

DECCION TECNICA
SOCIACION I. P. C.
H 02
K

P.- 41.471

PHN 3223

367353

Memoria descriptiva

12



12 JUN 1969

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 MARCHA ESCALONADA"

(Clase Internacional H02k)

9 SEP



5 La invención se refiere a un motor de marcha es
calonada que comprende una pluralidad de estatores coa-
xiales, provistos, cada uno de ello, de al menos una bo-
bina anular, que está situada entre dos placas, hechas de
un material ferromagnético blando y que tienen dientes -
polares que están dispuestos en un círculo y, al ser ex-
citados, forman polos alternos norte y sur, que cooperan
con polos alternos norte y sur de, al menos, un rotor -
magnético permanente, que están dispuestos también en un
10 círculo, siendo el número polos de cada rotor igual al -
de cada uno de los estatores.

15 Dicho motor es conocido de la memoria de la pa-
tente británica número 962.755, en la cual dos estatores
cooperan con un rotor, estando desplazada la posición de
los polos de un estator con relación a los polos de rotor
asociados en 90° eléctricos, con respecto a la posición
de los polos del otro estator, con relación a los polos
de rotor asociados.

20 Este motor sufre la desventaja de que, durante
el procedimiento de conmutación, el par de salida se re-
duce en aproximadamente el 30%, de modo que el par de -
retención normal del motor es aproximadamente el 30% me-
nor que el par máximo. Además, el número de escalones por
revolución está limitado.

25 De acuerdo con la invención, esto puede evitar-
se por el uso de n estatores, en que n es ≥ 2 , siendo
el ángulo entre los polos de cada estator con relación -
a los polos de rotor asociados diferente del ángulo entre
los polos de otro estator con relación a los polos de ro-
tor asociados, siendo la diferencia igual a $\frac{m}{n}$ veces el -
30

12 JUN 1969



ángulo de paso de los polos del mismo estator, en donde m es un número entero y varía entre 1 y $(n-1)$. El término "ángulo de paso" se usa en esta memoria para designar el ángulo entre los ejes geométricos de los polos adyacentes de un estator, cuyos ejes están situados en un plano en ángulo recto con el eje geométrico del motor e intersecan este eje.

En tal motor que tiene, por ejemplo, cuatro estatores, el par varía solo en aproximadamente el 8%, de modo que el par medio de salida adquiere un valor de más del doble cuando se dobla el suministro de energía. Además, se hace doble el número de escalones por revolución.

A la misma frecuencia de conmutación de la señal de control de, por ejemplo, 100 ciclos por segundo, en el motor conocido, la frecuencia de conmutación por estator es 50 ciclos por segundo y en el motor de acuerdo con la invención 25 ciclos por segundo, de modo que con el mismo número de escalones por minuto las pérdidas en el hierro se reducen o a la misma frecuencia de conmutación de los estatores con las mismas pérdidas, la frecuencia de la señal de control y, por lo tanto, el número de escalones por minuto pueden doblarse.

La inercia de la masa del rotor es proporcional al número de estatores y el par varía más que proporcionalmente con ella, de modo que la aceleración del rotor se aumenta relativamente con un incremento consiguiente en la velocidad de arranque y, por lo tanto, en la frecuencia de arranque.

En una realización de un motor de acuerdo con la invención, cada bobina comprende dos mitades, esto --



permite que los estatores se controlen por impulsos que tienen la misma dirección, mientras retienen la posibilidad de cambiar la polaridad del campo. Esto es de importancia particular cuando el motor está controlado -
5 electrónicamente. En esta construcción, las dos mitades de bobina pueden ser completamente independientes o pueden comprender dos bobinas enrolladas de modo continuo, estando conectado el extremo de una bobina al comienzo de la segunda bobina y formando una salida.

10 En una realización adicional de un motor de acuerdo con la invención, en la condición de estado de régimen, todos los estatores están excitados y para cada escalón se invierte la polaridad de este estator que, -
15 visto en una dirección opuesta a la dirección deseada de rotación, tiene el mayor ángulo entre los polos de estator y los polos de rotor asociados. Así, el motor de -
marcha escalonada toma un número de escalones por revolución que es igual a n veces el número de polos por estator.

20 En otra realización de un motor de acuerdo con la invención, en la condición de estado de régimen se excitan alternativamente n y $(n-1)$ estatores y para el -
próximo escalón este estator se desconecta del circuito que, visto en una dirección opuesta a la dirección deseada de rotación, tiene el ángulo mayor entre los polos de estator y los polos de rotor asociados, y el estator no
25 excitado se excita en una dirección opuesta a la dirección precedente de excitación. Así, el número de escalones -
por revolución se dobla y es igual a $2n$ veces el número de polos por estator, variando el par de retención en,
30



por ejemplo, un motor que tiene cuatro estatores, solo en aproximadamente el 8%.

Las características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción siguiente de sus realizaciones, dadas a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La fig. 1 es una vista en sección longitudinal, del motor de acuerdo con la invención,

La fig. 2 es una vista en perspectiva del mismo,

La fig. 3 es un circuito de control para el motor,

La fig. 4 muestra el orden, en el cual se excitan los estatores y las posiciones asociadas del rotor,

La fig. 5 muestra las variaciones de la energía suministrada y del par de salida en función del tiempo,

La fig. 6 muestra un circuito de control para un motor que tiene dos veces el número de escalones por revolución,

La fig. 7 muestra el orden en el cual se excitan los estatores y las posiciones asociadas del rotor,

La fig. 8 muestra las variaciones de la energía suministrada y del par de salida en función del tiempo,

La fig. 9 muestra una realización mecánica de una unidad de control, y

La fig. 10 muestra tal unidad de control para un número de escalones doble por revolución.

