en aquellas secciones de bobina. Al mismo tiempo, los interruptores que se conectan a través de las bobinas que no están cerca al PMA se "cierran" para provocar cortocircuito en aquellas secciones y proporcionar simultáneamente una ruta de conducción de baja impedancia para conectar las bobinas activas a través de las primeras y segundas salidas de potencia del LEG al que se puede conectar una carga. Sin embargo, el voltaje desarrollado a través de las bobinas activas se aplica a las salidas de potencia con muy poca disipación de energía en las bobinas inactivas.

En otra realización de la invención, cada bobina tiene primeros y segundos terminales y cada terminal de bobina se conecta por medio de un interruptor habilitado selectivamente a un primer o a un segundo punto de salida de potencia. Las secciones del ensamble de bobina que están cerca al PMA se acoplan entre los primeros y segundos puntos de salida de potencia por medio de interruptores. Las secciones de bobina "inactivas" que no están cerca al PMA se desconectan de los puntos de salida de potencia y no disipan ninguna potencia.

El encendido (cierre) y apagado (apertura) del circuito de conmutación acopla las bobinas a las líneas de potencia del LEG que se pueden controlar por diferentes medios para detectar la posición y/o la dirección del PMA con relación al ICA. En algunas realizaciones, se detectan los voltajes de secciones de bobina individuales (estator). Los voltajes de amplitud significativa se desarrollan a través de las secciones de bobina "activas" o "excitadas" cerca de PMA. Las secciones de bobina que no están cerca al PMA no desarrollarán voltajes inducidos de ninguna amplitud significativa. El voltaje desarrollado en las secciones de bobina "activas" o "excitadas" se detecta para proporcionar información posicional y/o direccional que se utiliza para controlar la condición del circuito de conmutación. Alternativamente, los sensores ópticos y emisores de luz o sensores de efecto Hall ubicados en el PMA y el ICA se pueden utilizar para detección de posición y/o dirección.

En todos los casos, las bobinas activas o excitadas seleccionadas se acoplan a la salida LEG por medio del encendido de los interruptores y las secciones de bobina inactivas están en cortocircuito o se desconectan del circuito. Como resultado, la caída del voltaje en el ensamble de bobina de estator debido a la resistencia e impedancia de las bobinas "inactivas" se reduce y/o elimina, reduciendo por lo tanto la pérdida de energía en las bobinas inactivas y aumentando la eficiencia del generador eléctrico lineal.

Los LEG que incorpora la invención son muy útiles como dispositivos de derivación de potencia (PTO por sus siglas en inglés) en convertidores de energía de ondas (WEC).

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos que acompañan similares caracteres de referencia denotan componentes similares, y

La Figura 1 es una ilustración de diagrama esquemático de los ensambles de bobina e imán permanente de un generador eléctrico lineal de la técnica anterior (LEG);

La Figura 2 es una representación simbólica de los ensambles de bobina e imán permanente de un LEG de la técnica anterior;

Las Figuras 3A, 3B y 3C son diagramas esquemáticos de un LEG con interruptor cortocircuitante que se conecta a través de secciones del ensamble de bobina de inducción (ICA) de acuerdo con un aspecto de la invención;

Las Figuras 3D y 3E ilustran diferentes formas para montar un LEG que incorpora la invención en un convertidor de energía de ondas (WEC);

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un LEG de fase única con circuito de conmutación de bobina de acuerdo con la invención;

Las Figuras 5 y 5A son diagramas esquemáticos de sistemas LEG que incorpora la invención;

Las Figuras 6A1, 6A2, 6B y 6C son diagramas de semibloque semiesquemáticos de diferentes redes de conmutación para conmutar las bobinas de LEG de acuerdo con la invención;

La Figura 6C1, 6C2, 6C3 muestran diferentes tipos de interruptores derivantes útiles para practicar la invención;

La Figura 7 es un diagrama de forma de ondas que ilustra la operación de un LEG que incorpora la invención;

Las Figuras 7 A y 7B ilustran diferentes modos para detectar niveles de voltaje para controlar el encendido y apagado del circuito de conmutación asociado con el ICA;

Las Figuras 8A y 8B son diagramas de semibloque semiesquemáticos de aparatos para detectar la posición y dirección del PMA con relación al ICA;

La Figura 8C es un diagrama de semibloque semiesquemático del aparato para detectar la posición y dirección precisa de un PMA con relación a un ICA;

La Figura 9 es un diagrama esquemático de una configuración de bobina con “derivaciones” en la que las bobinas no seleccionadas pueden tener circuito abierto de acuerdo con la invención;

La Figura 9A es un diagrama esquemático de la configuración de la Figura 9 que muestra la selección de dos bobinas y la derivación del resto, de acuerdo con la invención;

La Figura 9B es una representación esquemática del circuito de conmutación para implementar el esquema de la Figura 9;

Las Figuras 10A y 10B son, respectivamente, representaciones esquemáticas de un ensamble de bobina de inducción con “derivaciones” y de un ensamble de bobina de inducción “segmentado” para uso en la práctica de la invención;

Las Figuras 11A, 11 B, 11C y 11D son diagramas que ilustran la conmutación de las bobinas “segmentadas” dispuestas linealmente a lo largo de un eje o coraza pero que se interconectan eléctricamente en una configuración paralela; y

La Figura 12 es un diagrama esquemático de un ICA segmentado interconectado de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

Las características y diversas estructuras de generadores eléctricos lineales (LEG), que incorpora la invención se muestran en las Figuras 3 -12. En estas figuras, para facilidad de descripción, solo se muestra una de tres fases eléctricas posibles. Sin embargo, cabe entender que el aparato puede, y normalmente incluirá una o más fases (por ejemplo 3). Una aplicación de generadores eléctricos lineales (LEG) que incorpora la invención es como un dispositivo generador de potencia (PTO) en el convertidor de energía de ondas (WEC). Sin embargo, cabe entender que un LEG que incorpora la invención se puede utilizar en cualquier otra aplicación adecuada. Como se muestra en las figuras, los LEG que incorpora la invención incluyen un ensamble 30 magnético permanente (PMA) y un ensamble 20 de bobina de inducción (ICA) separado por un pequeño espacio de aire. En esta aplicación se asume que la longitud (d2) del PMA 30 es significativamente más pequeña que la longitud (d1) del ICA 20. En un WEC que incorpora la invención, el PMA 30 se une a (o se monta sobre) uno de un eje 3 y coraza 5, y el ICA 20 se une a (o se monta sobre) y se dispone a lo largo del otro del eje 3 y coraza 5 como se muestra en

las Figuras 3D y 3E. Como se indicó anteriormente, el eje o la coraza se pueden mover uno con respecto al otro, o ambos se pueden mover entre sí.

El PMA 30 se construye normalmente de múltiples pares de imanes polarizados “norte” y “sur” montados sobre la superficie de una estructura de material ferromagnético (por ejemplo acero) con polos orientados perpendiculares a la línea del espacio de aire. Estos imanes comprenden un “par de polos” magnéticos. El circuito magnético puede estar comprendido de un par de imanes, espacios de “aire”, una culata de estator, y una placa de respaldo de imán, los últimos dos elementos se construyen de material ferromagnético.

El PMA 30 también puede estar construido de múltiples pares de imanes polarizados norte y sur “enterrados” en una culata ferromagnética. En este caso, los polos norte y sur se orientan paralelos al espacio de aire. En dicho caso, el circuito magnético puede estar comprendido de imanes, dos cruces de espacio de aire, y culatas de estator y ferromagnéticas. Observe que cualquier estructura PMA adecuada se puede utilizar para practicar la invención.

El ICA 20 utilizado para practicar la invención cuando se refiere genéricamente incluye una configuración de bobina “con derivaciones” que se muestra como 20a en la Figura 10A o una configuración de bobina “segmentada” mostrada como 20b en la Figura 10B. La configuración de bobina ICA 20 de la invención difiere del ICA 24 mostrado en la Figura 1 porque el ICA 20 incluye derivaciones que se colocan para permitir que se hagan conexiones o contactos a diferentes secciones de bobina y secciones de bobina individuales del ICA.

La operación básica del sistema se puede describir como sigue. Asuma que el PMA 30 está impulsado a moverse con relación a y a lo largo del ICA 20 en respuesta a fuerzas que se presentan en forma natural (por ejemplo, olas oceánicas). Cuando el PMA 30 se mueve a lo largo de las bobinas, de las que se separa por un pequeño espacio de aire, se produce un cambio en el flujo. El cambio de flujo provocado por los imanes en movimiento induce un voltaje en las bobinas que están cerca (en proximidad cercana a) los imanes ($e=N d\varphi/dt$); estas bobinas también se denominan aquí y en los dibujos que acompañan como bobinas “activas” o bobinas “excitadas”. La amplitud y frecuencia del voltaje inducido en cada bobina activa individual es una función de la velocidad del imán con relación a las bobinas y de las propiedades de acoplamiento de imán-bobina. Cuando se conecta una carga externa a través de los terminales de una bobina o bobinas “activas”, fluye la corriente a través de las bobinas y la carga. Observe que existe muy poco, si lo hay, voltaje útil desarrollado a través de las bobinas que no están en proximidad cercana al PMA 30.

Se genera un voltaje en segmentos activos de la bobina como resultado del cambio de flujo magnético cuando el PMA pasa sobre las bobinas. El flujo de un par de imanes polarizados “norte” y “sur” se acopla al segmento de bobina por medio de un espacio de aire. La longitud de cada segmento de bobina puede ser igual a la longitud de uno de estos pares de polos de imán. Un PMA puede consistir de diversos pares de polos y se extiende sobre uno, o más, segmentos de bobina, como se muestra en la Figura 4.

Con referencia a las Figuras 3A, 3B y 3C, se muestran 8 bobinas de inducción (L1-L8) de un LEG que se conectan en serie entre puntos 310 y 312 de salida de potencia. Un interruptor cortocircuitante habilitado en forma selectiva (S1-S8) se conecta a través de cada bobina de inducción. En las Figuras 3A, 3B y 3C, se asume que la longitud del PMA 30 es aproximadamente igual a la longitud de dos series de bobinas conectadas. Los interruptores cortocircuitantes de las bobinas “activas” o “excitadas” (es decir, aquellas bobinas en proximidad física y opuesta al PMA 30) se abren (APAGAN). Adicionalmente, los interruptores de cortocircuito de las bobinas inmediatamente por encima y por debajo de la posición del PMA 30 también se abren (APAGAN) para asegurar que todas las cantidades significativas de flujo magnético generado se recolecten (no queden en cortocircuito). Los interruptores cortocircuitantes a través del resto de las bobinas se cierran para hacer corto efectivamente de las bobinas no activas (es decir, aquellas que no contribuyen a la generación de un voltaje de salida) y proporcionando al mismo tiempo una ruta de conducción para acoplar las bobinas activas entre las terminales de salida de potencia. Sin embargo, en circuitos que incorporan la invención las bobinas activas o las bobinas excitadas se acoplan a través de los puntos (310, 312) de salida de potencia del ICA 20 por medio de la ruta de interruptores de relativamente baja impedancia que se encienden y las caídas de IR de las bobinas inactivas están en cortocircuito y por lo tanto se derivan.

Cuando el PMA 30 se mueve a lo largo del ICA 20 se produce un voltaje de salida (Vo) entre los terminales 310 y 312 y en las diversas derivaciones de bobina que, por ejemplo, pueden tener una forma del tipo mostrado en las diversas formas de ondas de la Figura 7. Para la longitud se asume que el PMA 30 es igual a la longitud de 2 bobinas de inducción y se asume que el PMA 30 se mueve hacia abajo como se muestra en las Figuras 3A, 3B y 3C, se pueden describir los cierres del interruptor como sigue: (a) en la Figura 3A con bobinas opuestas PMA 30 L1 y L2, los interruptores S1, S2 y S3 se abren mientras que los interruptores S4 a S8 se cierran, están en cortocircuito las bobinas L4 a L8. Sin embargo, las bobinas L1, L2, y L3, que se considera se “excitan” y a través de lo cual se produce un voltaje útil, se conectan efectivamente en serie entre las salidas 310 de potencia y por medio de la ruta de baja impedancia del interruptor apagado que es S4-S8, también se conecta en serie. (b) Cuando el ensamble magnético se mueve hacia abajo las bobinas opuestas L3 y L4 como se

muestra en la Figura 3B, los interruptores S2, S3, S4, y S5 se abren mientras que los interruptores S1 y S6-S8 se cierran haciendo cortocircuito con sus devanados de bobina correspondientes. Sin embargo, 4 bobinas conectadas en serie (L2, L3, L4 y L5), que se considera se "excitan" y a través de las cuales se produce un voltaje útil, se conectan efectivamente a través de puntos 310 y 312 de salida por medio de la ruta de baja impedancia proporcionada por el interruptor encendido que es S1, S6, S7 y S8. (c) De forma similar, cuando el PMA 30 se mueve hacia abajo las bobinas opuestas L5 y L6 como se muestra en la Figura 3C, los interruptores S4, S5, S6, y S7 se abren mientras que los interruptores S1-S3 y S8 se cierran haciendo cortocircuito en sus devanados de bobina correspondientes. Sin embargo, 4 bobinas conectadas en serie (L4, L5, L6 y L7) se conectan efectivamente a través de puntos 310 y 312 por medio de la ruta de baja impedancia proporcionada por los interruptores encendidos que es S1, S2, S3 y S8.

Para el ejemplo anterior, se ha abierto un mínimo de 3 interruptores en cualquier momento con cuatro interruptores que también se abren para anticipar la reversión del viaje de PMA 30 y para propósitos de control. Claramente, las bobinas opuestas al PMA 30 se han habilitado (el cortocircuito a través de las bobinas se tiene que retirar) de tal manera que sus salidas se pueden cargar a través de las líneas 310, 312 de salida de potencia. Adicionalmente, para anticipar el viaje del PMA 30 en cualquier dirección y para preparar los circuitos para dicho viaje, el grupo de bobinas inmediatamente por encima e inmediatamente por debajo de las bobinas "activas" también se habilita (el cortocircuito a través de estas bobinas se tiene que retirar). Debe ser evidente que cuando el PMA 30 se mueve hacia abajo a lo largo del ICA 20 el proceso de apertura y cierre de los interruptores se repite continuamente. Sin embargo, en circuitos y sistemas que incorpora la invención, las bobinas en proximidad cercana al PMA se acoplan a través de las salidas de potencia por medio de interruptores encendidos.

