

PATENTE DE INVENCION

Dpto. No. 15607

SECCION TECNICA	_____
CLASIFICACION I. P. C.	_____
CLASE <u>H-01</u>	_____
SUBCLASE <u>F</u>	_____



Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en sumadores vectoriales de inductor rotativo.

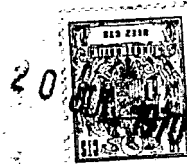
379638

Solicitante: ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING COMPANY, entidad norteamericana, residente en 1126 South 70th Street, West Allis 14, Wisconsin, EE. UU. de A.

Este invento se refiere a dispositivos eléctricos conocidos como inductores rotativos o "transformadores de coordenadas", y en particular se refiere a un inductor rotativo que añade de una forma vectorial

5. señales eléctricas alimentadas al mismo para producir

2
379638



una señal de salida que es la suma de las señales de entrada. Estos dispositivos eléctricos inductores rotativos se conocen como sumadores vectoriales de inductores rotativos y este es el nombre que recibirán en la descripción que sigue y en las reivindicaciones adjuntas.

El término "inductor rotativo" se utiliza tradicionalmente para denominar un dispositivo en el que el acoplamiento magnético entre uno o más devanados estatóricos y uno o más devanados del rotor puede variar por la rotación de un eje. Dichos dispositivos se pueden utilizar para transmitir información angular o par motor a un punto situado a distancia, para modular una señal eléctrica con información mecánica, o para demodular una señal eléctrica, y la información moduladora se presenta en forma eléctrica o mecánica. Normalmente el inductor rotativo es similar a un regulador de inducción y el acoplamiento variable se obtiene cambiando la orientación relativa de las bobinas primarias y secundarias. En los inductores rotativos conocidos las bobinas primarias se arrollan sobre un rotor magnético laminado, y las conexiones a las bobinas primarias se efectúan mediante conductores flexibles, si el rotor tiene una rotación limitada, o mediante colectores y escobillas si el rotor ha de girar continuamente.

El invento tiene por objeto proporcionar un sumador vectorial de inductor rotativo que elimina los colectores y escobillas necesarios en los dispositivos conocidos para hacer conexiones a las bobinas, y que genera una señal de salida de frecuencia, magnitud y fase selectivamente variables.

- 3 -
379638



Otro objeto del invento es proporcionar un sumador vectorial de inductor rotativo que genera una señal de control para un motor sincrónico de velocidad variable que, después de la demodulación, es una réplica o reproducción en frecuencia, magnitud y fase del voltaje terminal deseado que se ha de alimentar al motor.

Según el invento se proporciona un sumador vectorial de inductor rotativo que comprende:

10. Un estator ferromagnético que tiene juegos de primeros y segundos dientes salientes, con dichos primeros dientes desplazados angularmente de dichos segundos dientes;

Un primer devanado activador que tiene espiras rodeando a uno de dichos primeros dientes;

15. Un segundo devanado activador que tiene espiras rodeando a uno de dichos segundos dientes;

Un devanado de salida que tiene espiras rodeando dicho primer diente y conectado en serie con espiras que rodean dicho segundo diente; y

20. Medios ferromagnéticos dispuestos adyacentes al estator en una relación de separación confrontante con dichos dientes y separados de las mismas por un espacio de reluctancia magnética y disponiendo de movimiento con relación al estator para variar cíclicamente las permeancias de las líneas de flujo magnético que se extienden a través de dichos dientes y a través del espacio en dichos medios ferromagnéticos a medida que se mueve con relación al estator.

25. De preferencia, los citados dientes del primer juego de dientes se encuentran angularmente despla-

30.

379638



- zados unos de otros, y los citados dientes de dicho se-
gundo juego de dientes se encuentran angularmente despla-
zados unos de otros y desplazados también angularmente
de dichos primeros dientes; dicho primer devanado acti-
vador tiene espiras conectadas en serie rodeando a ca-
da uno de un par de dichos primeros dientes; dicho se-
gundo devanado activador tiene espiras conectadas en se-
rie rodeando a cada uno de un par de dichos segundos
dientes; y dicho devanado de salida tiene espiras rodean-
do a cada uno del citado par de primeros dientes, conec-
tadas en relación substractiva y espiras rodeando a ca-
da uno de dicho par de segundos dientes conectadas en
relación substractiva y también conectadas en serie con
dichas espiras que rodean a dichos primeros dientes.
5. El citado par de primeros dientes se desplaza
preferiblemente 180° eléctricos, dicho par de segundos
dientes se desplaza 180° eléctricos, y dichos primeros
dientes se desplazan 90° eléctricos de dicho segundos
dientes.
10. El citado estator es preferiblemente anular
y dichos dientes se extienden hacia el interior en sen-
tido radial y los citados medios ferromagnéticos com-
prenden un rotor ferromagnético giratorio dentro de di-
cho estátor y con un lóbulo que tiene el espacio menor
a partir de dichos dientes, extendiéndose las permean-
cias de dichas líneas de flujo magnético a través de
dichos dientes y a través del espacio en dicho rotor
variando de una forma prácticamente sinusoidal.
15. De preferencia dicho sumador vectorial de in-
ductor rotativo tiene fases n, y dicho primer juego de
- 20.
- 25.
- 30.

379638



- dientes tiene unos primeros dientes desplazados angularmente en n y dicho juego de segundos dientes tiene segundos dientes desplazados angularmente en n ; dicho primer devanado activador tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos primeros dientes; dicho segundo devanado activador tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos segundos dientes, y dicho devanado de salida tiene también bobinas en fase n cada una de las cuales tiene espiras rodeando a
- 5.
- 10.
- 15.
- uno de dichos primeros dientes conectadas en serie con espiras que rodean a uno de dichos segundos dientes, estando desplazados dicho primer diente y dicho segundo diente en múltiplos de $360/n$ grados eléctricos de los primeros y segundos dientes correspondientes rodeados por las espiras de los otros devanados de salida de fase.

- En un dispositivo de este tipo dicho juego de primeros dientes tiene primeros dientes $2n$ y dicho juego de segundos dientes tiene segundos dientes $2n$, y dicho primer devanado activador tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos primeros dientes de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en primeros dientes sucesivos y dicho segundo devanado activador tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos segundos dientes de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en segundos dientes sucesivos.
- 20.
- 25.

- En otro dispositivo de este tipo, los citados primeros dientes se encuentran desplazados en $360/n$ grados eléctricos y dichos segundos dientes se encuentran
- 30.

379638



tran desplazados en $260/n$ grados eléctricos y desplazados también 90 grados eléctricos de dichos primeros dientes.

5. El otro dispositivo de este tipo, dicho juego de primeros dientes tiene pares n de primeros dientes en los que los dientes de cada par se encuentran desplazados 180 grados eléctricos, y dicho juego de segundos dientes tiene pares n de segundos dientes en los que los dientes de cada par se encuentran desplazados 180 grados eléctrico, y también cada devanado de fase tiene espiras rodeando a cada uno de dichos pares de primeros dientes conectadas en relación substractiva y espiras rodeando a cada uno de dichos pares de segundos dientes conectadas en relación substractiva y conectadas en serie con las citadas espiras que rodean dicho par de primeros dientes.
- 10.
- 15.

- De preferencia dicho estator comprende primeros y segundos elementos estatóricos anulares desplazados axialmente, y dichos primeros dientes se encuentran en dicho primer elemento estatórico y los citados segundos dientes se encuentran en dicho segundo elemento estatórico, y también el citado dispositivo rotor comprende un primer y un segundo elementos de rotor ferromagnético giratorios dentro de dichos primer y segundo elementos estatóricos respectivamente.
- 20.
- 25.

- Todos los primeros dientes citados se encuentran situados preferiblemente en una parte de dicho estator y todos los segundos dientes citados se encuentran situados en otra parte de dicho estator, angularmente desplazados de dicha primera parte, para reducir
- 30.

7 -
379638



la mutua interacción de los flujos magnéticos que fluyen en dichos primeros dientes con los flujos magnéticos que fluyen en dichos segundos dientes.

- De preferencia se habilitan devanados de salida de fase n , cada uno de los cuales tiene espiras rodeando a cada uno de un par de dichos primeros dientes conectadas en serie con espiras que rodean a cada uno de un par de dichos segundos dientes, encontrándose la línea central comprendida entre dicho par de primeros dientes rodeado por espiras de cada devanado de salida de fase 90 grados eléctricos de la línea central comprendida entre dicho par de segundos dientes rodeado por espiras de dicho devanado de salida de fase.

- De preferencia dicho rotor tiene lóbulos n que tienen el espacio menor a partir de dichos dientes y varían simultáneamente las permeancias de dichas líneas de flujo que se extienden a través de dichos dientes y a través de dicho espacio en el citado rotor de una forma prácticamente sinusoidal.

- El inductor rotativo, en una modalidad de preferencia, es de bobina polifásica y tiene dichos primeros dientes dispuestos alternativamente con dichos segundos dientes; dichas espiras del citado primer devanado activador se arrollan de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en primeros dientes sucesivos; dichas espiras de dichos segundos devanado activador se arrollan de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en segundos dientes sucesivos, y la suma de los flujos instantáneos que fluyen en todos los dientes citados es de cero, por lo

379638



que cada diente se dispone en la zona magnéticamente neutra entre los dientes a ambos lados del mismo.

En otra modalidad, los primeros dientes son dientes sucesivos en dicho estator, y dichos segundos

5. dientes son dientes sucesivos en dicho estator y se disponen aproximadamente en una forma diametralmente opuesta a dichos primeros dientes para reducir al mínimo la mutua interacción de los flujos magnéticos que fluyen en dichos primeros dientes, fluyendo los flujos magnéticos en dichos segundos dientes.
- 10.

De preferencia dicho rotor ferromagnético va montado en un eje giratorio, la carcasa del estator rodea a dicho eje y lleva dicho estator, y se disponen medios de cojinetes para sostener dicha carcasa del es

15. tator sobre dicho eje, de forma que dicho eje y dicha carcasa de estator giren de una forma relativa, por lo que el espacio de separación entre dicho rotor y dichos dientes puede tener una dimensión mínima.

20. El sumador vectorial de inductor rotativo del invento puede utilizarse para controlar un motor eléctrico que tenga fases n y polos p , y en este caso el sumador vectorial se dota preferiblemente de pares de polos $p/2$ cada uno de los cuales comprende por lo menos primeros dientes n y por lo menos segundos dientes

25. n , y cada devanado de salida de fase tiene, en cada par de polos, espiras rodeando a uno de dichos primeros dientes conectadas en serie con espiras que rodean a uno de dichos segundos dientes, estando conectadas todas las espiras de dichos pares de polos $p/2$ en serie para formar

30. dicho devanado de salida de fase.

379638



- Alternativamente dicho sumador vectorial puede estar provisto de pares de polos $p/2$ cada uno de los cuales comprende primeros dientes $2n$ y segundos dientes $2n$, y cada uno de dichos devanados de salida de fase,
5. tiene, en cada par de polos, espiras rodeando a cada uno de un par de dichos primeros dientes y dicho par de polos conectados en relación substractiva, y espiras rodeando a cada uno de un par de dichos segundos dientes de dicho par de polos conectados en relación substractiva y conectadas en serie con dichas espiras que rodean a dicho par de primeros dientes, con todas las citadas espiras de dichos pares de polos $p/2$ conectadas en serie para formar dicho devanado de salida de fase.
- 10.

- En este caso dicho rotor ferromagnético tiene
15. lóbulos desplazados angularmente $p/2$ con el espacio menor a dichos dientes y depresiones entre dichos lóbulos, variando de una forma prácticamente sinusoidal las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de dichos dientes y a través del espacio en dicho rotor.

20. El invento se describe a continuación con detalle y se ilustra, a título de ejemplo, en los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que;

- La figura 1, es un diagrama esquemático de un inductor rotativo polifásico que incorpora los principios del invento.
- 25.

- La figura 2, es un desarrollo planar del rotor y estator de la modalidad de inductor rotativo de la figura 1 (ilustrándose solamente un devanado de fase secundario) e ilustra también los voltajes inducidos en los devanados de salida.
- 30.

- 10 -

379638



La figura 3, es un diagrama esquemático de un transformador de coordenadas vectorial, de inductor rotativo y unifásico que incorpora los principios del invento.

5. La figura 4, es un diagrama esquemático de un sumador vectorial de inductor rotativo trifásico que incorpora los principios del invento.

La figura 5, es un desarrollo planar del rotor y estator del sumador vectorial ilustrado en la figura 4.

10.

Las figuras 6A, 6B y 6D ilustran adición vectorial realizada por la modalidad de la figura 4.

La figura 7, es un diagrama esquemático de conjuntos de un sistema de motor sincrónico de velocidad ajustable que incorpora un sumador vectorial de inductor rotativo trifásico y de tres pares de polos, que incorpora los principios del invento.

15.

La figura 8, es un gráfico con trazados del voltaje terminal del motor y ángulo de desplazamiento contra la velocidad del motor necesaria para proporcionar una potencia de régimen máxima sobre la escala de velocidades del sistema motor ilustrado en la figura 7.

20.

La figura 9, ilustra el diagrama vectorial para el motor ilustrado en la figura 7.

25.

La figura 10, ilustra curvas que trazan como coordenadas polares la variación en el voltaje terminal del motor y el ángulo de desplazamiento con la velocidad del motor, según se ilustra en la figura 8.

30. La figura 11, es una vista en perspectiva del

379638



estator y rotor de la modalidad preferida de sumador vectorial incorporado en la figura 7.

La figura 12, es una vista frontal parcial del rotor y estátor ilustrados en la figura 11.

5. La figura 13, es un desarrollo planar del rotor y estátor del sumador vectorial preferido de la modalidad del invento ilustrada en la figura 7 (ilustrándose solamente un devanado secundario de fase) y también ilustra los voltajes generados en los devanados de salida.

10. La figura 14, es un desarrollo planar de un par de polos de una modalidad de sumador vectorial de inductor rotativo del invento que tiene excitación de corriente continua.

15. La figura 15, es una vista en sección tomada diametralmente a través de una modalidad de sumador vectorial de inductor rotativo del invento que reduce al mínimo la influencia mutua entre los dos devanados activadores.

20. La figura 16, es una vista en sección tomada diametralmente a través de la modalidad de sumador vectorial de inductor rotativo del invento que es excepcionalmente compacto y tiene un grado elevado de concentricidad entre el rotor y el estator; y

25. Las figuras 17 y 18 son desarrollos planares esquemáticos del estátor de la modalidad de sumador vectorial del inductor rotativos alternativo del invento, ilustrando la figura 17 solamente un devanado secundario de fase y los voltajes inducidos en las bobinas de salida enlazadas por la bobina activadora sinusoidal y
- 30.

379638



por la bobina activadora cosenusoide.

Refiriéndonos a la figura 1, del dibujo, un inductor rotativo trifásico con excitación de hiperfrecuencia, que incorpora los principios del invento, tiene un estator anular ferromagnético 10, que se puede fabricar de laminaciones de acero al silicio empaquetadas o de material magnético en polvo como es la "ferrita", provisto de seis dientes extendiéndose hacia el interior en sentido radial 1, 2, 3, 4, 5 y 6, desplazados 60°. Un devanado primario o activador comprende seis bobinas conectadas en serie 11, 12, 13, 14, 15 y 16 arrolladas para rodear dientes 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente, de forma que el flujo magnético se efectúe en general en direcciones opuestas en dientes sucesivos.

El devanado activador puede excitar desde una fuente de corriente alterna 18 que tenga una frecuencia relativamente elevada, por ejemplo 10 kilociclos, conectada a través de un autotransformador 20 que tiene una toma variable 19 para permitir la variación selectiva de la magnitud del voltaje excitador. Un rotor ferromagnético 27, que se puede fabricar de laminaciones de acero al silicio empaquetadas o de material de polvo magnético como es la ferrita, gira en el interior del estator 10 y está provisto de un solo lóbulo saliente en sentido radial 28 y tiene un espacio de separación de aire variable a partir de los dientes 1-6, por ejemplo, el espacio de separación de aire menor es a partir del diente 1 en la posición del rotor ilustrada en la figura 1.



379638

Los flujos magnéticos inducidos en los dientes 1-6 por las bobinas 11-16 fluyen en líneas de flujo a través de los dientes y a través del espacio de aire pasando al rotor 27 y volviendo a través del estator 10. Las bobinas del devanado primario 11-16 se sitúan cerca del espacio de aire sobre cada diente para controlar la influencia de la expansión magnética. Los flujos magnéticos que fluyen en direcciones opuestas en dientes sucesivos porque las bobinas del devanado activador 11-16 en dientes sucesivos se arrollan, o se conectan, en direcciones opuestas utilizándose en la presente memoria las palabras "arrollar" y "conectar" alternativamente para definir una disposición de bobina que genera los flujos magnéticos en direcciones opuestas en dientes sucesivos. Por comodidad de descripción los dientes 1, 3 y 5 se denominan arbitrariamente dientes "positivos" y la dirección del flujo magnético generado en los mismos se indica por medio de flechas salientes en sentido radial en la figura 1, y los dientes 2, 4 y 6 se denominan dientes "negativos" y la dirección del flujo magnético que fluye en los mismos se indica por medio de flechas radialmente entrantes. Considerando dichas direcciones positiva y negativa del flujo magnético, las sumas de los flujos (aún que varían en cada diente) debe ser de cero en total, o dicho de otro modo, la suma de los flujos positivos debe ser igual a la suma de los flujos negativos.

El inductor rotativo tiene un par de dientes diametralmente opuestos asociados con cada fase, uno de cuyos dientes es un diente positivo y el otro un diente

379638



- negativo. El devanado secundario para la fase A tiene una bobina 21 arrollada para rodear el diente positivo 1 en la misma dirección que la bobina primaria 11, conectada en serie con una bobina 24 arrollada para rodear el diente negativo 4 en dirección opuesta a partir de la bobina primaria 14, de forma que los voltajes inducidos en las bobinas 21 y 24 se resten con relación a las direcciones de flujo instantáneo. El devanado secundario para la fase B tiene una bobina 23 arrollada para rodear el diente positivo 3 en la misma dirección de la bobina primaria 13, conectada en serie por una bobina 26 en dirección opuesta a la bobina primaria 16, de forma que los voltajes inducidos en las bobinas 23 y 26 se resten. El devanado secundario para la fase C tiene una bobina 25 arrollada para rodear el diente positivo 5 en la misma dirección que la bobina primaria 15, conectada en serie con una bobina 22 arrollada sobre el diente negativo 2 en dirección opuesta a la bobina primaria 12, de forma que los voltajes inducidos en las bobinas 22 y 25 se resten.

