

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

|    |    |    |                       |    |    |
|----|----|----|-----------------------|----|----|
| 19 | ES | 11 | NUMERO                | 10 | A1 |
|    |    | 21 | 487.331               |    |    |
|    |    | 22 | FECHA DE PRESENTACION |    |    |
|    |    |    | 28.12.79              |    |    |

**PATENTE DE INVENCION**

|    |              |          |                          |    |         |
|----|--------------|----------|--------------------------|----|---------|
| 30 | PRIORIDADES: | 32       | FECHA                    | 33 | PAIS    |
|    | 31           | NUMERO   |                          |    |         |
|    |              | 78.36850 | 29 de diciembre de 1.978 |    | FRANCIA |

|    |                     |    |                             |    |                                   |
|----|---------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------------|
| 47 | FECHA DE PUBLICIDAD | 31 | CLASIFICACION INTERNACIONAL | 32 | PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
|----|---------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------------|

|  |                        |
|--|------------------------|
| 64   | TITULO DE LA INVENCION |
| PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS DE REGULACION FINA DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR ASINCRONO POLIFASICO CON ROTOR BOBINADO. |                        |

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| 71                          | SOLICITANTE (S) |
| LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE |                 |

|   |  |
|---|--|
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE                                   |  |
| 33, bis Avenue du Maréchal Joffre, 92000 NANTERRE (Francia) |  |

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| 72                  | INVENTOR (ES) |
| Jean-Pierre LECLERQ |               |

|    |              |
|----|--------------|
| 73 | TITULAR (ES) |
|    |              |

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| 74                                  | REPRESENTANTE |
| D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO. |               |

La presente invención se refiere a unos perfeccionamientos en dispositivos de control regulable del cebado de semi-conductores de potencia, del tipo conocido con el nombre de generadores de encendido de rampa y especialmente se refiere a su aplicación en la regulación de la velocidad de un motor asíncrono polifásico con rotor bobinado.

Es conocido el modificar los giros de marcha de dicho motor cerrando el circuito del rotor a través de resistencias variables de forma mecánica y discontinua, y efectuar un reglaje fino de la velocidad por medio de semi-conductores agenciados para interrumpir periódicamente la corriente en las fases del rotor y cuyo cebado es controlado por dispositivos de encendido que permiten el reglaje continuo del ángulo de cebado entre 0 y 180°. Este ángulo de cebado determina el valor de la resistencia ficticia que los semi-conductores introducen en el circuito del rotor para modificar así la velocidad. Debe regularse en función de la desviación entre la velocidad rotórica real y la velocidad de consigna, a fin de llevar la velocidad real a la velocidad de consigna por subordinación.

Los dispositivos de encendido conocidos, comprenden medios para cargar un condensador por una tensión ó una corriente estabilizados, medios para detectar los pasos por la amplitud cero de una tensión alterna de sincronización, medios para descargar el condensador en los instantes de los pasos por cero y medios para comparar la tensión de rampa resultante de la carga y de la descarga del condensador a una tensión continua de umbral de referencia, para engendrar señales de frentes rígidos aptas para provocar el cebado.

Para aplicar estos dispositivos de encendido en la subordinación de velocidad como se ha descrito anteriormente, es

preciso evidentemente medir la frecuencia rotórica y utilizar señales de sincronización de frecuencia proporcional a esta frecuencia. Además es preciso para obtener una subordinación que tienda a fijar la velocidad rótica a la velocidad de consigna, engendrar una señal continua de amplitud proporcional a la diferencia ó desviación de velocidad y hacer actuar esta señal sobre un parámetro del generador de rampa.

Sin embargo, como los dispositivos de encendido conocidos determinan ángulos de cebado variables en función de la frecuencia de la señal de sincronización, resulta así que no se les puede utilizar directamente y de forma simple. Para conseguir que, para una desviación de velocidad dada, el ángulo de cebado sea independiente de la frecuencia rotórica, a su vez ampliamente variable, finalmente se está obligado, en el arte anterior, a utilizar montajes complejos.

La invención propone resolver este problema mediante un montaje particularmente simple que no recurre, ni a dinamos tacométricas para medir la velocidad rotórica, ni a circuitos complejos para engendrar las señales de sincronización, ni a una utilización del período rotórico para hacer variar el umbral de referencia del generador de encendido.

A este efecto, la invención propone en primer lugar realizar un generador de encendido del tipo mencionado, y que podrá recibir además otras aplicaciones, principalmente caracterizado porque la amplitud de la tensión ó de la corriente estabilizadas de carga del condensador es proporcional a la frecuencia de la señal de sincronización, mientras que la tensión de control del umbral es constante para una desviación de velocidad rotórica dada, ahí que resulte el ángulo de cebado finalmente independiente de la frecuencia.

La invención se refiere además a un dispositivo de regulación fina de la velocidad del tipo mencionado, que se caracteriza porque es aplicable en generadores de encendido y los conjuga con medios de engendrado, preferentemente por detección de los pasos por cero y de los puntos de intersección de las tensiones rotóricas y conversión frecuencia-tensión, de una señal estabilizada de amplitud proporcional a la frecuencia rotórica, la cual es utilizada a la vez como señal de control de la carga de los condensadores de los generadores de encendido y, tras comparación con una tensión de consigna de velocidad rotórica, como señal de umbral de referencia de los generadores de rampa.