Debido a la naturaleza alternante de los voltajes que se generan (véase las formas de ondas en la Figura 7, y en particular forma de ondas H), el diseño de los interruptores y los circuitos de control para encender y apagar el interruptor presenta problemas significativos que se pueden superar por los circuitos que incorpora la invención, como se discute adelante.

Como se muestra en las Figuras 4, 5 y 5A, los circuitos de detección de voltaje (VSi) se pueden acoplar a través de cada devanado de bobina (Li) para detectar el voltaje desarrollado a través de su devanado. En la Figura 4; los voltajes detectado (o presentes) a través de las bobinas (Li) se aplican a módulos de control de interruptor (SCi) cuyas salidas se conectan para hacer cortocircuito o derivar interruptores (Si). La amplitud de las señales detectadas se puede utilizar para proporcionar una indicación de la posición (y dirección) del PMA 30. La información de posición para la ubicación del PMA 30 luego se puede utilizar para controlar la apertura y el cierre de los interruptores cortocircuitantes S1-S8, y o la apertura y cierre para derivar o acoplar el interruptor como se muestra en diversas Figuras.

La combinación de la detección de voltaje y los módulos lógicos, como se muestra en la Figura 4, puede obviar la necesidad de detección direccional, debido a que el cambio en el voltaje en las bobinas cuando el PMA se mueve a lo largo de las bobinas se puede utilizar para indicar efectivamente la dirección de movimiento. Sin embargo, la detección de voltaje como se sugiere aquí se puede utilizar para determinar la posición y dirección, si se requiere.

La Figura 5 muestra 8 bobinas (L1-L8) con un interruptor cortocircuitante habilitado en forma selectiva (S1-S8) que se conecta a través de cada bobina para hacer cortocircuito en forma selectiva con su bobina correspondiente; con cada interruptor que tiene un circuito de control de interruptor correspondiente (SC1-SC8). El estado (ENCENDIDO o APAGADO) de cada interruptor (S1-S8) está controlado por su circuito de control de interruptor correspondiente (SC1-SC8). Los circuitos de control de interruptor se accionan por señales de control (g1-g8) producidas en la salida del módulo 501 lógico de control. En la Figura 5, se muestra un circuito de detección de voltaje (por ejemplo, VS1-VS8) que se conecta a través de cada bobina (L1- L8) para detectar el estado del voltaje a través de su bobina correspondiente. La salida de cada circuito de detección de voltaje luego se carga a un módulo 501 lógico de control. .Las salidas de los circuitos de detección de voltaje se utilizan para determinar la posición (y dirección) del PMA 30 con relación al ICA 20.

Un detector 503 de dirección acoplado a PMA 30, y/o entre PMA 30 e ICA 20, detecta si el PMA 30 se mueve hacia arriba o hacia abajo con relación a las bobinas y produce una señal 504 de indicador de dirección que se carga al módulo 501 lógico de control. En respuesta a la señal 504 de indicador de dirección y las señales de detección de voltaje que se utilizan como señales que indican la posición del PMA 30, el módulo 501 de control lógico produce señales de control g1-g8 que encienden y apagan los interruptores cortocircuitantes (Si) de tal manera que: (a) las bobinas activas o las bobinas excitadas opuestas y cerca al PMA 30 se acoplan por medio de interruptores encendidos o cerrados a través de las líneas 310 y 312 de salida a las que una carga (por ejemplo, convertidor/rectificador 520 de potencia) se conecta; y (b) las bobinas inactivas o no productivas están en cortocircuito (o circuito abierto como se muestra en las Figuras 9-12). Esto permite la generación de los voltajes apropiados en las bobinas "excitadas" (como se ilustra en la Figura 7) que se suministran por medio de encendido de interruptores a los circuitos de recolección de energía que incluyen convertidor/rectificador 520 de potencia acoplados a través de las líneas 310, 312 de salida. La salida del convertidor 520 de potencia puede ser un voltaje c.d. como se indica en el dibujo de las Figuras 5 y 5A.

La Figura 5A ilustra que en lugar de un módulo 501 lógico de control, un microprocesador o (micro)-ordenador 505, sensible a las salidas de un detector 503 de posición y dirección, se puede programar y utilizar para controlar el encendido y apagado por los interruptores derivantes o cortocircuitantes (Si) que se conectan a o a través de las bobinas con el propósito de producir voltajes a través de los puntos 310 y 312 de salida que se aplican al convertidor 520 de potencia.

Los interruptores S1-S8 o Si mostrados en la diversas Figuras pueden ser del tipo mostrado en las Figuras 6B, 6C, 6C1, 6C2 y 6C3 y se pueden accionar mediante circuitos del tipo mostrado en forma de bloque en las Figuras 6A1 y 6A2 y del tipo mostrado esquemáticamente en las Figuras 6B, 6C, 6C1, 6C2, y 6C3. Sin embargo, cabe apreciar que se puede utilizar cualquier interruptor adecuado y circuito accionado para desarrollar las funciones de conmutación deseadas ilustradas en las figuras. En respuesta al movimiento del PMA 30 a través de las bobinas, en cualquier dirección, se produce un voltaje de una naturaleza sinusoidal a través de las bobinas, como se muestra en las Figuras 7, 7A y 7B. Ya sea que el PMA 30 se mueva en una dirección (por ejemplo, hacia abajo), o en la dirección opuesta (por ejemplo, hacia arriba), se producirá este tipo de voltaje. La única diferencia estará en el ajuste de fase, pero no es fundamental en esta disposición de recolección y generación de potencia.

Las Figuras 6A1 y 6A2 ilustran que asociado con cada bobina Li hay un elemento resistivo (parasitario) Ri que se conecta en serie entre los nodos x(i-1) y xi. En algunas realizaciones un interruptor cortocircuitante habilitado/deshabilitado en forma selectiva (Si) se conecta a través de la bobina. El encendido (cierre) y apagado (apertura) del interruptor Si se controla por un módulo de control de interruptor (SCi). En la Figura 6A1, los módulos de control de interruptor (SCi) se controlan por las salidas (Pi) de diversos circuitos de detección de voltaje seleccionados (VSi). En la Figura 6A2, el estado del módulo de control SCi y su interruptor correspondiente Si está controlado por un gi de señal de activación. El gi de señal de activación se produce por el módulo 501 lógico de control en respuesta a: (a) una (o más) señales de control de posición producidas por un módulo de detección de voltaje acoplado a través de la bobina; y (b) una señal 504 indicadora de la posición y*/o* dirección de viaje de PMA 30 con relación al ICA 20.

Las Figuras 6B y 6C son representaciones de diagrama de semibloque semiesquemático del circuito de interruptor cortocircuitante y de control de interruptor útil en los circuitos de las Figuras 6A1 y 6A2. La Figura 6B muestra rectificadores en oposición controlados por silicio (SCR1, SCR2) utilizados como interruptores cortocircuitantes con opto-aisladores para acoplar y aplicar señales a los electrodos de control de los SCR. En la Figura 6C se utilizan TRIACS como los interruptores cortocircuitantes. Los opto-aisladores responden al voltaje ya sea directamente de los circuitos de detección de voltaje de bobina o de controladores digitales. Los interruptores SCR y TRIAC se “activan” por el circuito accionado por opto-aislador. Los interruptores SCR o TRIAC se apagan cuando se invierte el voltaje a través de las terminales de potencia. Este comportamiento de interruptor puede simplificar los circuitos de control para los interruptores SCR y TRIAC. Un aspecto importante para utilizar estos tipos de interruptores es que estos interruptores de “cortocircuito” que incluyen los SCR y TRIAC se apagan automáticamente cuando se aplican voltajes CA a través de sus rutas de conducción principales que oscilan cerca a cero y/o invierten la polaridad. Alternativamente, las oscilaciones de cortocircuito (S1-S8) pueden ser parte de relés de estado sólido o sujetadores de estado sólido.

Las Figuras 6C1, 6C2 y 6C3 muestran tres tipos de interruptores (Si) con tres comportamientos diferentes. La Figura 6C1 del tipo interruptor Si se enciende (y permanece en ese estado) cuando recibe una señal de “encendido” del controlador de interruptor. El mismo interruptor se apaga (permanece apagado) cuando recibe una señal de “apagado” del controlador de interruptor.
Se requieren señales de control del controlador de interruptor para encender y apagar el interruptor con derivación o cortocircuitante. Un ejemplo de este tipo de interruptor es un relé electromecánico.

La Figura 6C2 muestra un interruptor del tipo “activado” (Si). El interruptor se enciende (cierra) cuando se recibe una señal de control y se aplica al portal. El interruptor se apaga (abre) cuando el voltaje a través del interruptor (entre las terminales V+ y V-) es negativo o la corriente a través del interruptor se reduce por debajo de un valor mínimo. Los interruptores SCR y TRIAC son ejemplos de estos interruptores “activados” y “conmutados en línea”. Esto interruptores se pueden apagar automáticamente, facilitando los circuitos de accionamiento/control.

La Figura 6C3 muestra un interruptor “sin sujeción” o “umbral”. El interruptor se enciende (cierra) cuando el voltaje de la señal de control excede un umbral de “encendido”. El interruptor se apaga (abre) cuando el voltaje de la señal de control cae por debajo de un umbral de “apagado”. Los interruptores de estado sólido o relés sin sujeción son ejemplos de este tipo de interruptor.

Las formas de ondas de la Figura 7 ayudan a explicar la operación de un LEG que incorpora la invención. La forma de ondas sugiere un movimiento sinusoidal para el PMA 30 que se encontrará bien en los WEC accionados por las ondas de un cuerpo de agua en la que se pone el WEC. Las formas de ondas B, C, D, E, F y G ilustran los voltajes producidos a través de bobinas individuales cuando el PMA pasa sobre o en proximidad cercana a las bobinas.

La forma de ondas H de la Figura 7 representa el voltaje total o compuesto visto a través de los terminales (310, 312) de potencia cuando se emplea el interruptor de bobina que incorpora la invención. Es decir, las bobinas inactivas están en cortocircuito mientras que las bobinas "activas" se conectan a través de las líneas 310 y 312. La forma de ondas I de la Figura 7 representa el voltaje compuesto de la técnica anterior visto a través de los terminales de potencia sin el beneficio de la conmutación de la bobina de la invención. El voltaje (por ejemplo, forma de ondas H) generado a través de las terminales (310, 312) de potencia, cuando solo las bobinas excitadas se conmutan a través de las líneas de potencia de salida, es de mayor amplitud que aquella mostrada en la forma de ondas I, cuando todas las bobinas se conectan en serie· a través de las líneas de potencia. Sin embargo, la comparación de las formas de ondas H e I indica que la amplitud del voltaje producido en sistemas que incorporan la invención es significativamente mayor que aquel obtenido en sistemas de la técnica anterior. Por consiguiente se obtiene un beneficio significativo con circuitos que incorporan la invención al reducir las pérdidas de potencia.

La Figura 7A muestra el comportamiento esperado con el interruptor del tipo "umbral". La forma de ondas A de la Figura 7A muestra un voltaje C.A. idealizado producido a través de una bobina activa (por ejemplo, Bobina L1). Cuando el voltaje de bobina de la Bobina L1 eleva un voltaje igual a Von1, los circuitos de detección detectan que la salida de detección de voltaje de la bobina es "alta", como se muestra en la forma de ondas B. Cuando el voltaje de bobina cae por debajo de Voff1 la salida de detección de voltaje de bobina es "bajo" hasta que el voltaje de bobina exceda Von2. Cuando la salida de voltaje detectada es alta, el voltaje de control para bobinas inactivas que no están cerca de la bobina activa (por ejemplo Bobina L6, L7 y L8) es "alto", o "se enciende" como se muestra en la forma de ondas C y los interruptores derivantes (cortocircuitantes) que se conectan a través de estas bobinas se encienden, estas bobinas están en cortocircuito y provocan que los voltajes de estas bobinas sean bajos. El voltaje de estas bobinas no activas es inicialmente alto debido a que la corriente generada por las bobinas activas pasa a través de la resistencia e inductancia de las bobinas inactivas. Este proceso se invierte (es decir se apagan los interruptores de bobina inactivos) cuando el voltaje de la bobina activa cae por debajo de otro umbral de voltaje Voff2. La forma de ondas D muestra que al utilizar el esquema de detección de voltaje algo de corriente fluye a través de las bobinas inactivas hasta que el voltaje a través de las bobinas activas alcanza Von1 o Von2. Como resultado existe alguna disipación de potencia, pero es muy limitada.

La Figura 7B muestra el comportamiento esperado con un interruptor del tipo "activado" o "conmutado en línea". La forma de ondas A de la Figura 7B muestra un voltaje de bobina idealizado, como la forma de ondas A de la Figura 7A. Cuando el voltaje de esta bobina (Bobina L1) se eleva a un voltaje igual a Von, el voltaje de detección de circuito de esta bobina (Bobina L1) es "alto", como se muestra en la forma de ondas B y el voltaje de control para las bobinas inactivas que no están cerca de la bobina activa (por ejemplo Bobina L6, L7 y L8) es "alto", o "se enciende", como se muestra en la forma de ondas C. Cuando el interruptor de derivación de estas bobinas inactivas se enciende, el voltaje de estas bobinas desciende. El voltaje de estas bobinas no activas es inicialmente alto debido a la corriente que pasa a través de la resistencia e inductancia de las bobinas inactivas. Debido a la naturaleza del dispositivo de interruptor, el interruptor permanecerá encendido hasta que la corriente caiga por debajo de una corriente de "mantenimiento" o se invierte el voltaje a través de las terminales del dispositivo de potencia. Al utilizar un interruptor conmutado en línea o activado, no se puede requerir una señal de control de apagado.

