

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



10 ES	11	NUMERO	453924	A 1
	21	FECHA DE PRESENTACION	-3 DIC. 1976	

**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
.. ..	.. ..	.. ..

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
		.. ..

64 TITULO DE LA INVENCION

**"Procedimiento para la regulaci3n de la velocidad en motores asincronos"**

71 SOLICITANTE (S)

**D. Juan PUIG SANCHEZ**

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

**Eloano 41, BARCELONA**

72 INVENTOR (ES)

**el propio solicitante**

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

**M. Caroll Suñol**

R-4123-4

**POOR  
QUALITY**

P A T E N T E     D E     I N V E N C I O N

por VEINTE años

solicitada en España a favor de D. JUAN PUIG SANCHEZ, de nacionalidad española, domiciliado en calle Elcano, núm. 41, Barcelona, por "Procedimiento para la regulación de la velocidad en motores asíncronos". - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. La presente invención se refiere a un procedimiento para la regulación de la velocidad en motores asíncronos, de aplicación en sus variantes de trifásicos con rotor en cortocircuito, de rotor con anillos, y monofásico de condensador permanente, realizado dicha regulación entre aproximadamente la velocidad cero y la de sincronismo, permitiendo conseguir los pares máximos definidos por la curva par-velocidad del motor asíncrono normal. - - - - -

10. Los métodos que tradicionalmente se venían utilizando, tales como la conmutación del número de polos, la intercalación de resistencias permanentes en los motores de anillos, las conexiones en cascada, y los motores del tipo shunt de corriente alterna, se vieron superados por la verdadera regulación que  
15. ofrecían los amplificadores magnéticos primero, y posteriormen-

te por los tiristores, de manera que en la actualidad los métodos más utilizados son el de la alimentación de motores de corriente continua por puentes de tiristores, estando en proceso de introducción la regulación de velocidad en motores de corriente alterna, en los cuales el rotor desliza al ceder energía controlada a la red. Por ser antieconómicos, han quedado prácticamente en desuso los reguladores de velocidad por variadores de frecuencia estáticos "onduladores". - - - - -

Otro sistema conocido es el que consiste en variar la tensión de alimentación de la red, con lo que se varía el par, que si bien es el procedimiento de más fácil ejecución, ofrece los siguientes inconvenientes: No proporciona una verdadera regulación de velocidad, ya que no puede variarse una velocidad en vacío, la cual viene impuesta por la frecuencia. Para un deslizamiento dado, el par es proporcional al cuadrado de la tensión, por lo que reduciendo la tensión se reducen las posibilidades del motor. - - - - -

El procedimiento objeto de la invención significa una notable mejora técnica y económica, tanto para los componentes electrónicos que intervienen, como para el motor, siendo este último muy similar a los de serie y, por lo tanto, muy accesible en el mercado. - - - - -

El principio del procedimiento, que actúa como "variador de velocidad por impulsos", se caracteriza porque la regulación se realiza por la interrupción de la alimentación del motor al nivel de la velocidad que se elige, seguida de

una conexión cuando el motor tiende a deslizar por debajo de dicha velocidad, produciéndose durante estos ciclos de conexión y desconexión unos impulsos motores cuya frecuencia puede llegar a ser óptativamente igual a la frecuencia  $f$  de la red, con un tiempo de aplicación de par motor que puede llegar a ser inferior a  $1/f$ , dependiendo esta duración del valor del par antagónico, por lo que la elevada secuencia de conexiones y la corta duración de las mismas a que se somete el motor es sólo factible con el empleo de tiristores, de modo que con el objeto de que las variaciones de velocidad producidas por dichos impulsos sean lo más pequeñas posibles, máxime cuando el par antagónico es pequeño o en la marcha en vacío, se hace que el motor funcione en conexión monofásica y sólo cuando el par antagónico supera al monofásico, se produce la marcha según conexión trifásica, existiendo la posibilidad de frenado por corriente continua pulsatoria producida por un diodo y la disposición del condensador cuando la carga tienda a arrastrar el motor. - - - - -

Otros objetos y características de la invención se irán dando a conocer en detalle a lo largo de la descripción que sigue, haciendo referencia a los dibujos ilustrativos que la acompañan. En los dibujos: - - - - -

Figura 1, representa la curva T de par-velocidad del motor funcionando como trifásico, y la curva M de par-velocidad del motor trabajando como monofásico, con secuencias de un ciclo de tensión con alimentación en monofásico. - - -

Figura 2, es un esquema de bloques referido a la figura anterior. - - - - -

5. Figura 3, representa la curva T de par-velocidad del motor funcionando en trifásico, y la curva M de par-velocidad del motor trabajando en monofásico, con línea de par a-S que delimita las zonas de marcha y paro. - - - - -

10. Figura 4, corresponde a la secuencia de un ciclo de la tensión de alimentación en monofásico, en función del error, del deslizamiento, del ángulo de encendido y del par antagónico, y en tres instantes del funcionamiento en trifásico. - - - - -

Figura 5, representa una onda triangular en fase con la tensión de red, según la figura 4, determinando el instante de encendido del tiristor. - - - - -

15. Figura 6, representa el nivel de tensión, con respecto a la velocidad elegida. - - - - -

Figura 7, es un esquema en bloques de un circuito completo, para un motor alimentado con arreglo a la invención.