- Cuando el rotor 27 se encuentra parado, las bobinas del devanado primario 11-16 generan flujos magnéticos de magnitud fija en los dientes 1-6 que enlazan de una forma inductiva las bobinas secundarias 21-26 respectivamente e inducen señales de magnitud fija en las mismas a la frecuencia de la fuente de corriente alterna 18. Las permeancias de las líneas para los flujos magnéticos generados por las bobinas primarias 11-16 en los dientes 1-6, y por lo tanto los niveles de voltaje de las señales de amplitud fija inducidas en las bobinas

379638



nas secundarias 21-26, estan en función a la posición del rotor 27. El rotor 27 se contornea preferiblemente de forma que las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de los dientes 1-6 y a través de los espacios de aire en el rotor 27 varien sinusoidalmente sobre un flujo básico o de corriente continua constante, variando por lo tanto sinusoidalmente el flujo magnético que enlaza las dos bobinas acopladas de una forma inductiva por cada diente, por ejemplo, la bobina primaria 11 y la bobina secundaria 21 de la fase A, a medida que gira el rotor 27. Dicha variación sinusoidal de las permeancias de las líneas de flujo magnético sobre un flujo básico asegura que la corriente a través del devanado primario sea constante si el voltaje activador procedente de la toma 19 es constante y además asegura que la suma de flujos magnéticos en los dientes positivos y negativos sea de cero en todas las posiciones del rotor 27. Esto se debe a que si las permeancias de las líneas de flujo magnéticas a través de los dientes 1-6 varían sinusoidalmente con relación a un flujo básico, las sumas de las reactancias inductivas de las bobinas primarias 11-16 será constante y, por consiguiente, la corriente primaria permanecerá constante. Se observará que un senoide puro es el factor óptimo, pero difícil de conseguir, por lo que el término "virtualmente sinusoidal" se emplea en la presente memoria y en las reivindicaciones para comprender también ondas aproximadamente sinusoidales que se desvían de la forma sinusoidal pura pero que no dan por resultado graves deficiencias en el comportamiento del sistema. La varia-



379638

ción sinusoidal de las permeancias (que son valores recíprocos de las reluctancias) de las líneas de flujo a través de los dientes 1-6 se produjeran y el rotor 27 recibe la configuración ilustrada con una variación sinusoidal de los espacios de separación de aire a los dientes 1-6, pero también se puede conseguir con un rotor circular que tenga partes de permeabilidad diferente (no ilustradas) o mediante un rotor que tenga laminaciones segmentadas oblicuas unas con relación a las otras (no ilustradas).

La figura 1, ilustra el rotor 27 acoplado a un eje giratorio 30. Cuando gira el eje 30, los voltajes inducidos en las bobinas secundarias 21-26 dejan de tener amplitud fija pero tienen una modulación sinusoidal a una frecuencia que esta en función a la velocidad angular del eje 30.

La figura 2, ilustra esquemáticamente con líneas sólidas la envuelta de modulación sinusoidal V_1 de los voltajes instantáneos de hiperfrecuencia v_1 inducidos en la bobina 21 en el diente positivo 1 a medida que gira el rotor 27 y se mueve el lóbulo 28 por los dientes 1-6. Varios ciclos de voltaje de hiperfrecuencia v_1 inducido en la bobina 21 en el diente 1 se ilustran por encima de este diente. Según se ilustra en la figura 2, el lóbulo 28 del rotor 27 es opuesto al diente 1, y por consiguiente la permeancia de la línea de flujo a través de este diente es de un valor máximo en la posición del rotor ilustrada, y además la amplitud de la envuelta de modulación V_1 de los voltajes de hiperfrecuencia v_1 inducidos en la bobina 21 en el diente 1 tiene un valor máximo.

379638



- La figura 2, ilustra también con líneas de punto y rayas la envuelta de modulación sinusoidal V_4 de los voltajes de hiperfrecuencia v_4 inducidos en la bobina 24 en el diente negativo 4 a medida que el lóbulo 28 en el rotor giratorio 27 se mueve por este diente. En la posición del rotor ilustrada en la figura 2; el rotor 27 tiene el mayor espacio de aire a partir del diente 4, y por consiguiente la permeancia de la línea de flujo a través de este diente tiene un valor mínimo y la amplitud de la envuelta de modulación V_4 de las señales de hiperfrecuencia v_4 inducidas en la bobina 24 tiene un valor mínimo en la posición del rotor ilustrada. Varios ciclos de los voltajes de hiperfrecuencia v_4 inducidos en la bobina 24 del diente negativo 4 en la posición ilustrada del rotor se ilustran en la figura 2 y se observará que se encuentran defasados 180 grados y se restan de los voltajes v_1 inducidos en la bobina 21 en el diente positivo 1. Se observará que la magnitud del voltaje representado por la envuelta V_4 directamente opuesto al diente 4, solo representa la magnitud del voltaje de hiperfrecuencia v_4 inducido en la bobina 24 después de 180 grados adicionales de rotación del rotor desde la posición ilustrada hasta la posición en la que el lóbulo 28 queda opuesto al diente 4.
- La figura 2, del dibujo ilustra además, en rayado al sesgo, un medio ciclo de voltaje instantáneo v_{4i} inducido en la bobina 24 del diente negativo 4 que se opone y se resta del medio ciclo de voltaje instantáneo v_{1i} (ilustrado en el rayado opuesto) inducido en la bobina 21 en el diente positivo 1 para producir el

379638



medio ciclo resultante de voltaje de salida secundario v_{t_s} de fase A ilustrado en rayado a cuadros. Esta figura ilustra también la envuelta de modulación VT_s de los voltajes de salida de hiperfrecuencia v_{t_s} del devanado secundario de fase A en líneas de rayas discontinuas.

La modulación de flujo sinusoidal producido por el rotor 27 se produce a la frecuencia de rotación del eje 30 y se superpone a un promedio de flujo o flujo básico, v.g., el flujo básico cuando se resta del flujo total de por resultado el flujo sinusoidal puro. La frase "varía sinusoidalmente" se emplea en la presente memoria y en las reivindicaciones para indicar variación sobre dicho flujo básico. La conexión de la bobina del devanado secundario 21 en el diente opuesto 1 en serie con el devanado secundario 24, pero opuesta a dicho devanado secundario 24, en el diente negativo 4 anula el efecto de dicho flujo básico.

Los devanados secundarios para las fases A, B, y C se conectan preferiblemente en estrella por medio de un conductor 32 (veáse la figura 1) que se conecta a un extremo de cada una de las bobinas secundarias 22, 24 y 26 en los dientes negativos 2, 4, y 6. Unos voltajes similares a los ilustrados en la figura 2 se inducen también en las bobinas del devanado secundario 23, 26 y 25, 22 de las fases B y C. Los voltajes de salida de los devanados secundarios de fases A, B y C se desplazan 120 grados entre sí, debido a la situación física de las bobinas secundarias para las tres fases del estator 10. La figura 1, ilustra esquemáti-

19
379638



5. camente que el eje 30 es impulsado por un motor sincro-
no 34 y que las bobinas de fases secundaria 21, 23 y 25
de los devanados secundarios para las fases A, B y C del
inductor rotativo se acoplan a un control motórico 35
(ilustrado solamente en forma de conjunto) para el mo-
tor 34. El control 25 puede tener un transformador de
frecuencias o cicloconvertidor (no ilustrado) que tie-
ne tiristores los cuales controlan o regulan la descar-
ga de energía eléctrica desde las barras colectoras de
10. fase X, Y y Z al motor 34 en función a las señales de
salida VT_s del inductor rotativo. Las señales de sali-
da de hiperfrecuencia vt_s de los devanados de fase se-
cundaria del inductor rotativo se modulan a una frecuen-
cia que está en función a la velocidad del motor 27 y
15. su magnitud puede variar selectivamente por medio de la
toma ajustable 19 en el autotransformador 20 para cam-
biar el número de amperio-vueltas de las bobinas acti-
vadoras 11-16 y por lo tanto varían la magnitud de los
voltajes de fase del devanado secundario vt_s y VT_s . De
20. este modo se observará que el inductor rotativo descri-
to proporciona una señal de salida trifásica cuya fre-
cuencia de la envuelta de modulación está en función
con la velocidad del motor y cuya magnitud es selectiva-
mente variable y apropiada para regular el dispositivo
25. de control motórico 35, como puede ser un transformador
de frecuencia. El término "señal de salida" se emplea
en la forma alternativa para denominar la señal de hiper-
frecuencia vt_s o su envuelta después de la desmodulación
para eliminar la frecuencia portadora y medias ondas
30. alternas.

379638



La magnitud de los voltajes instantáneos v_1 , v_4 y v_{t_s} se indica en figura 2 en la línea central móvil del lóbulo 28. Suponiendo que el rotor 27 gire a velocidad constante estos voltajes tienen lugar a intervalos de tiempo fijo. Dichos voltajes podrían tener lugar antes o después por desplazamiento angular del estator 10, consiguiendo este modo un cambio de fase de las señales con relación al rotor 10. Dicho desfase se puede efectuar por medio de un estator rotativo movido por medios mecánicos. Las figuras 4-18 describen modalidades del invento que efectúan dicho cambio de fase sin hacer girar el estator.

En todas las modalidades del invento, los conductores alámbricos al devanado primario y al devanado secundario, se incurvan hacia atrás de forma que los circuitos no rodeen el eje 30 que sostiene el rotor 27, evitando de este modo la generación de flujo magnético en una dirección axial que podría perturbar las reacciones adicionales en los circuitos.

La figura 3, ilustra un transformador de coordenadas vectorial de inductor rotativo de fase única o monofásico que incorpora el invento, diseñado para transformar coordenadas polares en vectores a lo largo de dos ejes perpendiculares. La coordenada polar del vector de radio puede ser la magnitud de voltaje de excitación y la coordenada polar de ángulo vectorial puede ser el ángulo relativo del estator y el rotor.

Un estator ferromagnético anular 40, fabricado de laminaciones de acero al silicio o de material magnético en polvo como es la ferrita, tiene 4 dientes

21-72
379638



- extendiéndose radialmente hacia el interior 1, 2, 3 y 4. Un devanado activador o primario tiene bobinas conectadas 41, 42, 43 y 44 que rodean a los dientes 1, 2, 3 y 4 respectivamente con bobinas en dientes diametralmente opuestos arrolladas en la misma dirección de forma que los dientes 1 y 3 sean dientes positivos (indicados por flechas radialmente saliente indicando arbitrariamente la dirección del flujo magnético) y de forma que los dientes 2 y 4 sean dientes negativos. El
5. devanado primario se puede excitar con una señal alterna de magnitud selectivamente variable desde la toma ajustable 19 de un autotransformador 20 conectado a través de una fuente de corriente alterna apropiada 18.
10. Un rotor ferromagnético 27 tiene un lóbulo extendido radialmente 28 y tiene una rotación limitada en el estator 40. Los flujos magnéticos generados por las bobinas del devanado primario 41-44 en los dientes 1-4 fluyen a través de los espacios de aire en el rotor 27 y vuelven por el estator 40. Un devanado secundario S1 tiene un par de bobinas conectadas en serie 51 y 53 arrollados para rodear los dientes positivos 1 y 3 en la misma dirección que las bobinas del devanado primario 41 y 43 respectivamente, de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas a través de las bobinas 51 y 53, conectando por lo tanto estas bobinas en una relación substractiva y cancelando el componente básico del flujo magnético. Otro devanado secundario S2 tiene un par de bobinas conectadas en serie 52 y 54 arrolladas para rodear los dientes negativos 2
15. 20. 25. 30.

- 22 -
379638



y 4 en la misma dirección que las bobinas primarias 42 y 44 respectivamente, conectando de este modo las bobinas 52 y 54 en oposición en serie para cancelar el componente básico del flujo.

5. El rotor 27 se contornea preferiblemente de forma que las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de los dientes 1-4 y a través de los espacios de aire en el rotor 27 varíen sinusoidalmente sobre un flujo básico constante. Dicha variación sinusoidal de las permeancias sobre un flujo básico asegura que la corriente a través del devanado primario sea constante para un voltaje de excitación dado E derivado en la toma 19 y que la suma de los flujos positivos y negativo a través de los dientes 1-4 sea de cero en todas las posiciones del rotor 27.

10. La permeancia de la línea de flujo magnético a través de cada diente 1-4, está en función a la posición del rotor 27 y es de un mínimo cuando el lóbulo 28 se opone a un diente dado. Cuando el lóbulo 28 se encuentra opuesto al diente 1 según se ilustra en la figura 3, la permeancia de la línea de flujo magnético a través del diente 1 es de un máximo y la permeancia a través del diente 3 es de un mínimo. Las bobinas secundarias 51 y 53 se encontraran opuestas y, por consiguiente, se genera una señal máxima en el devanado secundario S1. Las permeancias de las líneas de flujo a través de los dientes 2 y 4 son iguales en esta posición del rotor 27 y se inducen señales iguales opuestas en las bobinas secundarias 52 y 54, de forma que el devanado secundario S2 deriva una señal resultante de -
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

379638



cero.

5. Cuando el lóbulo del rotor 28 se encuentra opuesto al diente 2, la señal de cero se induce en el devanado secundario S1 compuesto por las bobinas 51 y 53 en los dientes 1 y 3, mientras que se induce una señal máxima en el devanado secundario S2 que comprende bobinas conectadas en serie 52 y 54 sobre los dientes 2 y 4. Como el rotor 27 varía sinusoidalmente las permeancias de las líneas para el flujo magnético generado en los dientes del estator 1-4, las magnitudes de las señales resultantes inducidas en los devanados secundarios S1 y S2 están en función al ángulo α entre el estator 40 y el lóbulo 28 del rotor 27 (ilustrado con relación a la posición del rotor 27 indicada por líneas de rayas discontinuas en la figura 3).

10.

15.

Los voltajes resultantes inducidos en las bobinas secundarias S1 y S2 son representativos del $\cos \alpha$ y el $\sin \alpha$ respectivamente del ángulo α entre el estator 40 y el lóbulo 28 en el rotor 27. Además, la magnitud del voltaje de excitación imprimido en el devanado activador puede variar de una forma selectiva ajustando la toma 19; cambiando por lo tanto los amperios-vueltas de las bobinas 41-44 y la magnitud de las señales inducidas en los devanados secundarios S1 y S2.

20.

25. Los voltajes de salida de los devanados S1 y S2 se pueden transmitir eléctricamente para controlar un motor sincro (No ilustrado) y se observará que esta modalidad del invento se puede considerar como un transformador de coordenadas puesto que transforma coordenadas polares, v.g., magnitud del voltaje de excitación

30.

- 24 -
379638



y ángulo relativo α entre el estátor y el rotor, en coordenadas rectangulares. Si el voltaje de la toma 19 que excita el devanado primario se indica, como E, los voltajes de salida generados en los devanados S1 y S2 esta función a E coseno α y E seno de α respectivamente según se representa en la figura 3.

La figura 4, ilustra un sumador vectorial de inductor rotativo trifásico 59 que incorpora los principios del invento y que suma vectorialmente dos señales representativas de las coordenadas rectangulares en una curva y genera una señal de salida de frecuencia selectivamente variable cuya magnitud y ángulo de fase son las coordenadas polares de la curva. El sumador vectorial 59 tiene un estator ferromagnético angular 60 fabricado preferiblemente de laminación empaquetadas de acero al silicio o de material magnético en polvo, como es la ferrita, provisto de 12 dientes extendiéndose radialmente hacia el interior 1 a 12. Los seis dientes de números impares 1, 3, 5, 7, 9 y 11 puede estar asociado con un devanado primario o activador COS denominado devanado consenusoide y un par de dientes de número impar diametralmente opuestos se asocian con cada fase, v.g., el diente positivo 1 y el diente negativo 7 con la fase A; el diente negativo 5 el diente positivo 11 con la fase B; y el diente positivo 9 y el diente negativo 3 con la fase C. El devanado activador o primario COS comprende seis bobinas conectadas en serie 61, 63, 65, 67, 69 y 71 rodeando a los dientes 1, 3, 5, 7, 9 y 11 respectivamente con bobinas sucesivas enrolladas en direcciones opuestas de forma que los dientes 1, 5 y

379638



9 sean dientes positivos y los dientes 3, 7 y 11 sean dientes negativos.

- Los seis dientes de números pares 2, 4, 6, 8, 10 y 12 se asocian con el devanado primario o activador SEN, denominado devanado sinusoidal y un par de dientes de número par diametralmente opuesto se asocian con cada fase, v.g., el diente positivo 4 y el diente negativo 10 con la fase A; el diente positivo 8 y el diente negativo 2 con la fase B; y el diente positivo 12 y el diente negativo 6 con la fase C. El devanado activador o primario SEN comprende seis bobinas conectadas en serie 64, 66, 68, 70, 72 y 62 rodeando a los dientes 4, 6, 8, 10, 12 y 2 respectivamente con bobinas sucesivas arrolladas o conectadas en direcciones opuestas de forma que los dientes 4, 8 y 12 sean dientes positivos y los dientes 6, 10 y 2 sean dientes negativos.

- Las bobinas primarias 61-72 se sitúan realmente sobre cada diente adyacente al espacio de aire según se ilustra en la figura 5, para controlar el flujo de expansión y obtener un acoplamiento magnético exacto entre las bobinas primaria de excitación y secundaria de salida en cada diente, pero estas bobinas se ilustran en la figura 4 situadas en la parte radialmente exterior de cada diente con el fin de simplificar el dibujo.

- El devanado secundario o de salida por cada fase comprende dos bobinas conectadas en serie opuestas arrolladas sobre un par de dientes de número impar positivo y negativo, diametralmente opuestos, rodeados por bobinas del devanado COS conectadas en serie con dos

379638



- bobinas conectadas opuestas en serie y arrolladas sobre un par de dientes de número par positivo y negativo diametralmente opuestos rodeados por bobinas del devanado SEN. Por ejemplo, un devanado secundario de fase A
5. comprende una bobina 84 arrollada rodeando el diente positivo 4 y en la misma dirección que la bobina que el devanado SEN 64 conectada en serie con una bobina 90 arrollada rodeando el diente negativo 10 y en dirección opuesta a la bobina del devanado SEN 70, y este par de
 10. bobinas 84 y 90 se conecta en serie con una bobina 81 arrollada rodeando el diente positivo 1 en la misma dirección que la bobina del devanado COS 61 conectada en serie con una bobina 87 arrollada rodeando el diente negativo 7 y en la dirección opuesta a la bobina del devanado COS 67. De un modo similar, el devanado secundario B comprende un par de bobinas 85 y 91 arrolladas en oposición en serie sobre dientes positivo y negativo 5 y 11 que llevan bobinas del devanado COS 65 y 71 conectadas en serie con un par de bobinas 88 y 82 arrolladas opuestas en serie sobre los dientes positivo y
 20. negativo 8 y 2 que llevan bobinas del devanado SEN 68 y 62 respectivamente. El devanado secundario de fase C comprende un par de bobinas conectadas en serie 89 y 83 arrolladas opuestas en serie sobre los dientes positivo y negativo 9 y 3 que llevan bobinas del devanado
 25. COS 69 y 63 conectadas en serie con un par de bobinas substractivamente activadoras 92 y 86 arrolladas en los dientes positivos y negativos 12 y 6 que llevan bobinas de devanado SEN 72 y 66.
 30. El rotor ferromagnético 27 se contornea de

- 27 -
379638



forma que las permeancias de las líneas de flujo a través de los dientes 1-12 varíen sinusoidalmente sobre un flujo básico constante de una manera similar a la modalidad de la figura 1 y se ilustra con el lóbulo 28

5. opuesto al diente 1. La modalidad de la figura 4, se puede considerar que comprende dos "disposiciones" similares a las de la modalidad de la figura 1, desplazadas 90 grados, v.g., una "disposición" de devanado SEN similar a la figura 1, desplazada 90 grados de un devanado COS en una disposición también similar a la modalidad de la figura 1.
- 10.