Las figuras 1 y 2 muestran un motor que comprende cuatro estatores coaxiales, 1, 2, 3 y 4 que están provistos, cada uno de ellos, de una bobina anular 5, 6, 7 -



5 y 8, respectivamente, que está situada entre dos placas, hechas de un material ferromagnético blando 9, 9'; 10, - 10'; 11, 11'; 12, 12'; respectivamente, y que tienen piezas polares dispuestas en un círculo que, por excitación - forman polos alternos norte y sur 13, 13'; 14, 14'; 15, - 15'; 16, 16'; cada placa 9, 9'; 10, 10'; 11, 11'; y 12, - 12' tienen doce dientes que cooperan con 24 polos alter- nos norte y sur, dispuestos, de modo similar, en un cír- culo 17, 17'; 18, 18'; 19, 19'; 20, 20'; de cuatro roto- res magnéticos permanentes 21, 22, 23 y 24, respectiva- mente.

15 Los ángulos entre los polos 13, 13'; 14, 14'; 15, 15'; 16, 16'; respectivamente, de cada estator 1, 2, 3 y 4, con relación a los polos de rotor asociados 17, 17'; 18, 18'; 19, 19'; 20, 20' son diferentes, siendo la diferencia igual a m/n veces el ángulo de paso de los - polos del estator respectivo, en donde m es un número - entero y varía entre 1 y 3 y n es igual a 4. En el motor bajo consideración, el ángulo de paso α es 15° , de modo que dichas diferencias son $3^\circ 45'$, $7^\circ 30'$ y $11^\circ 15'$; res- pectivamente.

20 En este motor, los polos similares, 17, 18, 19 y 20 y 17', 18', 19', y 20' de los rotores 21, 22, 23 y 24, respectivamente, están axialmente alineados, de modo que los estatores 2, 3 y 4 están desplazados con respec- to al estator 1 en ángulos de $1/4\alpha$ igual a $3^\circ 45'$, $1/2\alpha$ igual a $7^\circ 30'$ y $3/4\alpha$ igual a $11^\circ 15'$; respectivamente. Evi- dentemente, los cuatro rotores mostrados pueden reempla- zarse por un solo rotor que se extiende a través de los cuatro estatores. Además, los estatores pueden, natural-



mente, estar alineados axialmente, y los rotores pueden disponerse con los mismos ángulos relativos que los estatores mostrados en las figuras 1 y 2, y aún los polos de estator y los polos de rotor pueden estar fuera de alineación, si se asegura solo que se satisface la anterior relación.

Las bobinas anulares, 5, 6, 7 y 8, pueden comprender, cada una de ellas, un devanado de dos mitades, magnetizando cada mitad al estator asociado en una dirección dada.

Así, las bobinas, 5, 6, 7 y 8 comprenden dos mitades 5', 5" ; 6', 6" ; 7', 7" ; 8', 8" ; respectivamente, haciendo una corriente que fluye a través de las mitades de bobina 5', 6', 7' y 8' que los polos de estator 13, 14, 15 y 16 se hagan polos norte y que los polos de estator 13', 14', 15' y 16', respectivamente, se hagan polos sur, -- mientras que una corriente que fluye a través de las bobinas 5", 6", 7" y 8" hace que los polos de estator 13, 14, 15 y 16 se hagan polos sur y los polos de estator 13', 14', 15' y 16', respectivamente, se hagan polos norte. Así, el estator puede magnetizarse en dos direcciones opuestas por un voltaje de corriente continua y, por lo tanto, por medio de impulsos que tienen las mismas direcciones.

La fig. 3 muestra una unidad de control B para controlar un motor, como se muestra en las figuras 1 y 2, por medio de impulsos, estando todos los estatores 1, 2, 3 y 4, excitados en la condición de estado de régimen, -- mientras que para cada escalón, se cambia la polaridad del estator que, visto en una dirección opuesta a la di--



12 JUN 1969

rección deseada de rotación, tiene el ángulo mayor entre los polos de estator y los polos de rotor asociados. -- Así, el motor de marcha escalonada toma una pluralidad de escalones por revolución, que es igual a cuatro veces el número de polos por estator.

Los impulsos de control se aplican a la entrada de la unidad de control B, en la cual se convierten en voltajes de control que aparecen en las ocho salidas que están conectadas, cada una de ellas, a una mitad de bobina de estator. Las formas de ondas de los voltajes de salida se muestran en la mitad de la derecha de la figura.