20. Figura 8, es un esquema de bloques simplificado, referido a la invención. - - - - -

Basándose en el principio de funcionamiento expuesto, se llevan a la práctica los dos procedimientos que se expresan a continuación. - - - - -

En primer lugar, se expone un procedimiento con tiempo de impulso igual a  $n \cdot 1/f$ , siendo  $f$  la frecuencia y  $n = 1, 2, 3, 6, 4$ . Se supone un motor que responde a las curvas de par  $M$  (marcha monofásica) y  $T$  (marcha trifásica), según figura 1, en que el par antagónico venga dado por la curva  $RR'$ . En el margen derecho de la figura se han dibujado las tensiones senoidales que, por este procedimiento, se aprecian en las bornas del motor, en función del par solicitado. Cuando la citada curva responde a una senoide de ciclo continuo 1 y por tanto al funcionamiento normal del motor en este punto en monofásico. En cambio, el punto 5 es la marcha en vacío teórica y sólo aparecen las semiondas de frenado por c.c. Entre las curvas 1-5 caben las posibilidades de par motor 2, 3 y 4. - - - - -

Como se observa, el motor progresa a lo largo del pequeño deslizamiento  $S-S'$  en monofásico, en forma escalonada. Si se elige  $g$  como punto de trabajo, el par antagónico está comprendido entre los niveles 2-3 y por tanto el par resultante es alternativamente acelerado o retardado a lo largo de 2-3, por lo que se mantiene el equilibrio alrededor de  $g$ . Dicho deslizamiento  $e-S''$  es pequeño y depende no sólo de  $t$  o tiempo de duración del semiperíodo, sino también de la agilidad del circuito electrónico en detectar el cambio de velocidad. - - -

Se comprende que el nivel de velocidad se elige por comparación entre la tensión de la dínamo  $D$ , que es función de la velocidad, y la tensión potenciométrica de referencia  $U$  o velocidad elegida. Cualquier desplazamiento hacia la izquier-

da (frenado), produce un error que aún siendo pequeño del orden de  $N-U=0,1$  V, es suficiente para encender el tiristor, lo que hace que se recupere el punto de trabajo  $g$ . Cualquier desplazamiento hacia la derecha, produce el apagado del tiristor, causando una recuperación negativa y hacia el punto  $g$ .

5.

Dentro del estrecho margen que representan  $0,1$  V aproximadamente, se producen los contactos de encendido y de apagado necesarios para que haya equilibrio de impulsos entre par motor (M-R) y par resistente R. Los instantes de encendido y apagado no están exactamente comprendidos dentro de la franja DV para  $e=0,1$  V ya que el instante de encendido y apagado no se produce hasta que la onda pasa por cero y puede no coincidir con la orden de apagado. - - - - -

10.

En la misma figura 1, se tiene que la zona comprendida en T-N-M y el eje P, corresponde al funcionamiento de las fases a-b-c. La zona comprendida en M-N, eje A y eje P, corresponde al funcionamiento de las fases a-c. La recta R-R' corresponde al par antagónico. La zona S-S' corresponde a la zona de deslizamiento en monofásico. La zona S'-S'' corresponde a la zona de deslizamiento en trifásico. La zona comprendida entre líneas A-F es la de frenado. La línea escalonada  $g$  delimita las zonas de marcha y paro. La fase f.a o secuencias de un ciclo de tensión de alimentación en monofásico (1-2-3-4-5) en función del valor de  $g$  del par resistente R y el deslizamiento de  $g$ . - - - - -

15.

20.

25.

Se justifican las igualdades en el margen derecho de dicha figura 1, por la fórmula:  $n'(M-r)T=nTR=jv$ , siendo  $n$  el número de ciclos apagados,  $j$  el momento de inercia axial giratorio,  $v$  la velocidad angular y  $n'$  el número de ciclos encendidos. - - - - -

5.

Con respecto al esquema de bloques de la figura 2, CC es el circuito comparador, N el nivel de referencia de velocidad, Nd el nivel de disparo, Cd el circuito de disparo, Cs el rectificador de onda completa, Ce el circuito de encendido para la marcha en monofásico. A distinto nivel N (monofásico), y cuando el par antagónico supera la curva normal M, actúa la fase  $b$  por el mismo sistema, pero en este caso se actúa sobre las dos semiondas. - - - - -

10.

La elección de la velocidad se hace por N y el motor funciona solidario a la dinamo y se acelera hasta que la tensión de la misma se iguala a la de N, en cuyo instante el C.C. emite una señal de tensión que provoca el disparo de Cd de acuerdo con el margen de error fijado por Nd. Dicho disparo actúa anulando la tensión de alimentación del generador de impulsos de encendido Ce, por lo que el tiristor se apaga una vez terminado el ciclo de la semionda, siendo el tiempo  $T/2=ct$ . A dicha anulación precede un nuevo impulso al decrecer la velocidad del motor por debajo del nivel de N, iniciándose de nuevo el ciclo. - - - - -

15.

20.

En el segundo procedimiento, se considera ahora la

25.

figura 3, suponiéndose un motor trifásico con tiempo de impulsos igual o inferior a  $1/f$ , cuyas curvas de par-velocidad, en trifásico y en monofásico, respondan a las indicadas por T y M, y cuyo par antagónico responda a la curva R-R'. Se pretende que funcione el dispositivo receptor a la velocidad S. Se observa que en el momento del arranque la velocidad V es cero, y que también lo es en U (tensión de la dinamo tacométrica) y, por lo tanto, el error N-U es muy superior a  $e_4$ , por lo que los tiristores de la fase a están encendidos, siguiendo en esta situación hasta llegar a S'', y a partir de este punto hasta S' se apagan progresivamente los tiristores de la fase b, de suerte que la forma de apagarse los mismos es similar a la de la marcha en monofásico que se explica a continuación.