Otras particularidades, así como las ventajas de la invención, surgirán con ayuda de la descripción que sigue y con referencia al dibujo anexo, en el que:

La figura 1 es un esquema de principio de un montaje de control de la velocidad de un motor asíncrono polifásico de rotor bobinado que hace aplicación de la invención.

La figura 2 representa una forma de ejecución preferente del dispositivo de medida de la frecuencia rotórica que comprende dicha montaje.

La figura 3 representa una forma de ejecución preferente de uno de los generadores de encendido de rampa que comprende dicho montaje.

La figura 4 representa unas formas de onda que ilustran el funcionamiento del generador de rampa de la figura 3.

El dispositivo representado en la figura 1 está destinado al control de un motor asíncrono con rotor bobinado 1. La tensión rotórica trifásica  $U_r$  se aplica a un dispositivo de medida de la frecuencia 2, una de cuyas formas de ejecución preferente se describirá con referencia a la figura 2, y que proporciona

una tensión continua  $U = f(\omega)$  de amplitud proporcional a la velocidad rotórica.

Esta tensión es, -trás pasar por un dispositivo de traslación 3, del que se explicará la función a continuación-, comparada, en un órgano comparador 4, a una tensión de referencia tomada en un potenciómetro 5 alimentado por una fuente de tensión continua  $V_a$ . La diferencia de tensiones proporcional a la desviación entre la velocidad real y la velocidad de consigna, es amplificada en 7, y tras pasar por un dispositivo de traslación 8, es aplicada como tensión de umbral a un dispositivo encendedor de rampa 9, a su vez conectado a un dispositivo a tiristores 10. La tensión rotórica  $U_r$  es, además, aplicada como tensión de sincronización al encendedor 9.

El dispositivo 40 está ventajosamente constituido, de forma conocida de por sí, por pares de tiristores montados "en sentido inverso", conectándose cada par en serie con resistencias rotóricas de tomas múltiples, con cortocircuitado por mescas debidas a contactos mecánicos. Se sabe que dicho montaje, descrito en la patente francesa nº 2.109.216 depositada el 7 de Octubre de 1.970, por la entidad solicitante y bajo el título "Dispositivo de control de velocidades para motor eléctrico asíncrono con motor bobinado, en particular para la manipulación de un aparato de elevación", introduce una resistencia aparente función del retardo en el cebado de los tiristores y que permite conseguir una regulación fina, con velocidades muy pequeñas de rotación, de la velocidad del motor.

Volviendo ahora a la figura 1, se vé que la tensión  $U$  es aplicada a los circuitos del dispositivo 9 que proporcionan la tensión ó la corriente de carga de los condensadores de los generadores de rampa.

Debe quedar bien entendido que la figura 1 es una representación muy esquemática. El dispositivo de encendido comprende evidentemente tres generadores de los que uno se describiré en detalle a continuación (figura 3) y de los que uno solo ha sido simbolizado, en el interior del rectángulo 9, por un amplificador generador de rampa 39 que comprenden un condensador 47 y por un amplificador diferencial 49 (estos números de referencia son los utilizados en la figura 3). La tensión procedente del dispositivo 8 y función de la desviación de velocidad, es aplicada a una entrada del amplificador diferencial 49, para servir de umbral de comparación con la rampa, mientras que las tensiones  $U$  y  $U_4$  son cada una aplicadas a una entrada del amplificador 39, como se explicará con referencia a la figura 3.

El frecuenciómetro (figura 2) comprende seis comparadores 21 a 26, de los que el 21, 23 y 25 se conectan al motor por mediación de transformadores (no representados) de modo a recibir las tres componentes respectivas  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  de la tensión  $U_r$  llevadas a amplitudes compatibles con el funcionamiento del encendedor (20 v. por ejemplo). Los comparadores 21, 23 y 25 están agenciados para detectar los pasos por el valor cero de las tensiones  $U_1$ ,  $U_2$  y  $U_3$ . Los comparadores 22, 24 y 26 reciben respectivamente las diferencias  $U_1 - U_2$ ,  $U_2 - U_3$ ,  $U_3 - U_1$  y están agenciados para detectar así los pasos por cero, que corresponden a las intersecciones de las fases respectivas  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ . Las salidas de los pares de comparadores 21 y 22, 23-24 y 25-26 se aplican respectivamente a circuitos 27-28-29 respectivamente agenciados para cumplir a la vez una función de diferenciación y de rectificación y proporcionan cada uno dos impulsos en cada una de sus dos salidas. Se obtienen así doce impulsos sucesivos por periodo que corresponden a los seis pasos por cero de las tensiones

$U_1 - U_2 - U_3$  y a sus seis intersecciones. Las salidas 27<sub>a</sub>, 28<sub>a</sub>, y 29<sub>a</sub>, que corresponden a impulsos positivos, se aplican a la base de un transistor de conformación 30, por mediación de una resistencia 31, mientras que las salidas 27<sub>b</sub>, 28<sub>b</sub> y 29<sub>b</sub>, que corresponden a impulsos negativos, se aplican a la base del transistor 30 por mediación de un inversor 33 y de una resistencia 34. El emisor del transistor 30 se conecta a masa, mientras que su colector se alimenta a + 15 v. por mediación de una resistencia 35 y se conecta a la entrada de una báscula monoestable 36 que calibra la duración de los impulsos y se conecta a su vez a un convertidor tensión-frecuencia 37. Este último proporciona una tensión continua  $U = f(\omega)$  proporcional a la frecuencia rotórica.

Ahora se describirá, con referencia a la figura 3, uno de los tres generadores de encendido que comprende el dispositivo 9 de la figura 1.