La fig. 4 es una vista desarrollada de parte del motor, estando indicados los polos norte por rectángulos negros y los polos sur por rectángulos blancos. Como todos los polos de rotor están alineados, solo se muestra un rotor. En el instante t_0 , los polos 13, 14, 15 y 16 son polos norte y los polos 13', 14', 15' y 16' son polos sur, ya que las mitades de bobina 5', 6', 7' y 8' están excitadas. En el instante t_1 , los polos 13 se hacen polos sur y los polos 13' se hacen polos norte, ya que la mitad de bobina 5' se desconecta del circuito y se conecta al circuito la mitad de bobina 5". Como resultado de esto, el rotor se mueve en una distancia d en la dirección indicada por las flechas. Esta distancia corresponde a un ángulo que es igual a $1/4$ del ángulo de paso, es decir, igual a $3^\circ 45'$ en la realización bajo consideración. En el instante t_2 , la mitad de bobina 6' se desconecta del circuito y se conecta al circuito la mitad de bobina 6", de modo que los polos 14 se hacen --

12 JUN



polos sur y los polos 14' se hacen polos norte, con el resultado de que el rotor gira de nuevo en un ángulo de 3° 45'. Las bobinas 7', 7" y 8'8" se desconectan y conectan ahora sucesivamente del circuito y al circuito, respectivamente, lo que se muestra en la figura 3, hasta el instante t_0 en que se alcanza de nuevo la condición inicial que prevalecía en el instante t_0 , habiendo girado el rotor a través de un ángulo de 30° en ocho escalones. Así, el número de escalones por revolución, que sería de 48 si se usaran dos estatores, se dobla de modo que sea 96.

La figura 5a, que representa la variación de la energía suministrada en función del tiempo, muestra que durante el procedimiento de conmutación, la energía suministrada decrece brevemente en el 25%, pero, como se muestra en la figura 5b, el par de salidas disminuye en solo el 6%, de modo que se mejora grandemente la uniformidad del par de salida.

En este motor, el número de escalones puede doblarse, porque en la condición de estado de régimen se excitan alternativamente 4 y 3 estatores y porque para el próximo escalón en el primer caso se desconecta del circuito el estator que, visto en la dirección opuesta a la dirección deseada de rotación, tiene el ángulo mayor entre los polos de estator y los polos de rotor asociados, y en el último caso se excita el estator no excitado en una dirección opuesta a la precedente, como se muestra en la fig. 6. En el instante t_0 los polos 13, 14, 15 y 16 son polos norte y los polos 13', 14', 15' y 16' son de nuevo polos sur, ya que las mitades de bobina 5', 6', 7'



y 8' están excitadas y no están excitadas las bobinas 5",
6", 7" y 8". En el instante t_1 la mitad de bobina 5' se
desconecta del circuito, lo que hace que el rotor se mue-
va en una distancia d_1 , es decir a través de un ángulo -
5 de $1^\circ 52'30''$: En el próximo impulso en el instante t_2 ,
la mitad de bobina 5" se conecta al circuito, moviéndose
de nuevo el rotor a través de un ángulo de $1^\circ 52'30''$. En
el instante t_3 , la mitad de bobina 6' se desconecta del
circuito y en el instante t_4 la mitad de bobina 6" se -
10 conecta al circuito, de modo que se excitan alternativa-
mente tres y cuatro estatores. Los diversos escalones se
muestran en la figura 7 para una mitad del ciclo, estan-
do representados los polos norte por rectángulos negros,
estando representados los dientes polares no excitados -
15 por rectángulos rayados y siendo los polos restantes po-
los sur. La variación de la energía suministrada se mues-
tra en la figura 8a y la del par de salida en la figura
8b. El número de escalones del motor es ahora 192 y el
par de salida varía en solo aproximadamente el 8%. La -
20 unidad de control B puede ser un conmutador mecánico, -
como se muestra diagramáticamente en la figura 9 para 96
escalones y en la figura 10 para 192 escalones. Tal con-
mutador puede moverse, por ejemplo, por un segundo motor
de marcha escalonada, que es controlado por los impulsos
25 de entrada y toma 8 y 16 escalones, respectivamente, por
revolución.

El conmutador comprende ocho contactos 25, 26,
27, 28, 29, 30, 31, y 32, que están dispuestos en un cír-
culo y están conectados cada uno de ellos a una de las -
30 mitades de bobina 5', 6', 7' y 8', 5" , 6" , 7" y 8". A



lo largo de estos contactos se mueve un segmento metálico 33, que está conectado a un terminal de una fuente de -- voltaje de corriente continúa B_a y, si el motor de marcha escalonada de acuerdo con la invención ha de tomar 96 --
5 escalones por revolución, se mueve por un segundo motor de marcha escalonada M que toma 8 escalones por revolución, de modo que en cada impulso el segmento gira en -- 45°, como se muestra en la figura 9, y si el motor de -- acuerdo con la invención ha de tomar 192 escalones por --
10 revolución, se mueve por un motor de marcha escalonada M_1 que toma 16 escalones por revolución, de modo que el segmento se gira a través de 22° 30' en cada impulso, como se muestra en la figura 10.

Los motores M y M_1 se mueven por los impulsos --
15 de entrada de la unidad de control B de la figura 3 y de la figura 6, respectivamente.