En S' el error es  $N-U_4=e_4$ , cuyo valor comparado con el valor instantáneo de la tensión de rampa, da el instante de encendido. En este caso el ángulo de encendido es máximo, o sea la totalidad de la onda, y el punto r' es el de equilibrio entre el par resistente y el par antagónico, o sea el punto de trabajo, siguiéndose la línea discontinua de la figura 3. - - -

En el supuesto de que por inercia se desplazara el motor hasta S<sub>3</sub>, según la línea de puntos y rayas, el error sería entonces  $e_3$  que corresponde a un nivel de rampa inferior y a un ángulo de encendido  $T_{13}$  que a su vez corresponde un par motor inferior al del receptor, y por tanto con tendencia a retroceder hasta el punto r de equilibrio. - - - - -

Si por inercia o por arrastre de la carga se anula

el error, o se hace negativo, se produce el apagado del tiristor de la fase a, quedando el motor alimentado por corriente continua pulsatoria, a través del diodo, produciendo un efecto de frenado y por tanto sin posibilidad de progresar hacia A. - - - - -

5.

Para justificar la curva de par, se puede comprobar prácticamente que el motor en vacío determina una tensión en bornas, reflejada por el ciclo 1 en el osciloscopio, a medida que se produce y de forma progresiva el par antagónico, el ciclo de tensión pasa por los oscilogramas 2, 3 y 4. Se aprecia que el 4 corresponde al ciclo continuo del motor monofásico, alimentado normalmente, y por tanto determina el par máximo de funcionamiento normal, en cuyo caso es  $S'-r'$ . - - -

10.

Esta experiencia hace comprender que el impulso positivo resultante, producido por el campo giratorio del motor y la carga, es:  $(M-R)T_1=J.V.$  y el impulso negativo producido durante el tiempo de desconexión, es:  $-R.t=V.J.$  - - - - -

15.

Para que haya equilibrio dinámico, las cantidades de movimiento han de ser iguales, llegándose a la fórmula  $R=M.T_1/T$ . Esta es la fórmula que bajo las consideraciones estimadas da el valor del par en función de  $T_1$  ó ángulo de encendido. - - - - -

20.

En la figura 7 se representa el circuito de alimentación del motor M por los tiristores t, estando el motor acoplado a la dinamo taconétrica D. Los bloques representados

25.

- en dicha figura son los siguientes: Un generador de ondas cuadradas  $G_c$ , un generador de ondas en dientes de sierra o rampa  $G_s$ , un nivel de referencia de velocidad  $N$ , un circuito comparador  $G_o$ , un variador de nivel de inicio de rampa, y un circuito  $C_e$  de encendido por impulsos para la fase  $a$ . Anexo hay otro circuito de encendido por impulsos para la fase  $b$ . Con ello queda completo el circuito, pudiéndose no obstante utilizarse, especialmente para la fase  $b$ , una rampa de dientes senoidal dado que es más económica por emplear un rectificador de onda completa  $R$  con variador de nivel  $V$ . - - - - -
- 5.
- 10.

- Con respecto al anterior esquema de bloques, variando en  $G_s$  la pendiente de la onda triangular, se obtiene el ajuste de  $S-S'$  o deslizamiento en monofásico. El instante  $S'$  en que empieza a conducir la fase  $b$ , se obtiene con el variador de nivel  $V_n$  de la fase  $b$ . El ajuste del deslizamiento  $S'-S''$  en trifásico, se obtiene como en el caso anterior, variando la pendiente de la rampa. Se procura que  $S-S'$  más  $S'-S''$  sea del orden del 5% de la velocidad de vacío como término medio. Manipulando el variador de nivel  $V_n$ , se puede alejar o superponer los segmentos  $S'S'$  y  $S'-S''$ , figura 3, con lo que el desfase de encendido de los tiristores de las fases  $a$  y  $b$ , puede variarse, y si se desea, pueden efectuarse a la vez, con lo que prácticamente se elimina la marcha en monofásico, y el motor trabaja de hecho sobre la curva  $T$ . En la eventualidad de que el punto  $S'$  no coincida a lo largo de la regulación de velocidad, se precisa hacer un enclavamiento mecánico entre el potenció-
- 15.
- 20.
- 25.

metro del nivel de referencia y el potenciómetro que regula el valor máximo de la onda senoidal rectificada. - - - - -

5. Las expresiones matemáticas y diseños teóricos pueden diferir de la realidad, pero sirven como explicación que da una idea clara del funcionamiento cuyos resultados ocurren en la realidad que es lo que se trata de demostrar. - - - - -

10. La figura 8 muestra un esquema de bloques en el que se cumplen las funciones anteriormente apuntadas, y en el que D es la dinamo tacométrica que, por tensión, da la situación de velocidad del motor M acoplado a ella, que se compara con el nivel de velocidad elegida N, cualquier diferencia entre dicha velocidad elegida N y la del motor M se traduce en el circuito comparador C.C. de apagado de Ce si el motor llega al nivel elegido o encendido cuando este motor tiende a des-  
15. lizar por debajo de dicho nivel. - - - - -

20. Descrietas convenientemente las características de la invención, se hace constar que en la misma podrán introducirse cuantas variantes de detalle pueda aconsejar la experiencia, siempre que con ello no se modifique la esencialidad de la misma que es la que se resume y concreta en las reivindicaciones que siguen. - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - - -

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la regulación de la velocidad en motores asíncronos, caracterizado porque la regulación se realiza por la interrupción de la alimentación del motor al nivel de la velocidad que se elige, inferior a la de sincronismo, seguida de una conexión cuando el motor tiende a deslizar por debajo de dicha velocidad, produciéndose durante estos ciclos de conexión y desconexión unos impulsos motores cuya frecuencia puede llegar a ser óptativamente igual a la frecuencia  $f$  de la red, con un tiempo de aplicación de par motor que puede llegar a ser inferior a  $1/f$ , dependiendo esta duración del valor del par antagónico, por lo que la elevada secuencia de conexiones y la corta duración de las mismas a que se somete el motor es sólo factible con el empleo de tiristores, de modo que con el objeto de que las variaciones de velocidad producidas por dichos impulsos sean lo más pequeñas posibles, máxime cuando el par antagónico es pequeño o en la marcha en vacío, se hace que el motor funcione en conexión monofásico y sólo cuando el par antagónico supera al monofásico, se produce la marcha según conexión trifásica, existiendo la posibilidad de frenado por corriente continua pulsatoria producida por un diodo y la disposición del condensador cuando la carga tienda a arrastrar el motor. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

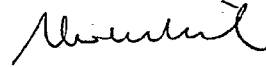
2.- "PROCEDIMIENTO PARA LA REGULACION DE LA VELOCIDAD EN MOTORES ASINCRONOS". - - - - -

25. Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de trece hojas, foliadas y mecan-

grafadas por una sola de sus caras, y de ocho figuras que la  
ilustren.

MADRID - 3 DIC. 1976

P. A. M. CURELL SUÑEZ



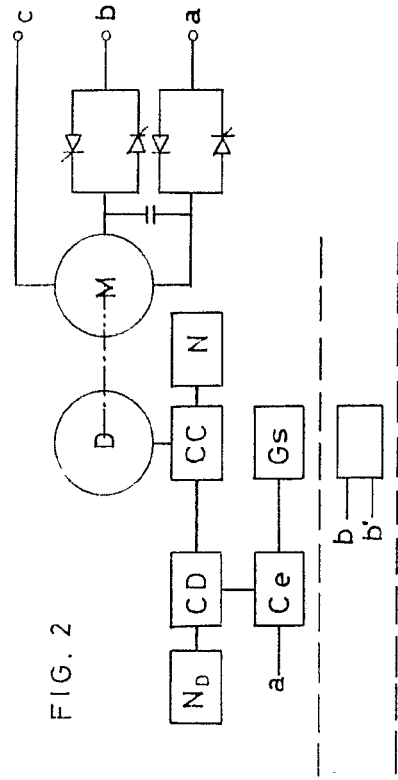


FIG. 2

FIG. 7

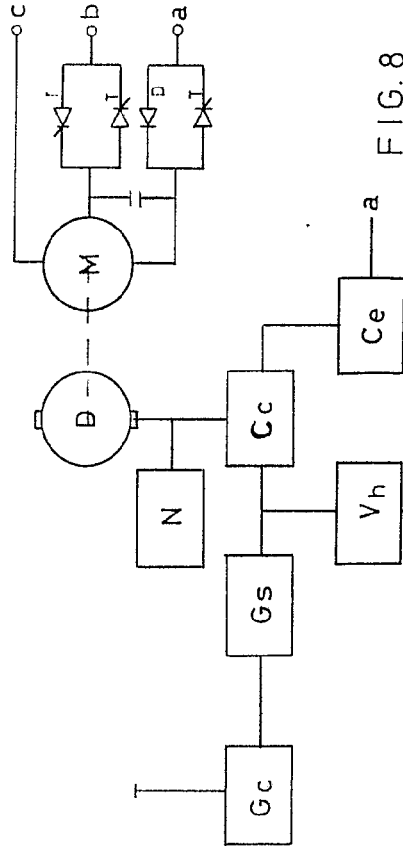


FIG. 8

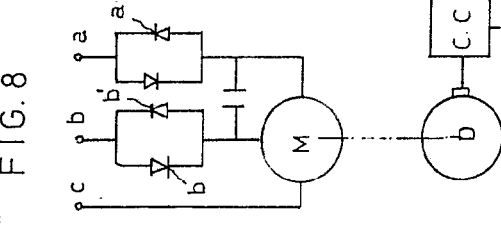
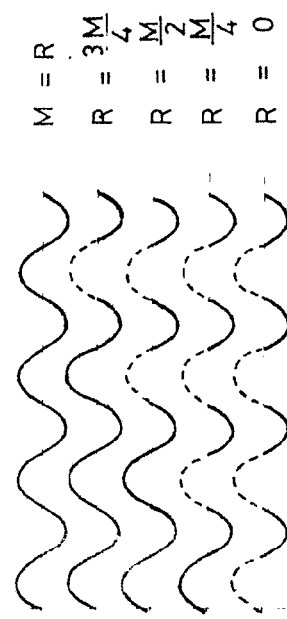
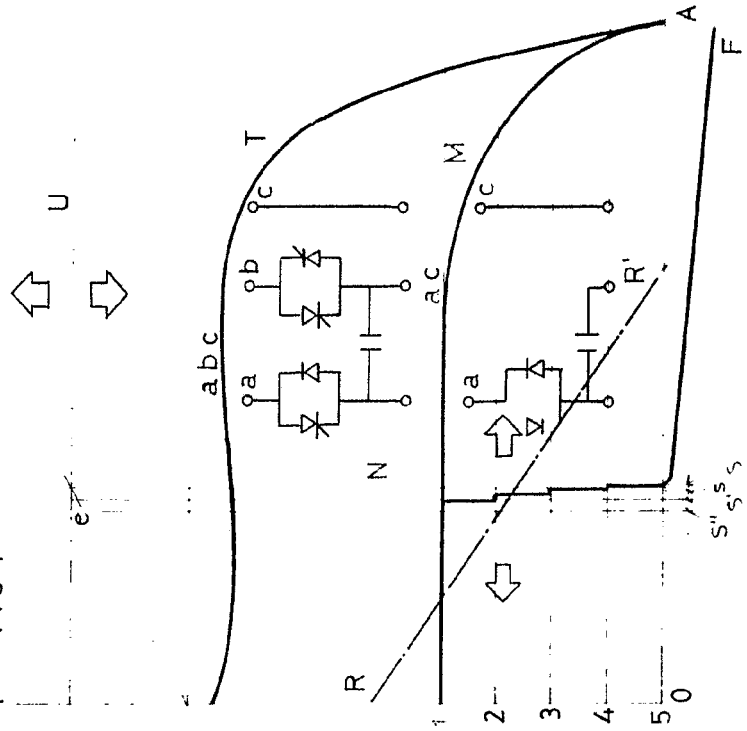


