

373011

373011

Memoria descriptiva



SECCION TECNICA

CLASIFICACION I. P. C.

CLASE H-02

SUBCLASE B

para solicitar **PATENTE DE INVENCION** por 20 años

a nombre de **N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN**

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA" (Clase Internacional H02k)

13.12.69



La invención se refiere a un motor de corriente
continua, que comprende un rotor de magnetismo permanente,
al menos dos arrollamientos de estator y un conmutador
electrónico que tiene el mismo número de elementos de Hall
5 alimentados por una tensión de corriente continua y expues-
tos al campo del rotor, mientras que los terminales de sa-
lida de dichos elementos están conectados a los electro-
dos de base de transistores, de manera que la corriente
que pasa a través de los diversos arrollamientos del es-
10 tator es controlada con dependencia de la posición del ro-
tor.

Tales motores son conocidos de "Siemens Zeitschri-
ft", de septiembre de 1966, páginas 690 a 693 y de la
revista "ATM", de abril de 1968, páginas 79 a 82.

15 Las tensiones producidas en los terminales de sa-
lida de los elementos de Hall tienen una forma de onda sus-
tancialmente senoidal con un rotor que gira uniformemente,
y la corriente hecha pasar a través de cada arrollamiento,
por el transistor correspondiente, tiene también una forma
20 de onda senoidal, de manera que incluso con sólo cuatro
arrollamientos son obtenidos un campo sensiblemente cons-
tante, que gira con el rotor, y un par de accionamiento
sensiblemente constante. Sin embargo, si han de ser mane-
jadas corrientes más altas y sino deben producirse pérdi-
25 das de energía excesivamente elevadas en los transisto-
res, tienen que ser incluidos pasos de amplificación inter-
medios, entre los elementos de Hall y los transistores de
conmutación, siendo estos últimos hechos actuar como inte-
rruptores. La abertura angular de cada transistor de con-
30 mutación es entonces sustancialmente igual a 180° con un

373011



rotor bipolar, de manera que siempre están excitados prácticamente dos arrollamientos del estator simultáneamente. El campo resultante gira, consiguientemente, de manera escalonada y la eficiencia del motor es baja, debido a que
5 la corriente a través de cada arrollamiento no es capaz de producir, o produce sólo un pequeño par de accionamiento en aproximadamente la mitad del ángulo de rotación de, por ejemplo, 180° y presenta, sin embargo, una magnitud prácticamente no reducida. En otras palabras, en cualquier
10 punto dado del estator el campo alternativo tiene un tercer armónico fuerte y también una considerable porción de armónicos más altos, especialmente armónicos de números ordinales iguales a números impares múltiplos de tres, y los componentes de corriente correspondientes a estos armónicos producen pérdidas y no crean energía mecánica.
15

La invención tiene por objeto reducir estas pérdidas y procurar un motor del tipo indicado, con un efecto beneficioso considerablemente mejorado.

Según la invención, el motor de corriente continua está caracterizado porque los transistores forman el
20 menos un grupo de, como mínimo, dos transistores, cuyos emisores están alimentados por un manantial común de corriente sustancialmente constante, de manera que, en cualquier posición del rotor, solamente un transistor de cada
25 grupo pueda estar conduciendo completamente y cada arrollamiento puede estar completamente excitado en un ángulo de a lo sumo 120° , con un rotor bipolar, en un sentido dado.

La invención será descrita más ampliamente con
30 referencia a los dibujos.

373011



La figura 1 es una vista en sección transversal de un primer motor de C.C. que incorpora la invención,

La figura 2 es el diagrama eléctrico del mismo.

5 La figura 3 muestra diagramas del ángulo de tensión-corriente para explicar el funcionamiento de esta realización,

La figura 4 es una vista esquemática, en sección transversal, de una segunda realización,

10 La figura 5 es un diagrama eléctrico de parte de la misma, y

La figura 6 ilustra los diagramas correspondientes del ángulo de tensión-corriente.