Naturalmente, es obvio que el conmutador mecánico puede reemplazarse por un conmutador electrónico.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Holanda con fecha 20 de Mayo de 1.968, bajo --
20 el número 6807144, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

- REIVINDICACIONES -

30

Los puntos de invención, propia y nueva, que --

7-6-69



se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

5
10
15
20

1.- Un motor de marcha escalonada que comprende una pluralidad de estatores coaxiales, que están provistos, cada uno de ellos, de al menos una bobina anular, que está situada entre dos placas, hechas de un material ferromagnético blando y que tienen dientes polares que están dispuestos en un círculo y al ser excitados, forman polos alternos norte y sur, que cooperan con polos alternos norte y sur de al menos un rotor magnético permanente que están dispuestos también en un círculo, siendo el número de polos de cada rotor igual al de cada uno de los estatores, caracterizado porque están previstos n estatores, en que $n \geq 2$ y porque el ángulo entre los polos de cada estator con relación a los polos de rotor asociados es diferente del ángulo entre los polos de otro estator con relación a sus polos de rotor asociados, - siendo la diferencia igual a $\frac{m}{n}$ veces el ángulo de paso de los polos del mismo estator, en que m es el número entero y varia entre 1 y (n-1).

25

2.- Un motor según la reivindicación 1, caracterizado porque cada una de las bobinas consiste en dos mitades.

30

3.- Un motor según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque en la condición de estado de régimen todos los estatores están excitados y porque para cada escalón se conecta el estator que, visto en una dirección opuesta a la dirección deseada de rotación, tiene el ángulo mayor entre los polos de estator y los polos de ro-

12 JUN



tor asociados.

4.- Un motor según las reivindicaciones 1 ó -
2, caracterizado porque en la condición de estado de ré-
gimen se excitan alternativamente n y $(n-1)$ estatores,
5 y porque para el próximo escalón en el primer caso se
desconecta del circuito el estator que, visto en la di-
rección opuesta a la dirección deseada de rotación, tie-
ne el ángulo mayor entre los polos de estator y los po-
los de rotor asociados y en el último caso se excita --
10 el estator no excitado en una dirección opuesta a la --
precedente.

5.- Un motor de marcha escalonada.

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

Esta Memoria consta de trece hojas escritas
a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 12 JUN 1969

P.A.

Alfredo de Eizaburu
Por Fedor.