FIG. 1



$$\begin{aligned}
 M &= R \\
 R &= \frac{3M}{4} \\
 R &= \frac{M}{2} \\
 R &= \frac{M}{4} \\
 R &= 0
 \end{aligned}$$

FIG. 2

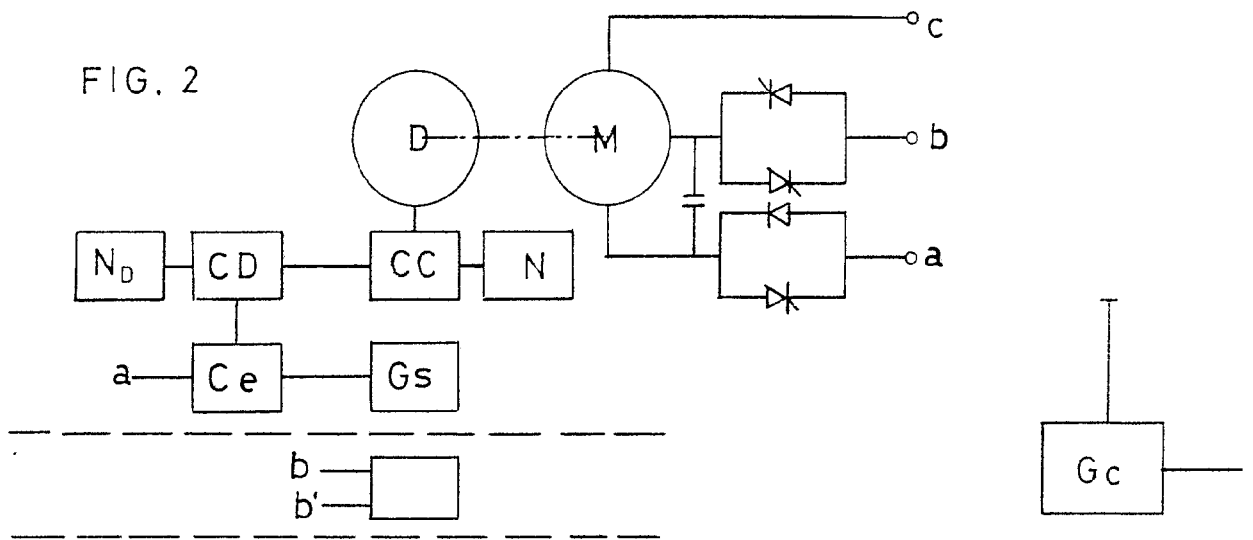


FIG 1

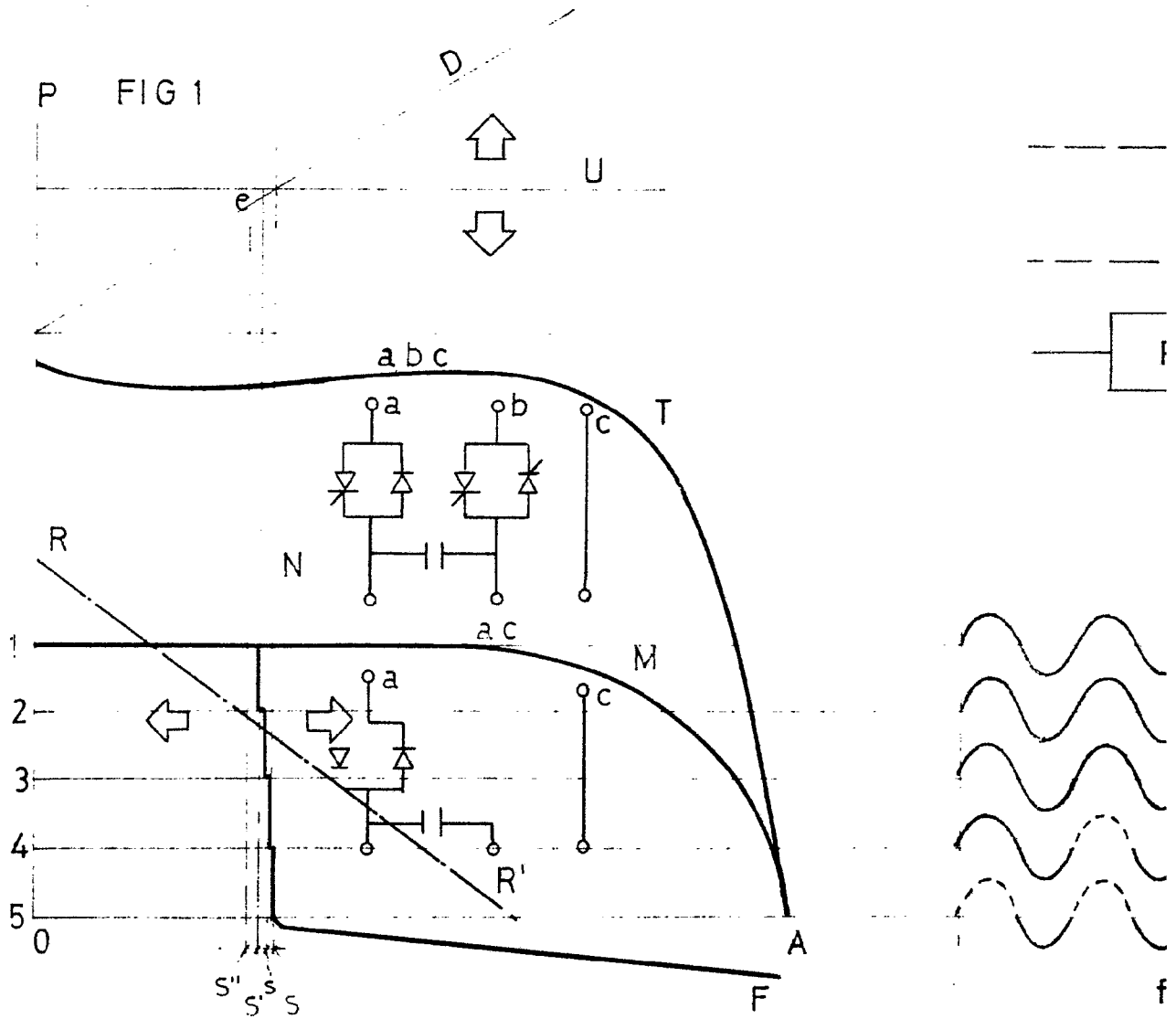


FIG. 7