El motor de C.C. mostrado esquemáticamente en
15 la figura 1 comprende un estator 5 que tiene cuatro arrollamientos de estator 1, 2, 3 y 4, desplazados 90° unos con relación a otros, y un rotor 6, bipolar, de magnetismo permanente. La conmutación o distribución de la corriente continua de alimentación entre los arrollamientos 1 a
20 4 es realizada con ayuda de dos circuitos integrados 7 y 8, relativamente desplazados en 90° . Como se muestra en la figura 2, cada uno de los circuitos integrados 7 y 8 comprende un elemento de Hall 9 y 10, respectivamente, alimentados por un manantial de tensión de corriente continua 15 para el motor, y expuestos al campo del rotor 6
25 de magnetismo permanente. Cada uno de estos elementos de Hall tiene dos terminales de salida 11 y 13, 12 y 14, respectivamente, y cada circuito integrado comprende, además, cuatro transistores 16, 17, 18 y 19 y 26, 27, 28 y
30 29, respectivamente, del tipo npn, y tres resistencias



20, 25 y 25', 30, 35 y 35', respectivamente. Los terminales de salida 11, 13 y 12, 14, están conectados a los electrodos de base de los transistores 16, 17 y 26, 27, respectivamente. Los emisores de estos transistores están conectados al terminal negativo del manantial de alimentación 15, a través de una resistencia común 20 y 30, respectivamente, y sus colectores están conectados a la base de transistores adicionales 18 y 19, respectivamente, o 28 y 29, respectivamente, y a una resistencia de carga 25 y 25' o 35, 35', respectivamente, conectada al terminal positivo del manantial de alimentación 15. Los emisores de los transistores 18 y 19, 28 y 29, respectivamente, están conectados a un terminal común de control 37 y 38, respectivamente, del circuito integrado pertinente 7 y 8, respectivamente, y sus colectores forman terminales de salida de estos circuitos y están conectados a los electrodos de base de los transistores de conmutación correspondientes 21 y 23 ó 22 y 24, respectivamente, del tipo pnp. Los emisores de estos transistores de conmutación están directamente conectados al terminal positivo del manantial 15, y sus colectores están conectados al terminal negativo del mismo, cada uno a través de uno de los arrollamientos de estator correspondientes 1, 2, 3 y 4.

El diagrama superior de la figura 3 muestra las tensiones del Hall V_H en los diversos electrodos de salida 11, 12, 13, 14 de los elementos de Hall 9 y 10 en función de la posición ψ del rotor 6. Cada una de estas tensiones es una función senoidal de la posición ψ , y si la corriente a través de cada uno de los arrollamientos 1, 2, 3, y 4 tuviera una forma de onda correspondiente, el

373011



campo resultante de estos arrollamientos giraría uniformemente con el rotor 6, por ejemplo a la misma velocidad constante $d\psi/dt$, con un desplazamiento en avance de fase de, por ejemplo, 90° . Entonces los terminales de control 37 y 38 podrían ser conectados, a través de resistencias individuales, al terminal negativo del manantial 15, por ejemplo, los emisores de los transistores 16 y 17 y 26, 27, respectivamente. Sin embargo, si se desea alimentar el motor particularmente a una tensión de alimentación de corriente continua baja de, por ejemplo, 6 ó 12 voltios con una potencia de más de unos pocos watios, los transistores, a través de los cuales fluye la corriente a los arrollamientos del estator, tienen que ser hechos trabajar en el modo de conmutación, lo cual es realizado automáticamente en el motor descrito, ya que cada uno de estos transistores 21, 22, 23, 24 está precedido por dos pasos de amplificación de transistores, en disposición de emisor conectado a tierra. Puesto que la inductancia de cada uno de los arrollamientos 1, 2, 3, 4 tiene solamente una impedancia baja a las frecuencias pertinentes, cada uno de los transistores 21, 22, 23, 24 llega pronto a saturación, de manera que las corrientes a través de los arrollamientos 1 y 3, 2 y 4, respectivamente, presentan, en lugar de la forma de onda de medios senos, la de impulsos que tienen bordes delanteros y traseros más o menos inclinados, como está ilustrado para una velocidad dada de rotación de, por ejemplo, 10 rev/seg. en las líneas 2ª y 3ª de la figura 3, en Iw. El campo resultante, producido por las corrientes I_1, I_2, I_3, I_4 a través de los arrollamientos 1, 2, 3, 4, ya no gira uniformemente con