La Figura 8A ilustra que, en un sistema WEC, un ensamble 800 de bobina de "detección de posición" adicional, dispuesto a lo largo de ICA 20, se puede utilizar para detectar la posición del PMA 30 cuando pasa por los ensambles 20 de bobina de generación de energía. Las bobinas de detección de posición (LP1 a LP8) en el ensamble 800 produce señales que se acoplan a diversos módulos del tipo mostrado en las Figuras 5, 5A, 6A1 y 6A2 para generar las señales de control utilizadas para encender y/o apagar los interruptores cortocircuitantes *y/o* el interruptor de derivación se utiliza en las Figuras 9, 9A, 9B, 9C, 11 y 12.

La Figura 8B ilustra que uno o más elementos (801) de emisión de luz se pueden unir al PMA 30 y los receptores/sensores 803 de luz se pueden acoplar a y a lo largo de las bobinas para permitir que la posición (y dirección) del PMA 30 sea detectada, cuando se mueve a través de las bobinas. Cargar de esta información a un módulo lógico de control como se muestra en la Figura 5 o a un procesador como se muestra en la Figura 5A también permite el cálculo de la velocidad del eje 3 (es decir, PMA 30) con relación a la coraza 5 (es decir, ICA 20) cuyo cálculo se puede utilizar para funciones de sistema seleccionadas, que incluyen preparación de los interruptores para conmutar en el momento apropiado. Alternativamente, los elementos de emisión de luz se pueden unir a las bobinas y los sensores de luz al PMA. Además de los esquemas de detección de luz y magnéticos, se puede utilizar detección capacitiva para detectar la posición del PMA 30.

La Figura 8C ilustra que la posición del PMA 30 se puede determinar utilizando un sensor 805 de posición "absoluta", construido de uno o más elementos (803) de emisión de luz, elemento óptico codificado por posición, y receptores/sensores 804 de luz. El sensor óptico se puede utilizar para proporcionar información de posición a un controlador incorporado que envía las señales de control para encender y apagar los interruptores de bobina como una función de posición y dirección. El uso de una matriz para detectar la posición del PMA en una forma relativamente precisa permite que ocurra el tiempo de

encendido y apagado de los interruptores de tal manera que incluso se reduce adicionalmente la disipación de energía limitada vista para el caso de utilizar los circuitos de detección de voltaje.

En las Figuras 1 a 8, anteriores, la estructura del ensamble de bobina de inducción (ICA) se puede denominar como una serie "con derivaciones" que conecta la estructura de bobina. Es decir, el ensamble de bobina se puede ver como una única bobina con múltiples derivaciones *(por ejemplo,* Xo-X8 como se muestra en la figura 3A). En la estructura "con derivaciones" cada sección de bobina incluye una bobina (Li) tiene primeros (Xi1) y segundos (Xi2) extremos con el segundo extremo de una bobina que se conecta al primer extremo de la bobina adyacente sucesiva.

El ICA "enrollado" también se puede interconectar como se muestra en la Figura 9. En esta configuración cada derivación (X0-X8) de las ocho series de bobinas conectadas (L1-L8) se muestra acoplada al polo central de un interruptor de tres formas (T0-T8) que puede acoplar la derivación de bobina: (a) un lado alto (H) común a la línea 310 de salida; (b) una conexión neutra (N) mostrada como una conexión de flotación; o (c) un lado bajo (L) común a la línea 312 de salida. El convertidor 520 de carga o potencia se conecta a través de las líneas 310 y 312.

Al seleccionar los cierres de los interruptores T0-T8, cualquier número seleccionado de la serie de bobinas se puede conectar a través de la carga por medio de una conexión de interruptor de baja impedancia. Se observa significativamente que en esta configuración cada bobina seleccionada (si solo se selecciona una bobina) o una serie de bobinas seleccionadas (si se selecciona más de una bobina) se puede conectar a través de la carga entre las líneas 310 y 312 de salida por medio de dos interruptores encendidos. Sin embargo, en el caso de ensambles de bobina de inducción larga, esta configuración resulta en pocos interruptores en serie con las bobinas activas y por lo tanto serían más eficientes.

También, en contraste a las configuraciones mostradas en la Figura 3-8, en un circuito del tipo mostrado en la Figura 9, como se ilustra esquemáticamente en la Figura 9A, las bobinas no seleccionadas (es decir, no activadas o no excitadas) están en circuito abierto. Esto puede tener ventajas sobre el cortocircuito de las bobinas no seleccionadas. En la configuración de circuito abierto esencialmente no fluye corriente en las bobinas no seleccionadas. En contraste a esto, en los casos en donde las bobinas no seleccionadas están en cortocircuito es posible que fluyan corrientes de cortocircuito relativamente grandes en bobinas de cortocircuito aunque los voltajes inducidos en estas bobinas sean relativamente bajos.

El circuito LEG de la Figura 9 se puede implementar como se muestra en la Figura 9B. Para una configuración en serie de bobinas con derivaciones, en donde cada bobina (Li) tiene primeros (Xi1) y segundos (Xi2) terminales: (a) un interruptor habilitado/deshabilitado en forma selectiva (S0A-SNA) se conecta entre cada terminal de bobina y una línea de salida (por ejemplo, 310); y (b) un interruptor habilitado/deshabilitado selectivamente (S0B-SNB) se acopla entre cada terminal de bobina y la otra línea de salida (por ejemplo, 312). Como anteriormente, la carga 520, ilustrada como un convertidor de energía, se conecta entre las líneas de salida. Como se discutió anteriormente, cuando el PMA 30 viaja a través del ensamble de bobina 20, las bobinas seleccionadas se activan y dos interruptores que corresponden a las bobinas seleccionadas acoplan la bobina seleccionada (o series de bobinas conectadas) a través de las líneas de salida. Por ejemplo, si solo se activa o selecciona la bobina L1, entonces: (a) cuando el voltaje generado en X11 es positivo con relación al voltaje en X12, los interruptores S0A y S1B se cierran (es decir, se encienden) y todos los otros interruptores se abren (es decir, apagan); y (b) cuando el voltaje en X12 es más positivo que el voltaje en X11, los interruptores S1A y S0B se cierran (es decir, se encienden) y todos los otros interruptores se abren (es decir, apagan). Las bobinas L2 a LN luego flotarían y operarían como un circuito abierto; estos se desconectan efectivamente del circuito, como se muestra en la Figura 9A. Si se desactivan y/o seleccionan las bobinas L2 y L3, entonces ni (a) los interruptores S1A y S3B se cerrarían y todos los otros interruptores se abrirían; o (b) los interruptores S1B y S3A se cerrarían y todos los otros interruptores se abrirían. Sin embargo, en todo momento las bobinas L2 y L3 se conectarían en serie entre las líneas 310 y 312 de salida por medio de dos interruptores encendidos. Este proceso se repetiría para todas las combinaciones y casos. Si se activan las bobinas L3, L4 y L5; o seleccionan, entonces los interruptores S2A y S5B se cerrarían (encienden) y el resto de los interruptores se abrirían (apagan).

El tipo de interruptor que se puede utilizar para practicar la invención puede ser interruptores del tipo discutido anteriormente o cualesquiera otros interruptores adecuados. También, los circuitos permiten que los interruptores puedan ser del tipo discutido anteriormente, o cualesquiera otros circuitos adecuados.

La invención del Solicitante también es aplicable a una estructura ICA del tipo mostrado en la Figura 10B que se puede denominar como un ensamble de bobina de inducción "segmentado", o un ICA 20b "segmentado". En esta configuración, cada bobina tiene primeros y segundos extremos (terminales) que no se conectan en forma fija a ninguna otra bobina. Esta configuración segmentada o desunida proporciona un grado adicional de flexibilidad y permite que un diseñador desconecte las bobinas por medio de circuitos de conmutación para obtener diferentes configuraciones y modos de operación.

Un ICA segmentado se puede interconectar como se muestra en las Figuras 11A, 11 B, 11 C, y en diagrama 11 D esquemático equivalente que ilustra que las bobinas se pueden conectar en una configuración paralela entre las líneas 310

y 312 de salida. Un problema que se resuelve en esta configuración es que aquellas bobinas que no están “activas” o “excitadas” funcionarían como un cortocircuito o ruta de muy baja impedancia entre las líneas de salida y de esta forma disipan la energía generada por las bobinas excitadas. Por lo tanto es necesario retirar (abrir) las bobinas no excitadas o inactivas a diferencia de derivarlas como en el caso de la configuración de bobinas en serie descrita anteriormente. En estas configuraciones paralelas, cada bobina (Li) se acopla esencialmente por medio de un interruptor correspondiente (Si) entre las líneas 310, 312 de salida. Las bobinas se disponen de tal manera que el interruptor (Si) conmuta su bobina correspondiente en o fuera del circuito en una secuencia controlada por la posición del PMA 30 con relación al ICA 20 que se mueve a lo largo de las bobinas. El encendido y apagado de los interruptores de “acoplamiento” o “desacoplamiento” en las configuraciones paralelas (en lugar de hacer cortocircuito o derivar como en el caso de configuraciones en serie) se pueden controlar en una forma similar a aquellas descritas anteriormente para la configuración en serie.

Una interconexión alterna de un ICA segmentado se muestra en la Figura 12 y en una forma más esquemática en la Figura 12A. En la configuración de las Figuras 12 y 12A, cada sección de bobina (L1-L8) se puede conectar a una sección adyacente por medio de un interruptor (S2i). Cada sección de bobina (Li) tiene dos extremos (Xi1, Xi2). Los dos extremos de cada bobina (por ejemplo, Xi1, Xi2) se acoplan al punto central de dos interruptores de forma similar a la configuración del interruptor de la Figura 9B. Un extremo (Xi1) de cada bobina se acopla por medio de un interruptor SiA a la línea 310 de salida y por medio de un interruptor SiB a la otra línea 312 de salida. El otro extremo (Xi2) de cada bobina se acopla por medio de un interruptor SiC a la línea 310 y por medio de un interruptor SiD a la línea 312 de salida. Este interruptor se habilita mediante la selección de una o más bobinas y para conectar las bobinas seleccionadas en serie y luego permitir que las bobinas seleccionadas se conecten por medio de la baja impedancia de los dos interruptores a través del convertidor 520 de potencia o cualquier otra carga adecuada. Las bobinas no seleccionadas son esencialmente circuitos abiertos y se derivan efectivamente.

Reivindicaciones

1. Un generador eléctrico lineal (LEG) que comprende:

un ensamble (20) de bobina que comprende secciones N de bobinas de inducción (L1-L8) dispuestas linealmente a lo largo de una distancia d1, las bobinas exhiben inductancia y resistencia a lo largo de su longitud;

un ensamble (30) magnético de longitud d2, donde d2 es más pequeño que d1;

medios (3, 5) para pasar el ensamble magnético a lo largo y sobre las bobinas de inducción dispuestas linealmente mientras se mantiene un espacio pequeño entre el ensamble magnético y las bobinas, el pasaje del ensamble magnético sobre una sección de bobina particular provoca que la sección de bobina particular se excite por lo que produce un voltaje a través de las bobinas en esa sección particular;

primeros y segundos puntos de salida para producir entre estos un voltaje que corresponde al voltaje generado a través de las bobinas debido al ensamble magnético de pasaje; caracterizado porque:

las secciones N de bobinas de inducción se conectan serialmente extremo a extremo, y los medios de conmutación (S1-S8) se acoplan entre las bobinas y los primeros y segundos puntos de salida para acoplar selectivamente solo las secciones de bobinas en proximidad cercana al ensamble magnético de pasaje entre los primeros y segundos puntos de salida, por lo que las secciones de bobinas, que no están en proximidad cercana al ensamble magnético están en cortocircuito o se desconectan eléctricamente de los primeros y segundos puntos de salida por lo que se reducen las pérdidas de potencia y se aumenta la eficiencia de producción de potencia del LEG.

2. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dichos medios de conmutación incluyen interruptores N selectivamente habilitados (S1-S8), un interruptor por bobina, cada interruptor se conecta a través de su sección de bobina (L 1-L8) para hacer cortocircuito de forma selectiva en su sección de bobina correspondiente cuando no está en proximidad cercana al ensamble (30) magnético; dichos interruptores exhiben una muy baja impedancia cuando se encienden o cierran y una alta impedancia cuando se apagan o abren; y en donde una carga se acopla a través de dichos primeros y segundos puntos de salida; y en donde las bobinas excitadas se acoplan entre dichos primeros y segundos puntos de salida y dicha carga por medio de una ruta de baja impedancia proporcionada por dichos medios de conmutación.

3. El LEG como se reivindica en la reivindicación 2, en donde los interruptores (S1-S8) que corresponden a la secciones de bobina (L1-L8) en proximidad cercana al ensamble (30) magnético se abren para permitir que se desarrolle un voltaje a través de la secciones de bobina en proximidad cercana al ensamble magnético; y en donde los interruptores asociados, con la bobina, las secciones que no están en proximidad cercana al ensamble magnético se cierran para hacer cortocircuito en su sección de bobina correspondiente y proporcionando al mismo tiempo una ruta para las bobinas excitadas seleccionadas que producen un voltaje.

4. El LEG como se reivindica en la reivindicación 2, en donde la sección N de las bobinas se conecta extremo a extremo entre dichos primeros y segundos puntos de salida, y en donde dichos medios de conmutación incluyen medios (503) para detectar por lo menos uno de la posición y dirección del ensamble (30) magnético con relación a las secciones de bobina para producir señales para controlar el encendido y apagado de los interruptores, para permitir que solo las bobinas seleccionadas en proximidad cercana al ensamble magnético se acoplen a través de los primeros y segundos puntos de salida.

5. El LEG como se reivindica en la reivindicación 4 en donde dichos medios de conmutación incluyen medios de detección de voltaje (VS1-VS8) acoplados a través de la secciones de bobina para detectar los voltajes inducidos a través de las bobinas como una función de su proximidad al ensamble magnético y para producir señales para controlar el encendido y apagado de los interruptores, para permitir que solo las bobinas seleccionadas en proximidad cercana al ensamble magnético se acoplen a través de los primeros y segundos puntos de salida; y en donde dichos medios de conmutación incluyen circuitos de control de interruptor (SC1-SC8) acoplados a dichos medios de detección de voltaje para aplicar señales de encendido a interruptores cortocircuitantes seleccionados conectados a través de la secciones de bobina; y en donde cada interruptor está controlado por un circuito de control de interruptor; y en donde cada circuito de control de interruptor es a su vez controlado por un circuito de detección de voltaje.