La tensión  $U = f(\omega)$  se aplica, por mediación de una resistencia 38, a la entrada negativa de un amplificador operacional 39, cuya entrada positiva se conecta a masa. La entrada negativa se conecta, además, por mediación de una resistencia 40 de valor mucho menor que el de la resistencia 38 y de un diodo 41, a la salida de un detector por paso por cero 42, cuya entrada se conecta a la salida de un filtro paso bajo 43.

Este último recibe una de las tres fases  $U_1, U_2, U_3$  de la tensión rotórica  $U_r$ .

El filtro 43 está agenciado para eliminar los parásitos a elevada frecuencia que pueden afectar a la tensión rotórica, en particular en virtud de los cortocircuitos rotóricos temporales que se producen en este tipo de montaje, como ello es bien sabido, en el momento de las conmutaciones de los tiris

tores de control de velocidad.

Ventajosamente, el filtro 43 es conforme a la patente francesa depositada el mismo día que ésta por la entidad solicitante y bajo el título "Circuito de sincronización para dispositivo de control regulable del cebado de semiconductores".

La salida del filtro 43 se conecta a un dispositivo detector de signo 44.

Entre el borne de entrada negativo y la salida del amplificador 39 se conecta un circuito constituido por el conjunto constituido por dos diodos 45 - 46 montados en sentido inverso y en serie con un condensador 47 y por un diodo 48 en paralelo sobre el conjunto. La salida del amplificador 39 se conecta a la entrada negativa de un amplificador de comparación 49, cuya entrada positiva recibe la tensión de umbral  $V_r$  procedente del dispositivo 8 de la figura 1.

La salida del amplificador 49 se conecta a una primera entrada de dos puertas Y inversoras 50 y 51.

Una segunda entrada de la puerta 50 recibe directamente la salida del dispositivo detector de signo 44 y una tercera entrada recibe la señal procedente del detector de paso por cero 42.

Una segunda entrada de la puerta 51 recibe la señal procedente del detector de signo 44, a través de un inversor lógico 52, mientras que una tercera entrada recibe la señal procedente del detector 42.

Las salidas de las puertas 50 y 51 atacan a dos básicas monoestables respectivas 53 y 54.

El funcionamiento del dispositivo de la figura 3 se ilustra por las formas de onda de la figura 4.

La forma de onda a representa la tensión  $U_1$  (después

de un filtrado); la forma de onda b, la tensión procedente del detector de signo 44 y la forma de onda c, la tensión procedente del detector de paso por cero 42.

Si se parte de un instante un poco posterior a  $t_0$ , -  
5 que corresponde consecuentemente a una alternancia positiva de a, el diodo 41 es bloqueado y el condensador 47 se carga negativamente a través de la resistencia 38 y el diodo 45. La carga se efectúa a la tensión  $U = f(\omega)$ , constante para un valor dado de la frecuencia rotórica, pero creciente proporcionalmente  
10 a la frecuencia.

Dicho de otro modo, se engendrará así una rampa negativa d de pendiente proporcional a la frecuencia rotórica.

En el instante  $t_1$ , en que la señal c pasa de + 15 voltios a - 15 voltios (valores no limitativos), el diodo 41 es -  
15 desbloqueado y, consecuentemente, el condensador 47 comienza a descargarse hacia las tensiones positivas. Esta descarga es rápida, dado que la resistencia 40 es pequeña frente a la resistencia 38. El diodo 48 tiene como función mantener el potencial de salida del amplificador 39 a un umbral positivo (0,6 v. a título de ejemplo), lo que impide que el condensador 47 continúe  
20 su descarga hasta valores positivos superiores a 0,6 v. Cuando la señal c sobrepasa 15 voltios, conviene hacer caer bruscamente a un valor nulo la tensión de rampa, lo que se consigue mediante el diodo 46.

25 En los primeros instantes de los periodos sucesivos - en que las amplitudes de la rampa d coinciden con la de  $V_r$ , la señal e procedente del comparador 49 asciende. La intersección de esta señal (puerta 50) con las señales b y c engendra una señal g que la báscula 53 transforma en una señal h de duración -  
30 constante, cualquiera que sea el ángulo de retardo en el encendi

do. En efecto es importante que la señal de encendido se prolongue más allá de los instantes de paso por cero de la señal a, para que la conmutación de los tiristores se efectúe correctamente.

5           La aplicación de la señal c en la puerta 50 evita tener en cuenta acaballamientos posibles de las almenas sucesivas de la señal c, cuando el ángulo de retardo es muy próximo de  $0^\circ$ .

10           En los segundos instantes de los periodos sucesivos en que las amplitudes de d y de  $V_r$  coinciden, la señal e asciende y su intersección (puerta 51) con la señal b (forma de onda f) procedente del inversor 52 y con la señal c engendra una señal i que la báscula 54 transforma en una señal j de duración constante, cualquiera que sea el ángulo  $\theta$ .

15           Son las señales procedentes de las básculas 53 y 54 las que se aplican al dispositivo 10 de la figura 1, el cual es de un tipo conocido de por sí.

20           Se hará notar que, como la pendiente de la rampa d es proporcional a la frecuencia rótica, cuando ésta aumenta en una relación k cualquiera, el periodo de la rampa aumenta en la relación  $1/k$ , mientras que el tiempo de retardo  $\theta$  permanece constante. Resulta así, -estando multiplicada la pendiente de la rampa por k mientras que su periodo está dividido por k-, que el ángulo de encendido permanece constante.