el rotor 6. En la posición $\psi = 0^\circ$, sólo está excitado el arrollamiento 1 y el campo tiene entonces un desplazamiento de fase en avance de 90° , de manera que desarrolla un par de accionamiento máximo. Un corto tiempo después de esto, el arrollamiento 2 es excitado, de manera que el desplazamiento de fase en avance es elevado a casi 135° . La corriente I_2 contribuye primeramente muy poco al par de accionamiento, pero esta contribución aumenta hasta la posición $\psi = 90^\circ$, mientras que la contribución de la corriente I_1 disminuye simultáneamente y es muy pequeña en el instante en que es desconectado el arrollamiento 1, poco antes de $\psi = 90^\circ$. Justo antes de este momento de conmutación, el ángulo de avance del campo ha caído hasta ligeramente más de 45° y sube de nuevo a 90° después de ser desconectado el arrollamiento 1, y después sigue subiendo hasta casi 135° en que es conectado el arrollamiento 3, el cual contribuye inicialmente muy poco al par de accionamiento, y así sucesivamente.

En cualquier punto dado del estator, el campo resultante tiene una forma de onda más o menos rectangular en función de la posición ψ o en función del tiempo, de manera que comprende un tercer armónico fuerte y una porción considerable de armónicos más altos de números ordinales iguales a números impares múltiplos de tres. Los componentes de corriente correspondientes a estos armónicos producen solamente pérdidas y no originan energía mecánica utilizable: la considerable mejora en la eficiencia por la reducción de las pérdidas de los transistores, obtenida haciendo que los transistores de los pasos finales funcionen de acuerdo con un modo de conmutación, está

170



acompañada por un aumento de aproximadamente igual magnitud en las pérdidas del motor, de manera que la eficiencia del conjunto no es muy mejorada e, incluso, es reducida algunas veces.

5 En la realización mostrada, un transistor de amplificación 18, 19, 28 ó 29 está conectado entre cada transistor de control 16, 17, 26 ó 27 y el correspondiente arrollamiento de estator 1, 2, 3, ó 4, respectivamente. Según la invención, el empeoramiento de la eficiencia del motor mismo es evitado disponiendo estos transistores de amplificación en al menos un grupo de al menos dos transistores (aquí un grupo de cuatro transistores), cuyos emisores están alimentados por un manantial común de una corriente sustancialmente constante. En la realización des-
10 crita, este manantial de corriente constante está formado por la combinación de serie del manantial de suministro de corriente continua 15 y la trayectoria de emisor-colector de un transistor 31 del mismo tipo npn que los transistores de amplificación 18, 19, 28 y 29, estando conectado el colector del transistor 31 a los emisores de estos
15 transistores de amplificación, mientras que su electrodo de base está conectado, a través de una resistencia 32, al terminal positivo del manantial 15.

25 Utilizando el manantial común de corriente constante 15, 31, 32, y con una elección correcta de la magnitud del ángulo de la corriente constante, proporcionando adecuadamente la resistencia 32, se consigue que, en cualquier instante, pueda conducir solamente uno de los transistores del grupo de transistores de amplificación 18,
30 19, 28 y 29. En el instante $\psi = 0^\circ$, por ejemplo, V_{11} tiene



el máximo valor negativo, el transistor 16 es puesto fuera de conducción y el transistor de amplificación 18 está conduciendo, de manera que la corriente I_1 pasa a través del arrollamiento 1, mientras que el transistor 17 es mantenido en conducción por el máximo valor positivo de V_{13} y el transistor de amplificación 19 está fuera de conducción. Al mismo tiempo, las tensiones V_{12} y V_{14} son iguales a cero, de manera que los dos transistores 26 y 27 pueden estar conduciendo ligeramente y los transistores de amplificación 28 y 29 permanecen fuera de conducción. Después de un pequeño giro del rotor, por ejemplo, a la posición $+10^\circ$, V_{12} es ya negativa, y V_{14} positiva. El transistor de amplificación 29 es puesto fuera de conducción todavía más efectivamente, y el transistor de amplificación 28 resultaría conductor, y la corriente I_2 a través del arrollamiento 2 sería conmutada a conducción (segunda línea de la figura 3). Sin embargo, es mantenido en estado de fuera de conducción por la caída de tensión a través del transistor 31, de manera que el emisor es mantenido positivo con relación a su base hasta que en la posición $+45^\circ$ es sobrepasada V_{11} . En esta posición se realiza el cambio, haciéndose conductores el transistor de amplificación 28 y el transistor de conmutación 22, estando fuera de conducción el transistor de amplificación 18 y el transistor de conmutación 21.