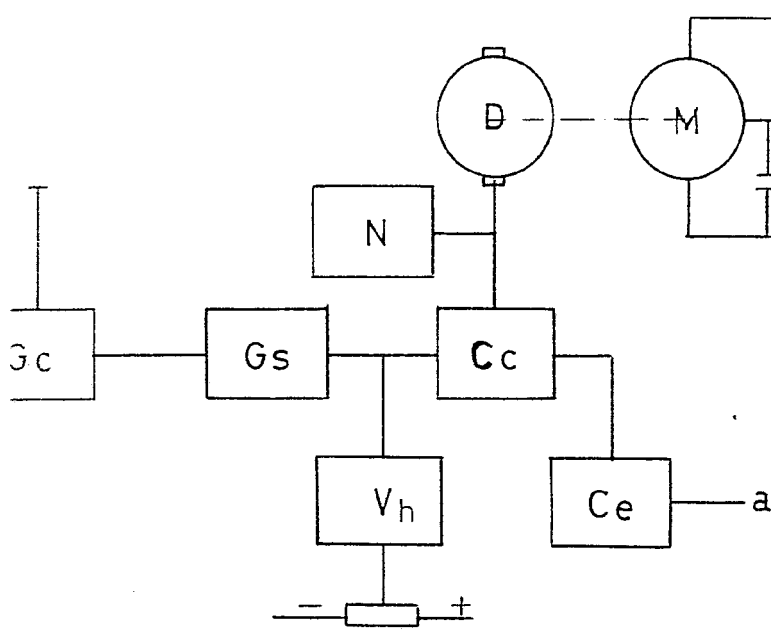
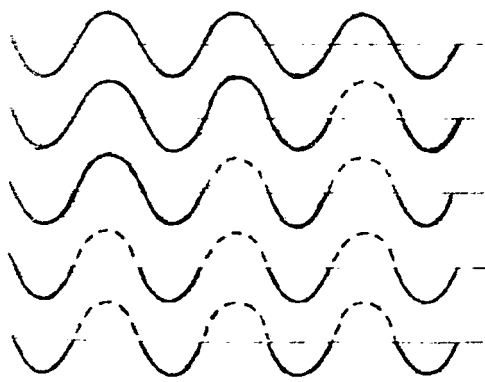
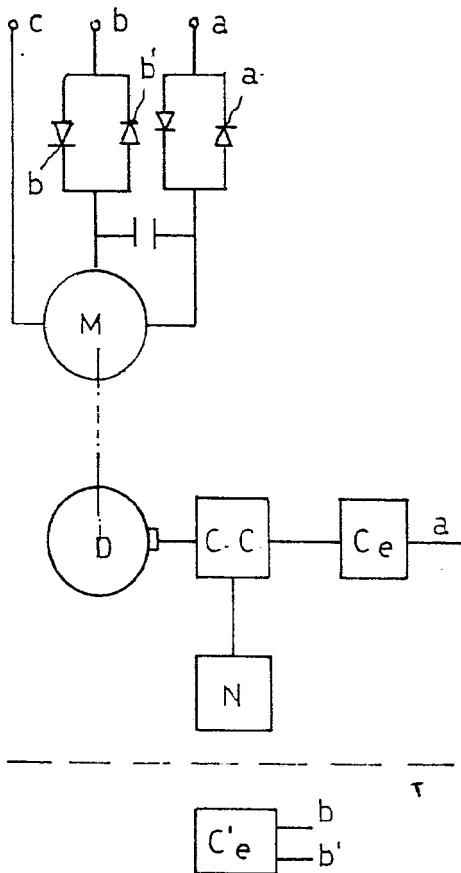


FIG. 8



f. a

$$\begin{aligned}
 M &= R \\
 R &= \frac{3M}{4} \\
 R &= \frac{M}{2} \\
 R &= \frac{M}{4} \\
 R &= 0
 \end{aligned}$$