25           Finalmente, la resistencia aparente introducida en el rotor del motor es independiente de la frecuencia. Este resultado se logra con medios particularmente simples, merced al hecho de que la tensión U, variable en función de la velocidad rótica, necesaria para la subordinación de velocidad, asegura al mismo tiempo el control de la pendiente de la rampa, con produc

30

ción de un ángulo de encendido independiente de la frecuencia.

Volviendo a la figura 1, ahora se explicará la función de los dispositivos de traslación de tensión 2 y 8.

La tensión proporcionada por el convertidor frecuencia/tensión 37, figura 2 varía por ejemplo de 0 + 10 voltios, para una frecuencia de entrada que varia entre 0 y 10Hz. Ahora también, se desea por ejemplo hacer variar la frecuencia rotórica entre 35 Hz y 65 Hz haciendo variar la tensión de regulación proporcionada por el potenciómetro 5 entre - 10 v + 10 v. (el montaje generador de esta tensión ha sido representado de forma meramente simbólica en la figura 1). El circuito 3 es entonces agenciado, de forma conocida de por sí, para engendrar una tensión variable entre - 10 v y + 10 v a partir de la tensión U, cuando la frecuencia de ésta varía entre 35 Hz y 65 Hz.

Si se considera ahora la forma de onda  $d$ , figura 4, está claro que  $V_r$  deba pasar de cero al valor máximo de la tensión de rampa (por ejemplo 6 v) para que el ángulo de cebado de los tiristores del dispositivo 10 (figura 1) pase de 0 a 180°.

Por tanto es necesario utilizar un circuito de traslación de tensión 8 para fabricar  $V_r$  a partir de una tensión de desviación que varia entre 0 y 10 voltios en el sentido contrario.

Conviene señalar que el dispositivo de encendido de la figura 3 es conocido de por sí y podrá ser objeto de variantes de ejecución, sin alejarse del espíritu de la invención. La originalidad principal del montaje de la figura 3, radica en que la señal de control de la pendiente de la rampa es proporcional a la frecuencia. En los montajes en los que el condensador del generador de rampa se cargue de corriente constante, es esta corriente la que deberá ser proporcional a la frecuencia. Dicha

corriente puede fácilmente ser obtenida, a partir de la tensión  $U = f(\omega)$  por medio de circuitos perfectamente conocidos.

Además se hará notar que el montaje de la figura 3 podrá recibir otras aplicaciones, en el campo general de los elementos de conmutación a chapaletas semi-conductoras que cubren los convertidores alterno-contínua, los dispositivos denominados "gradadores" que permiten hacer variar la amplitud de una tensión alterna, los dispositivos denominados "onduladores" que permiten convertir una tensión contínua en tensión alterna, y los dispositivos denominados "ciclo-convertidores" que permiten hacer variar la frecuencia de una tensión alterna.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

5. 1.-Perfeccionamientos en dispositivos de regulación fina de la velocidad de un motor asíncrono polifásico con rotor bobinado, que utiliza semi-conductores agenciados para interrumpir periódicamente la corriente en las fases del rotor y cuyo cebado es accionado por circuitos de control regulables que comprenden medios para cargar un condensador por una tensión ó una corriente, medios para descargar periódicamente el condensador a instantes determinados por una tensión de sincronización de periodo proporcional a la de la tensión r torica, medios de comparación de la tensión de rampa resultante de las cargas y las descargas sucesivas del condensador a una tensión continua  $V_R$  que constituye un umbral de referencia y para engendrar así frentes rígidos aplicados a los semiconductores para provocar de este medio el cebado, y medios para engendrar una tensión función de la desviación entre la velocidad r torica real y una velocidad r torica de consigna, y para controlar los instantes de generación de dichos frentes rígidos en función de la tensión de desviación, caracterizados porque el control de los instantes de generación de los frentes rígidos se obtiene tomando como tensión de umbral de referencia  $V_R$  la tensión función de la desviación y porque la tensión   la corriente de carga del condensador son proporcionadas a partir de una tensión  $[U = f(\omega)]$  de amplitud proporcional a la frecuencia r torica y que sirve al mismo tiempo para engendrar la tensión función de la desviación de velocidad  $V_R$ .
10. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque comprende un detector de signo de la tensión de sincronización rotórica y una primera y una segunda puertas Y, de tres entradas cada una seguida de una báscula monoestable, co
15. 20. 25. 30.

nectándose una primera entrada de estas puertas Y a la salida de los medios de comparación, conectándose una segunda entrada de la primera puerta Y directamente a la salida del detector de signo, mientras que una segunda entrada de la segunda puerta Y se conecta a la salida del detector de signo por mediación de un inversor lógico, conectándose las terceras entradas de la primera y segunda puertas directamente a la salida de unos medios detectores de los pasos por cero de la tensión rotórica, proporcionando los medios detectores la tensión de sincronización mientras que las básculas monoestables proporcionan los signos de control de cebado de los semi-conductores.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque los medios para engendrar una tensión de amplitud proporcional a la frecuencia rotórica comprenden medios para determinar los pasos por cero y las intersecciones de las fases de la tensión rotórica, conjugados a un convertidor frecuencia/tensión.

4.- Perfeccionamientos en dispositivos de regulación fina de la velocidad de un motor asíncrono polifásico con rotor bobinado, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

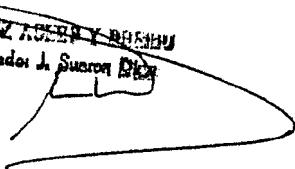
Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina  
por una sola cara.