6. El LEG como se reivindica en la reivindicación 4, en donde existe un interruptor (S1-S8) que se conecta a través de cada sección de bobina (L 1-L8); y en donde cada interruptor está controlado por un circuito de control de interruptor (SC1-SC8); y en donde cada circuito de control de interruptor se acopla a un módulo (501) lógico de control para hacer girar selectivamente el interruptor para que haga cortocircuito en su sección de bobina correspondiente o para mantener un

interruptor asociado con una sección de bobina apagada para permitir que se desarrolle un voltaje a través de la sección de bobina y se acople a través de los primeros y segundos puntos de salida; y en donde dichos medios de conmutación incluyen medios (503) de detección para suministrar señales a dicho módulo lógico de control que pertenecen a por lo menos uno de: (a) la posición del ensamble magnético con relación al ensamble de bobina; (b) la dirección del ensamble magnético con relación al ensamble de bobina; y (c) salidas de los circuitos de detección de voltaje de bobina; y en donde cada uno de dichos interruptores N selectivamente habilitados es uno de un rectificador controlado por silicio (SCR), un TRIAC, un contacto de relé, un interruptor de estado sólido activado, un interruptor de sujeción y un interruptor de no sujeción.

7. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde una bobina de detección de posición para detectar la posición del ensamble magnético con relación al ensamble de bobina se dispone a lo largo de las secciones N de bobinas de inducción para proporcionar señales que pertenecen a la posición del ensamble magnético con relación al ensamble de bobina para controlar los medios de conmutación y permitir que solo los voltajes desarrollados a través de las bobinas en proximidad cercana al ensamble magnético se acoplen entre dichos primeros y segundos puntos.

8. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los elementos de emisión de luz se unen a uno del ensamble magnético y la secciones de bobina y los sensores de luz se conectan entre sí al ensamble magnético y la secciones de bobina para detectar la posición del ensamble magnético y para proporcionar señales para controlar los medios de conmutación y permitir solo los voltajes desarrollados a través de las bobinas en proximidad cercana al ensamble magnético que se acoplan entre dichos primero y segundo puntos.

9. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde dichas secciones N de bobinas se conectan extremo a extremo a través de dichos primeros y segundos puntos de salida; y en donde dichos medios de conmutación incluyen un interruptor habilitado/deshabilitado selectivamente que se conecta a través de cada una de dichas secciones N de bobinas.

10. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde cada sección (L1 en la Figura 9) de bobina tiene primeros y segundos terminales (x0,·x1); y en donde dichos medios de conmutación incluyen: (a) un primer grupo de interruptores habilitados selectivamente (T0) que se conectan a los primeros terminales de cada una de dicha secciones de bobina; y (b) un segundo grupo de interruptores habilitados selectivamente (T1) conectados a los segundos terminales de cada una de dichas secciones de bobina.

11. El LEG como se reivindica en la reivindicación 10 en donde las bobinas seleccionadas en proximidad cercana al ensamble magnético se acoplan por medio de un interruptor habilitado selectivamente de dicho primer grupo a dicho primer punto de salida y por medio de un interruptor habilitado en forma selectiva correspondiente de dicho segundo grupo a dicho segundo punto de salida.

12. El LEG como se reivindica en la reivindicación 11, en donde las bobinas no seleccionadas que no están en proximidad cercana al ensamble magnético están en circuito abierto y en donde las bobinas seleccionadas en proximidad cercana al ensamble magnético se conectan en serie por medio de un interruptor de dicho primer grupo y un interruptor de dicho segundo grupo a través de dichos primeros y segundos puntos de salida.

13. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los medios para pasar el ensamble magnético sobre y a lo largo de las bobinas incluye disponer y extender las bobinas a lo largo de uno de un flotador (5) y columna (3) de un convertidor de energía de ondas (WEC) destinado para ser puesto en un cuerpo de agua y en donde el ensamble magnético se une al otro de uno de flotador y la columna; y en donde el flotador y la columna se pueden mover con relación uno al otro y hacen parte del convertidor de energía de ondas (WEC).

14. El LEG como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los medios para pasar el ensamble magnético sobre y a lo largo de las bobinas incluye disponer y extender las bobinas a lo largo uno de un flotador (5) y columna (3) y en donde el ensamble magnético se une al flotador y la columna para permitir por lo menos uno de los siguientes: (a) las bobinas son estacionarias y el ensamble magnético se mueve arriba y abajo con relación a las bobinas; (b) el ensamble magnético es estacionario y las bobinas se mueven arriba y abajo con relación al ensamble magnético**;** y (c) el ensamble magnético y las bobinas se mueven con relación uno al otro.

1/25

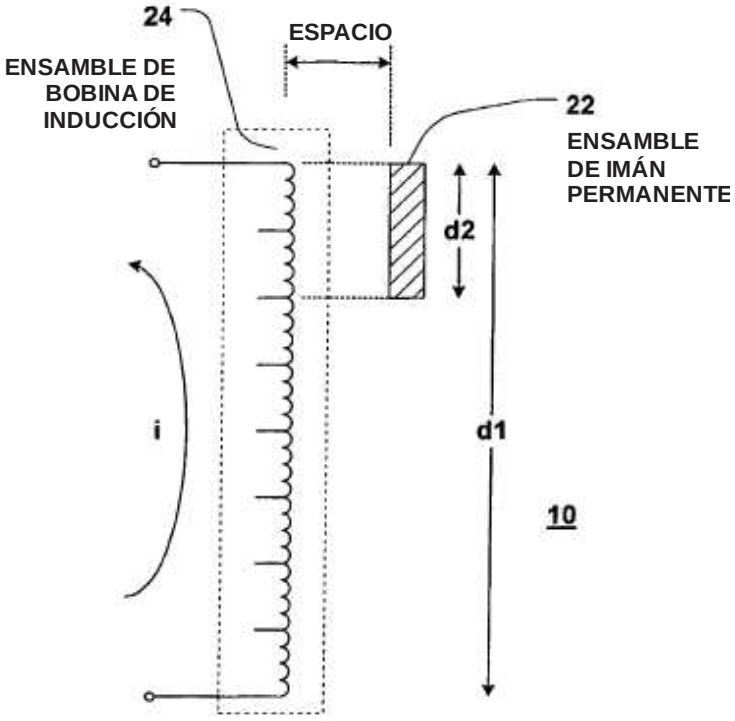

FIGURA 1 - Técnica Anterior

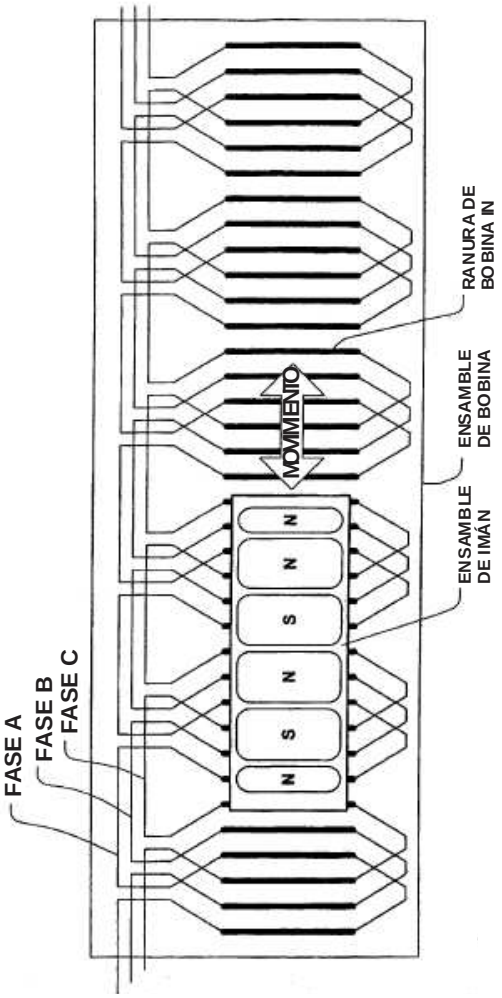
FASE A
FASE B
FASE C
N
N
S
N
S
N
MOVIMIENTO
RANURA DE BOBINA IN
ENSAMBLE DE BOBINA
ENSAMBLE DE IMÁN

FIGURA 2

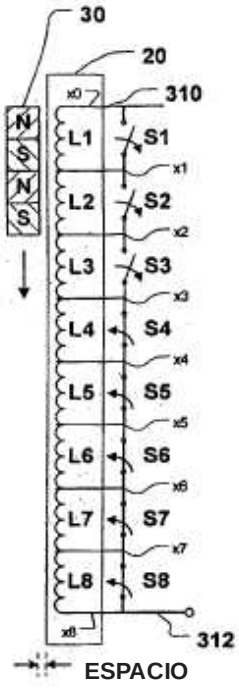

FIGURA 3A

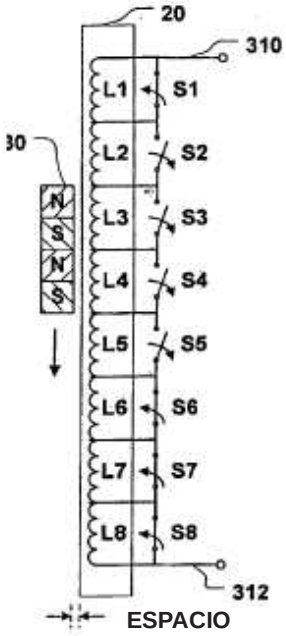

FIGURA 3B

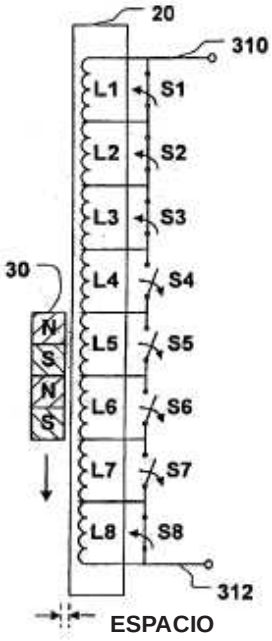

FIGURA 3C

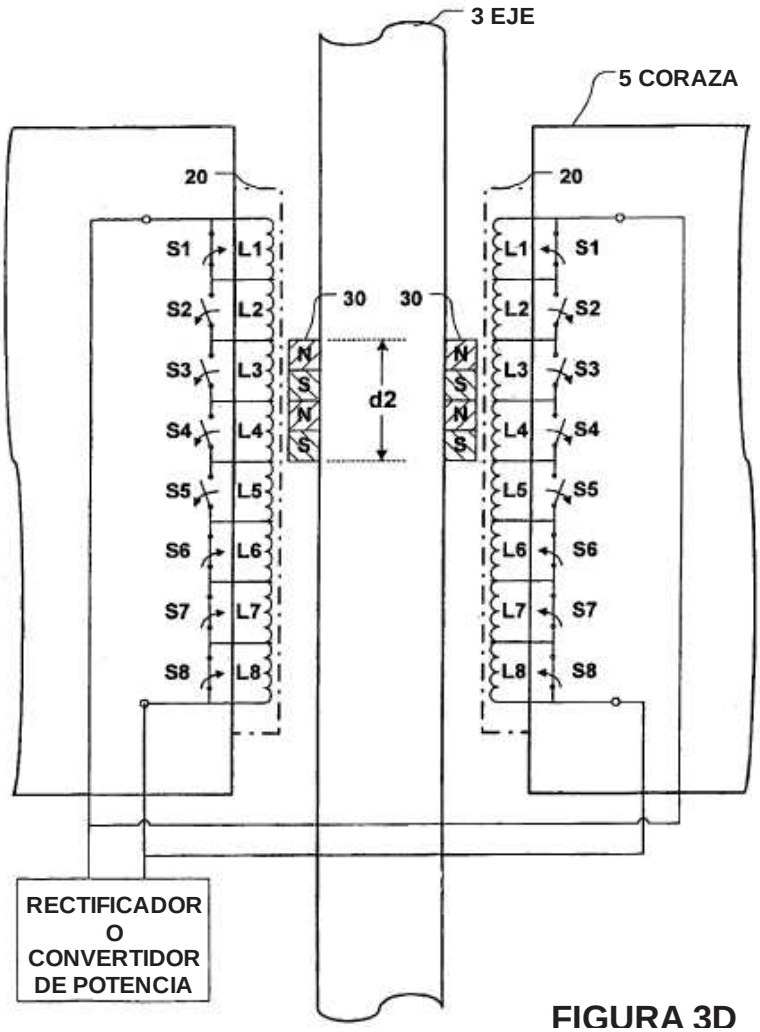
3 EJE
5 CORAZA
20
20
30
30
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
N
S
N
S
d2
RECTIFICADOR
O
CONVERTIDOR
DE POTENCIA