MADRID - 3 DIC. 1976

P.A. M. CURELL SUÑOL

*Abelcunill*

FIG. 6

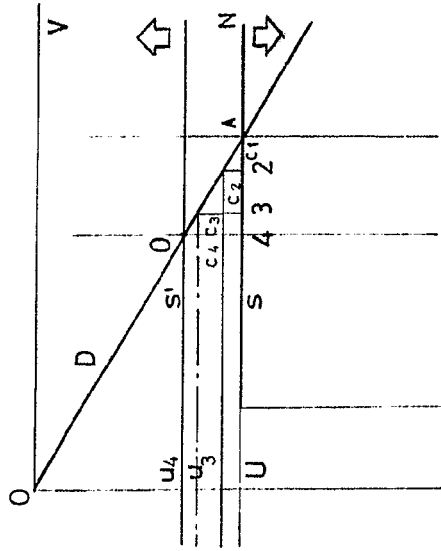


FIG. 5

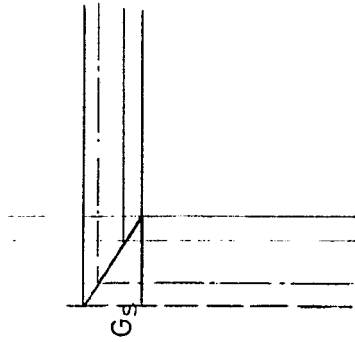


FIG. 3

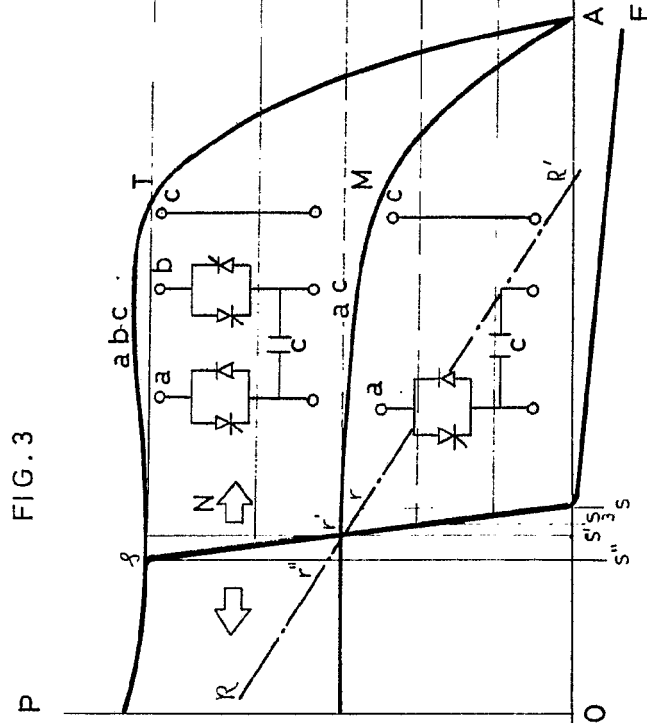
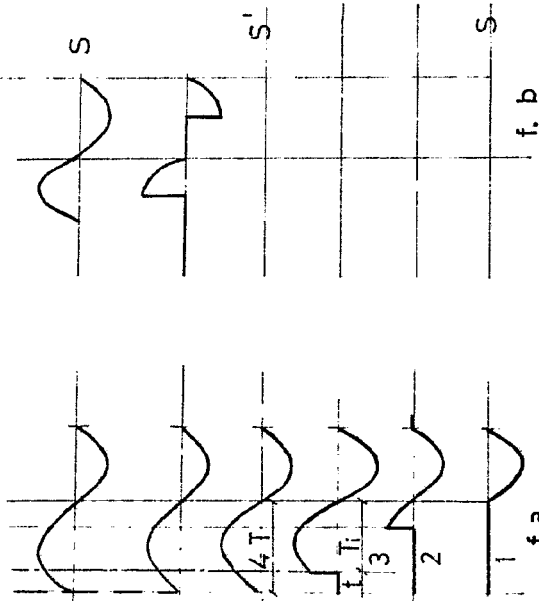