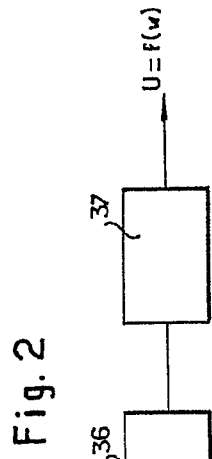
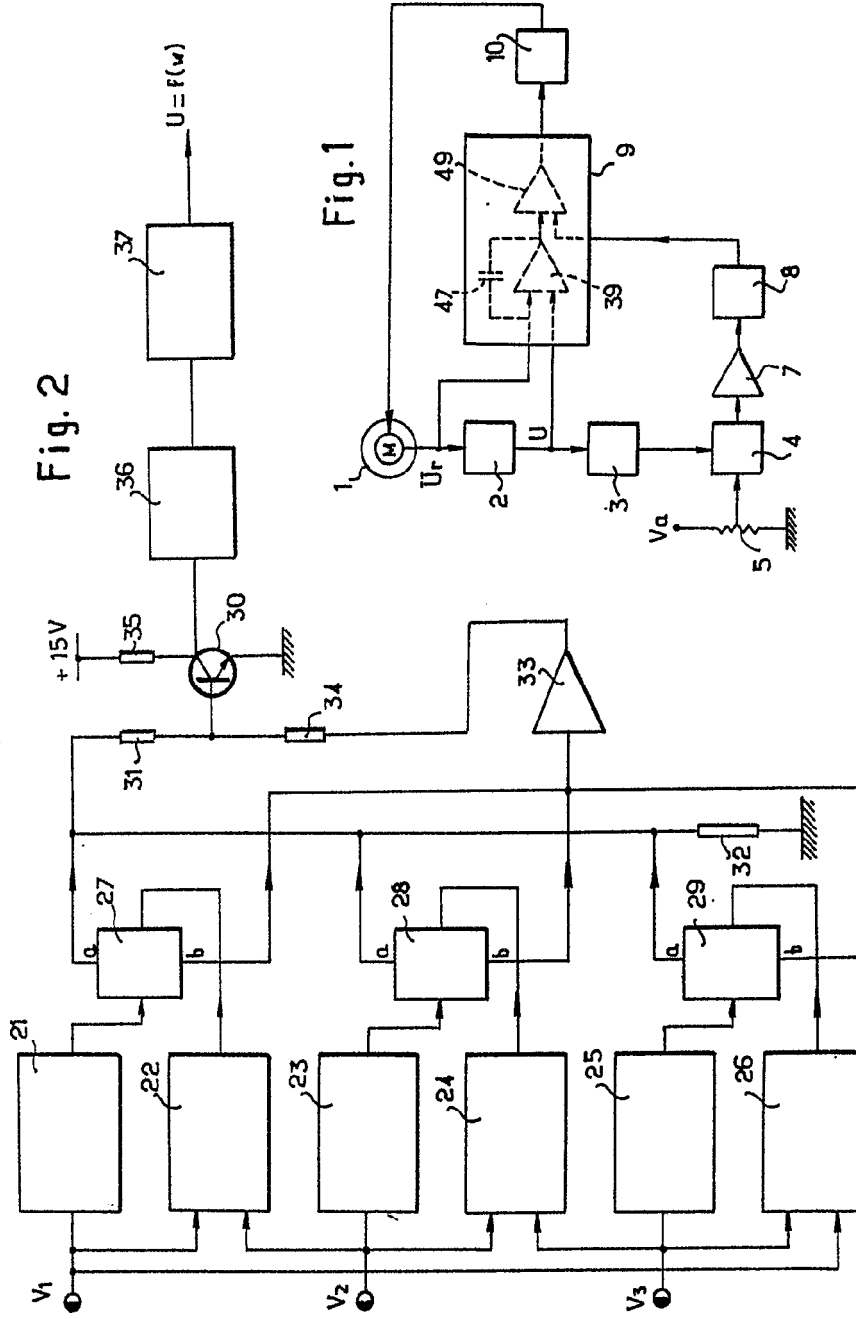
Madrid, 14 ABR 1900

LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE.