- Los devanados secundarios trifásicos se desplazan 120 grados en el estator 60 v.g., las bobinas secundarias 81 y 87 de fase A sobre dientes cosenosoides de número impar 1 y 7 se desplazan 120 grados eléctricos de la bobinas secundarias 85 y 91 de fase B sobre dientes cosenosoides de número impar 5 y 11 y también se desplazan 120 grados de las bobinas secundarias 89 y 83 de fase C sobre dientes cosenosoides de número impar 9 y 3, y similarmente las bobinas secundarias 84 y 90 de fase A sobre dientes sinusoidales de número par 4 y 10 se desplazan 120 grados de las bobinas secundarias 88 y 82 de fase B sobre dientes sinusoidales de número par 8 y 2 y también se desplazan 120 grados de las bobinas secundarias 92 y 86 de fase C sobre dientes sinusoidales de número par 12 y 6.
- 15.
- 20.
- 25.

- Las bobinas secundarias de cada fase sobre dientes de número par que llevan bobinas SEN se desplazan 90 grados de las bobinas secundarias de la misma fase sobre dientes de número impar que llevan bobinas
- 30.

COS, por ejemplo, las bobinas secundarias 84 y 90 de fase A sobre dientes sinusoidales 4 y 10 se desplazan 90 grados de las bobinas secundarias 81 y 87 de fase A sobre dientes cosenosoides de número impar 1 y 7.

5. Los devanados secundarios trifásicos se pueden conectar en estrella por medio de un conductor 100 conectado a un lado de las bobinas 82, 86, y 90, de fases B, C, y A respectivamente.

- Los devanados SEN y COS se pueden activar con señales en fase selectivamente variables procedentes de moduladores 101 y 102 respectivamente (ilustrados en forma de conjuntos en la figura 4) ambos de los cuales reciben una señal portadora de hiperfrecuencia desde una fuente de corriente alterna como puede ser un oscilador 104 y modulan dicha señal de hiperfrecuencia de acuerdo con señales de entrada de corriente continua selectivamente variables. La figura 4 ilustra esquemáticamente que dichas señales de corriente continua selectivamente variables se pueden derivar de las tomas móviles de un par de potenciómetros 107 y 108 conectados a través de las baterías 109.
- 10.
- 15.
- 20.

- Cuando el rotor 27 está parado y los moduladores 101 y 102 activan las bobinas SEN y COS con señales alternas de fase de magnitud fija, los devanados SEN y COS desplazados 90 grados (formados respectivamente por las bobinas 62, 64, 66, 68, 70 y 72 y por las bobinas 61, 63, 65, 67, 69 y 71) generan flujos magnéticos de intensidades constantes en los dientes 1-12 que enlazan inductivamente los devanados secundarios trifásicos A, B, y C (formados respectivamente por las
- 25.
- 30.

379638



bobinas 81, 84, 87, 90; bobinas 85, 88, 91, 82, y bobinas 89, 92, 83, 86) e inducen señales de magnitud fija en los mismos. Las permeancias de las líneas para flujos magnéticos generados por los devanados SEN y COS, y el nivel de voltaje de las señales de magnitud fija inducidas en los devanados secundarios trifásicos están en función a la posición del lóbulo 28 del rotor 27.

- 5.
10. Suponiendo que la señal de entrada de un devanado activador sea cero, por ejemplo, al devanado SEN, y que se alimente una señal alterna de hiperfrecuencia por medio del modulador 102 al devanado activador COS, varios ciclos de los voltajes de salida máximo instantáneo v_1 y v_7 inducidos en un par de bobinas de fase secundarias sobre dientes de número impar que llevan bobinas COS (por ejemplo, en las bobinas secundarias 81 y 87 de fase A sobre los dientes 1 y 7 que llevan bobinas de devanado COS 61 y 67) en la posición del rotor ilustrada con el lóbulo 28 opuesto al diente 1, se representan opuestas al diente 1 en la figura 5 que es un desarrollo planar de estator 60 y el rotor 27. Esta figura representa también el voltaje resultante instantáneo vt_s generado en las bobinas 81 y 87 de fase A dispuestas de una forma subtractiva; las envueltas de modulación sinusoidal V_1 y V_7 de los voltajes v_1 y v_7 inducidos en las bobinas 81 y 87 a medida que gira el rotor 27; y la envuelta de modulación VT_s de la señal de salida de hiperfrecuencia vt_s de dicho par de bobinas 81 y 87 (que también constituyen la señal de salida del devanado secundario de fase A). En la
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



379638

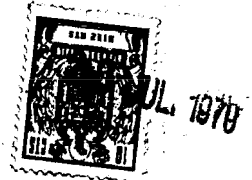
20 JUL 1970

posición del rotor ilustrada en la figura 5, donde el lóbulo 28 se encuentra opuesto al diente 1, la permeancia de la línea de flujo a través del diente 1 y la magnitud del voltaje de hiperfrecuencia v_1 inducido en la bobina 81 son de un valor máximo y la magnitud del voltaje v_7 inducido en la bobina 87 en el diente 7 es de un valor mínimo.

10. Si suponemos ahora que la señal de entrada al devanado COS es de cero y que se alimenta una señal de hiperfrecuencia por medio del modulador 101 al devanado activador SEN, la amplitud máxima de la envuelta de señal de salida VT_S del devanado secundario de fase A (que comprende las bobinas 81, 84, 87, 90) se desplazará 90 grados hacia la derecha según se observará en la figura 5 y esto tiene lugar cuando el lóbulo 28 se encuentra opuesto al diente 4 que lleva la bobina del devanado SEN 64. Si se alimenta señales a ambos devanados SEN y COS por medio de los moduladores 101 y 102, la amplitud máxima de la señal de salida del devanado secundario de fase A ocurrirá en el mismo punto entre los dientes 1 y 4 cuando el lóbulo este opuesto a dicho punto y estará determinado por la magnitud relativa de las señales a los devanados SEN y COS.

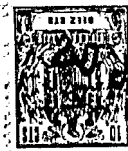
25. La magnitud de las señales V_C y V_S alimentadas por los moduladores 102 y 101 a los devanados activadores COS y SEN pueden estar representados por los vectores perpendiculares V_C y V_S representados en la figura 6, y la magnitud del voltaje resultante inducido en cada devanado de fase secundario puede estar representada por el vector resultante VT_S (puesto que la

379638



magnitud de las envueltas de modulación es directamente proporcional a los voltajes de hiperfrecuencia). Suponiendo que el modulador 101 alimenta una señal alterna V_S con una magnitud relativa de 1,0 al devanado SEN y que el modulador 102 alimenta una señal de coro al devanado COS, se induce una señal máxima en la bobina secundaria de fase A 84 enlazada por el diente 4 con la bobina del devanado SEN 64 cuando el lóbulo del rotor 28 se encuentra opuesto al diente 4, puesto que la permeancia de la línea de flujo magnético desde el diente positivo 4 a través del rotor 27 es de un valor máximo. Una señal mínima se induce en esta posición del rotor en la bobina secundaria de fase A 90 enlazada por el diente negativo 10 con la bobina el devanado SEN 70 puesto que la permeancia de la línea de flujo magnético a través del diente 10 es de un mínimo. En las bobinas secundarias de fase A 81 y 87 se induce señales opuestas e iguales en dientes positivos y negativo 1 y 7 que llevan bobinas COS, porque los espacios de aire del rotor y las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de estos dientes son iguales y las bobinas 81 y 87 se conectan opuestas. La magnitud del voltaje resultante inducido en el devanado secundario de fase A puede estar representada por el vector V_{T_S} en fase con el vector V_S , y de la misma longitud que dicho vector, según se ilustra en la figura 6a.

Si de un modo similar el modulador 102 alimenta una señal V_C que tiene una magnitud relativa de 1,0 al devanado COS y el modulador 101 alimenta una señal cero al devanado SEN, la señal resultante inducida en



379638

- el devanado secundario de fase A cuando el lóbulo del rotor 28 está opuesto al diente 1, puede estar ilustrada por el vector VT_S , según se representa en la figura 6, igual al vector V_C y en fase con el mismo. Si se
5. alimentan señales iguales V_S y V_C con una magnitud relativa de 1,0 a los devanados SEN y COS, el voltaje inducido en el devanado secundario de fase A cuando el lóbulo del rotor 28 se sitúa a mitad de camino entre los dientes 1 y 4, puede estar representado por el vector VT_S , ilustrado en la figura 6c con una magnitud igual a la $\sqrt{2}$ veces V_C o V_S y desplazado 45 grados de ambas. Los vectores de línea de rayas discontinuas en la figura 6 representan la condición en que las señales V_S y V_C alimentadas por los moduladores 101 y 102
 15. a los devanados SEN y COS tienen una magnitud doble comparada con las representadas por los vectores de líneas sólidas $V_C = 1,0$ $V_S = 1,0$ e ilustra que la señal resultante VT_S inducida en el devanado secundario de fase A puede aumentar, manteniendo al mismo tiempo el mismo ángulo de fase, variando igualmente V_S y V_C . La figura 6d ilustra que la señal resultante VT_S inducida en el devanado secundario de fase A puede desplazarse en un ángulo de 60 grados con relación a V_C activando el devanado SEN con una señal V_S que tiene una magnitud relativa de 0,866 y el devanado COS con una señal V_C que tiene una magnitud relativa de 0,5.
 - 20.
 - 25.

Si se acopla el rotor 27 a través de un eje giratorio 30 directamente al rotor de un motor bipolar 34, según se ilustra esquemáticamente en la figura 4,

30. y si la señal de magnitud fija V_S y V_C se alimentan por medio de los moduladores 101 y 102 a los devanados SEN

379638



- y COS, el rotor 27 variará sinusoidalmente las permeancias de las líneas para el flujo magnético inducido en los dientes 1-12 por las bobinas primarias 61-72, modulando de este modo sinusoidalmente los voltajes instantáneos vt_s inducidos en las bobinas secundarias del devanado de fase 81-92 por el flujo magnético en los dientes 1-12 a la frecuencia de rotación del eje 30. La magnitud de los voltajes de hiperfrecuencia inducidos en los devanados secundarios de fase A, B, y C y de las
5. envueltas de modulación sinusoidal VT_s se pueden variar selectivamente sin cambiar el ángulo de fase ajustándolo las tomas en los potenciómetros 107 y 108 en una relación fija para cambiar la magnitud de V_s y V_c . El ángulo de fase de las envueltas de modulación VT_s de las
10. señales inducidas en los devanados secundarios trifásicos pueden variar selectivamente ajustando las magnitudes relativas de las señales V_c y V_s , y la frecuencia de las señales de salida es selectivamente variable alterando la velocidad de rotación del eje 30.
- 15.
20. Como las señales de salida VT_s son selectivamente variables en magnitud, fase y frecuencia, se observará que el sumador vectorial de inductor rotativo descrito 59 es particularmente apropiado para controlar un excitador, o dispositivo de control 35, por ejemplo un transformador de frecuencias, ilustrado solamente en
25. forma de conjunto pero que comprende tiristores que regulan el suministro de energía eléctrica desde las barras colectoras X, Y y Z al motor sincromo 34 para controlar la velocidad de un motor de velocidad variable
30. 34. Los devanados secundarios de fase A, B y C del in

379638



5. ductor rotativo 59 se ilustran en la figura 4 conectados al dispositivo de mando o control del motor 35 por medio de conductores 95, 96 y 97 acoplados a bobinas secundarias 81, 85 y 89 respectivamente, y estos devanados secundarios de fase A, B y C se ilustran conectados en estrella por el conductor 100 conectado a un lado de las bobinas 90, 82 y 86.

10. Según se puede observar en la figura 4, la polaridad de cada una de las señales V_S y V_C a los devanados excitadores SEN y COS se pueden invertir moviendo selectivamente las tomas de los potenciómetros 108 y 107, por lo que el ángulo de fase puede variar a través de 360 grados. Aunque la modalidad de la figura 4 se ha ilustrado con un rotor 27 acoplado directamente al motor bipolar 34 se observará que esta modalidad se puede utilizar con un motor que tenga cualquier número que se desee de pares de polos si se utiliza engranaje apropiado entre el motor y el rotor 27.

20. Una modalidad de preferencia del invento consiste en un sumador vectorial de inductor rotativo trifásico que tiene tres pares de polos y que encuentra su utilidad principal en un sistema de velocidad graduable para un motor sincrónico trifásico de seis polos acoplado directamente al sumador vectorial según se describe en la solicitud pendiente número de serie 379.639 perteneciente al mismo cesionario de la presente, y el sistema de control motórico de esta solicitud se describe brevemente a continuación para apoyar la modalidad de preferencia.

30. Refiriéndonos a la figura 7, de los dibujos,

379638



5. un motor sincromo 111 tiene un devanado trifásico del inducido, o devanado estatrócio 115 y un devanado inductor 118. Un transformador de frecuencia, o cicloconvertidor 126 convierte la corriente de frecuencia y voltaje constante en las barras colectoras de energía trifásicas A, B y C en una corriente alterna de frecuencia, voltaje y fase variables para alimentación al devanado de inducido 115 con el fin de regular el par motor y velocidad del motor 111.
10. El ángulo de desplazamiento DT entre el voltaje terminal inducido VT y el voltaje de excitación ED es producido por la caída de impedancia sincrona $IaZs$ y se ilustra en la figura 9, que es un diagrama vectorial para el sistema de motor sincromo de velocidad graduable de la solicitud mencionada número de serie 379.639
15. para la carga de régimen a la velocidad básica en el límite inferior de la escala de velocidades. El ángulo de desplazamiento DT varía desde cero en reposo hasta aproximadamente 90 grados según se ilustra en la figura 8, que representa graficamente la variación conveniente en la magnitud de voltaje del terminal del motor VT y el ángulo de fase DT con la velocidad del motor para obtener energía de salida constante de la velocidad básica hasta la velocidad máxima.
20. Con el fin de mantener los polos del rotor del motor 111 sincronizados con los polos del estator rotativo, la frecuencia del voltaje terminal inducido en el devanado de estator 115 debe estar en todo momento en sincronismo con la velocidad del rotor y además
25. el voltaje terminal VT debe estar avanzado en fase en
- 30.

379638



1970

5. todas las velocidades del motor en el ángulo de desplazamiento DT ilustrado en la figura 8. Además la magnitud VT del voltaje del terminal inducido en el devanado estatórico 115 debe controlarse en función a la velocidad del motor según se ilustra en la figura 8.

10. La variación conveniente de magnitud VT y el ángulo de fase DT del voltaje que se ha de alimentar al devanado estatórico 115 se puede expresar graficamente por medio de una curva de parámetro variable ilustrada en la figura 10 en la que la velocidad del motor es el parámetro variable, y la magnitud VT y el ángulo de fase DT son las coordenadas polares de vector del radio y de ángulo vectorial respectivamente de la curva. Una solicitud pendiente titulada "Sistema para controlar la magnitud y fase del voltaje terminal para un motor sincrono de velocidad graduable", número de serie 743.873, presentada el 10 de julio de 1.968, a nombre de Thomas P. Gilmore y perteneciente al asignatario de la presente, describe un dispositivo de mando o control motórico 106 (ilustrado como un rectángulo de líneas de rayas discontinuas en la figura 7) que incorpora el presente invento y también comprende medios para derivar una primera y una segunda señales alternas, denominadas señales sinusoidal y cosenusoide V_S y V_G de acuerdo con las coordenadas rectangulares y y x de una curva ilustrada en la figura 10. El dispositivo de control motórico 106 recibe una señal de velocidad por un conductor 127 procedente de un tacometro 128 que es proporcional a la velocidad del motor sincrono 111 y comprende medios generadores de función 110 ilustrados en forma de conjuntos que derivan señales de corriente continua proporcionales a las coordenadas rectangulares y y x de una

15.

20.

25.

30.

379638



5. una curva de la figura 10, que modulan una señal portadora de hiperfrecuencia procedente de un oscilador 112 en los moduladores 113 y 114. Las señales de salida alternas sinusoidal y cosenusoide V_S y V_C procedente de los moduladores 113 y 114 se amplifican en los amplificadores de energía 116 y 117 respectivamente.

10. El dispositivo de control motórico 106 recibe también una señal de energía procedente de un potenciómetro 119 que tiene un brazo móvil accionado por un pedal de energía 120, que es proporcional al nivel de salida de energía deseado del motor sincrónico 111 y hace variar la magnitud de las señales de salida alternas sinusoidal y cosenusoide V_S y V_C en función a la señal de energía. Cada posición del pedal 120 esta representada por una curva diferente ilustrada en la figura 10, que traza gráficamente la magnitud conveniente del voltaje terminal del motor VT y el ángulo de desplazamiento DT como coordenadas polares. Todas estas curvas tienen la misma configuración, y la figura 10 ilustra una

15. curva de línea sólida indicada como "potencia de régimen" correspondiente a la posición de accionamiento a fondo del pedal de energía 120, y una curva de línea de puntos y rayas indicada como "energía reducida" correspondiente a una posición de accionamiento parcial del

20. pedal de energía 120.

30. La modalidad preferente de inductor rotativo, sumador vectorial, o sensor angular 121 del invento presente reciba las señales alternas sinusoidales y cosenusoide V_S y V_C (que son representativas de las coordenadas rectangulares y y x de una curva de la figura 10)

379638



- y proporciona una señal de salida trifásica para controlar el ciclo convertidor 126 que es una reproducción en frecuencia, magnitud y ángulo de fase del voltaje terminal deseado VT que se ha de alimentar al devanado estatórico 115 para mantener los polos generados en el rotor del motor en sincronismo con los polos magnéticos del estator y para proporcionar energía de salida constante del motor 111 en la escala de velocidades.
5. El sensor angular 121 comprende devanados primarios o activadores primero y segundo SEN y COS, preferiblemente en cuadratura, denominados respectivamente devanados sinusoidal cosenuscida, que se activan (a través de relés representados en forma de conjuntos), por medio de las señales alternas sinusoidal y cosenuscida
10. V_S y V_C procedentes de los amplificadores de energía 116 y 117 de acuerdo con las coordenadas rectangulares y y x de una curva de la figura 10. El sensor angular 121 comprende devanados secundarios trifásicos o de salida 130X, 130Y y 130Z que enlazan inductivamente a los devanados activadores SEN y COS y un rotor ferromagnético 125 directamente acoplado al motor 111 que hace variar sinusoidalmente el flujo magnético que enlaza los devanados activadores SEN y COS y los devanados de salida 130X, 130Y y 130Z a medida que gira.
15. 20.