La corriente I_1 a través del arrollamiento 1 del estator se hace bastante bruscamente igual a cero, mientras que la corriente I_2 a través del arrollamiento 2 se eleva tan bruscamente desde cero a su valor operativo. Este cambio deseado conocido es ilustrado en I_w' en la última



línea de la figura 3. En un diagrama de campo correspondiente, los impulsos de campo correspondientes a los impulsos I_1 e I_2 serían de un primer sentido por ejemplo, positivo, y los impulsos de campo correspondientes a los impulsos I_3 e I_4 del sentido opuesto, por ejemplo, negativo, de manera que en un punto fijo del estator correspondiente, por ejemplo, a la posición $\psi = 0^\circ$, el campo es primeramente de un sentido dado y de una magnitud constante dada durante un tiempo correspondiente a un cuarto de revolución del rotor 6, a continuación cero durante un tiempo correspondiente a un segundo cuarto de revolución, haciéndose subsiguientemente del sentido opuesto y de la misma magnitud durante un tiempo correspondiente a un tercer cuarto de revolución y siendo, finalmente, cero de nuevo durante un tiempo correspondiente a un cuarto de revolución.

Por análisis de Fourier puede probarse que esta forma de onda comprende una porción considerablemente menor de armónicos, particularmente de terceros armónicos y de armónicos más elevados o de números ordinales iguales a un número impar múltiplo de tres, que la forma de onda rectangular convencional, según cuya función, por ejemplo, el vector del campo, en un punto del estator con una frecuencia dada, se mueve alternativamente entre un valor dado, por ejemplo, positivo y un valor opuesto igual. Como consecuencia, las pérdidas en el motor de C.C. descrito son considerablemente reducidas por el uso del manantial 15, 31, 32 de corriente sustancialmente constante, de manera que la eficiencia puede alcanzar un valor elevado, por ejemplo del 80%.

373011



La segunda realización mostrada en la figura 4 comprende un estator 5 que tiene tres arrollamientos de estator 1, 2 y 3, un rotor bipolar 6 de magnetismo permanente y un dispositivo de conmutación electrónico que tiene tres elementos de Hall 9, 9' y 9'' expuestos al campo del rotor. Como los arrollamientos 1, 2 y 3, los elementos de Hall están espaciados alrededor del árbol del motor, en ángulos de 120°.

Como se muestra en la figura 5, el dispositivo de conmutación comprende, por cada uno de los arrollamientos 1, 2 y 3, por ejemplo para el arrollamiento 1:

dos transistores de control 16 y 17, del tipo npn, y dos transistores de control 36 y 37, del tipo pnp cuyos electrodos de base están conectados a los terminales de salida 11 y 11' del elemento de Hall 9;

una resistencia de emisor común 20 para los transistores de control del tipo npn, y una resistencia de emisor común 40 para los transistores de control del tipo pnp;

cuatro resistencias de carga 25, 25' y 45, 45' para los transistores de control;

dos transistores de amplificación 18 y 19, del tipo npn y dos transistores de amplificación 38 y 39, del tipo pnp;

y dos transistores de conmutación 21 y 21', del tipo pnp, y dos transistores de conmutación 41 y 41', del tipo npn.

Los transistores de conmutación 21, 21' y 41, 41' forman un circuito de puente alimentado por una diagonal desde el manantial de tensión 15, estando conectada la



otra diagonal al arrollamiento 1 del estator. Este puente está controlado por el elemento de Hall 9 a través de cuatro transistores de control 16, 17, 36 y 37 y los cuatro transistores de amplificación 18, 19, 38 y 39, de manera que funcione como un conmutador de doble cambio.