7-6-69/RTA.-

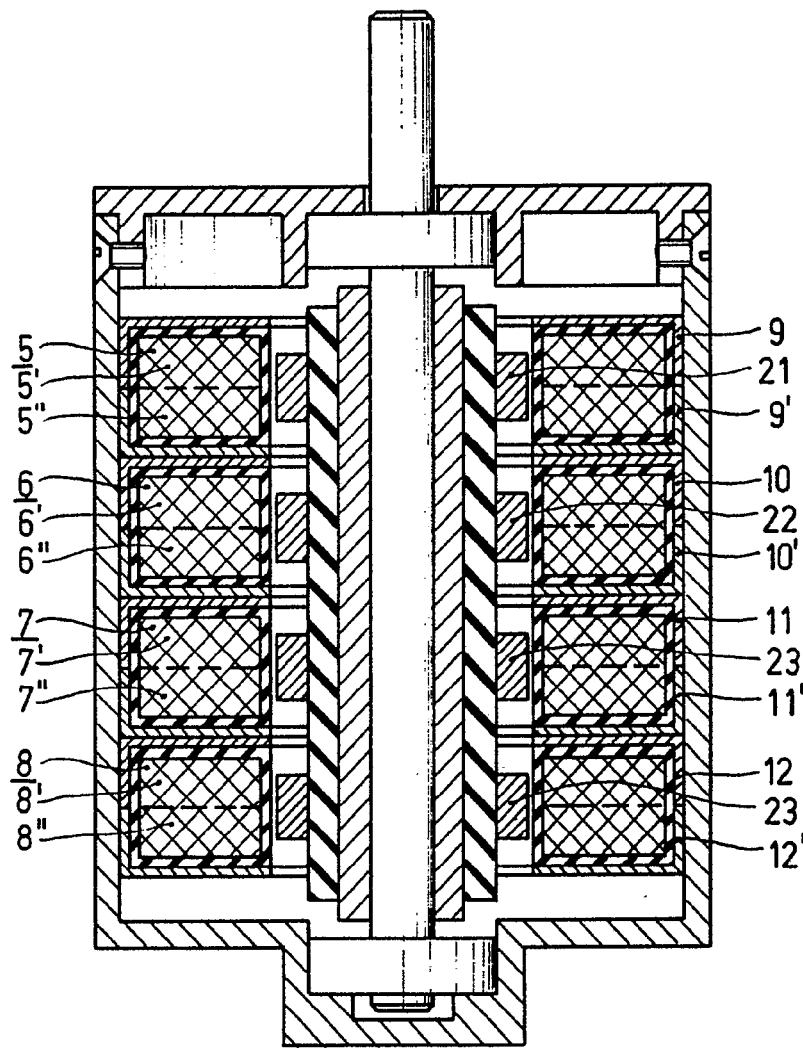


fig. 1

W. H. KIZAGUTU
[Handwritten signature]

12

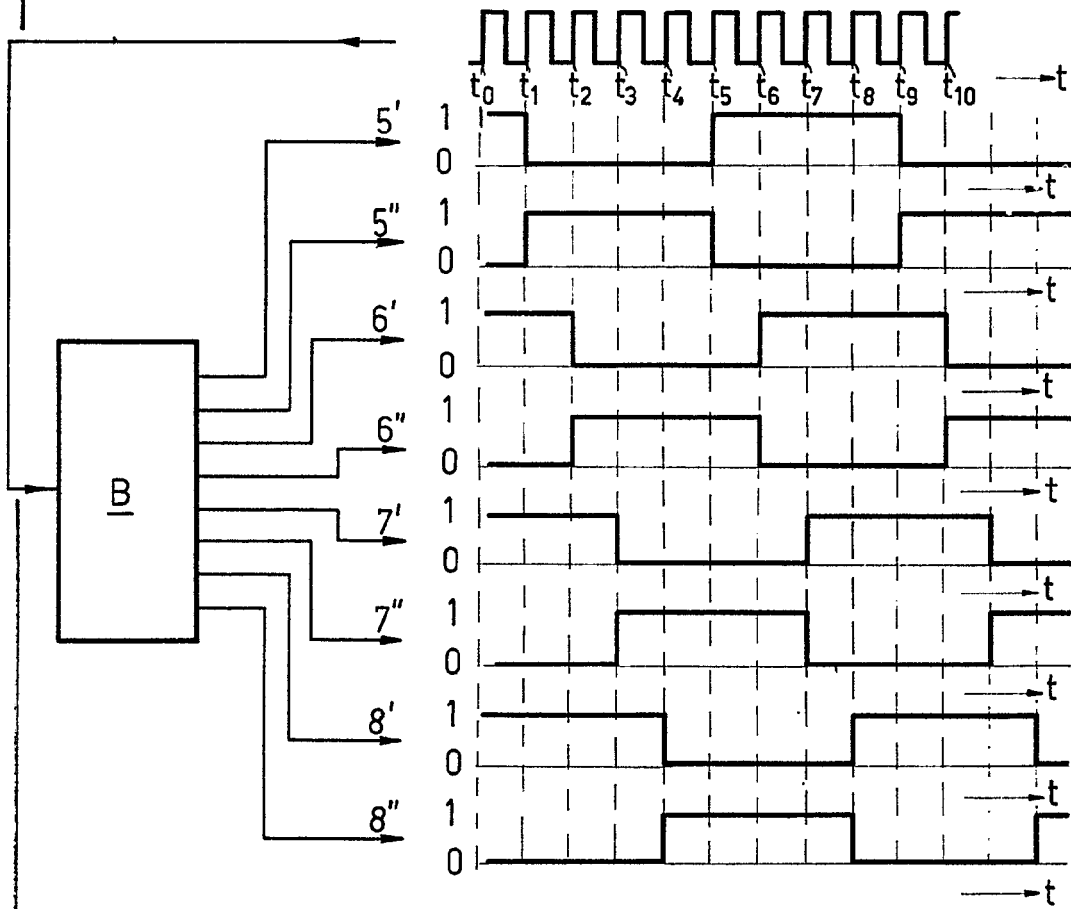


fig.3

Handwritten signature

12 JUN 1967

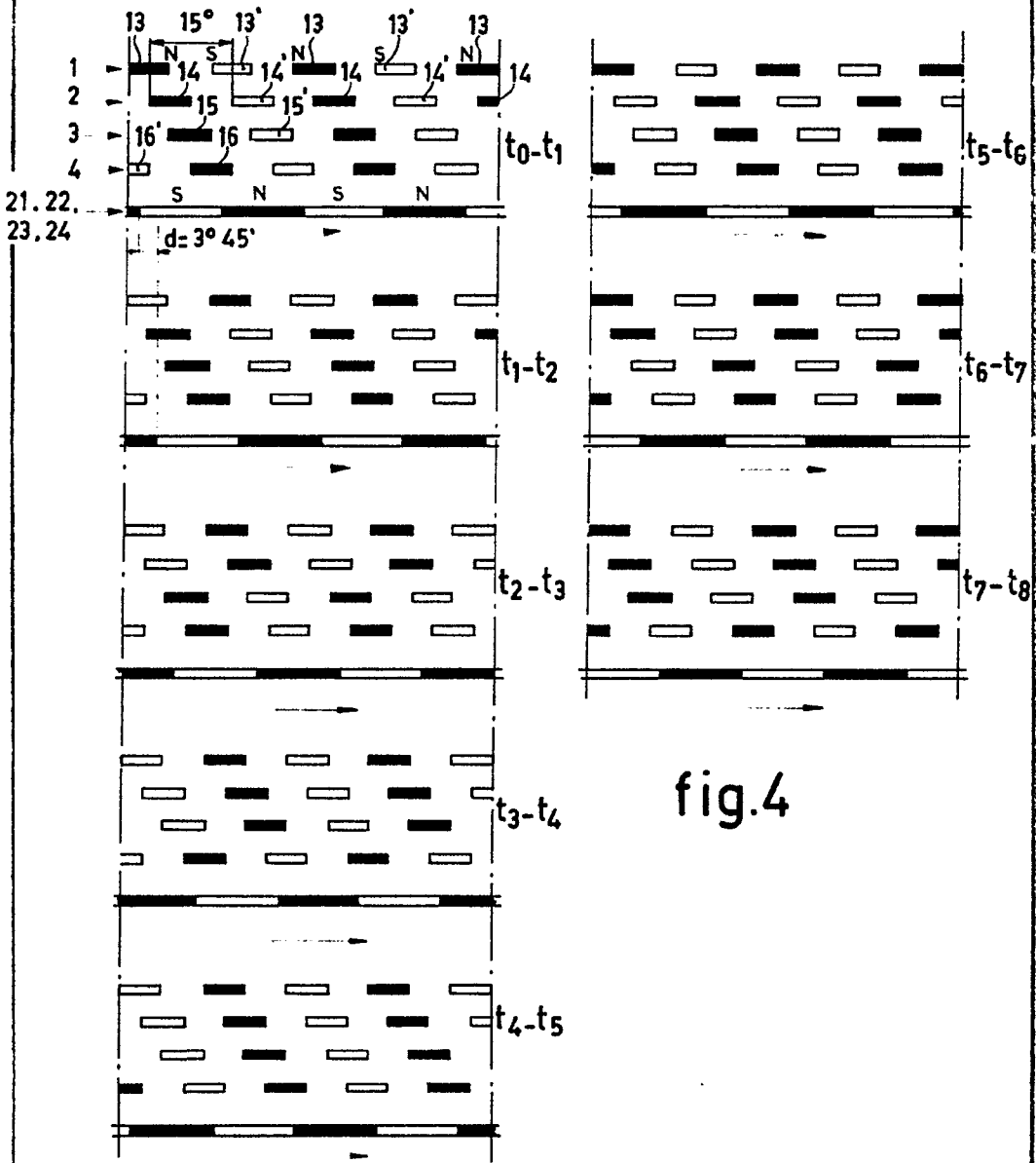