25. La magnitud de las envueltas de modulación sinusoidal VT_S de las señales de hiperfrecuencia inducidas en los devanados de fase de salida 130X, 130Y y 130Z varían con la velocidad del motor de la forma ilustrada en la figura 8. La señal portadora se elimina de las
30. señales de salida trifásicas VT_S en un demodulador del



379638

- tipo de anillo 122, y las señales demoduladas generan (en combinación con los voltajes modificados procedentes de las fases A, B y C del generador G) señales de desconexión cíclica en un circuito activador 123 para
5. controlar la activación de los tiristores del cicloconvertidor 126 según se describe en la solicitud mencionada número de serie 379.639.
- Si el rotor del sensor angular 125 se mantuviera estacionario y el control del sensor angular 106
10. activado y los devanados sinusoidal y cosenusoide SEN y COS con señales alternas en fase de magnitud fija V_S y V_C , los devanados sinusoidal y cosenusoide desplazados en 90 grados SEN y COS generaría flujos magnéticos de magnitud fija que enlazarían de una forma inductiva
 15. los devanados secundarios trifásicos 130X, 130Y y 130Z e inducirían señales de magnitud fija en los mismos. Las permeancias de las líneas para el flujo magnético generado por los devanados sinusoidal y cosenusoide SEN y COS (y el nivel de voltaje de las señales de magnitud fija inducidas en los devanados secundarios trifásicos 130X, 130Y y 130Z) están en función a la posición del rotor del sensor angular 125. Cuando gira el rotor del sensor angular 125, los voltajes de salida de frecuencia portadora v_{T_S} inducido en los devanados de fase
 20. secundaria 130X, 130Y y 130Z dejan de tener una amplitud fija y tienen una modulación sinusoidal a una frecuencia que esta en función a la velocidad del motor 111. Las
 25. envueltas V_{T_S} de las señales inducidas en los devanados de fase 130X, 130Y y 130Z se desplazan 120 grados eléctricos debido a la situación física de estos devanados
 - 30.

379638



en el estator del sensor angular 131 según se describirá más adelante.

El motor sincrónico 111 tiene preferiblemente seis polos. Como el rotor del sensor angular 125 es-

5. tá directamente acoplado al rotor del motor 111, el sensor angular 121 tiene preferiblemente tres pares de polos. Una modalidad de preferencia de inductor rotativo trifásico, sumador vectorial o sensor angular 121 con tres pares de polos apropiados para incorporación
10. en un sistema de control de motor sincrónico de velocidad graduable de la figura 7 se ilustra en las figuras 11-13 y comprende un estator anular 131 montado preferiblemente en el extremo de la carcasa (no ilustrada) del motor 111 y comprende una pluralidad de laminación anulares
15. empacadas 132 de material ferromagnético, cada uno de las cuales tiene 36 dientes extendiéndose hacia el interior en sentido radial 133. Una bobina primaria 135, que constituye una parte del devanado activador SEN o devanado activador COS, y por lo menos una bobina
20. secundaria 137, que constituye una parte del devanado secundario de fase 130X, 130Y y 130Z, rodean a cada diente 133 y se enlazan inductivamente por medio del diente ferromagnético. Las bobinas primarias 135 se sitúan preferiblemente adyacentes al espacio de separación de aire. La permeancia de la línea para el flujo
25. magnético en un diente 133 (y por lo tanto la magnitud del enlace de flujo magnético en la bobina primaria 135 y bobinas secundaria 137 que rodea a dicho diente 133) varía puesto que el rotor ferromagnético 125 que
30. tiene tres lóbulos separados circunferencialmente 139

379638



- (v.g., el mismo número que el motor 111 de pares de polos) gira por la acción del motor 111. Los lóbulos 139 tienen el menor espacio de separación de aire con los dientes 133, y se habilitan depresiones extendidas radialmente hacia el interior 141 que tienen una mayor separación radial de los dientes 133 entre los lóbulos 139. El flujo magnético a través de las bobinas primarias y secundaria 135 y 137 arrolladas sobre cada diente 133 es de un valor máximo cuando el lóbulo 139 en el rotor 125 se opone a dicho diente (y el espacio de aire entre el rotor 125 y el diente 133 tiene por lo tanto un valor mínimo) y es de un mínimo cuando una depresión 141 entre lóbulos 139 se opone al diente 133. El rotor 125 se contornea preferiblemente de forma que las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de los dientes 1-33 y a través del espacio de separación de aire en el rotor 125 varíen de una forma virtualmente sinusoidal sobre un flujo básico constante para proporcionar de este modo variación sinusoidal en el flujo del enlace mutuo a través de la bobina primaria 135 y la bobina secundaria 137 en cada diente 133 a medida que gira el rotor 125.

- El devanado primario COS puede comprender las bobinas primarias conectadas en serie 135 arrolladas sobre dientes de número impar, por ejemplo 1, 3, 5, 7, 9 etc (veáse la figura 13) comenzando en el diente 1, con bobinas sucesivas 135 arrolladas, o conectadas, en direcciones opuestas. El devanado primario SEN, que se desplaza la mitad de un paso polar a 90 grados eléctricos (30 grados mecánicos) del devanado primario COS, puede



379638

- comprender las bobinas primarias conectadas en serie 135 arrolladas sobre dientes de número par, por ejemplo, 4, 6, 8, 10, 12, etc, comenzando en el diente 4 con bobinas sucesivas 135 arrolladas, o conectadas, en direcciones opuestas. El flujo magnético se induce en direcciones opuestas en los dientes sobre los que se arrollan bobinas sucesivas de cada devanado primario, por ejemplo el diente 4 que lleva una bobina del devanado SEN 135 es un diente positivo y el flujo magnético se representa arbitrariamente saliente en sentido radial en el mismo, mientras que el diente 6 que lleva una bobina del devanado SEN 135 es un diente negativo y la dirección del flujo magnético se representa radialmente hacia el interior.
5. La figura 13, es un desarrollo planar esquemático del estator del sensor angular 131 y un rotor 125 y representa lóbulos 139 opuestos a los dientes 4, 16 y 28. La longitud del diente 133 está exagerada en la figura 13 y las bobinas 135 y 137 se ilustran esquemáticamente en lugar de hacerlo en su posición real a lo largo de los dientes 133 (por ejemplo, las bobinas primarias 135 se representan sobre la parte radialmente interna de los dientes 133) para facilitar el comprensión de las conexiones de la bobina, y solamente las bobinas 137 para el devanado secundario monofásico 130Y y los voltajes alternos instantáneos inducidos en estas bobinas cuando solamente se activa el devanado SEN, se representan con relación a la línea central de los lóbulos 139 del rotor giratorio 125. El devanado de fase secundario 130Y puede comenzar con una bobina 137 sobre
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

379638



- el diente 1; El devanado secundario de fase 130Z (no ilustrado en la figura 13) puede comenzar con bobina 137 sobre el diente 5 desplazado 120 grados eléctricos (40 grados mecánicos) del diente 1; y el devanado secundario de fase 130X (no ilustrado en la figura 13) puede comenzar con una bobina 137 sobre el diente 9 desplazado 120 grados eléctricos del diente 5. Los devanados de fase secundarios 130X, 130Y y 130Z son similares y solamente se describirá el devanado de fase 130Y.
10. Considerando que los dientes 1 a 12, constituyen un par de polos, el devanado de fase secundario 130Y para dicho par de polos pueden comprender las bobinas activadas de una forma opuesta y conectadas en serie 137 en dientes cosenosoides de número impar 1 y 7, separadas un paso de polo (180 grados eléctricos), comenzando en el diente 1 con una bobina 137 en un diente positivo 1 y la segunda bobina 137 en un diente negativo 7, arrolladas en relación substractiva entre si, conectadas en serie con bobinas 137 en dientes sinusoidales de número par 4 y 10, separadas un paso de polo, comenzando en el diente 4 (separado 90 grados eléctricos del diente 1) con una bobina 137 sobre un diente positivo 4 y la otra bobina 137 sobre un diente negativo 10 y arrolladas opuestas en serie. Un solo par de polos del devanado secundario de fase 130Y comprende por lo tanto un primer par de bobinas activadas de una forma substractiva en dientes negativos y positivo 4 y 10 separados 180 grados eléctricos llevando bobinas del devanado SEN conectadas en serie con un segundo par de bobinas secundarias activadas de una forma substractiva 137 en dientes
- 15.
- 20.
- 25.
- 30..



379638

cosenosoides positivo y negativo 1 y 7 desplazados 180 grados eléctricos que llevan bobinas del devanado COS y se desplazan también 90 grados eléctricos del primer par.

5. Las bobinas secundarias 137 de todos los tres pares de polos citados del devanado de fase secundaria 130Y se conectan en serie según se ilustra en la figura 13, v.g., bobinas 137 en los dientes 1, 4, 7 y 10 (que se denomina arbitrariamente primer par de polos) se conectan en serie con bobinas 137 en dientes cosenosoides 13 y 19 y en dientes sinusoidales 16 y 22 de un segundo par de polos; y también en serie con bobinas 137 en dientes cosenosoides 25 y 31 y en dientes sinusoidales 28 y 34 de un tercer par de polos.
10. 15. Suponiendo que una señal alterna V_s se alimenta al devanado primario SEN y que no se alimenta señal al devanado primario COS, la figura 13 ilustra varios ciclos de los voltajes de frecuencia portadora instantáneos V_p inducidos en las bobinas secundarias 137 sobre
20. dientes sinusoidales positivos 4, 16 y 28 cuando los lóbulos 139 se oponen, según se ilustra, a estos dientes y también varios ciclos de los voltajes instantáneos de frecuencia portadora de v_n inducidos en esta posición del rotor en las bobinas secundarias 137 en dientes negativos
25. 10, 22 y 34. La figura 13, ilustra también el rayado al sesgo la mitad de ciclo de los voltajes instantáneos v_{ni} inducidos en las bobinas en dientes negativos 10, 22 y 34 que se oponen y se restan de la mitad de ciclo de los voltajes instantáneos v_{pi} (ilustrados en el
30. rayado al sesgo opuesto) inducidos en las bobinas en dien

379638



JUL. 1970

- tes positivos 4, 16 y 28 para producir el medio ciclo resultante vt_m ilustrado en rayado a cuadros. La envuelta de modulación sinusoidal V_4 de las señales alternas de hiperfrecuencia máxima v_p inducidas en las bobinas secundarias 137 del devanado secundario de fase 130Y en dientes positivos 4, 16 y 28 se ilustra con líneas sólidas en la figura 13; la envuelta de modulación V_{10} de señales alternas v_n inducidas en las bobinas secundarias 137 en dientes sinusoidales negativos 10, 22 y 34, se representa en líneas de rayas discontinuas; y la envuelta de modulación sinusoidal VT_s del voltaje de hiperfrecuencia resultante vt_s inducido en el devanado secundario de fase 130Y se representa con líneas de rayas discontinuas.
5. Como cada par de polos del devanado secundarios de fase 130Y tiene bobinas conectadas en serie 137 enlazando ambos dientes sinusoidal y cosenosoide desplazados 90 grados, la señal de salida generada por el devanado de fase secundaria 130Y, cuando se excitan ambos devanados activadores SEN y COS con señales V_s y V_c , es la suma vectorial de dichas señales.
10. Las señales V_s y V_c que excitan los devanados SEN y COS se pueden representar esquemáticamente por los vectores perpendiculares V_s y V_c ilustrados en la figura 6 (que se describieron anteriormente con relación a la modalidad de sumador vectorial de la figura 2). El cambio de posición del pedal de energía 120 (o de velocidad del motor 111 que hace variar la corriente de salida del tacómetro 128) varía los amperio-vueltas de los devanados activadores SEN y COS y por lo tanto se puede considerar
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- que cambia la longitud de los vectores V_S y V_C . La señal de salida inducida en el devanado secundario de fase 130Y por señales de igual magnitud $V_S = 1,0$ y $V_C = 1,0$ puede estar representada por el vector resultante
5. VT_S que tiene una magnitud igual a $\sqrt{2}$ veces V_C o V_S con desplazamiento de 45 grados desde ambas según se ilustra en la figura 6c. Los vectores de líneas de puntos y rayas en la figura 6c se representan la condición en que la señales V_S y V_C a los devanados primarios SEN
 10. y COS se duplican en comparación con las representadas con los vectores de línea sólida $V_S = 1,0$ y $V_C = 1,0$ e ilustran que la señal resultante VT_S inducida en el devanado secundario de fase 130Y puede aumentar, manteniendo al mismo tiempo el mismo ángulo de desplazamiento DT , variando igualmente las señales V_S y V_C .
 15. Si solamente se cita la bobina activadora COS y se alimenta una señal de cero al devanado SEN, el voltaje resultante VT_S inducido en el devanado secundario de fase 130Y es proporcional y está en fase con la señal V_C que excita el devanado COS según se ilustra en la
 20. figura 6b. Si se alimenta una señal de cero al devanado COS y el devanado activador SEN se excita con una señal V_S , el voltaje resultante VT_S inducido en el devanado secundario de fase 130Y es proporcional y está en fase
 25. con la señal sinusoidal V_S según se ilustra en la figura 6a. La figura 6d ilustra que la envuelta de modulación VT_S del voltaje inducido en la bobina secundaria de fase del sensor angular 130Y puede desplazarse en un ángulo de 60 grados activando el devanado SEN a una magnitud
 30. relativa de 0,866 y el devanado COS a una magnitud

379638



relativa de 0,5. La envuelta de modulación VT_S de la señal resultante inducida en el devanado secundario de fase 130Y tiene una magnitud de $\sqrt{(0,5)^2 + (0,866)^2} = 1,0$ y se desplaza 60 grados de la señal cosenusoide V_C .

5. La magnitud y ángulo de fase de los voltajes VT_S inducidos en los devanados secundarios de fase del sensor angular 130X, 130Y y 130Z puede cambiar en magnitud y puede desplazarse en fase hasta 90 grados (o hasta 360 grados si se puede invertir la polaridad del medio para derivar V_S y V_C) alterando la magnitud relativa de las señales V_S y V_C a los devanados primarios SEN y COS del sumador vectorial de inductor rotativo 121. Como la señal de entrada al ciclo convertidor 126 y el voltaje de salida VT del mismo alimentado al devanado estatórico del motor 115 se controlan por medio de las
10. señales de salida VT_S procedentes del devanado secundario de fase 130X, 130Y y 130Z, se puede controlar la magnitud VT y el ángulo de fase DT del voltaje alimentado al devanado estatórico del motor 115 de acuerdo con las
15. curvas de la figura 8, programando apropiadamente las señales V_S y V_C a los devanados SEN y COS en función a la posición del pedal de energía 120 y a la corriente de salida del tacómetro 128 que mide la velocidad del motor.
20. Los voltajes de excitación V_S y V_C alimentados a los devanados activadores SEN y COS del sistema de control del motor de velocidad ajustable de la citada solitud número de serie 379.639, que incorpora la modalidad de preferencia de las figuras 11-13, son señales de
25. frecuencia portadora de magnitud selectivamente varia-
- 30.

379638



- ble para permitir el control de la velocidad del motor hasta cero revoluciones por minuto. En otros sistemas de control del motor de velocidad graduable en los que el límite inferior de la escala de velocidades se encuentra esencialmente por encima de cero, la frecuencia portadora se puede eliminar y unas señales de corriente continua V_S y V_C de magnitud selectivamente variable pueden excitar los devanados activadores SEN y COS. El sumador vectorial de inductor rotativo trifásico para dicho sistema de control del motor que utiliza señales excitadoras de corriente continua V_S y V_C es más simple que la modalidad que utiliza señales excitadoras alternas, y la figura 14 es un desarrollo planar esquemático de un par de polos del estátor, ferromagnético de 36 dientes 136 y los devanados de dicha modalidad que utiliza señales de excitación.

- Los elementos semejantes de modalidades alternativas del invento reciben los mismos números de referencia, y los elementos que son similares, pero que difieren ligeramente de los elementos de las figuras 11-13, reciben los mismos números de referencia con una comilla añadida. Como las señales de excitación V_S y V_C no son alternas, no se producen cambios de flujo magnético en los dientes del estator 1-36 cuando el rotor 125 está detenido y no se inducen señales de salida en los devanados secundarios trifásicos 130X', 130Y' y 130Z'. Las únicas señales generadas en los devanados secundarios de fase se inducen como resultado de variaciones de flujo causadas por el contorno del rotor ferromagnético rotativo 125. Como no se inducen voltajes como resultado de

20 JUL 1970

- la alteración de las señales activadoras, no se generan voltajes en los devanados secundarios de fase como resultado de que el flujo básico enlace las bobinas secundarias, y por lo tanto es innecesario conectar dos bobinas secundarias ópuestas en serie en dientes positivo y negativo para anular el efecto del flujo básico, según es necesario en la modalidad de preferencia de las figuras 11-13. Por consiguiente, solamente la mitad de las bobinas primarias 135 y bobinas secundarias 137 son necesarias en la modalidad de la figura 14 con señales excitadoras de corriente continua como en la modalidad de las figuras 11-13.
- Las bobinas 135 del devanado primario COS pueden encontrarse en cada cuatro dientes de número par, por ejemplo 4, 8, 12, 16, etc, y las bobinas 135 del devanado primario SEN pueden encontrarse en cada cuatro dientes de número impar por ejemplo 1, 5, 9, 13, etc, (siendo preferiblemente adyacentes al espacio de aire en lugar de dirigirse radialmente hacia el interior según se ilustra). En esta modalidad todos los dientes 1, 5, 9, 13, etc y 4,8, 12, etc, que llevan bobinas primarias 135 representadas con líneas sólidas, son dientes positivos y el flujo magnético vuelve a través de los dientes 2, 3, 6, 7, 10, 11, etc que no llevan bobinas. Con el fin de forzar el flujo de retorno en líneas definidas, es preferible que las bobinas primarias 135 esten provistas también en los dientes 2, 3, 6, 7, 10, 11, etc según se ilustra con líneas de puntos y rayas. No obstante, en un sensor angular que tenga un número impar de pares de polos, se pueden eliminar ambas bobinas.