J. M. GONZALEZ TORRES Y BARRIO

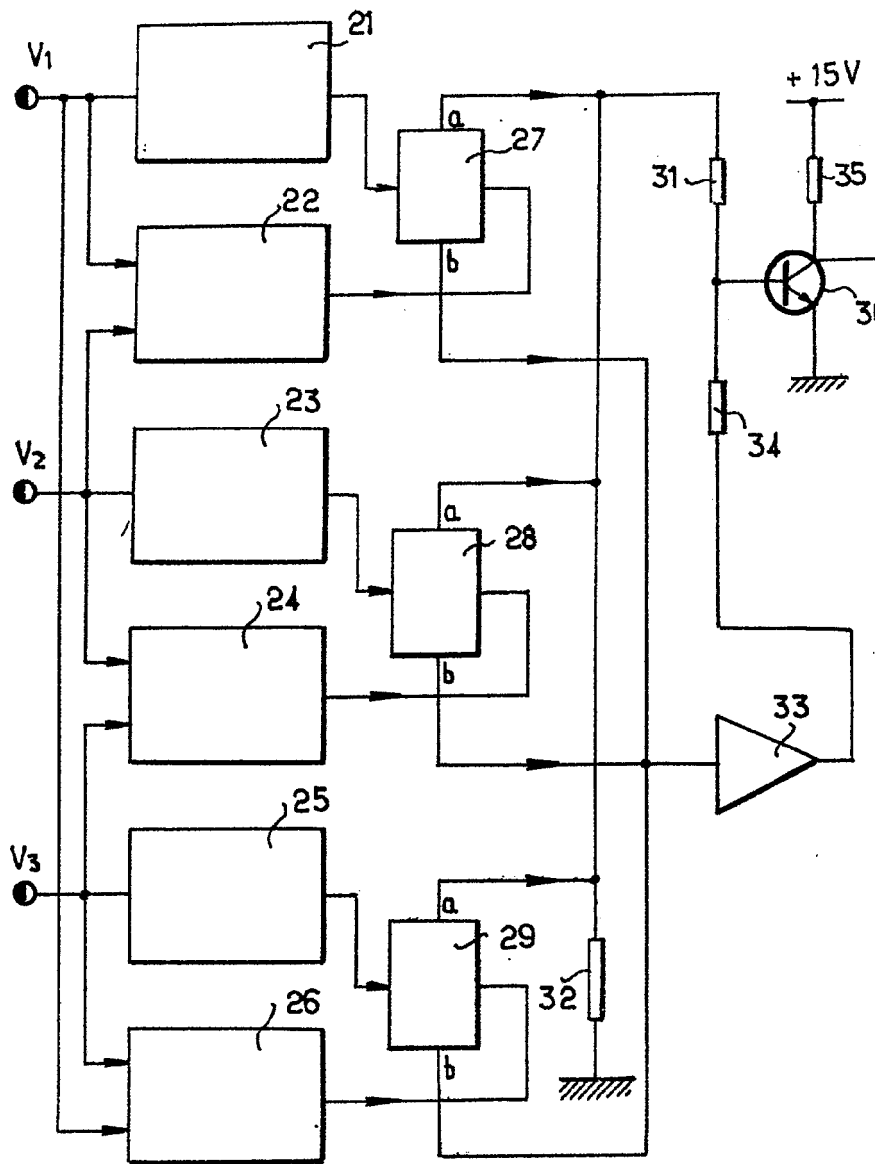
D. D. Firmado: J. Suarez DIAZ

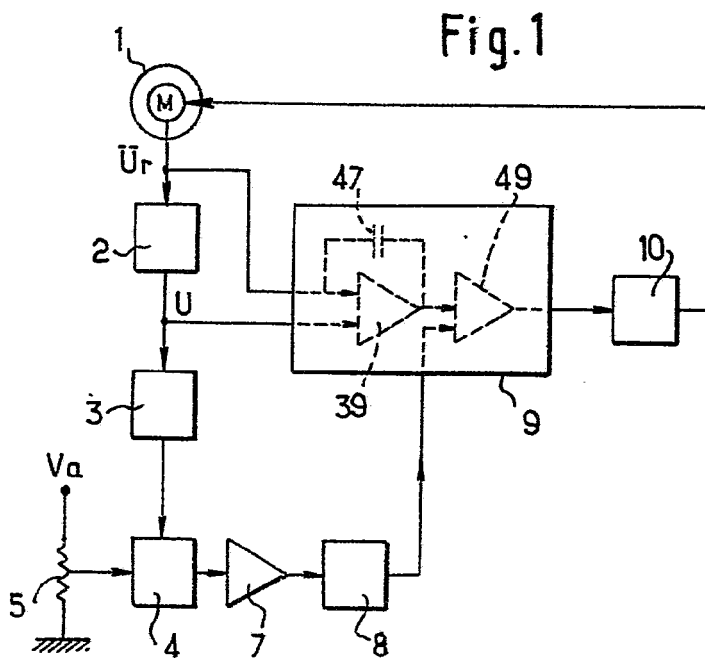
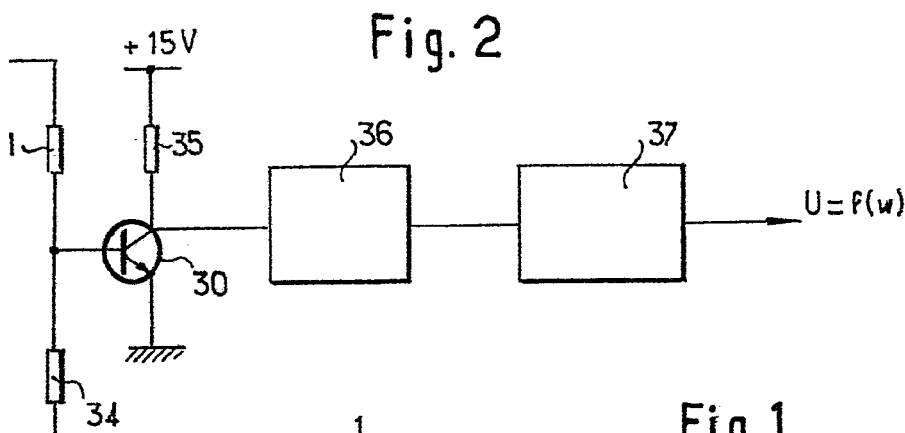