FIGURA 3D

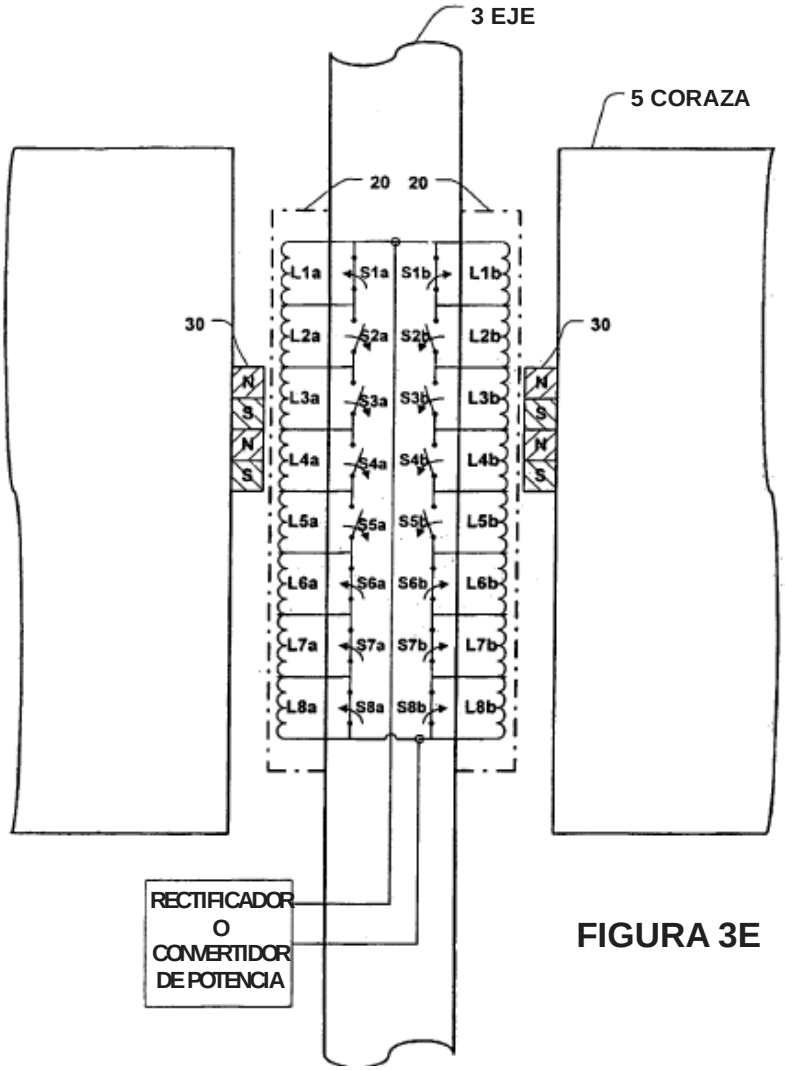
3 EJE
5 CORAZA
20
20
30
30
L1a
S1a
S1b
L1b
L2a
S2a
S2b
L2b
L3a
S3a
S3b
L3b
L4a
S4a
S4b
L4b
L5a
S5a
S5b
L5b
L6a
S6a
S6b
L6b
L7a
S7a
S7b
L7b
L8a
S8a
S8b
L8b
N
S
N
S
N
S
N
S
RECTIFICADOR O CONVERTIDOR DE POTENCIA

FIGURA 3E

6/25

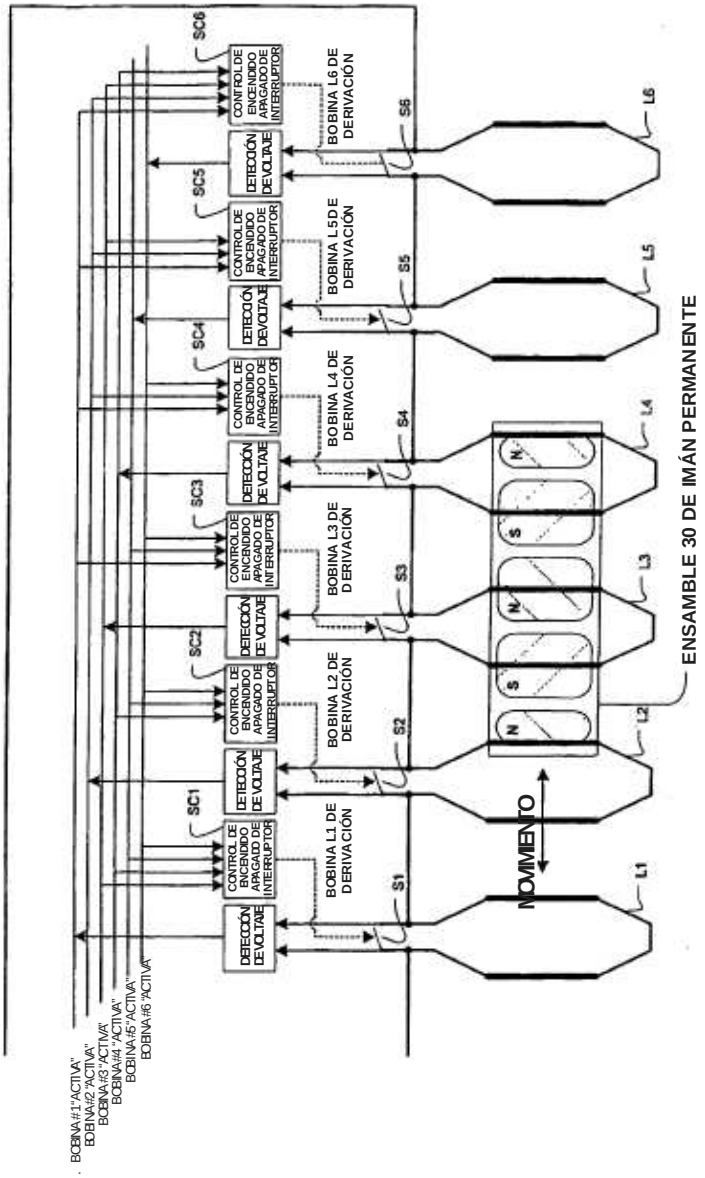
BOBINA #1 "ACTIVA"
BOBINA #2 "ACTIVA"
BOBINA #3 "ACTIVA"
BOBINA #4 "ACTIVA"
BOBINA #5 "ACTIVA"
BOBINA #6 "ACTIVA"
SC1
SC2
SC3
SC4
SC5
SC6
CONTROL DE ENCENDIDO APAGADO DE INTERRUPTOR
DETECCIÓN DE VOLTAJE
BOBINA L1 DE DERIVACIÓN
BOBINA L2 DE DERIVACIÓN
BOBINA L3 DE DERIVACIÓN
BOBINA L4 DE DERIVACIÓN
BOBINA L5 DE DERIVACIÓN
BOBINA L6 DE DERIVACIÓN
S1
S2
S3
S4
S5
S6
L1
L2
L3
L4
L5
L6
N
S
MOVIMIENTO
ENSAMBLE 30 DE IMÁN PERMANENTE

FIGURA 4

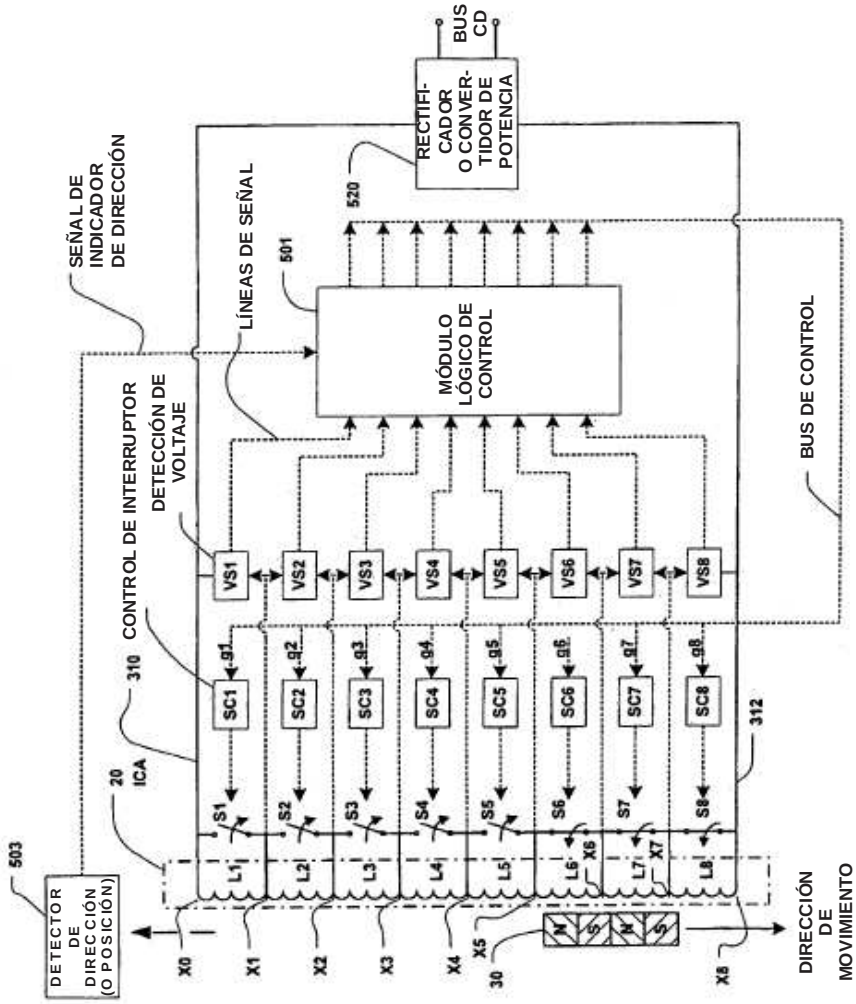
BUS CD
RECTIFI-CADOR O CONVER-TIDOR DE POTENCIA
520
SEÑAL DE INDICADOR DE DIRECCIÓN
LÍNEAS DE SEÑAL
501
MÓDULO LÓGICO DE CONTROL
BUS DE CONTROL
DETECCIÓN DE VOLTAJE
CONTROL DE INTERRUPTOR
VS1
VS2
VS3
VS4
VS5
VS6
VS7
VS8
310
SC1
SC2
SC3
SC4
SC5
SC6
SC7
SC8
312
20
ICA
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
X6
X7
503
DETECTOR DE DIRECCIÓN (O POSICIÓN)
X0
X1
X2
X3
X4
X5
30
X8
N
S
N
S
DIRECCIÓN DE MOVIMIENTO