379638

- nas 135' ilustradas con líneas de puntos y rayas y los dientes 2, 3, 6, 7, 10 y 11 mediante la debida conexión de las bobinas primarias 135. El devanado secundarios de fase 130X' puede comprender bobinas conectadas en serie
5. rie 137 en un diente sinusoidal y un diente cosenusoide del primer par de polos, por ejemplo los dientes 1 y 4, conectados en serie con bobinas 137 en un diente sinusoidal 13 y un diente cosenusoide 16 del segundo par de polos (no ilustrados), conectadas en serie con bobinas
10. 137 en un diente sinusoidal 25 y un diente cosenusoide 28 del tercer par de polos (no ilustrados). De un modo similar, el devanado secundario de fase 130Y se puede desplazar 120 grados eléctricos del devanado de fase 130X' y puede comprender bobinas conectadas en serie 137
15. en el diente sinusoidal 5 y en el diente cosenusoide 8 del primer par de polos, conectadas en serie con bobinas 137 en un diente sinusoidal 17 y un diente cosenusoide 20 del segundo par de polos (no ilustrado), y en serie con bobinas 137 en un diente sinusoidal 29 y un diente
20. cosenusoide 32 del tercer par de polos (no ilustrado). El devanado secundario de fase 130Z' comprende similarmente bobinas conectadas en serie 137 en dientes sinusoidales 9, 21 y 33 y en dientes cosenusoides 12, 24 y 36. Se observará que ninguna bobina secundaria rodea
25. a 18 dientes tales como los dientes 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, etc.

Contrariamente a lo descrito con anterioridad en modalidades de corriente alterna se observará que los voltajes inducidos en las bobinas 137 de la modalidad

30. de corriente continua de la figura 14 son de un máximo,

379638



- no en la posición donde la permeancia es máxima cuando el lóbulo del rotor se opone a un diente, sino a 90 grados eléctricos de separación cuando el régimen de cambio del espacio de aire es máximo. Un componente de voltaje se produce por rotación si solamente el rotor está
5. también presente en las modalidades de corriente alterna descritas anteriormente, pero se puede despreciar dicho componente cuando la frecuencia de excitación de corriente alterna es esencialmente mayor que la frecuencia de rotación, por ejemplo, cuando las señales V_C y V_S se modulan a 10 kilociclos y la velocidad de rotación del motor se encuentra en la escala de cero a 250 ciclos por segundo.
- 10.

- La modalidad de preferencia de las figuras 11-13 tiene dientes sinusoidal y cosenusoide alternos a intervalos de 10 grados con los dientes sinusoidales situados en la zona "magnética neutra" de los dientes cosenusoide y viceversa. Debido a las permeancias variables de los espacios de aire formados por el rotor 125 con los dientes 133, existe alguna influencia mutua entre
15. los campos de flujo magnético generados por las bobinas primarias 135 en los dientes sinusoidal y cosenusoide. La figura 13 ilustra una modalidad de sumador vectorial de inductor rotativo trifásico del invento similar a la
20. modalidad de las figuras 11-13, pero que elimina dicha influencia mutua entre los dientes sinusoidal y cosenusoide. Un primer estator ferromagnético anular laminado 150 tiene preferiblemente 18 dientes sinusoidales radiales 151 que llevan las bobinas primarias 135 del devanado activador SEN y se desplaza axialmente de un se-
- 25.
- 30.



gundo estator ferromagnético anular laminado 153 que tiene 18 dientes cosenosoides 154 que llevan las bobinas primarias 135 del devanado activador COS.

- Tres devanados de fase secundarios desplazados 120 grados se habilitan de un modo similar a la modalidad de las figuras 11-13 con cada devanado de fase incluyendo bobinas secundarias 137 en dientes sinusoidales 151 conectados en serie con bobinas secundarias 137 en dientes cosenosoides 154. Cada par de polos del devanado de fase secundario tiene un par de bobinas secundarias conectadas en serie 137 en un par de dientes sinusoidales positivo y negativo desplazados 180 grados en arco 151, conectados en serie con un par de bobinas secundarias conectadas en serie 137 en un par de dientes cosenosoides positivo y negativo desplazados en arco 180 grados 154 desplazados en arco 90 grados eléctricos de los dientes sinusoidales 151. El desplazamiento angular de 120 grados entre los tres devanados secundarios de fase se consigue por el desplazamiento circunferencial de las bobinas secundarias 137 en dientes 151 y 154 de una manera análoga a la modalidad de las figuras 11-13.

- Unos rotores ferromagnéticos 125' y 125" de laminaciones de acero al silicio, tienen cada uno tres lóbulos axialmente alineados 139 (similares a los rotores 125 de la modalidad de las figuras 11-13) y giran dentro del estator 150 y 153 respectivamente. Alternativamente, las bobinas secundarias 137 en los dientes sinusoidal y cosenosoide 151 y 154 de un par de polos dado de un devanado de fase secundario se pueden alinear axialmente y los lóbulos 139 en los rotores 125' y 125" asociados con.

379638



5. los devanados SEN y COS se pueden desplazar en arco 90 grados. Se comprenderá que esta modalidad reduce virtualmente la influencia magnética mutua entre los campos magnéticos generados por los devanados primarios SEN y COS y por lo tanto reduce al mínimo los componentes armónicos indeseables en el voltaje de salida modulado sinusoidalmente V_{T_s} generado en las bobinas secundarias de fase.

10. El tamaño físico y eficacia de un inductor rotativo que incorpora los principios del invento depende en un grado notable de un espacio de aire de dimensión mínima entre el rotor y los dientes del estator. El grado de concetricidad entre el rotor y el estator determina el espacio de aire mínimo, y aún grado elevado de concetricidad puede quedar anulado en la práctica por el desgaste y la expansión de los componentes como resultado del calentamiento del motor 111. La figura 16 ilustra una modalidad muy compacta que tiene un espacio de separación de aire de rotor a dientes extremadamente

15. pequeño donde el rotor 125 se fija directamente a una prolongación 162 del eje del motor, y la caja del sensor angular 163 que lleva el estator 131 provisto de dientes extendidos hacia el interior en sentido radial

20. 133 se sostiene en cojinetes 167 que tienen anillos de rodadura internos 168 acoplados a la prolongación del

25. eje 162. La caja del sensor angular 163 puede anclarse a la carcasa del motor 169 empleando medios relativamente flexibles ilustrados como un tetón 171 y se hace autoalineable en la prolongación del eje 162 por medio del

30. cojinete 167, asegurando de este modo un grado elevado



1970

379638

- de concentricidad entre el rotor y el estator y las ventajas que ofrece un conjunto autocentrado. Estas ventajas se pueden obtener también cuando la caja del sensor angular 163 se monta por medio de cojinetes 157 en un eje separado (no ilustrado) que funcione conectado por medio de un manguito de unión flexible pero rígido al par motor o por engranaje apropiado al rotor del motor y este último dispositivo permite que se utilice el mismo sensor angular con motores que tengan números diferentes de pares polares.

- La figura 17, ilustra una modalidad del invento que se caracteriza porque los devanados activadores SEN y COS se sitúan en partes diametralmente opuestas aproximadamente del estator para reducir la influencia mutua entre las mismas y reducir el número de dientes y bobinas. Esta modalidad también ilustra sumadores vectoriales de inductor rotativo que se caracterizan porque las dos bobinas conectadas opuestas asociadas con cada devanado secundario, que cancelan los voltajes generados por el flujo básico, se encuentran en dientes desplazados en un ángulo que no es de 180 grados eléctricos.

- La figura 17, es un desarrollo planar de un estator 160 compuesto preferiblemente por laminaciones ferromagnéticas angulares que tienen 18 dientes extendiéndose radialmente hacia el interior 1-18, y solamente se representan el devanado secundario de fase "130Y" para una fase.

- El devanado activador SEN puede comprender las bobinas primarias 135 en seis dientes sucesivos 12, 11, 10, 9, 8 y 7 separados 20 grados (mecánicos) con bobinas



379638

- sucesivas arrolladas, o conectadas, en direcciones opuestas de forma que los dientes 12, 10 y 8 sean dientes positivos y los dientes 11, 9 y 7 sean dientes negativos. El devanado activador COS puede comprender las bobinas primarias 135 en seis dientes 6, 4, 2, 18, 16 y 14 separados 40 grados (mecánicos) con bobinas sucesivas arrolladas en direcciones opuestas de forma que los dientes 6, 2, y 16 sean dientes positivos y los dientes 4, 18 y 14 sean dientes negativos (preferiblemente las bobinas primarias 135 se encuentran adyacentes a los espacios de aire en lugar de estar en la parte radialmente interna de los dientes según se ilustran). El devanado secundario de fase 130Y" puede comprender bobinas 137 en dientes cosenosoides positivo y negativo 2 y 18 conectados opuestos en serie, y conectados en serie con bobinas 137 en dientes sinusoidales positivo y negativo 10 y 7 arrolladas en relación substractiva.
- 5.
- 10.
- 15.

- Las bobinas secundarias 137 en los dientes sinusoidal positivo y negativo 10 y 7 se desplazan 60 grados mecánicos, o 180 grados eléctricos, y por lo tanto cancelan los voltajes inducidos en los mismos por el componente básico del flujo magnético.
- 20.

- La figura 17, ilustra la variación sinusoidal en las permeancias P de las líneas de flujo magnético a través de los espacios de aire entre el rotor 125 y los dientes 1-18. Esta figura ilustra también la envuelta de modulación sinusoidal resultante (demodulada) V_{TSEN} de los voltajes de hiperfrecuencia inducidos en las bobinas en los dientes sinusoidales positivo y negativo 7 y 10, trazada con relación a la línea central del
- 25.
- 30.

379638



diente 10, y se observará que el voltaje resultante V_{TSEN} es de cero cuando las permeancias de las líneas de flujo a través de los dientes 7 y 10 son iguales y la permeancia del espacio de aire en la línea central resultante entre las bobinas 137 en los dientes sinusoidales 7 y 10 es de un mínimo, v.g., cuando una depresión del rotor 141 entre los lóbulos 139 se encuentran opuesto a la línea central resultante entre los dientes 7 y 10.

La figura 17, ilustra también que la señal resultante (demodulada) V_{TCOS} (trazada con relación a la línea central en el diente 2) generada en bobinas secundarias opuestas 137 en los dientes cosenosoides positivo y negativo desplazados 120 grados (eléctricos) 2 y 18 se desplaza 60 grados eléctricos de la posición en la que la permeancia del espacio de aire opuesto a la línea central entre los dientes 2 y 18 (v.g., en la línea central del diente 1) tiene el valor básico (v.g., cuando una depresión 141 se opone al diente 1). Esta figura ilustra además que la magnitud de la señal resultante V_{TCOS} es menor que (v.g., $SEN\ 60\ grados = a\ 0,866$) la de la señal V_{TSEN} (suponiendo que se alimenten señales V_S y V_C igual a los devanados SEN y COS , con espiras iguales en las bobinas) debido al desplazamiento de 120 grados entre dientes cosenosoides positivo y negativo 2 y 18 que llevan bobinas 137 del devanado secundario de fase 130Y". Esta reducción en la magnitud de la señal V_{TCOS} se puede compensar, si se desea, aumentando la magnitud de la señal de excitación V_C con relación a la señal V_S o cambiando la relación de espiras entre las bobinas primaria y secundaria 135 y 137 en los dientes cosenosoides.

379638



- Se observará que los devanados activadores SEN y COS se desplazan 90 grados eléctricos porque la línea central entre dientes cosenosoides positivo y negativo 2 y 18 (v.g., en el diente 1) se desplaza 210 grados mecánicos, con 90 grados eléctricos (720 grados menos 530 grados) de la línea central entre dientes sinusoidales positivo y negativo 10 y 7. Por consiguiente, la señal resultante V_T (no ilustrada) inducida en el devanado secundario "130Y" se puede considerar la resultante de dos vectores perpendiculares V_S y V_C cuya longitud es representativa de la magnitud de las dos señales alimentadas a los devanados activadores SEN y COS. Según se ilustra en la figura 17, seis dientes 1, 3, 5, 13, 15, 17 no llevan bobinas, pero se observará que dichos dientes se podrían utilizar para un segundo dispositivo de dientes cosenosoides y proporcionar señales de salida adicionales, por ejemplo, para indicar la posición del rotor (v.g., E_D) o la velocidad del motor.

- La figura 18 es un desarrollo planar de los devanados en un estator ferromagnético anular 170 de una modalidad alternativa de sumador vectorial de inductor rotativo para controlar un motor eléctrico directamente acoplado al mismo que tenga fase n y polos p , y esta figura de los dibujos demuestra que $n = 3$ y $p = 6$ y omite el rotor 125 con lóbulos $p/2$ 139 con depresiones entre los lóbulos que giran dentro del estator 170 e ilustra las bobinas primarias en la parte radialmente interior de los dientes en lugar de emplear la posición preferible en la parte radialmente exterior de los dientes. En la modalidad de la figura 18, los dientes rodeados por

379638



- las bobinas 135 del devanado activador SEN se desplazan diametralmente de los dientes rodeados por las bobinas 135 del devanado activador COS para eliminar o reducir al mínimo la influencia mutua entre los campos de flujo magnético generados por los devanados SEN y COS. El estator 170 exige solamente que $4n$ sea igual a 12 dientes, pero el estator 170 tiene preferiblemente 18 dientes 1 - 18 para separar los dientes 7 - 12 que llevan bobinas primarias 135 del devanado activador SEN una distancia máxima de los dientes 16, 17, 18, 1, 2, 3 que llevan bobinas primarias 135 del devanado activador COS y para proporcionar una estructura que sea simétrica respecto al eje de rotación. De este modo no se arrollan bobinas sobre los dientes 4-6 y los dientes 13-15 que se sitúan entre los dientes sinusoidal y cosenusoide.
5. Las bobinas primarias 135 del devanado SEN se arrollan sobre dientes 7-12 de forma que los flujos magnéticos se dirijan en sentidos opuestos en dientes sucesivos, y similarmente las bobinas primarias 135 del devanado COS se arrollan sobre dientes 16, 17, 18, 1, 2, 3 de forma que los flujos magnéticos se efectúan en direcciones opuestas en dientes sucesivos.
10. 15. 20.

- En la modalidad de la figura 18, una bobina primaria 135 y dos bobinas secundarias 137 rodean cada diente 1-3, 7-12 y 16-18. Las bobinas 137 del devanado de salida de fase A se ilustran con rayado al sesgo en una dirección, las bobinas 137 del devanado de salida de fase B se ilustran con rayado al sesgo opuesto, y las bobinas 137 del devanado de salida de fase C con rayado de cuadros. El devanado de salida de fase B puede
25. 30.

379638



comprender las bobinas secundarias 137 en los dientes siguientes conectadas en serie en la secuencia siguiente a partir del punto neutro 172; dientes sinusoidal negativo 10, diente sinusoidal positivo 7, diente sinusoidal positivo 7, dientes sinusoidal negativo 10, diente cosenusoide negativo 3, diente cosenusoide positivo 18, diente cosenusoide negativo 17 y diente cosenusoide positivo 2. Las dos bobinas secundarias aditivas 137 en el diente sinusoidal negativo 10 se conectan en relación substractiva con las dos bobinas aditivas 137 en el diente sinusoidal positivo 7 que se desplaza 180 grados eléctricos del diente 10; la bobina secundaria 137 en el diente cosenusoide negativo 3 se conecta en relación substractiva con la bobina 137 en el diente cosenusoide positivo 18 que se desplaza 180 grados eléctricos del diente 3; y la bobina secundaria 137 en el diente cosenusoide negativo 17 se conecta en relación substractiva con la bobina 137 en el diente cosenusoide positivo 2, que se desplaza 180 grados eléctricos del diente 17, anulando de este modo el flujo básico. La línea central entre los dientes sinusoidales 7 y 10 tiene lugar en un punto medio entre los dientes 8 y 9 y se desplaza 450 igual a 90 grados eléctricos de la línea central resultante para los dientes cosenusoides 3-18 y 2-17 que tiene lugar en el diente 1. Por consiguiente, la señal de salida inducida en el devanado de salida de fase B es la suma vectorial de las señales V_S y V_C alimentadas a los devanados activadores SEN y COS desplazados 90 grados eléctricos.

30. Los devanados de salida de fase A y de fase C

379638



se desplazan $360/n$ igual a 120 grados eléctricos a partir del devanado de salida de fase B, v.g., las bobinas secundarias de fase A 137 en dientes sinusoidales positivo y negativo 9 y 12 se desplazan (40 grados mecánicos)

5. 120 grados eléctricos de las bobinas secundarias de fase B 137 en dientes sinusoidales positivo y negativo 7 y 10, etc. Se observará que cada uno de los dientes cosenosoides 16-10 y 1-3 lleva una bobina secundaria 137 de un devanado de salida de fase y una bobina secundaria 10. 137 desde un devanado de salida de fase diferente. Por ejemplo, el diente cosenosoides positivo 17 lleva una bobina 137 procedente del devanado de salida de fase B y una bobina 137 procedente del devanado de salida de fase A.
15. Con el fin de compensar las diferencias en los efectos de flujo de expansión y fuga (dientes exteriores contra dientes interiores o las diferencias en la situación de las bobinas secundarias sobre los dientes), la relación de espiras entre bobinas primarias y secundarias, o entre bobinas secundarias a secundarias, puede variar si así se desea.

- A pesar de que solamente se han descrito e ilustrado algunas modalidades del invento, muchas modificaciones y variaciones del mismo resultarán evidentes a los expertos en la materia. En modalidades alternativas que no se han descrito el estator dentado portador de los devanados se encuentra radialmente hacia el interior a partir de un rotor anular, mientras que en otras modalidades el rotor es circular y tiene partes de permeabilidad diferente o laminaciones segmentadas oblicuas pa-
- 25.
 - 30.

379638



ra mantener la variación sinusoidal deseada en las permeancias de las líneas de flujo magnético. Por consiguiente se pretende proteger en las reivindicaciones adjuntas todas aquellas modificaciones y variaciones que quedaran comprendidas dentro del espíritu y alcance del

5. invento.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica,

10. debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento, corresponde a una

15. solicitud de patente presentada en Norteamérica con fecha 13 de mayo de 1.969, bajo el número 824.176, acogiendo por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PER

20. FECCIONAMIENTOS EN SUMADORES VECTORIALES DE INDUCTOR ROTATIVO; caracterizándose por lo siguiente:

1ª.- Perfeccionamientos en sumadores vectoriales de inductor rotativo, caracterizados porque dichos sumadores comprenden; un estátor ferromagnético que tiene juegos de primeros y segundos dientes salientes con

25. los primeros dientes citados desplazados angularmente de dicho segundos dientes; un primer devanado activador que tiene espiras, rodeando a uno de dichos primeros dientes; un segundo devanado activador que tiene espiras rodeando a uno de dichos segundos dientes; un devanado de sa-

30.