fig.4

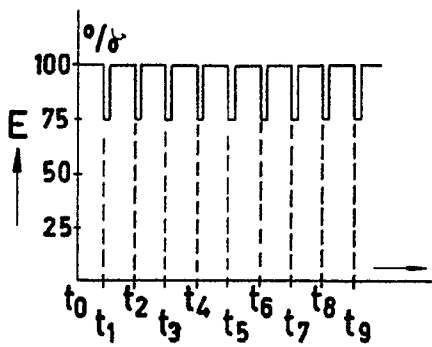


fig.5a

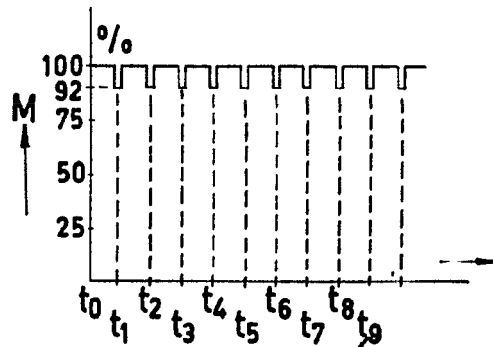


fig.5b

Handwritten signature or initials.

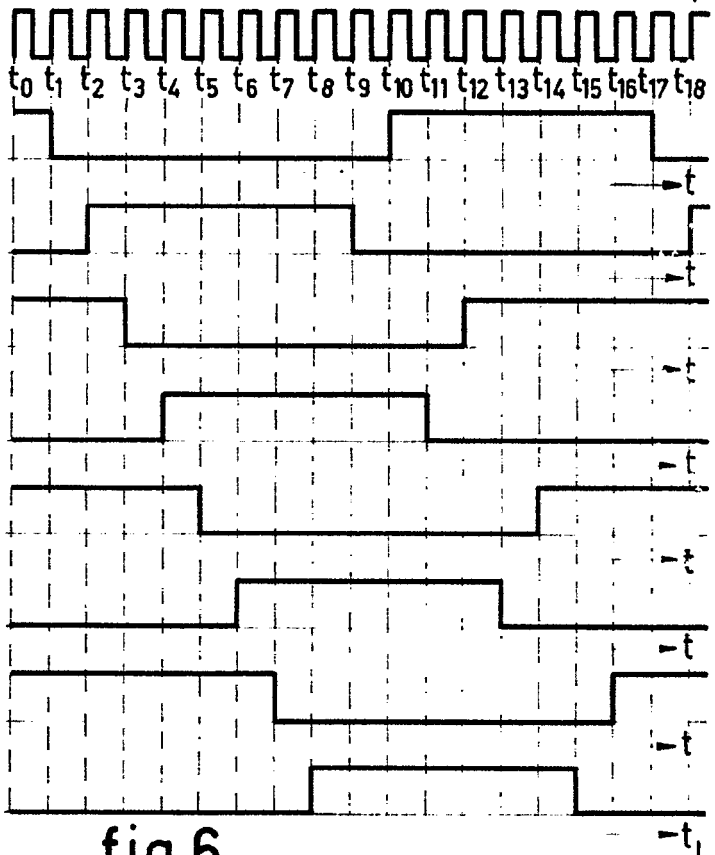
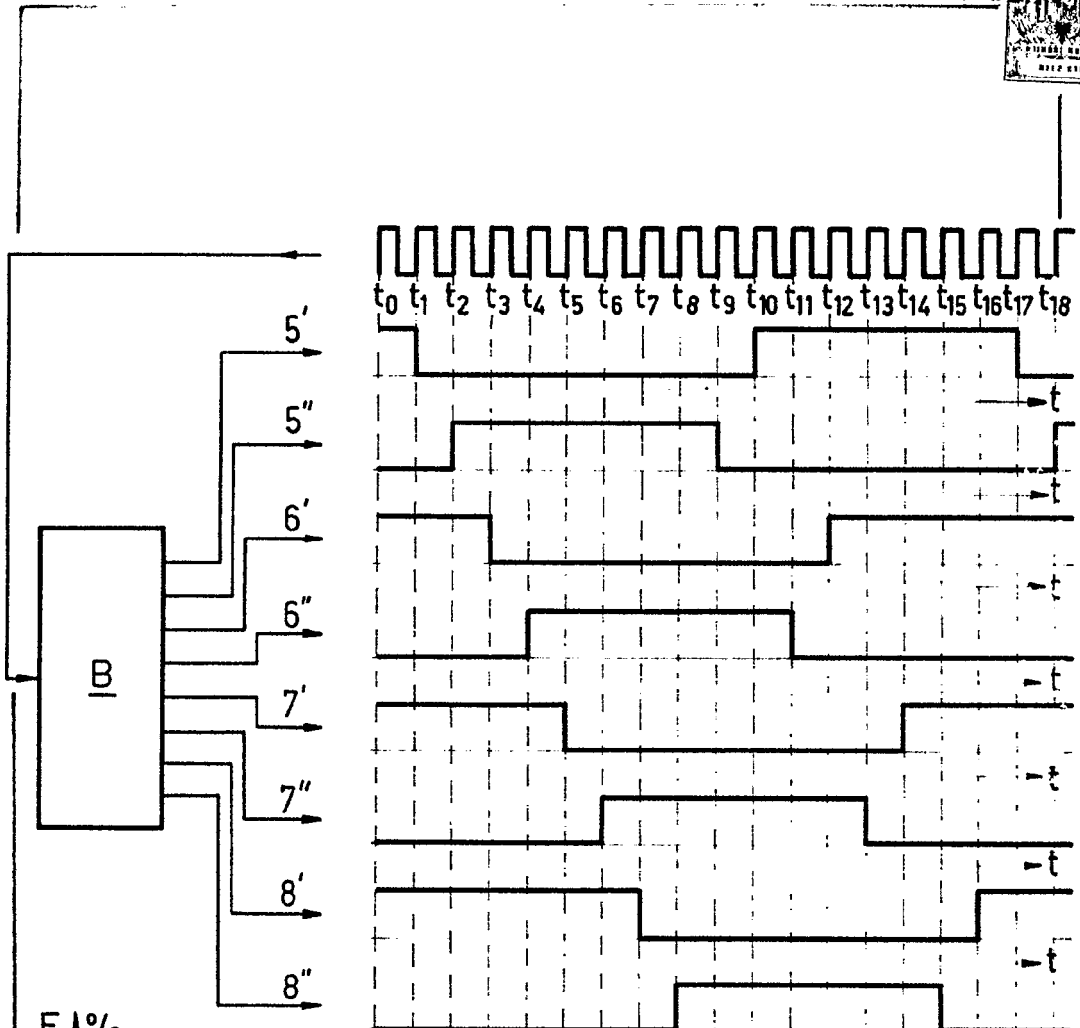