5

El transistor de amplificación 18, del tipo npn, y los transistores correspondientes, asociados al circuito para los arrollamientos 2 y 3, forman un primer grupo de tres transistores, cuyos emisores están alimentados por el manantial 15 a través de la trayectoria de emisor-colector de un transistor 31 del tipo npn, cuya base está conectada, a través de la resistencia 32, al terminal positivo del manantial 15.

10

De una forma similar, el transistor de amplificación 19, del tipo npn, y los transistores correspondientes asociados a los circuitos de los arrollamientos 2 y 3, forman un segundo grupo de tres transistores alimentados a través de la trayectoria colector-emisor de un transistor 31' del tipo npn, cuya base está polarizada en sentido directo a través de una resistencia 32'.

15

20

También, los transistores de amplificación 38 y 39, del tipo pnp, y los correspondientes transistores asociados a los circuitos de los arrollamientos 2 y 3, forman dos grupos adicionales de tres transistores, cada uno alimentado a través de la trayectoria colector-emisor de un transistor del tipo pnp, 51 y 51', respectivamente, cuya base está conectada, a través de una resistencia 52 y 52', respectivamente, al terminal negativo del manantial 15.

25

30

Por el acoplamiento relativo descrito de los



5 circuitos de los arrollamientos 1, 2 y 3, mediante manan-
tiales comunes de corriente de emisor constante para cada
grupo de transistores de amplificación, es conseguido que,
en cualquier sentido de corriente y en cualquier posición
del rotor 6, o en cualquier instante, pueda ser excitado
solamente uno de estos arrollamientos. Como se ilustra en
la figura 6, en I_w' , solamente está excitado el arrolla-
miento 1, a través de los transistores 17 y 36, por una
corriente "negativa" I_1' en la posición $\psi = 0^\circ$ o justamen-
te después de ella, mientras que una corriente "positiva"
10 I_3 pasa simultáneamente a través del arrollamiento 3. En
 $\psi = 60^\circ$, V_{11}' cae por debajo de V_{12}' y el arrollamiento
1 es puesto fuera de conducción completamente, mientras
que el arrollamiento 2 es excitado por una corriente "nega-
15 tiva" I_2' . De manera similar, el arrollamiento 3 es pue-
to fuera de conducción en $\psi = 120^\circ$, mientras que el arro-
llamiento 1 es excitado por una corriente "positiva" I_1 ,
y así sucesivamente. Cada uno de los arrollamientos 1, 2
y 3 es así excitado alternativamente en un sentido y en el
20 otro durante intervalos de tiempo correspondientes a rota-
ciones angulares de 120° , cada uno con intervalos de tiem-
po intermedios correspondientes a rotaciones angulares de
 60° cada uno. Así, se reduce en gran medida la porción de
terceros armónicos y de armónicos más elevados de números
25 ordinales iguales a un múltiplo impar de tres del campo
en un punto dado del rotor, y se reduce fuertemente la
corriente a través de cada uno de los arrollamientos.

La medida de acuerdo en el invento, es descrita,
aquí en su aplicación a un motor que tiene un rotor bipo-
30 lar, y un estator que tiene dos pares de arrollamientos o



tres arrollamientos sin embargo, puede ser también apli-
cada a motores de C.C. que tengan un rotor de magnetismo
permanente y cualquier número de pares de polos, y un es-
tator que tenga cualquier número de arrollamientos o pa-
res de arrollamientos, Con un rotor que tenga n pares de
5 polos, el ángulo a través del cual es excitado cada arro-
llamiento del estator (90° ó 120°) es dividido por n. Con
arrollamientos de estator excitados en uno y otro sentido,
serán empleados al menos dos manantiales de corriente sen-
siblemente constante: un manantial para cada sentido de
10 corriente. Con m arrollamientos o pares de arrollamientos
de estator, cada grupo de transistores alimentado por el
mismo manantial de corriente sustancialmente continua, com-
prenderá m transistores o pares de transistores, respecti-
vamente.