379638²⁰



lida que tiene espiras rodeando a dicho primer diente y conectadas en serie con espiras que rodean a dicho segundo diente, y medios ferromagnéticos dispuestos adyacentes al estátor en una relación de separación confrontante con dichos dientes y separados de los mismos por un espacio de reluctancia magnética y moviéndose con relación al estátor para variar ciclicamente las permeancias de las líneas de flujo magnético que se extienden a través de dichos dientes y a través del espacio de separación en dichos medios ferromagnéticos, a medida que se mueve con relación al estátor.

2^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos dientes del primer juego de dientes se desplazan angularmente entre sí, y dichos dientes del segundo juego de dientes se desplazan angularmente entre sí y también se desplazan angularmente de dichos primeros dientes; porque dicho primer devanado activador SEN tiene espiras conectadas en serie, rodeando a cada uno de un par de dichos primeros dientes; porque dicho segundo devanado activador COS tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de un par de dichos segundos dientes; y porque dicho devanado de salida tiene espiras rodeando a cada uno de dicho par, de primeros dientes conectadas en relación substractiva y espiras rodeando a cada uno de dichos par de segundos dientes conectadas en relación substractiva y también conectadas en serie con dichas espiras que rodean a dichos primeros dientes.

3^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque dicho par, de primeros

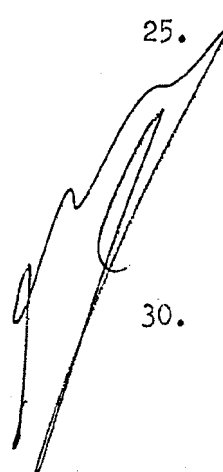
379638



dientes se desplaza 180 grados eléctricos; porque dicho par, de segundos dientes se desplazan 180 grados eléctricos, y porque dichos primeros dientes se desplazan 90 grados eléctricos de dichos segundos dientes.

5. 4ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, ó 3, caracterizados porque dicho estator es anular y dichos dientes se extienden en sentido radial hacia el interior, y porque dichos medios ferromagnéticos comprenden un rotor ferromagnético que gira dentro de dicho estator y contiene un lóbulo que tiene el menor espacio de separación a partir de dichos dientes, variando de una forma prácticamente sinusoidal las permeancias de dichas líneas de flujo magnético que se extienden a través de dichos dientes y a través del espacio de separación pasando a dicho rotor.
- 10.
- 15.

- 5ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 2, 3, ó 4, caracterizados porque dicho sumador vectorial tiene fases n y porque dicho juego de primeros dientes tiene primeros dientes desplazados angularmente n y dicho juego de segundos dientes tiene segundos dientes desplazados angularmente n porque dicho primer devanado activador SEN tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos primeros dientes porque dicho segundo devanado activador COS tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos segundos dientes; y porque dicho devanado de salida tiene devanados de fase n , cada uno de los cuales tiene espiras rodeando a uno de dichos primeros dientes conectadas en serie con espiras que rodean a uno de dichos segundos dientes, estando desplazado un primer diente y dicho se
- 20.
- 25.
- 30.



379638

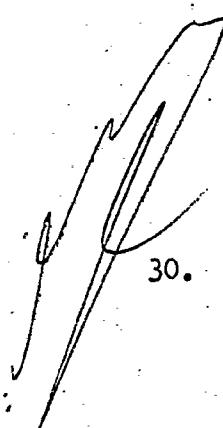



gundo diente en multiplos de $\frac{360}{n}$ grados eléctricos de los dientes correspondientes primero y segundo rodeados por las espiras de los devanados de salida de la otra fase.

5. 6ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados porque dicho juego de primeros dientes tiene primeros dientes $2n$, y dicho juego de segundos dientes tiene segundos dientes $2n$ y dicho primer devanado activador SEN tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos primeros dientes de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en primeros dientes sucesivos, y porque dicho segundo devanado activador tiene espiras conectadas en serie rodeando a cada uno de dichos segundos dientes, de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en segundos dientes sucesivos.

10. 7ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados porque dichos primeros dientes, se desplazan $\frac{360}{n}$ grados eléctricos y dichos segundos dientes se desplazan $\frac{360}{n}$ grados eléctricos y también se desplazan 90 grados eléctricos de dichos primeros dientes.

15. 8ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados porque dicho juego de primeros dientes tiene pares n de primeros dientes donde los dientes de cada par se desplazan 180 grados eléctricos, y porque dicho juego de segundos dientes tiene pares n de segundos dientes donde los dientes de cada par, se desplazan 180 grados eléctricos, y porque cada devanado de fase, tiene espiras que rodean a cada uno de dichos pares de dichos primeros dientes conectadas en relación



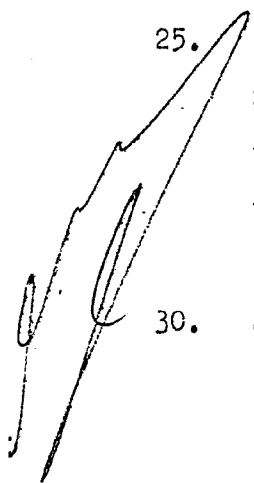
379638  1970

substractiva y espiras que rodean a cada uno de dichos pares de segundos dientes conectadas en relación substractiva y conectadas en serie con dichas espiras que rodean a dicho par de primeros dientes.

5. 9ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizados porque el citado estator, comprende un primer y un segundo elementos estatóricos anulares desplazados axialmente y porque dichos primeros dientes, se encuentran en el citado primer elemento estatórico y dichos segundos dientes se encuentran en dicho segundo elemento estatórico y porque dicho rotor comprende un primer y un segundo elementos ferromagnéticos de rotor que giran en el interior de dichos primer y segundo elementos estatóricos respectivamente.

10. 10ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizados, porque todos los citados primeros dientes se sitúan en una parte de dicho estator y todos los segundos dientes citados se sitúan en otra parte de dicho estator desplazada angularmente de dicha primera parte para reducir al mínimo la interacción mutua de los flujos magnéticos que fluyen en dichos primeros dientes con los flujos magnéticos que fluyen en dichos segundos dientes.

15. 11ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 10, caracterizados porque dichos sumadores vectoriales disponen de devanados de salida de fase n, cada uno de los cuales tiene espiras rodeando a cada uno de un par de dichos primeros dientes, conectadas en serie con espiras que rodean a cada uno de un par de dichos segundos dientes, encontrándose la línea central entre





dicho par de primeros dientes, rodeados por espiras de cada devanado de salida de fase, desplazada 90 grados eléctricos de la línea central entre dicho par de segundos dientes rodeados por espiras de dicho devanado de

5. salida de fase.

12ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizados porque dicho rotor tiene lóbulos n que tienen el espacio de separación menor a partir de dichos dientes y varían simultáneamente de una forma prácticamente sinusoidal las permeancias de dichas líneas de flujo que se extienden a través de dichos dientes y a través de dicho espacio penetrando en el rotor.

10.

13ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizados porque cuando la disposición es polifásica dichos primeros dientes se disponen alternativamente con dichos segundos dientes; porque dichas espiras de dicho primer devanado activador se arrollan de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en primeros dientes sucesivos; porque dichas espiras de dicho segundo devanado activador se arrollan de forma que los flujos magnéticos fluyan en direcciones opuestas en segundos dientes sucesivos; y porque la suma de los flujos instantá-

15.

20.

25.

neos que fluyen en todos los dientes citados es de cero, por lo que cada diente se dispone en una zona magnéticamente neutra entre los dientes situados a ambos lados del mismo.

30.

14ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 10, caracterizados porque los primeros dientes son

379638²⁰

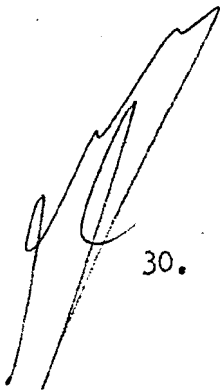


dientes sucesivos en dicho estator, y porque dichos segundos dientes son dientes sucesivos en dicho estator y se disponen diametralmente opuestos aproximadamente de dichos primeros dientes para reducir al mínimo la interacción mutua de los flujos magnéticos que fluyen en dichos primeros dientes con los flujos magnéticos que fluyen en dichos segundos dientes.

10. 15ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 13, caracterizados porque dicho rotor ferromagnético, va montado en un eje giratorio, una carcasa de estátor rodea a dicho eje y lleva montado dicho estátor, y se habilitan medios de cojinetes para sostener dicha carcasa de estátor en dicho eje de forma que dicho eje y carcasa de estátor giren con relación al otro, por lo que el espacio de separación entre dicho rotor y los citados dientes puede ser de una dimensión mínima.

20. 16ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizados porque cuando se emplea para controlar un motor eléctrico de fases n y polos p dicho sumador vectorial está provisto de pares de polos $p/2$ cada uno de los cuales comprende por lo menos primeros dientes n y por lo menos según los dientes n y cada devanado de salida de fase, tiene, en cada par de polos, espiras que rodean a uno de dichos primeros dientes conectadas en serie con espiras que rodean a uno de dichos segundos dientes, con todas las espiras citadas de dichos pares de polos $p/2$ conectadas en serie para formar dicho devanado de salida de fase.

25. 17ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de



379638



- las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque cuando se emplea para controlar un motor eléctrico de fases n y polos p dicho sumador vectorial está provisto de pares de polos $p/2$, cada uno de los cuales comprende primeros dientes $2n$ y segundos dientes $2n$, y porque cada uno de dichos devanados de salida de fase tiene en cada par de polos espiras que rodean a cada uno de un par de dichos primeros dientes de dicho par de polos conectadas en relación substractiva y espiras que rodean a cada uno de un par de dichos segundos dientes de dicho par de polos conectadas en relación substractiva y conectadas en serie con dichas espiras que rodean a dicho par de primeros dientes con todas las citadas espiras de dichos pares de polos $p/2$ conectadas en serie para formar dicho devanado de salida de fase.
- 5.
 - 10.
 - 15.

18ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 17, caracterizados porque dicho rotor ferromagnético tiene lóbulos desplazados angularmente $p/2$ con el espacio menor de separación a dichos dientes y depresiones entre dichos lóbulos, variando de una forma prácticamente sinusoidal las permeancias de las líneas de flujo magnético a través de dichos dientes y a través del espacio de separación en dicho rotor.

- 20.

19ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizados porque dichas espiras de dichos primer SEN y segundo COS devanados activadores se sitúan en dichos dientes adyacentes al espacio de separación con el citado rotor ferromagnético para obtener un acoplamiento magnético exacto entre las espiras de dichos devanados activadores y las espiras de

- 25.
- 30.

379638

20 JUL 1970



dicho devanado de salida.

20^a.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 19, caracterizados porque dichos primeros dientes se desplazan angularmente 90 grados de dichos segundos dientes y los dientes, rodeados por espiras de cada devanado de salida de fase, se desplazan angularmente en $\frac{360}{n}$ grados de los dientes correspondientes, rodeados por espiras, de los otros devanados de salida.

10. 21^a.- Perfeccionamientos en sumadores vectoriales de inductor rotativo; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los adjuntos dibujos.

15. Esta Memoria consta de sesenta y nueve hojas, escritas a máquina por una sola cara.

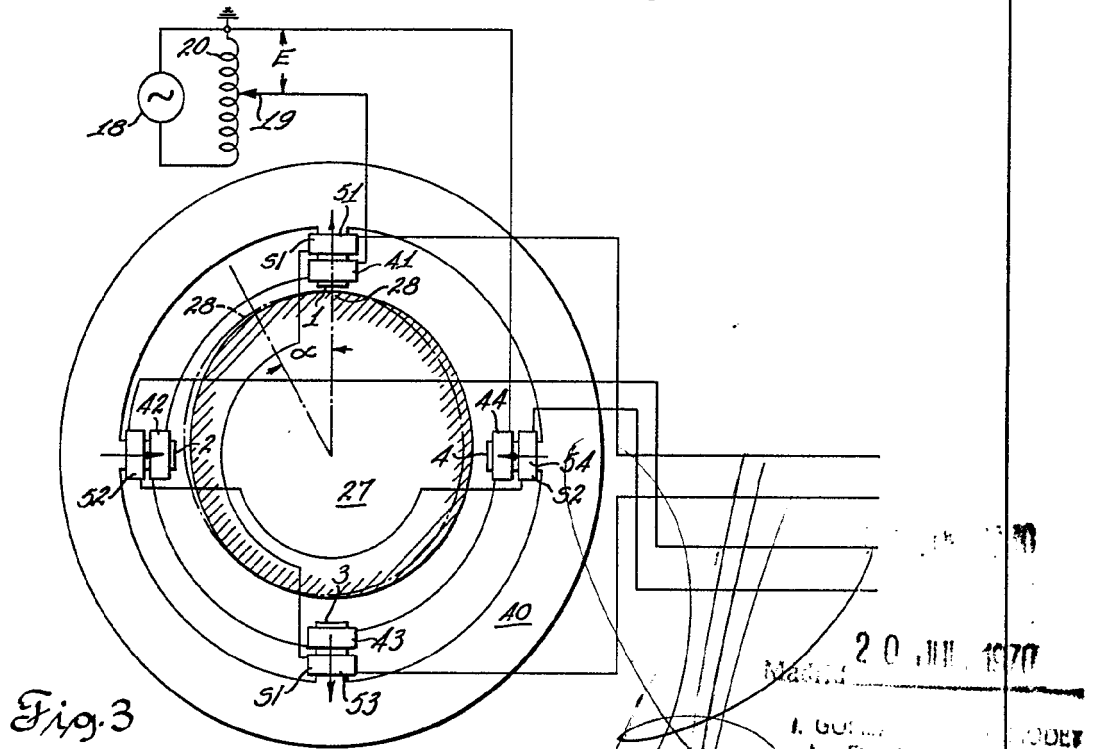
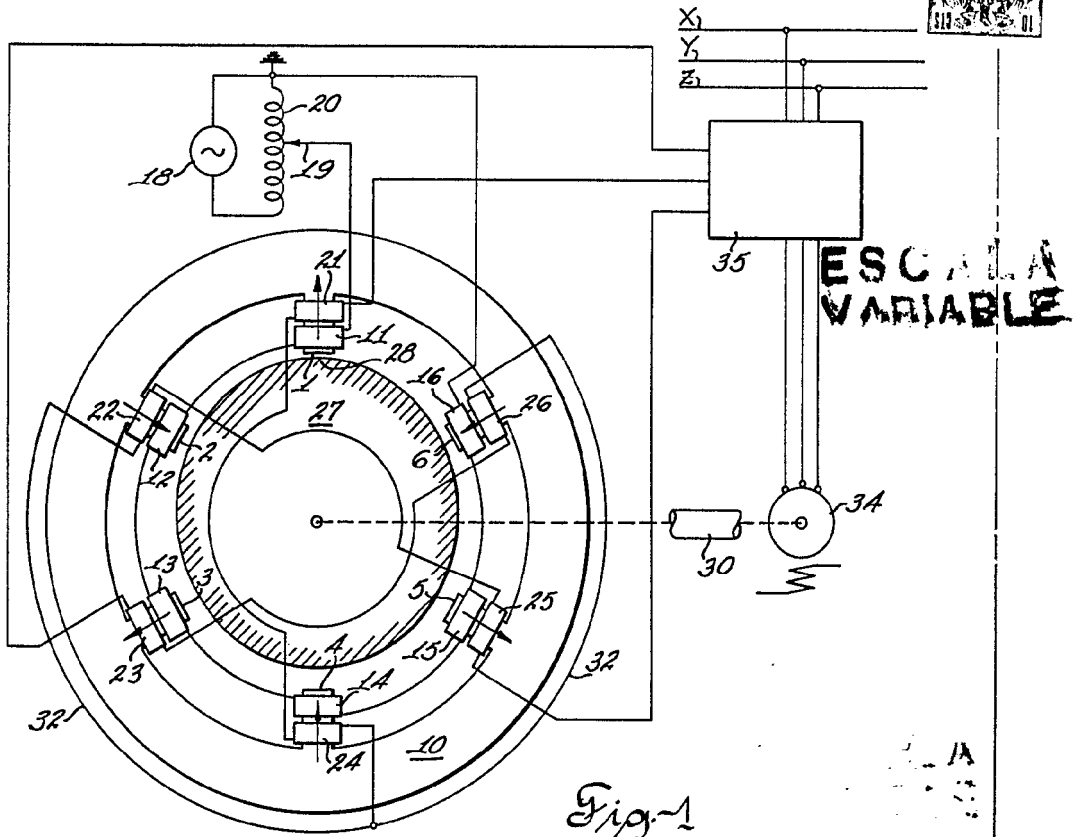
Madrid,

20 JUL 1970

ALDIS-CHALMERS MANUFACTURING
COMPANY,

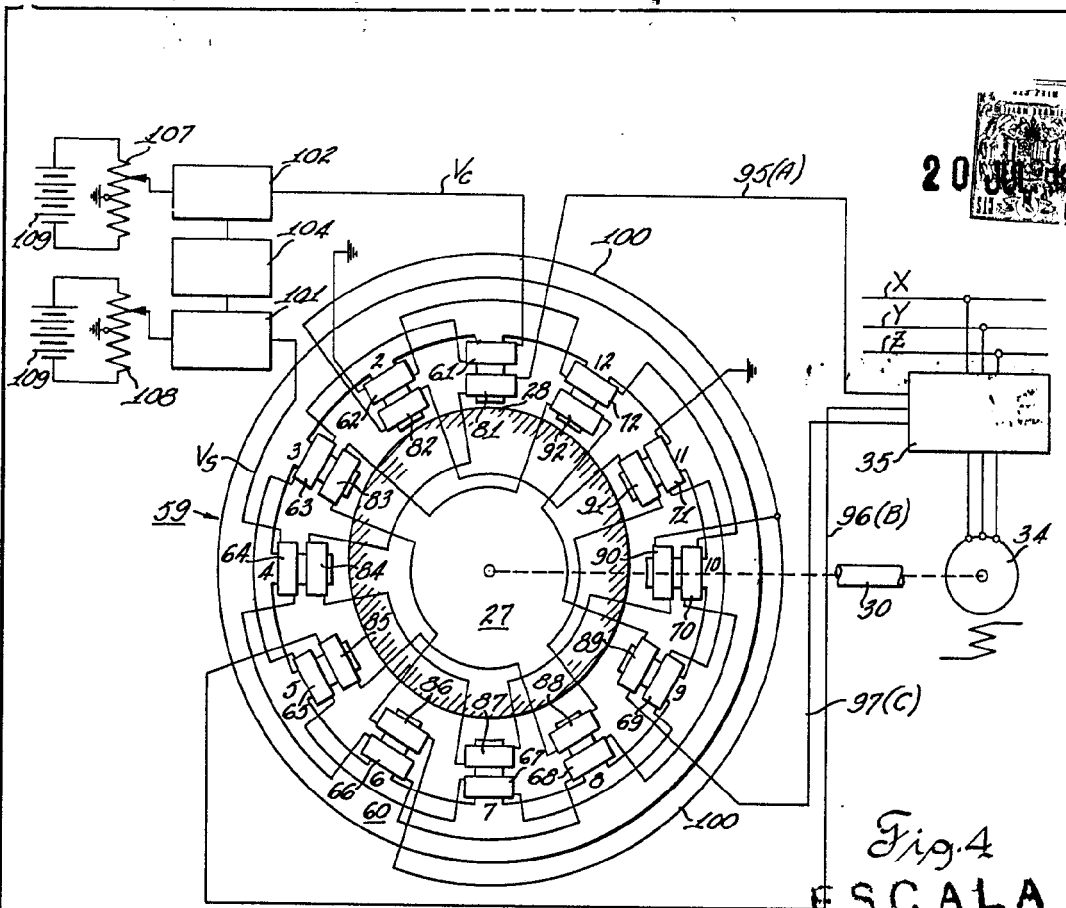
GOMEZ ACEBO Y MODEY
Firmado: F. Hernández Rulo