fig.6

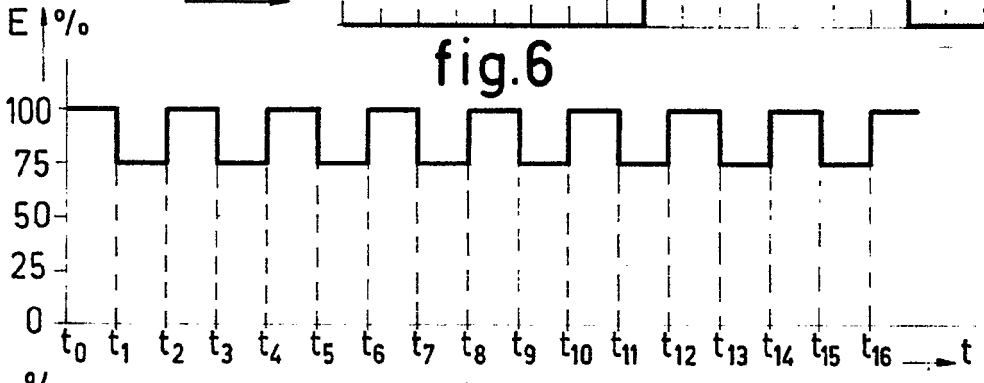


fig.8a

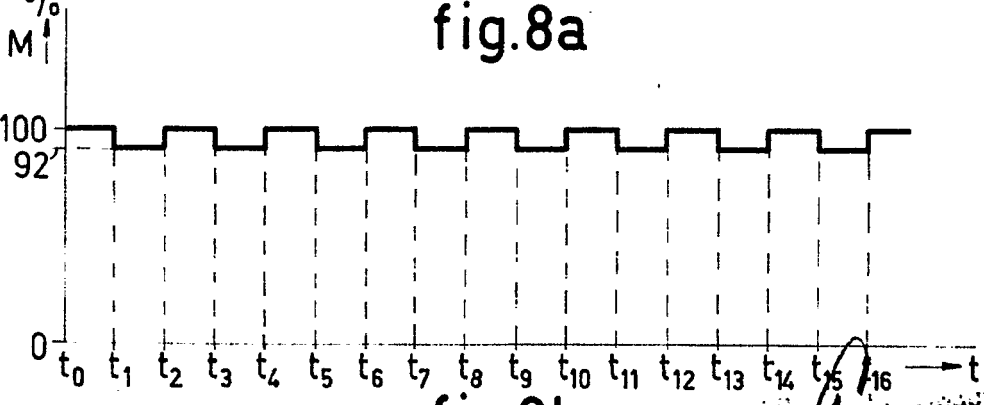


fig.8b

Handwritten signature or initials.