FIG. 4



MADRID - 3 DIC. 1976

P. A. M. CURELL SUÑO

*Alvaredo*

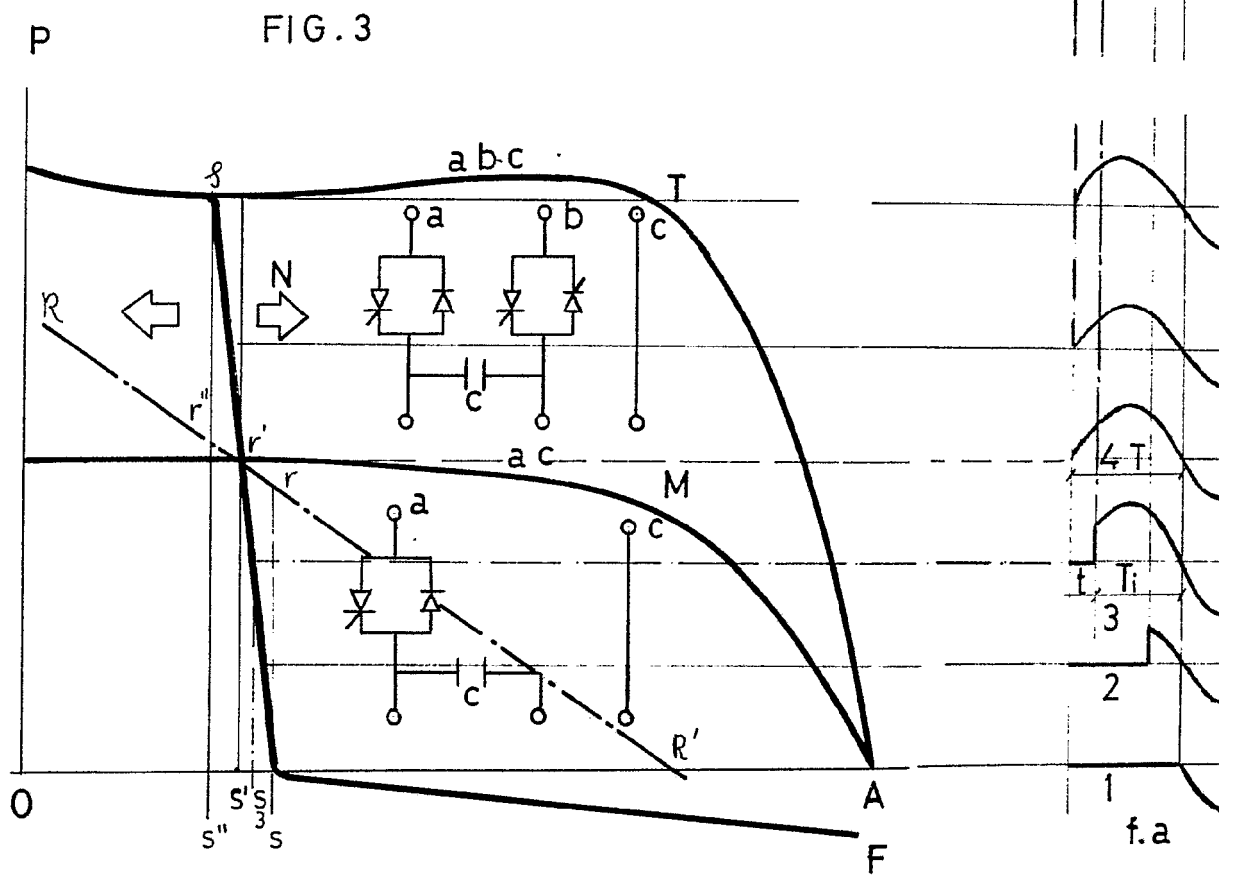


FIG.6

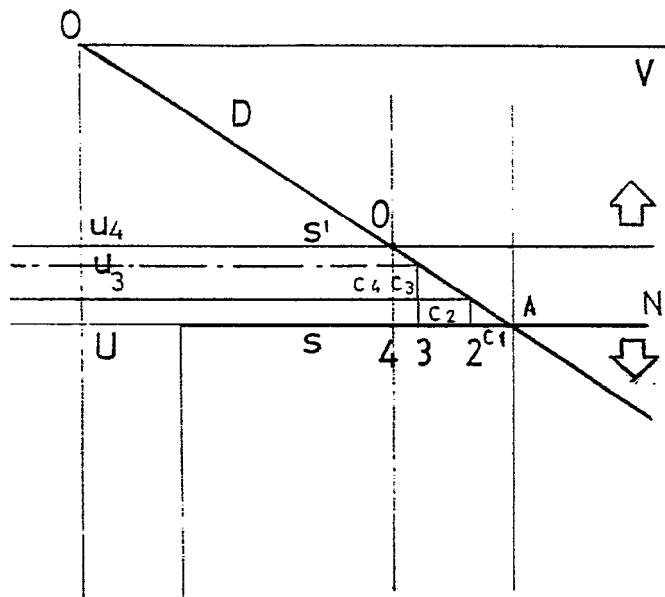


FIG.5

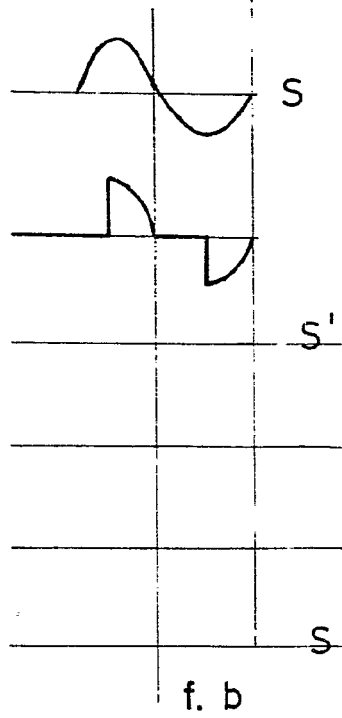
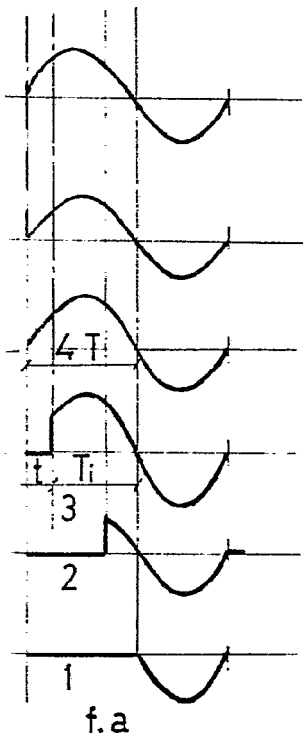
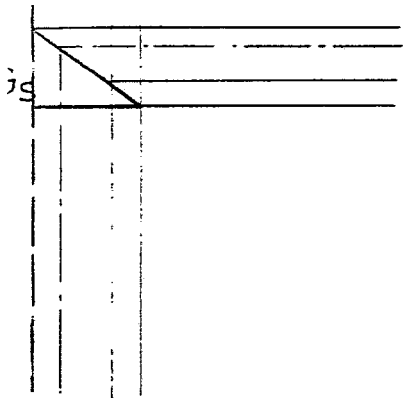


FIG.4

MADRID - 3 DIC. 1976

P. A. M. CURELL SUÑOL

*Alvares*