Madrid: 18 50  
 J. L. GOMEZ  
 S. A. DE ELECTRICIDAD

LA TELEMÉCANIQUE ÉLECTRIQUE,





Madrid 18 3 1961

L. M. ROBEZ INGENIERO DE FONDS.  
San Pedro de Abad, Cal.

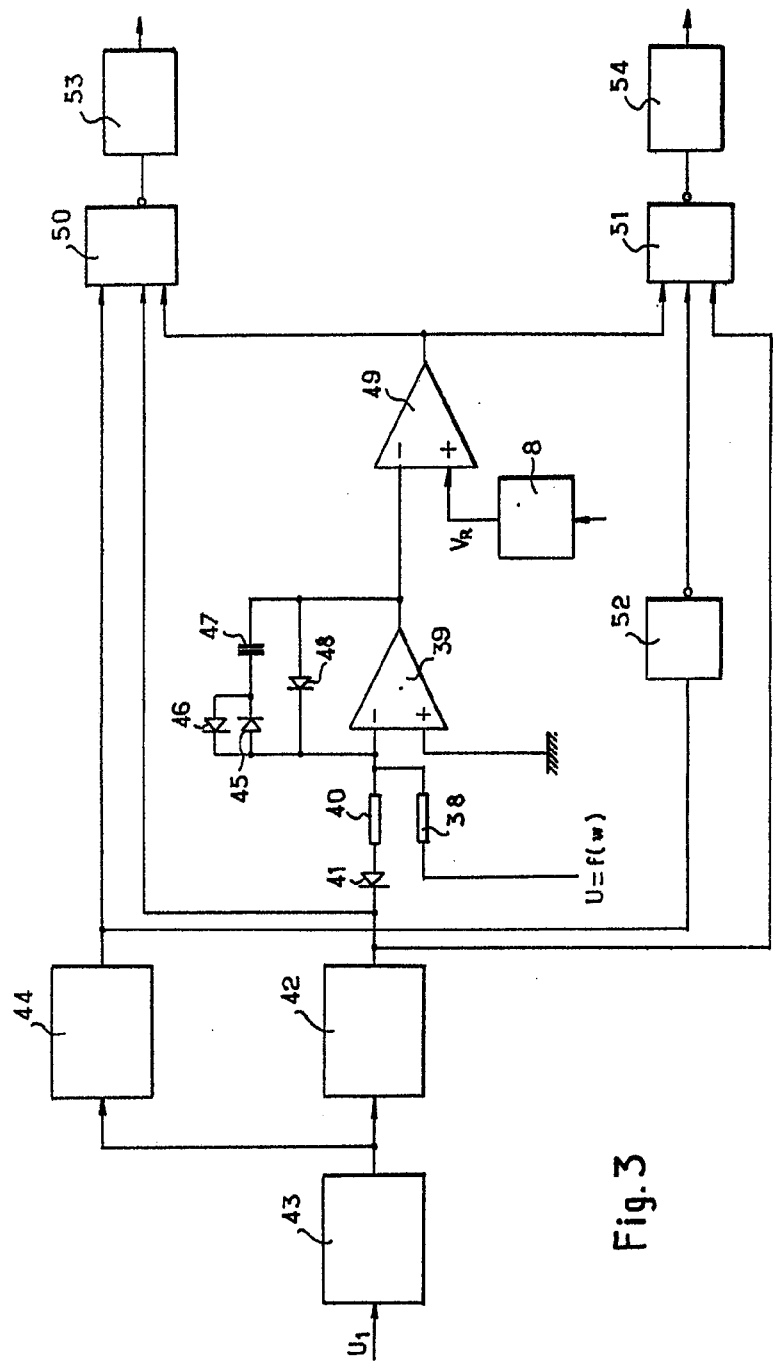
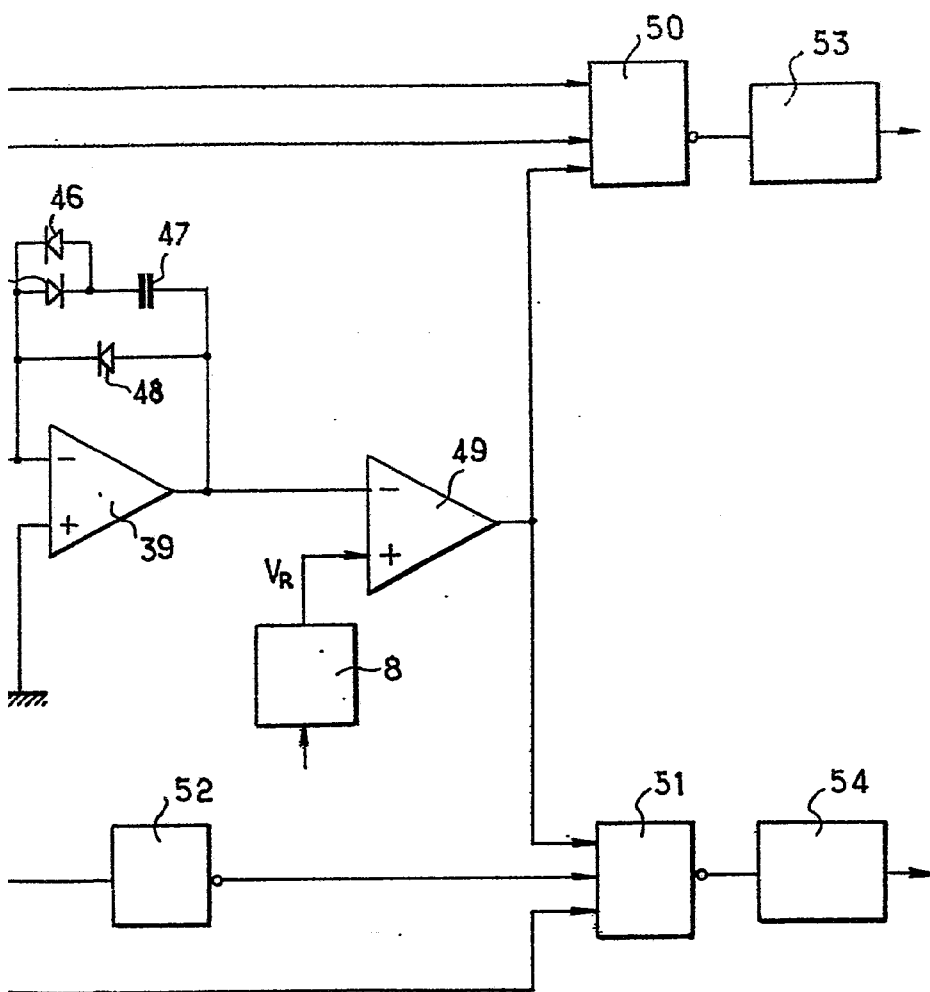