FIGURA 5

8/25

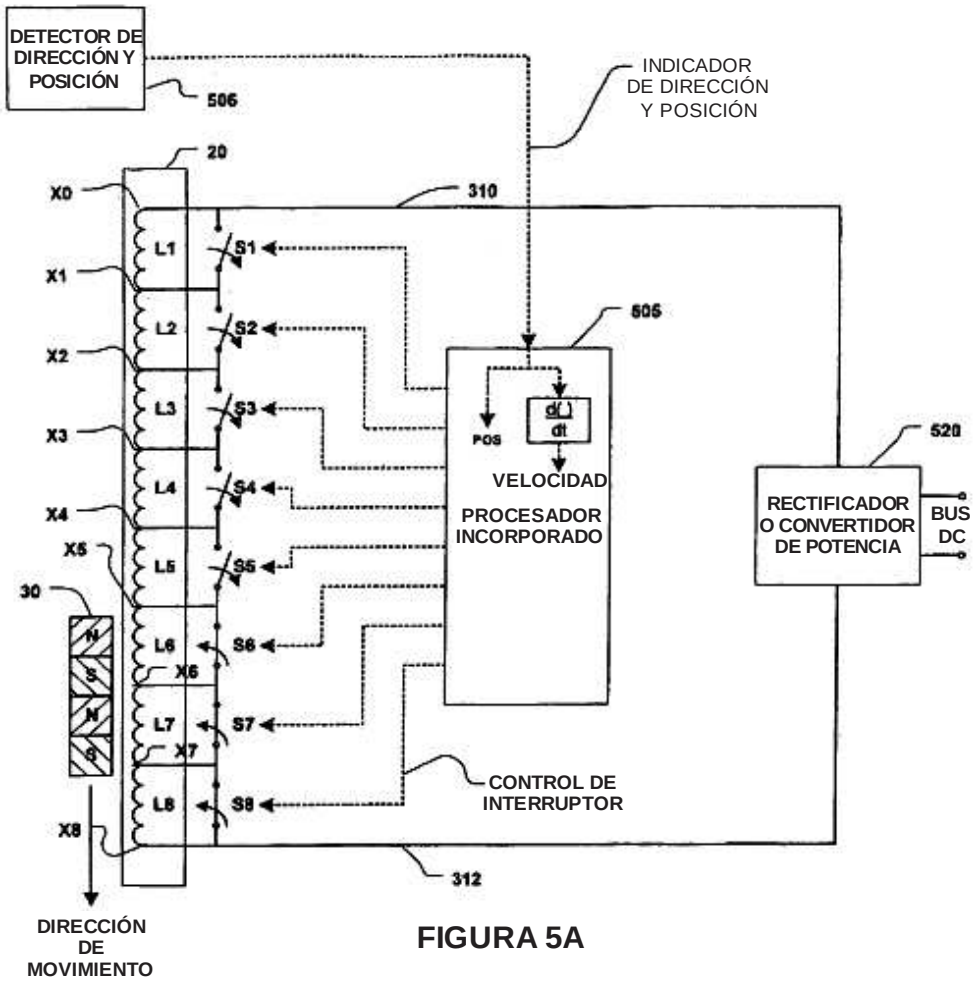

FIGURA 5A

9/25

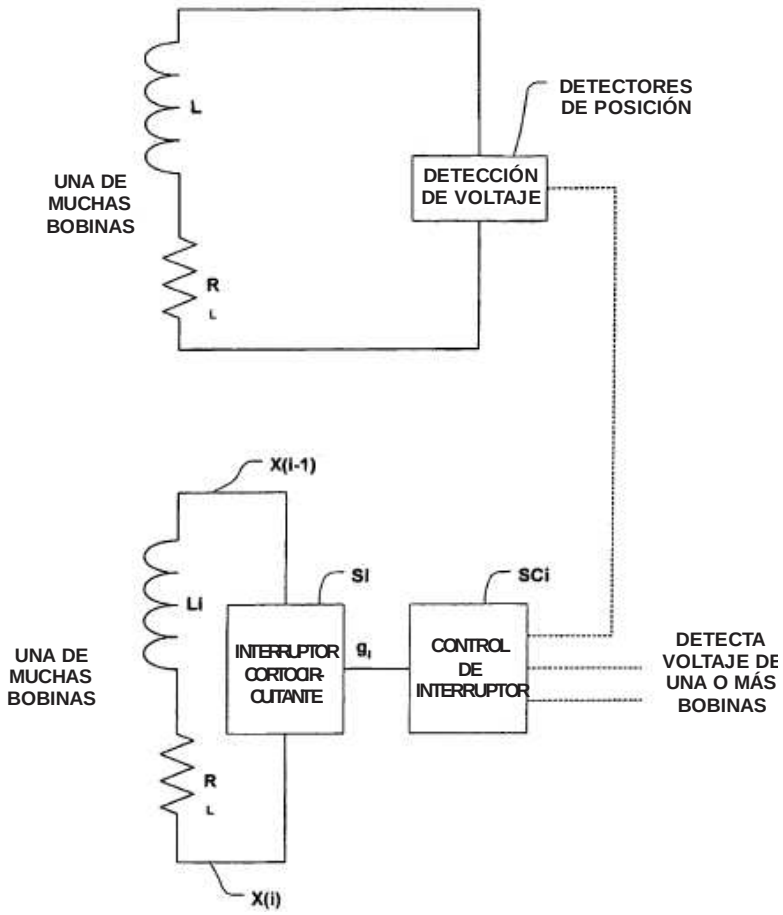

FIGURA 6A1

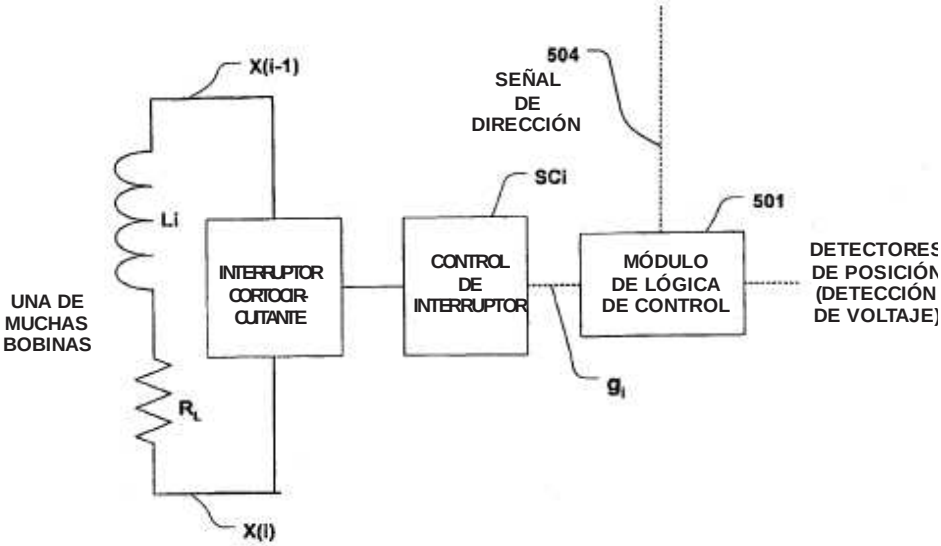
X(i-1)
504
SEÑAL
DE
DIRECCIÓN
SCi
501
Li
INTERRUPTOR
CORTOCIR-
CUITANTE
CONTROL
DE
INTERRUPTOR
MÓDULO
DE LÓGICA
DE CONTROL
DETECTORES
DE POSICIÓN
(DETECCIÓN
DE VOLTAJE)
UNA DE
MUCHAS
BOBINAS
R_L
g_i
X(i)

FIGURA 6A2

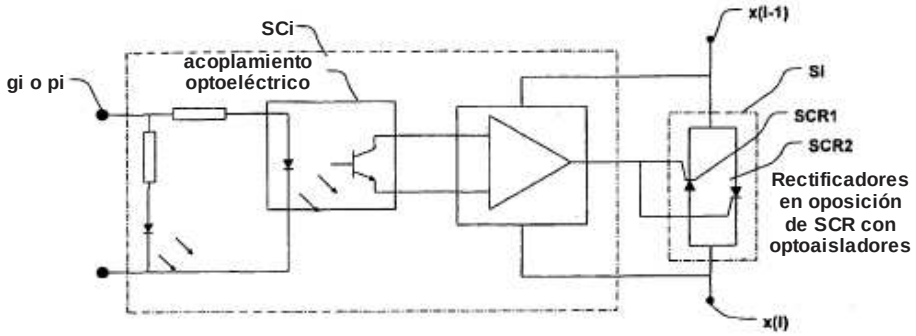

FIGURA 6B

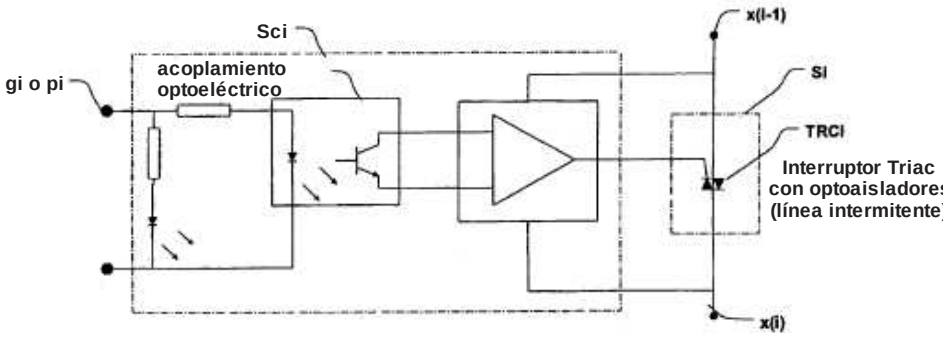

FIGURA 6C

12/25

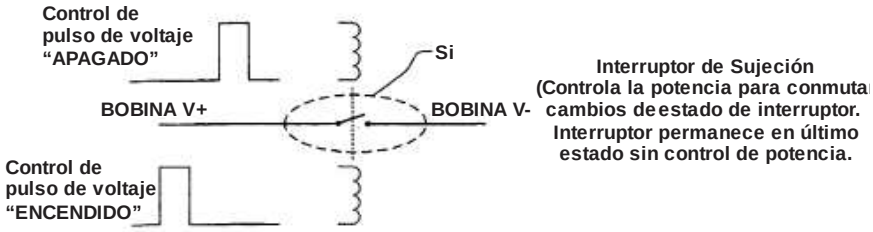

FIGURA 6C1

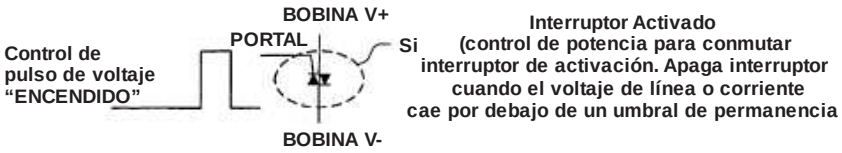

FIGURA 6C2

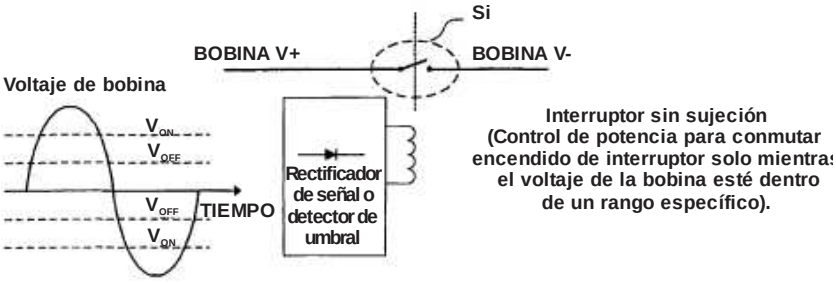

FIGURA 6C3

13/25

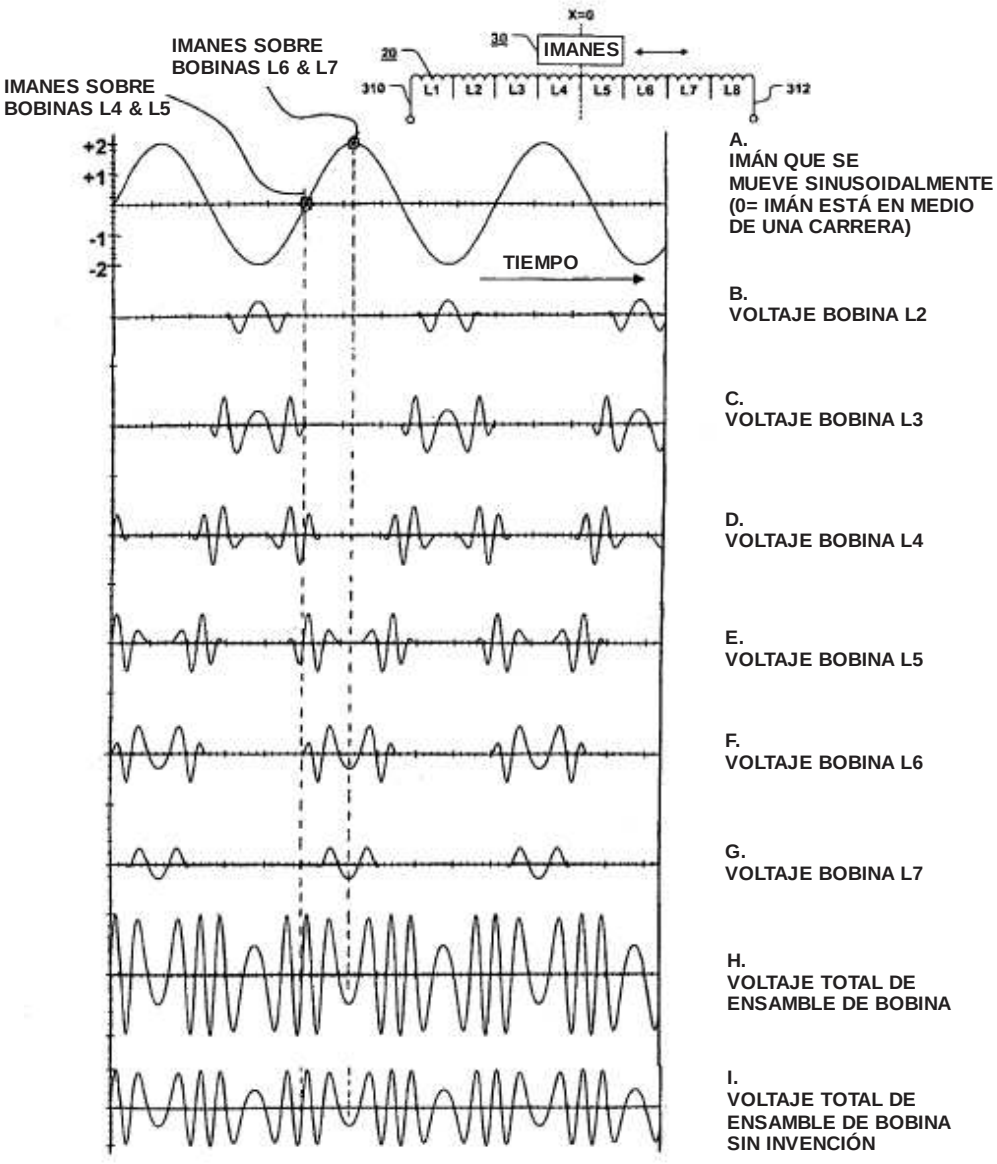

FIGURA 7

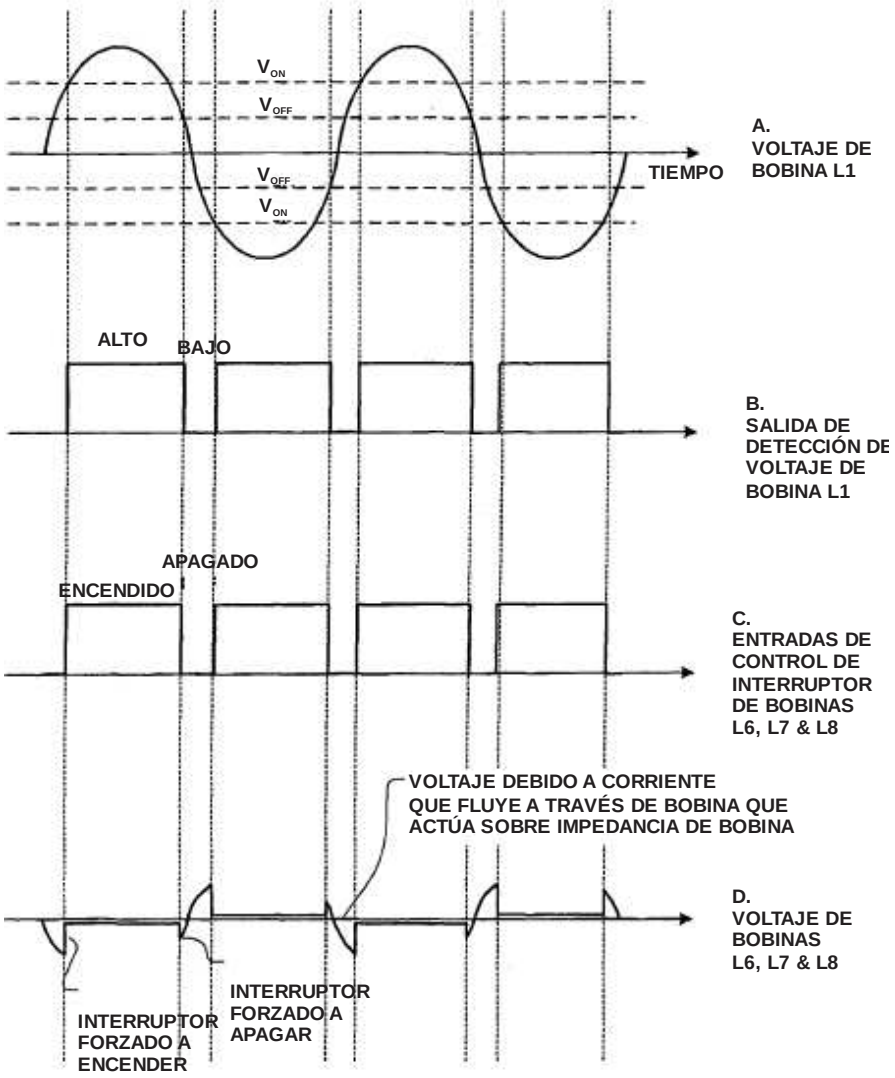
V_{ON}
V_{OFF}
V_{OFF}
V_{ON}
TIEMPO
A.
VOLTAJE DE
BOBINA L1
ALTO
BAJO
B.
SALIDA DE
DETECCIÓN DE
VOLTAJE DE
BOBINA L1
APAGADO
ENCENDIDO
C.
ENTRADAS DE
CONTROL DE
INTERRUPTOR
DE BOBINAS
L6, L7 & L8
VOLTAJE DEBIDO A CORRIENTE
QUE FLUYE A TRAVÉS DE BOBINA QUE
ACTÚA SOBRE IMPEDANCIA DE BOBINA
D.
VOLTAJE DE
BOBINAS
L6, L7 & L8
INTERRUPTOR
FORZADO A
ENCENDER
INTERRUPTOR
FORZADO A
APAGAR