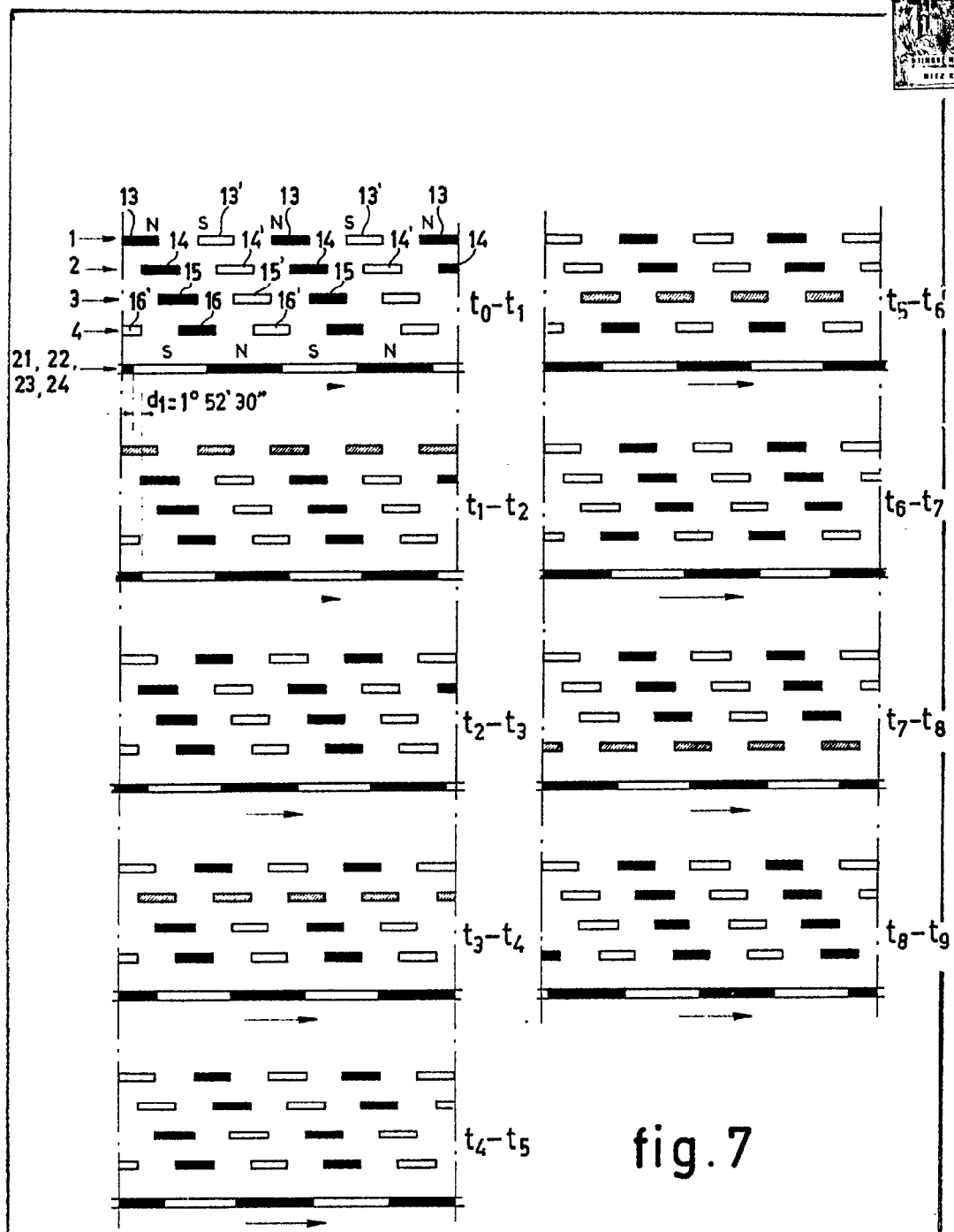


fig. 7

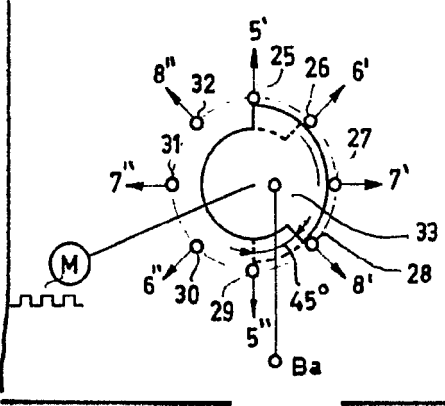


fig. 9

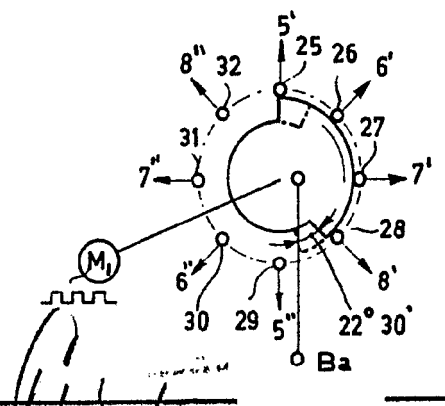


fig. 10