La presente solicitud que corresponde a la pre-
sentada en Holanda el 1 de Noviembre de 1.968, bajo el
número 6815585, se acoge a los beneficios del artículo
51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
tente de Invención en España, por VEINTE años, son los
siguientes:

1.- Un motor de corriente continua que comprende



un rotor de magnetismo permanente, al menos dos arrollamien-
tos de estator o pares de arrollamientos de estator, y un
dispositivo de conmutación electrónico que tiene el mismo
número de elementos de Hall alimentados por una tensión
5 de corriente continua y expuestos al campo del rotor, es-
tando conectados los terminales de salida de dichos elemen-
tos a los electrodos de base de los transistores, de mane-
ra que la corriente a través de los diversos arrollamien-
tos de estator es controlada con dependencia de la posi-
10 ción del rotor, caracterizado porque los transistores for-
man al menos un grupo de al menos dos transistores, cuyos
emisores están alimentados por un manantial común de co-
rriente sustancialmente constante, de manera que, en cual-
quier posición del rotor, solamente puede estar completa-
15 mente conduciendo un transistor de cada grupo, y cada arro-
llamiento puede ser completamente excitado en un ángulo
de a lo sumo 120° con relación al rotor bipolar, en una
dirección dada.

2.- Un motor según la reivindicación 1, en el
20 cual al menos un transistor de amplificación está conec-
tado entre cada uno de dichos transistores y el arrolla-
miento correspondiente, caracterizado porque estos tran-
sistores de amplificación forman dicho grupo o grupos de
al menos dos transistores alimentados por un manantial co-
mún de corriente sustancialmente constante.
25

3.- Un motor según las reivindicaciones 1 ó 2,
caracterizado porque cada manantial de corriente sustan-
cialmente constante comprende un transistor del mismo ti-
po de conductividad que los transistores del grupo asocia-
30 do, estando conectado el colector del mismo a los emisores



de los transistores de dicho grupo, en tanto que su emisor está conectado a un terminal de un manantial de tensión de corriente continua de avance y su electrodo de base está conectado, a través de una resistencia, al otro terminal de dicho manantial.

4.- Un motor según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado porque los transistores de amplificación están en conexión de emisor a masa, estando conectados los colectores a los arrollamientos del estator.

5.- Un motor según las reivindicaciones 2, 3 ó 4, caracterizado porque los electrodos de salida de cada elemento de Hall están conectados a los electrodos de base de dos transistores de control del mismo tipo de conductividad, cuyos emisores están conectados, a través de una resistencia de emisor común, a un manantial de tensión de corriente continua de avance.

6.- Un motor de corriente continua.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