FIGURA 7A

15/25

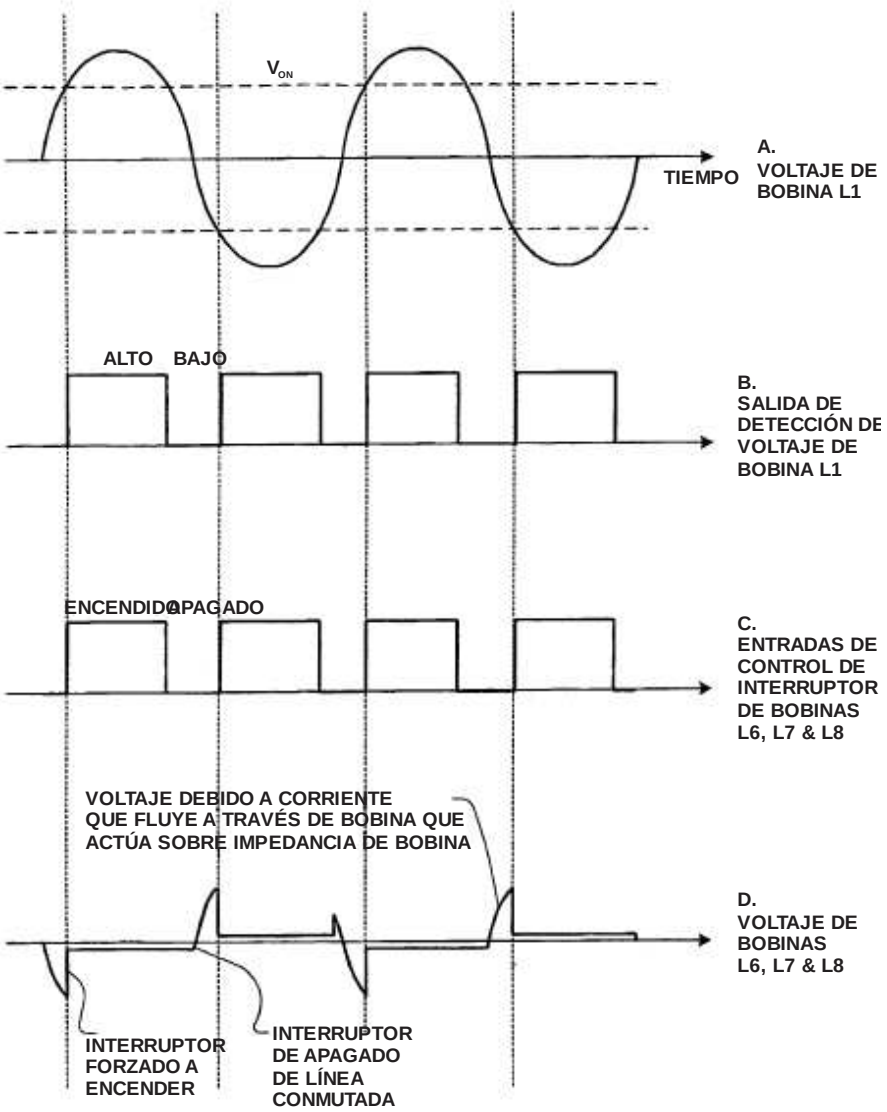

FIGURA 7B

16/25

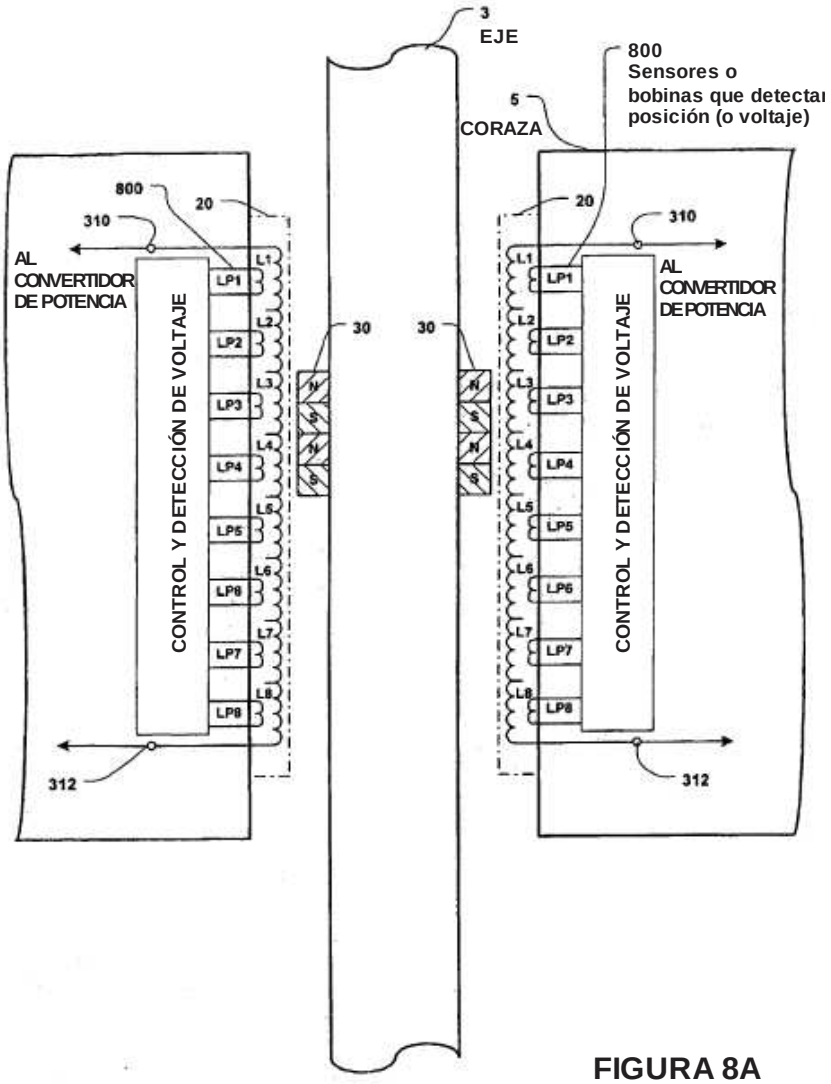

FIGURA 8A

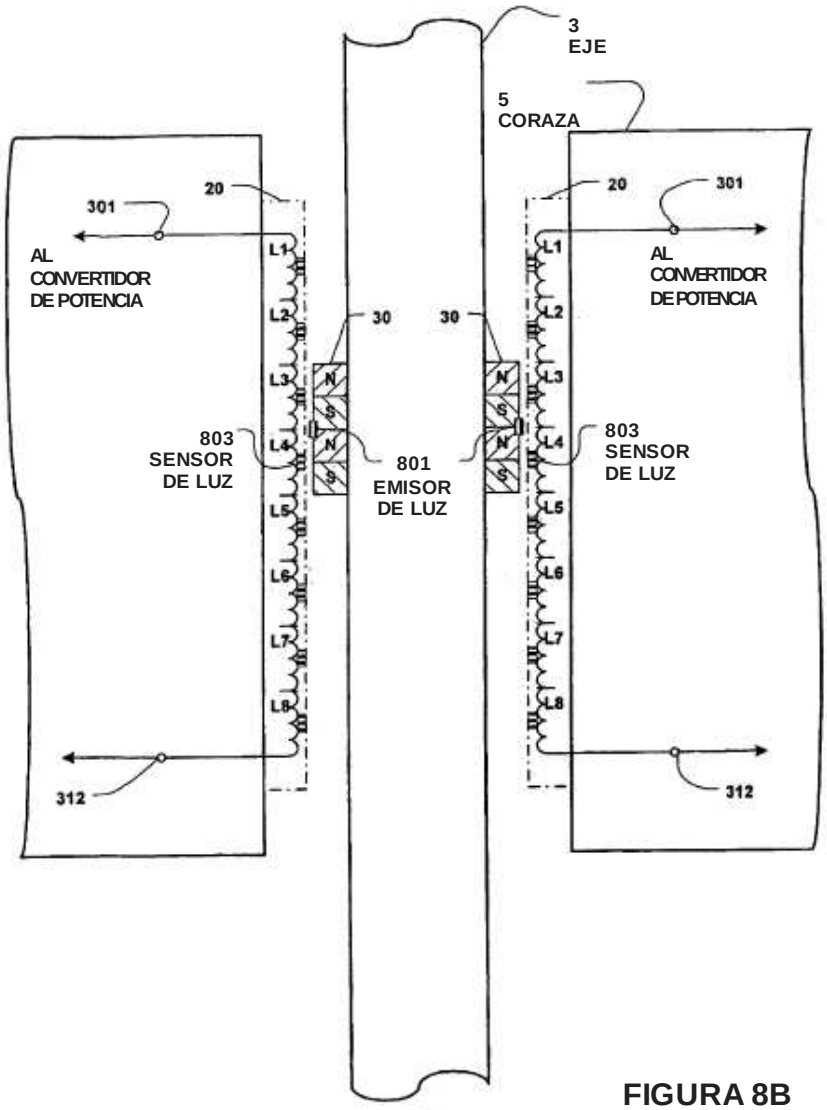
3
EJE
5
CORAZA
20
301
AL
CONVERTIDOR
DE POTENCIA
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
30
803
SENSOR
DE LUZ
801
EMISOR
DE LUZ
312
N
S

FIGURA 8B

18/25

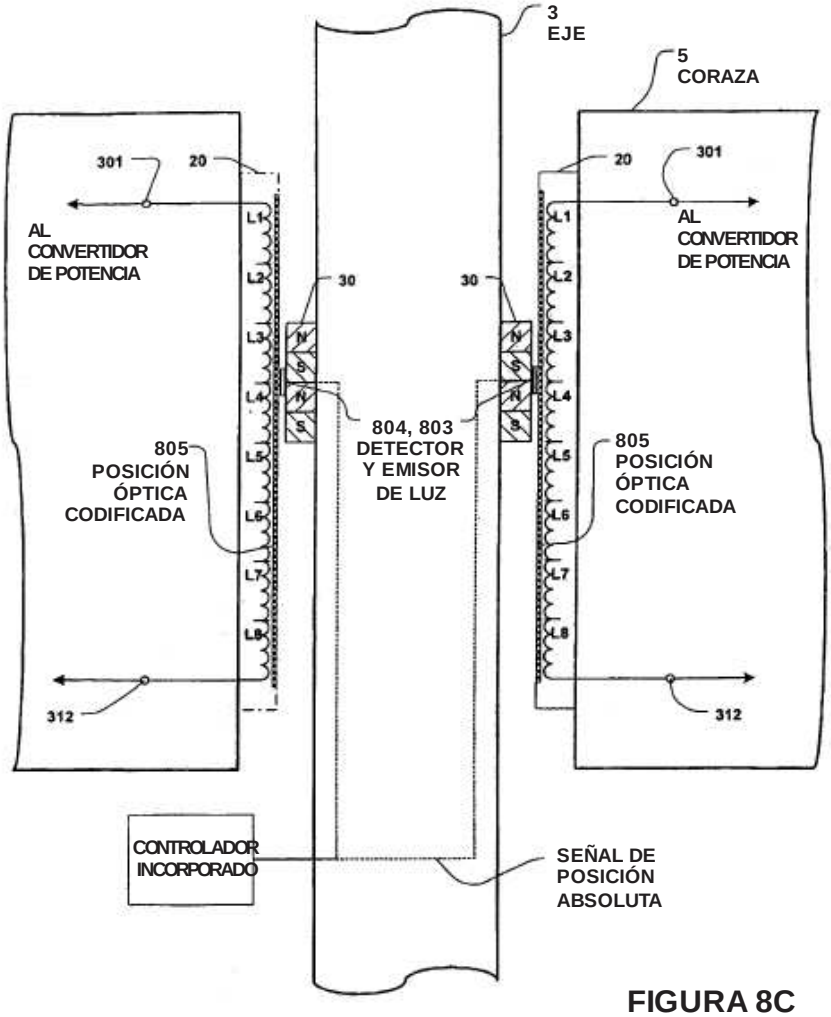

FIGURA 8C

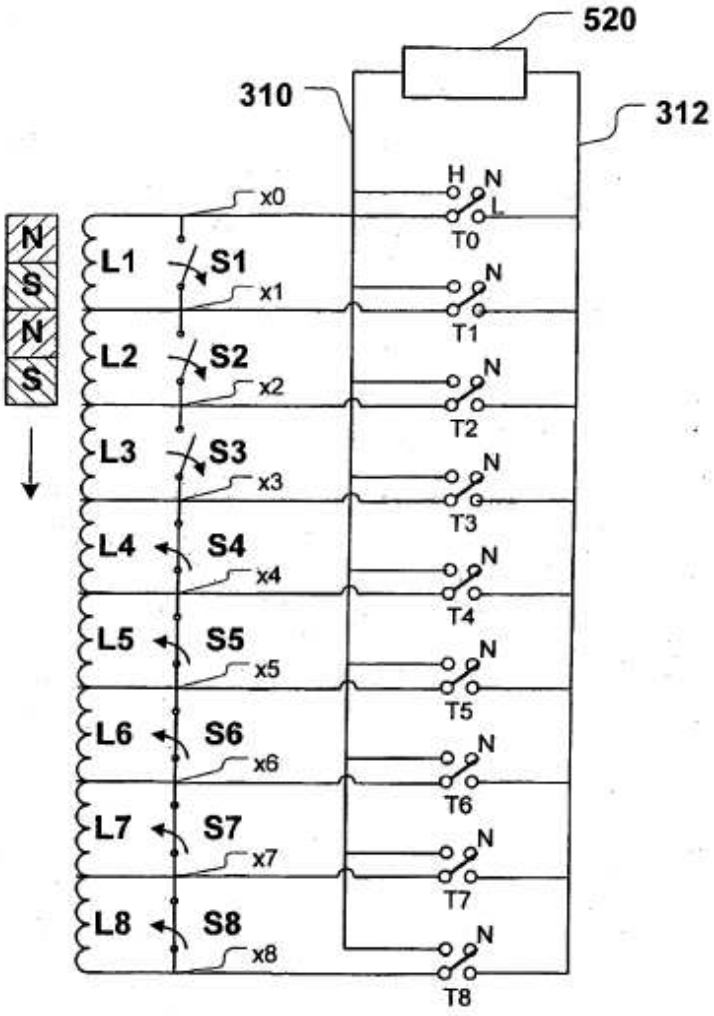
520
310
312
H
N
L
x0
T0
N
S
N
S
L1
S1
x1
T1
L2
S2
x2
T2
L3
S3
x3
T3
L4
S4
x4
T4
L5
S5
x5
T5
L6
S6
x6
T6
L7
S7
x7
T7
L8
S8
x8
T8