Fig. 3

Madrid 17 DE MARZO DE 1954  
A. R. GONZALEZ ACEVEDO  
Ingeniero de Telecomunicaciones

10/10/54

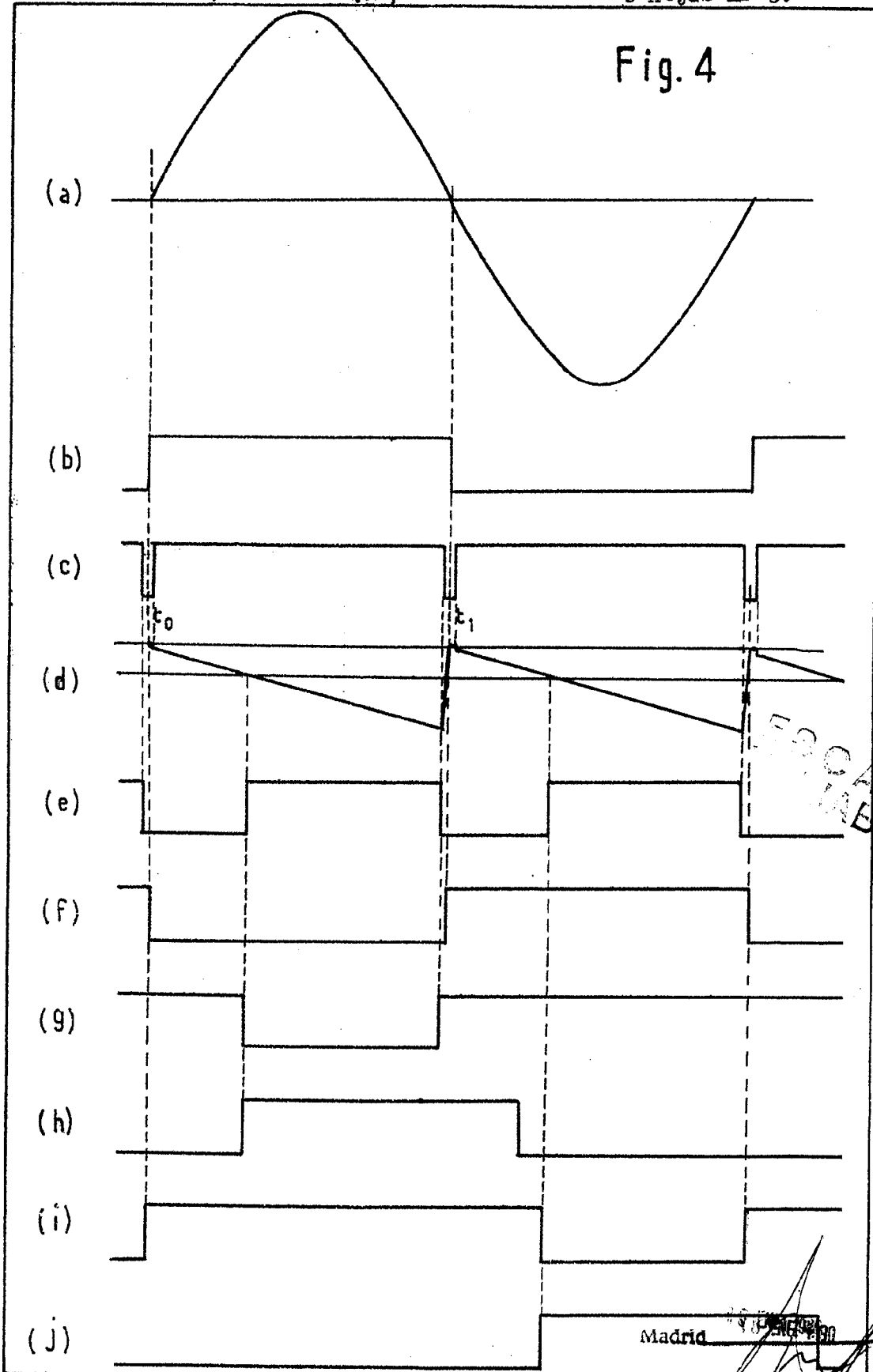




ED 311 A

Madrid 10 DE 1982  
J. M. GONZÁLEZ ACEBO Y CA  
C/...

Fig. 4



ES CALA LA  
TABLE

Madrid

J. M. GOMEZ AGUIAR  
p. p. Firmador: Alejandro Celis LA par