379638



20 JUL 1970

I. GONZALEZ
Asesor Elementos Eléctricos y de Potencia



20 JUL 1970

Fig. 4
ESCALA
VARIABLE

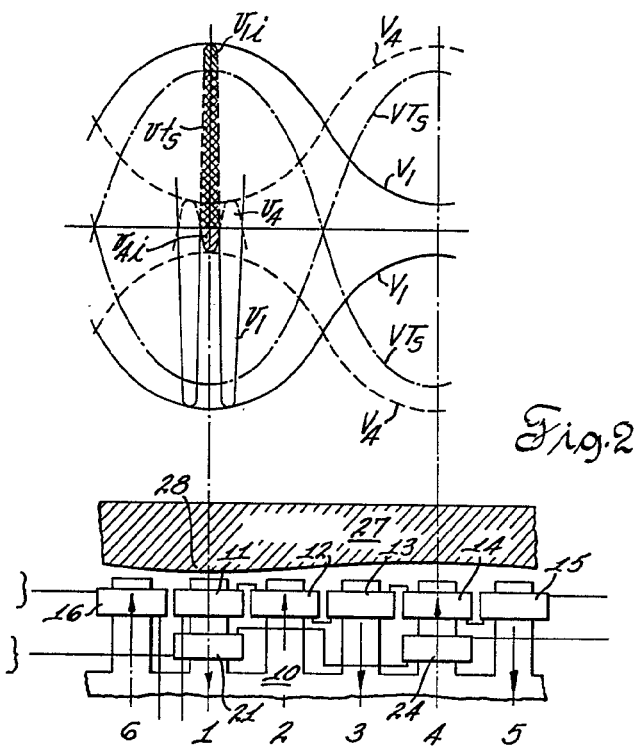


Fig. 2

20 JUL 1970

Madrid
I. GOMEZ BODDY MODEY
Firmado: E. Hernández Rute

379638

379638



ESCALA VARIABLE

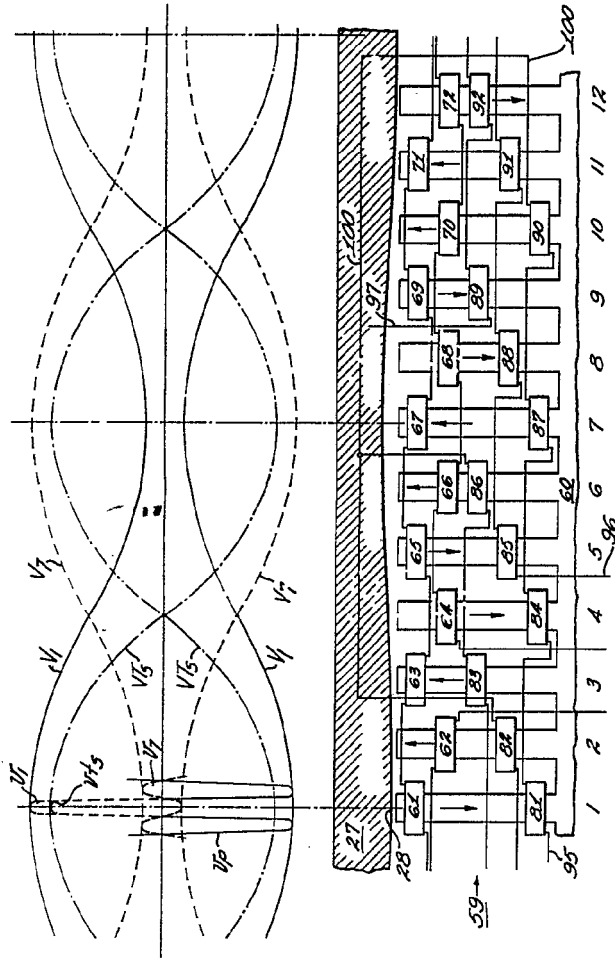


Fig. 5

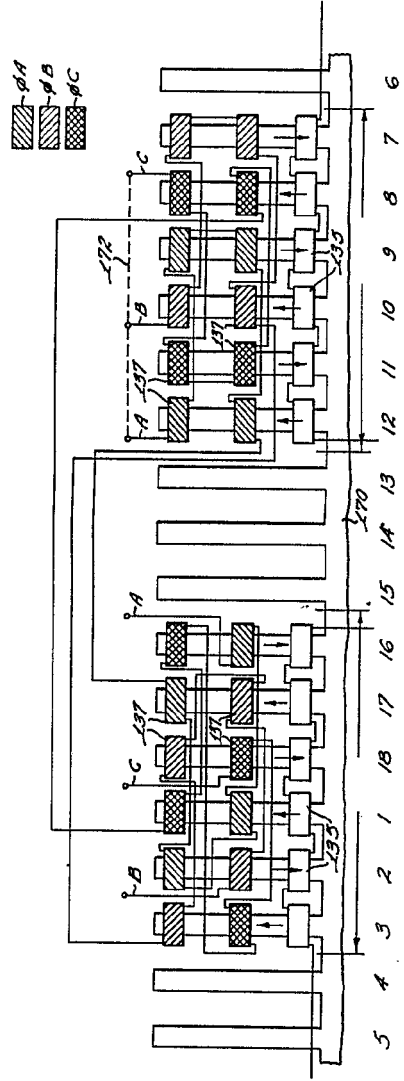


Fig. 18

Madrid 9 JUL. 1970
 60024 CALVO Y RODRIGUEZ
 s. de Firmas E. Heróles del Mar

379638

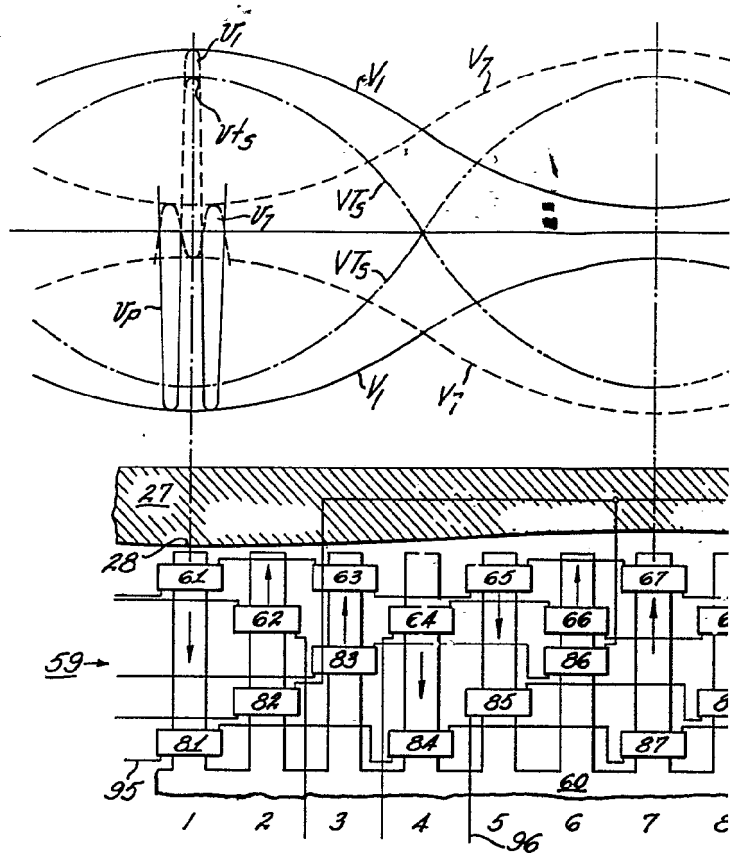


Fig. 5

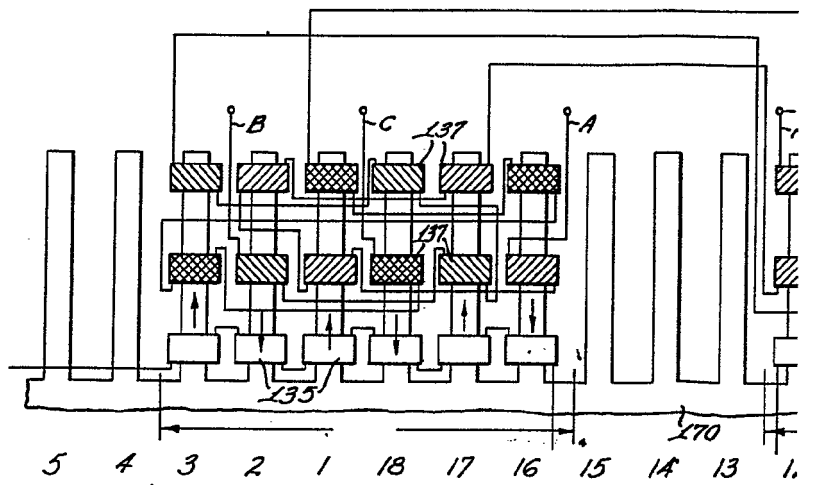


Fig. 18

379638



ESCALA VARIABLE

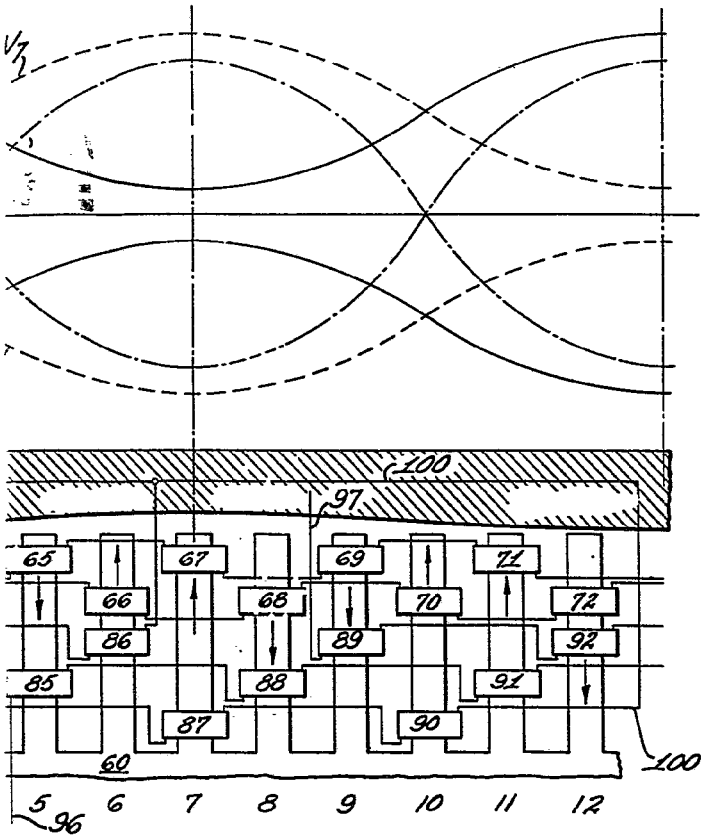


Fig. 5

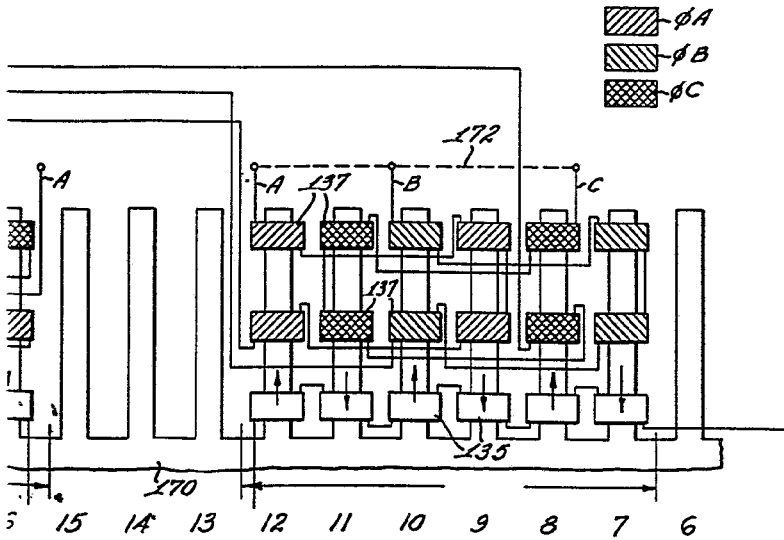


Fig. 18

Madrid 29 JUL 1970
 GOMEZ ACEBO Y MOJER
 e. p. Firmador: F. Hernández Ruiz

379638



ESCALA
VARIABLE

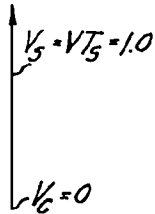


Fig. 6a

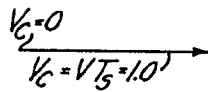


Fig. 6b

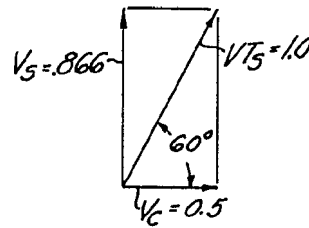


Fig. 6d

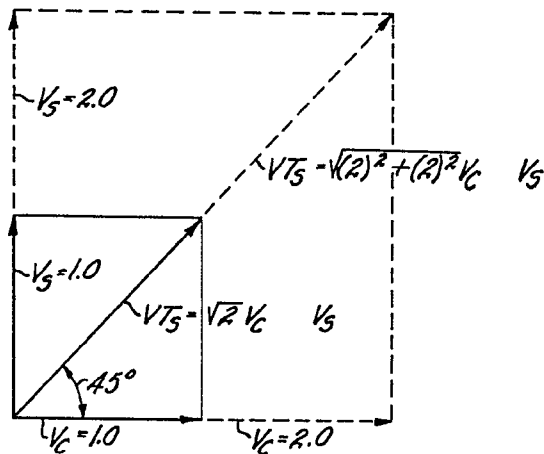


Fig. 6c

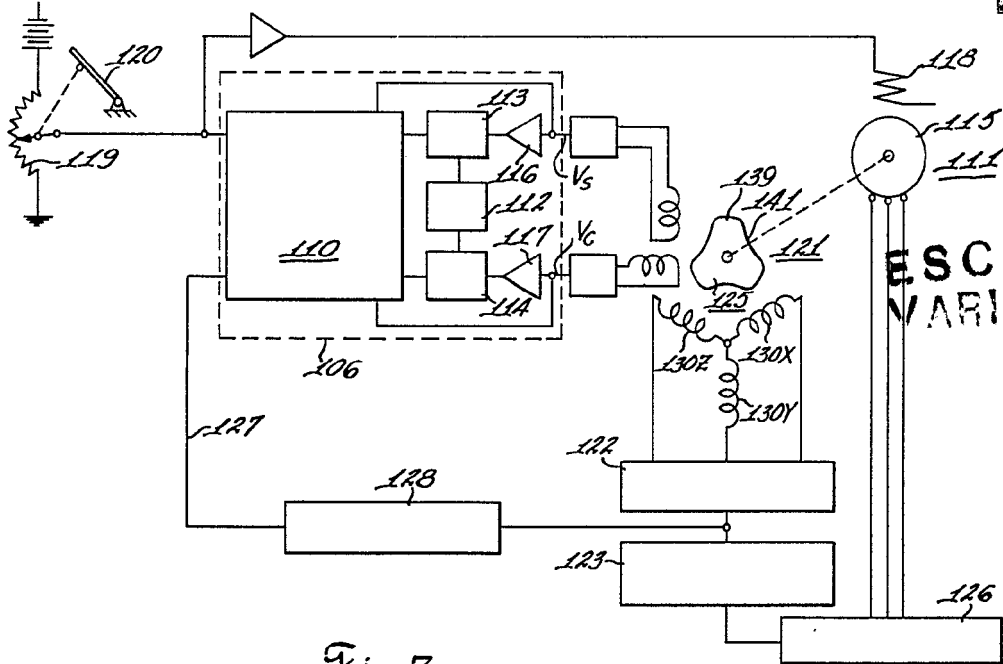
20 JUL. 1970

Madrid

A. GÓMEZ F. LEO Y RODRÍGUEZ
Firmado: F. Hernández Ruiz

379638

20



ESCALA VARIABLE

Fig. 7

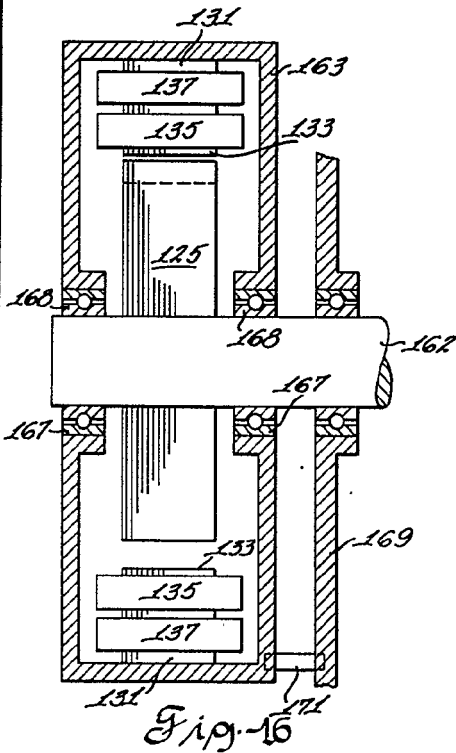
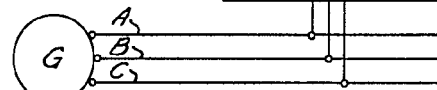