FIGURA 9

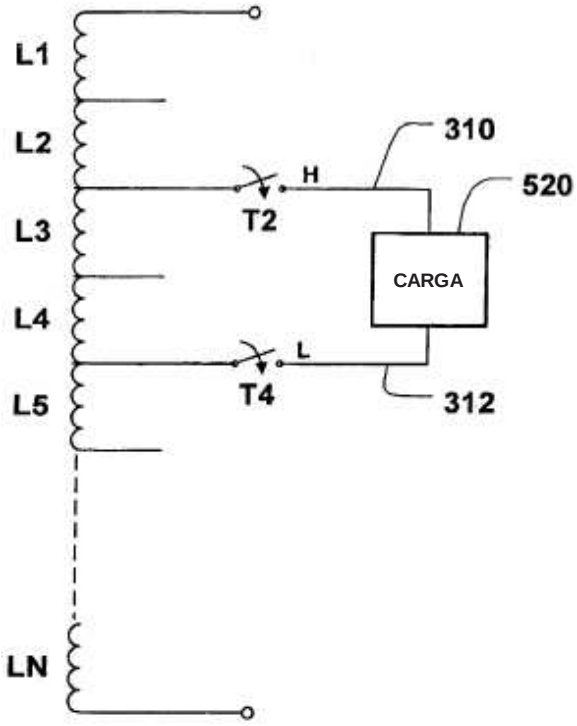

FIGURA 9A

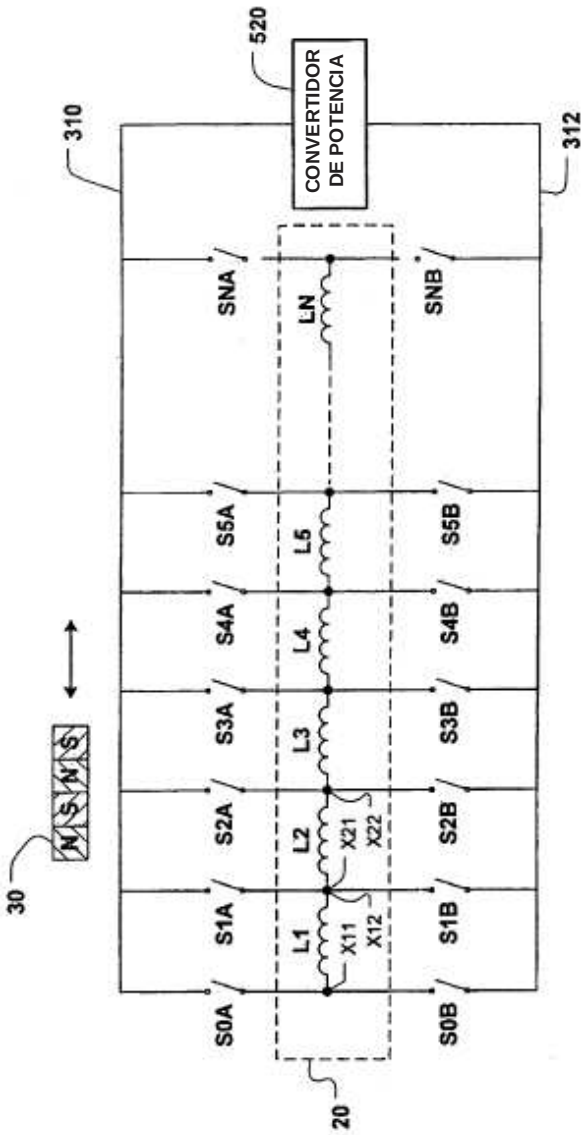
520
CONVERTIDOR DE POTENCIA
310
312
SNA
SNB
LN
S5A
S5B
L5
S4A
S4B
L4
S3A
S3B
L3
S2A
S2B
L2
X21
X22
S1A
S1B
L1
X11
X12
S0A
S0B
N S N S
30
20

FIGURA 9B

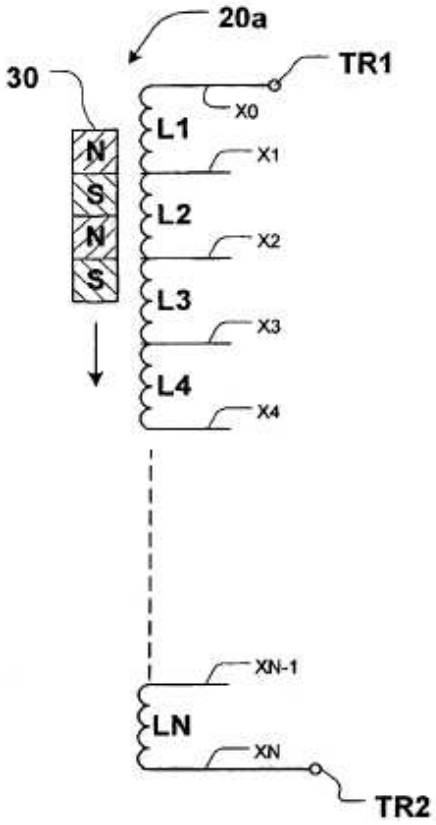

FIGURA 10A

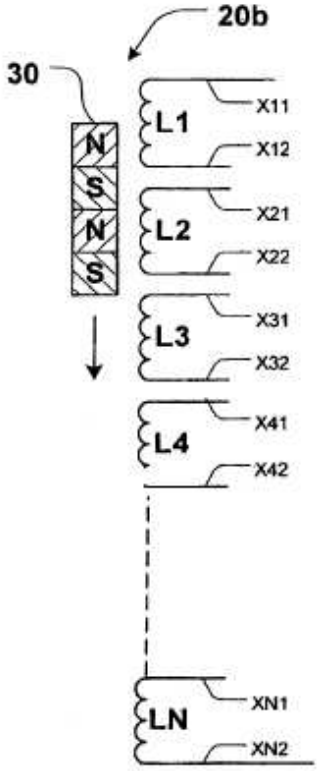

FIGURA 10B

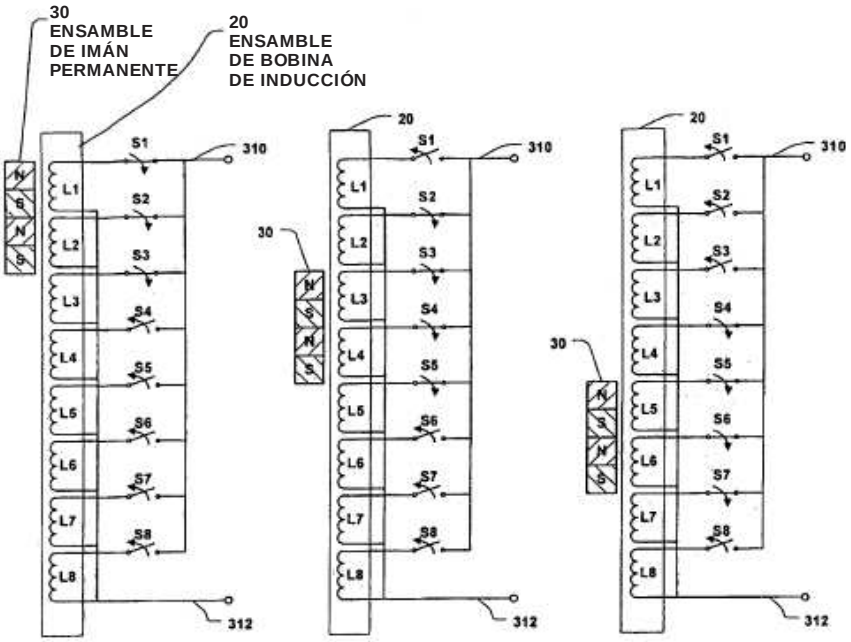

FIGURA 11A FIGURA 11B FIGURA11C

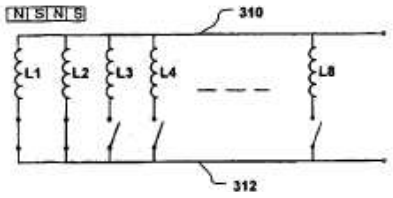

FIGURA 11D

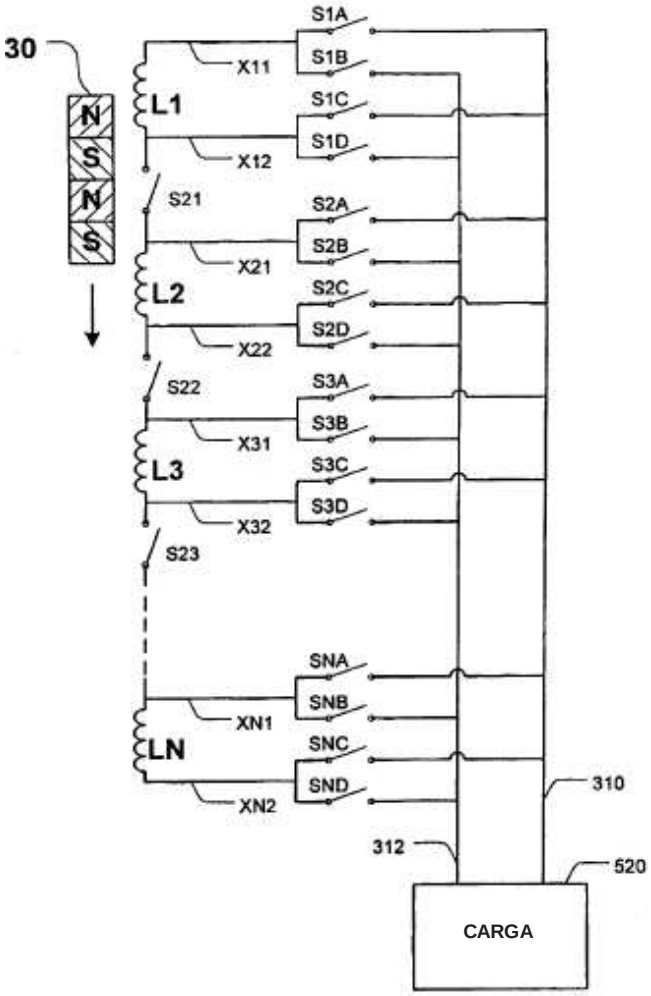
30
N
S
N
S
L1
L2
L3
LN
X11
X12
X21
X22
X31
X32
XN1
XN2
S21
S22
S23
S1A
S1B
S1C
S1D
S2A
S2B
S2C
S2D
S3A
S3B
S3C
S3D
SNA
SNB
SNC
SND
310
312
520
CARGA

FIGURA 12

25/25

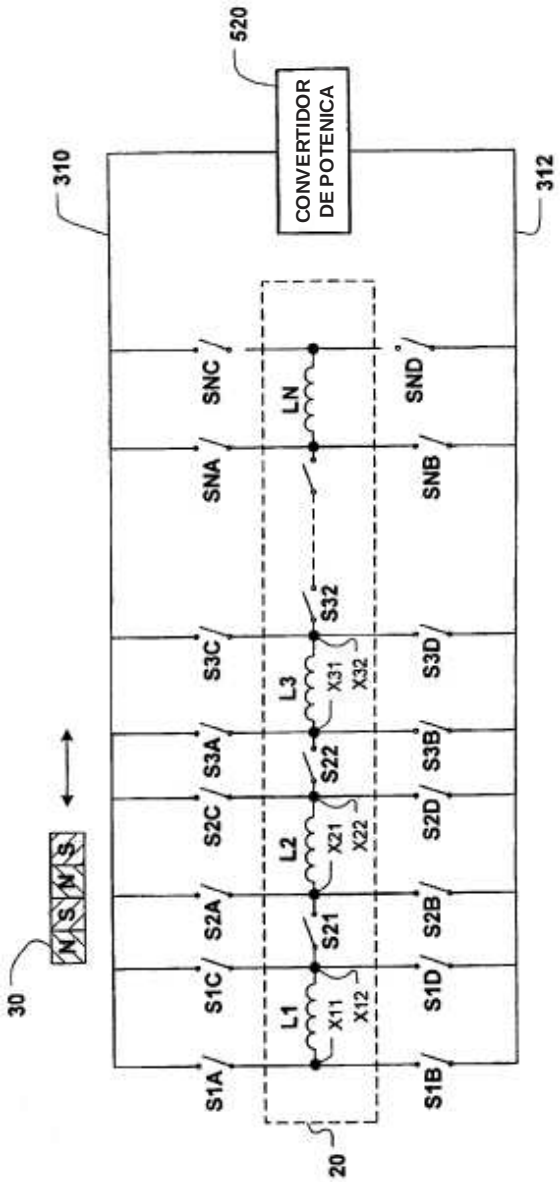

FIGURA 12A