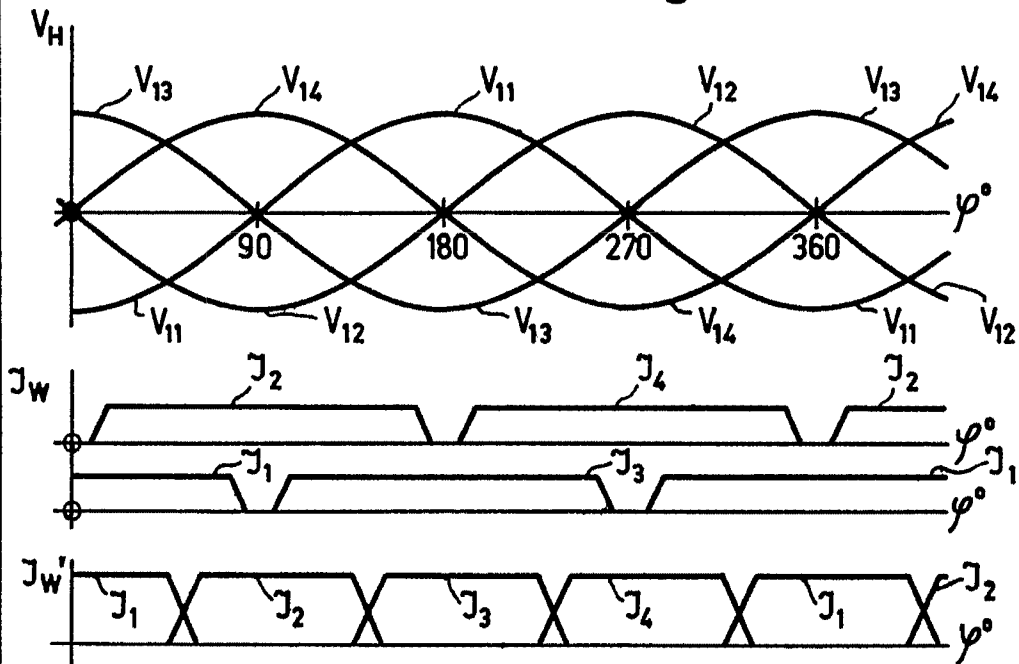
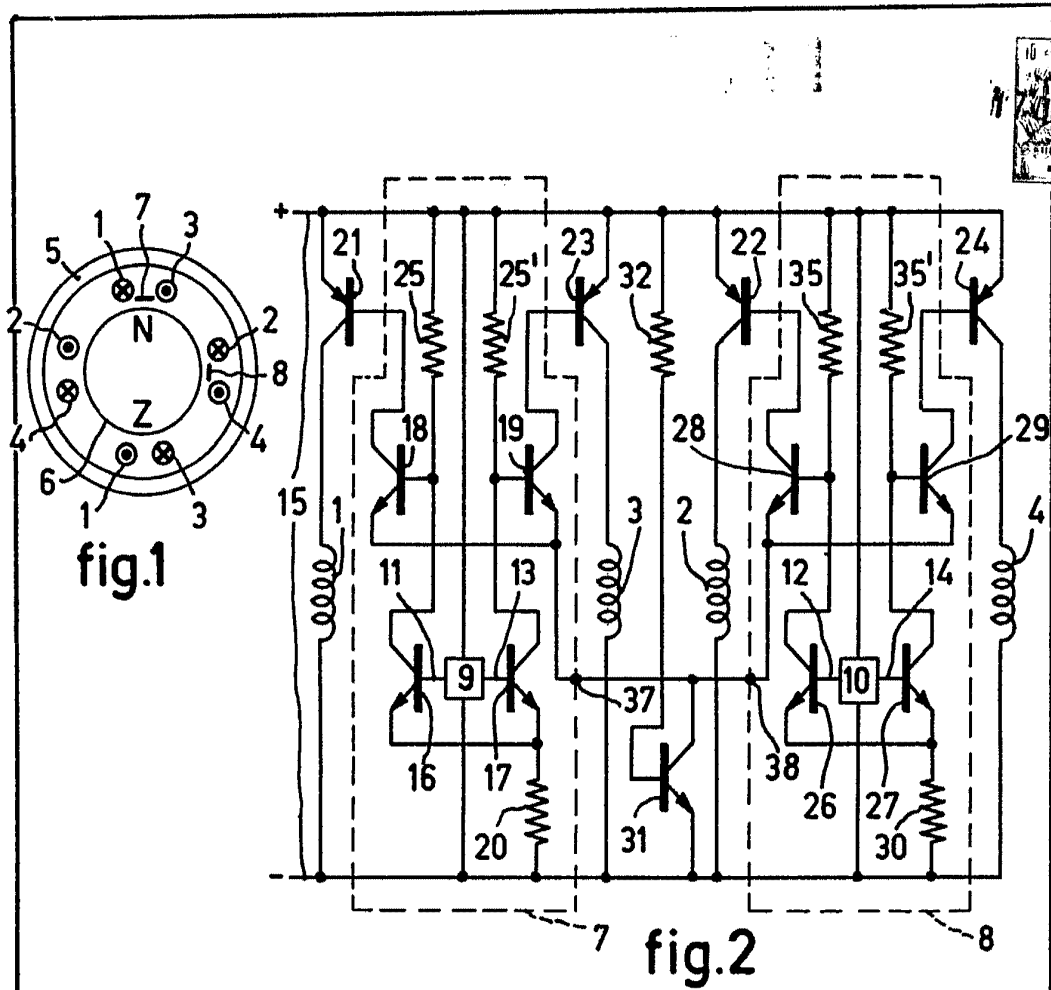
La presente Memoria consta de dieciséis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 DIC. 1969

P.A.

Alberto de Eizaburu
Por Poder

373011



Alberto de ...
 For ...