Fig. 16

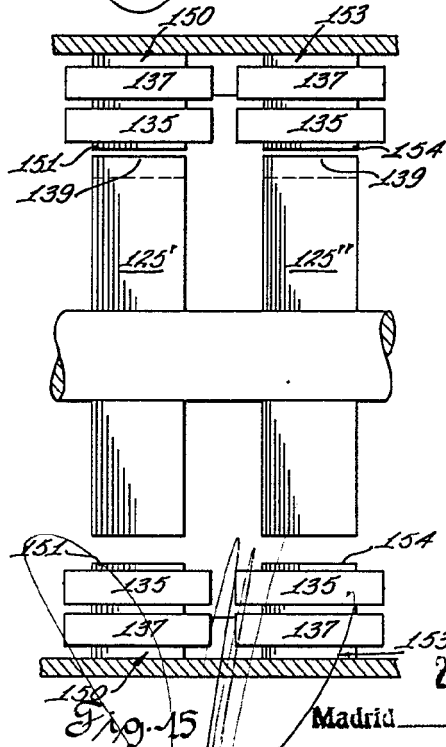


Fig. 15

20 JUL 1970

Madrid

I. GOMEZ REBO Y MODA
e. n. Firmado: F. Hernández Edo

379638

ESCALA VARIABLE

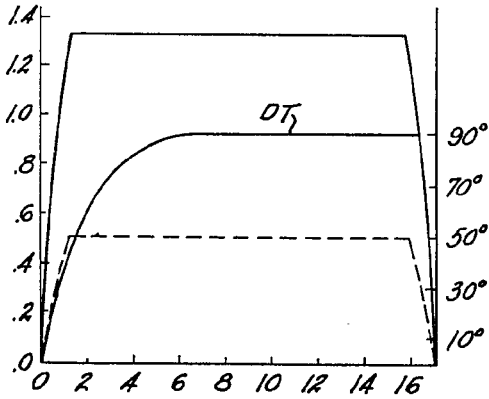


Fig. 8

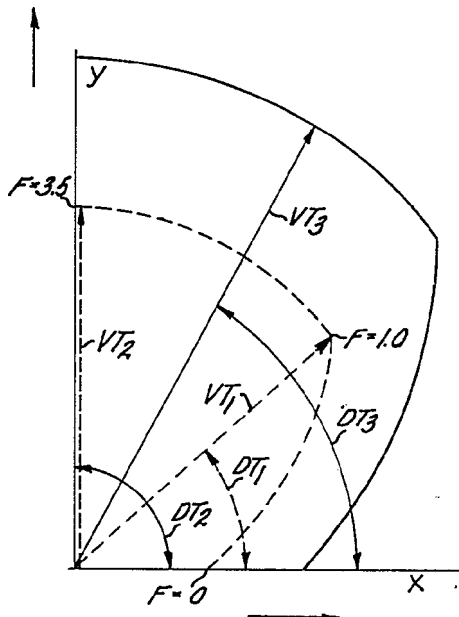
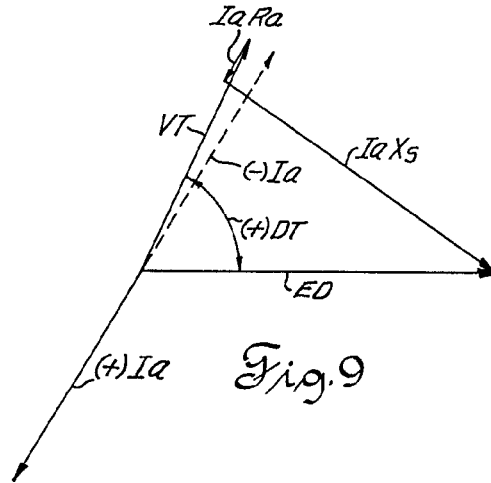


Fig. 10

20 JUL 1970

Madrid
 A. GOMEZ REBO Y MODEY
 D.º. Firmador: F. Hernández Ruiz



VARIABLE

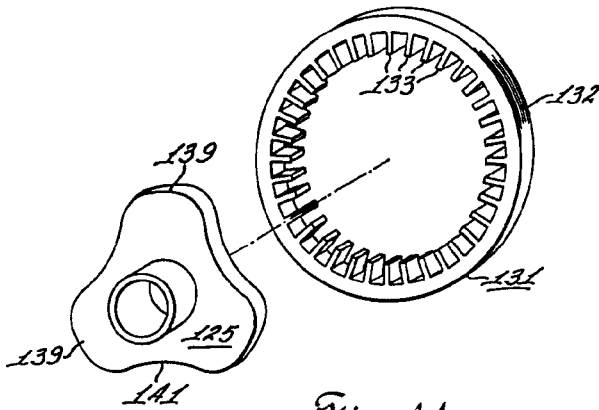


Fig. 11

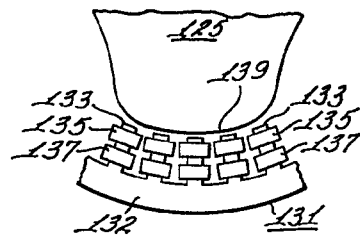


Fig. 12

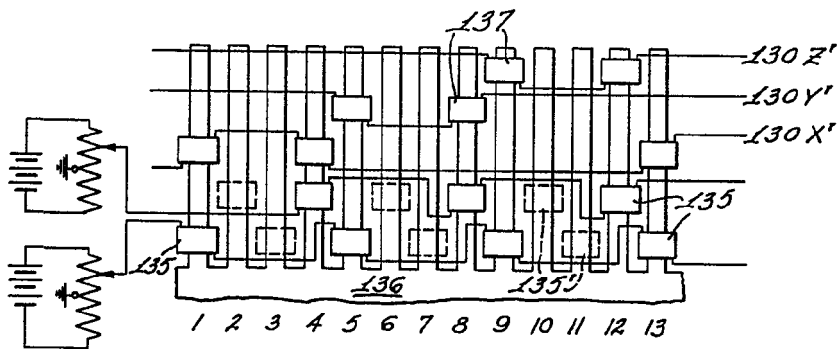


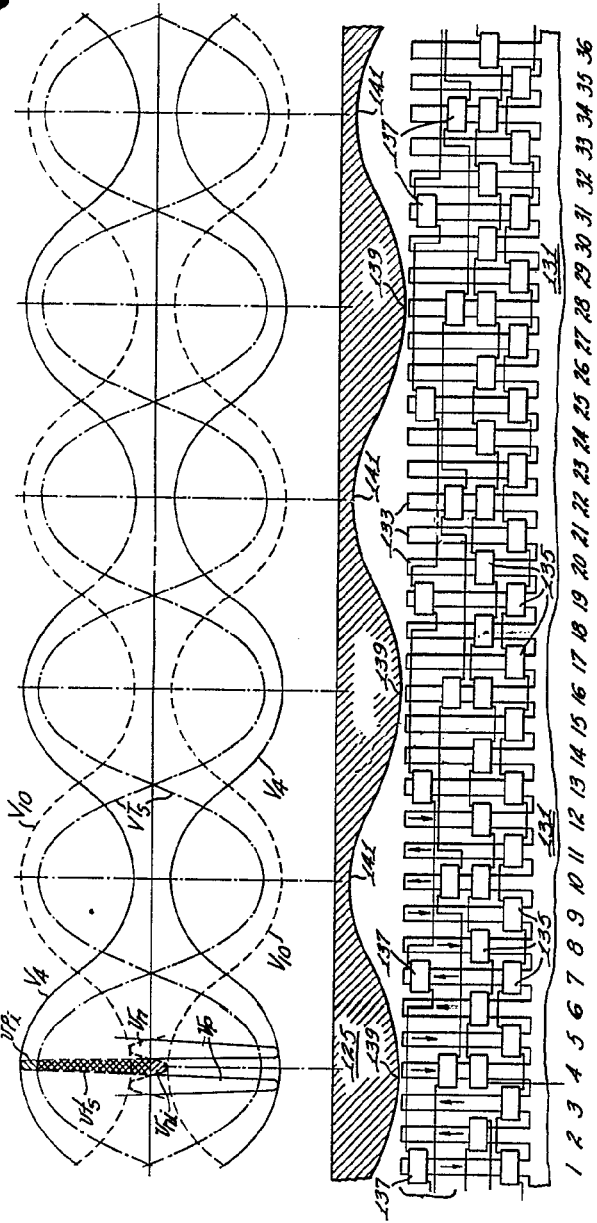
Fig. 14

Madrid 20 JUL 1970

A. GOMEZ ACEBO
n. n. Firmador F. Hernandez Ruiz

379638

379638



ESCALA VARIABLE



Fig.-13

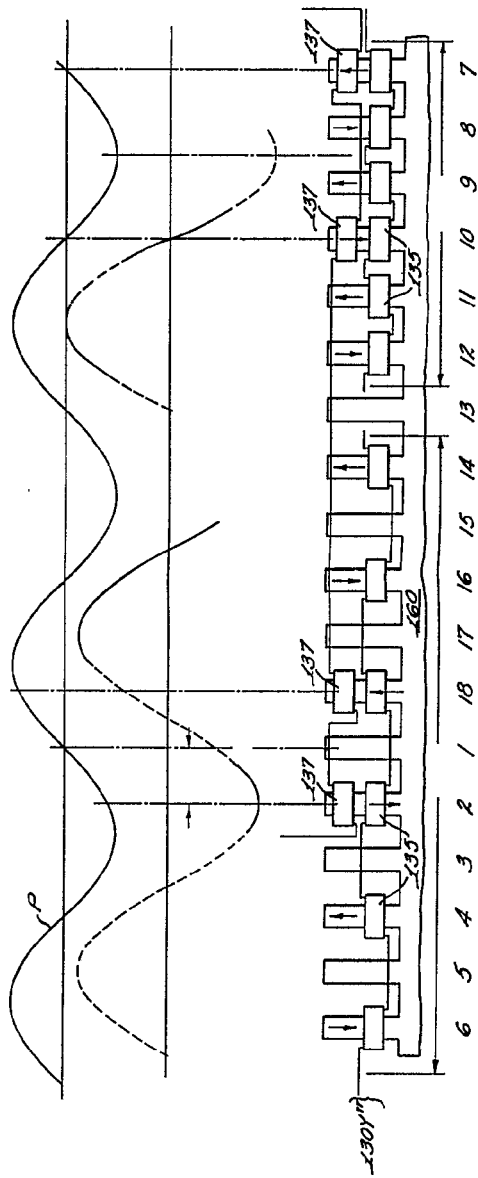
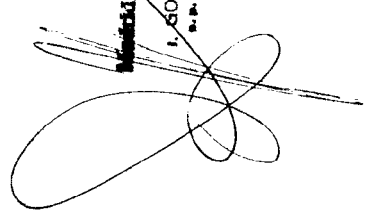


Fig.-12

20 JUL 1970


 L. GONZALEZ (MOLU)
 In. Firmaci. E. Hernandez

379638

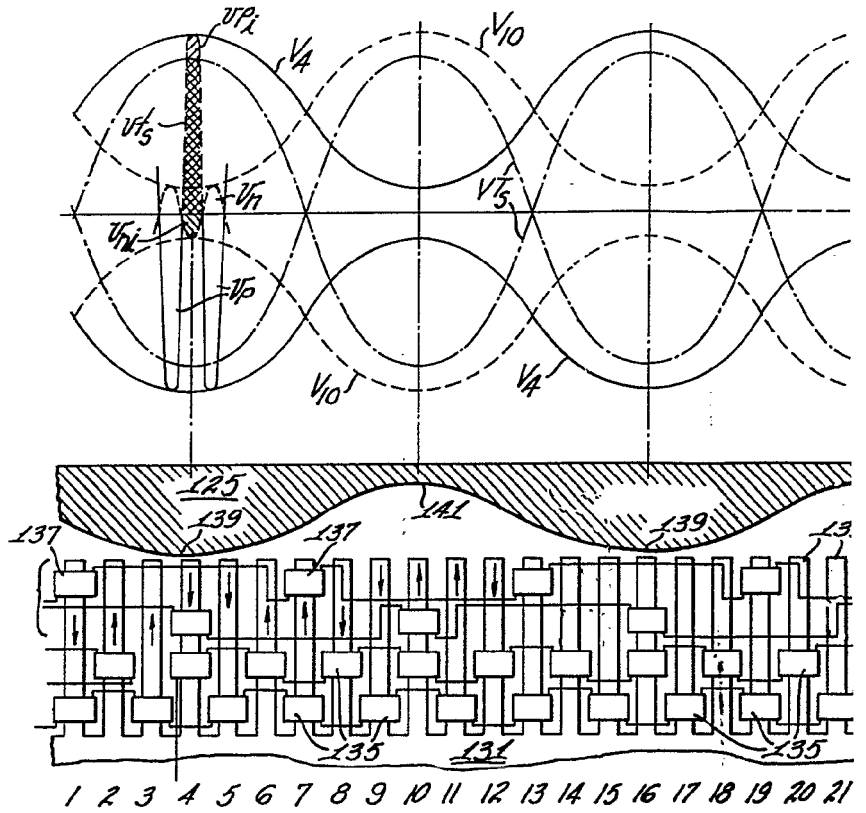


Fig. 13

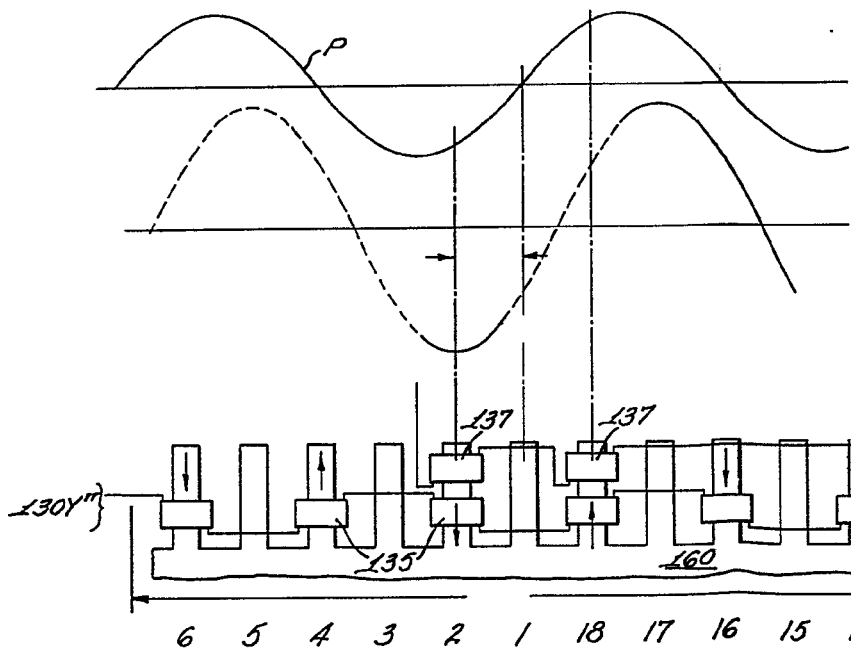


Fig. 17

379638



ESCALA
VARIABLE

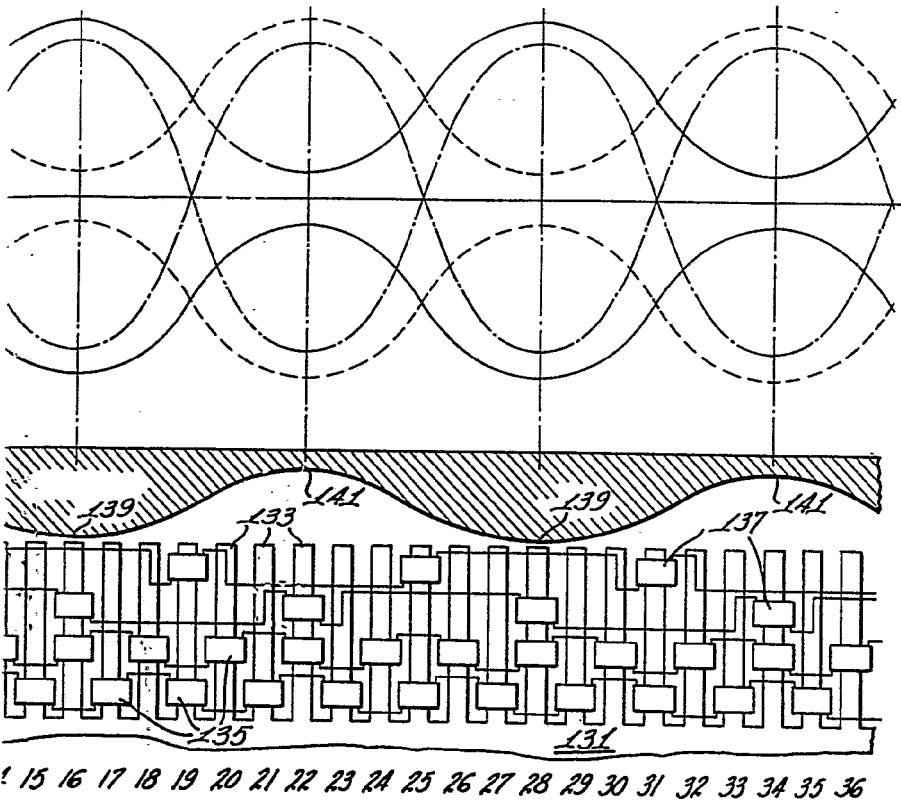


Fig. 13

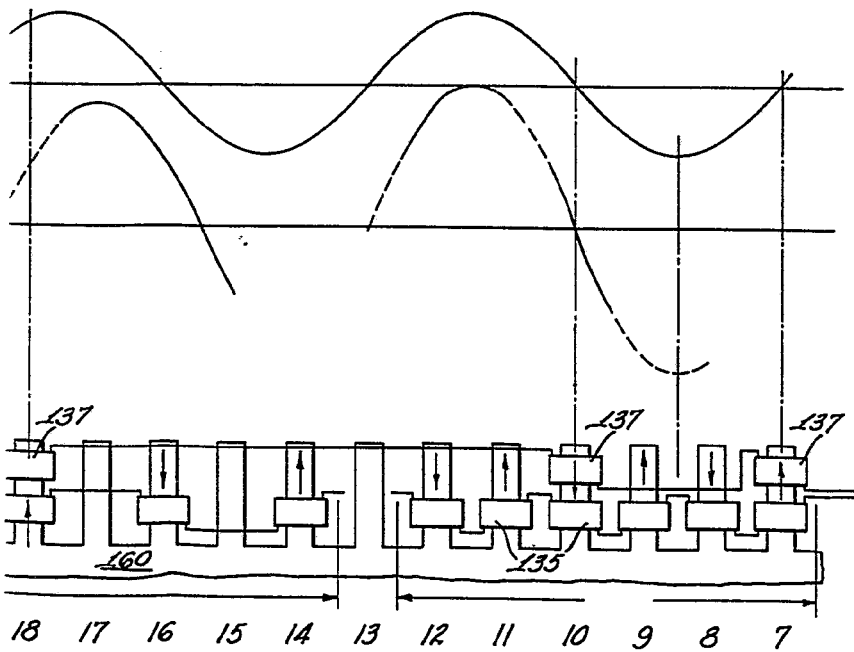


Fig. 17

20 JUL 1970

Madrid

I. GOMEZ ALEJO Y MODER
S. S. Firmador: F. Hernández Bata