

331497



MEMORIA DESCRIPTIVA.-  
=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UNA DISPOSICION DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO  
"PARA EL GOBIERNO DE DIODOS MANDADOS DE SILI-  
"CIO PARA LA REGULACION AUTOMATICA DE LA VE-  
"LOCIDAD DE MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS".

=====

A nombre de : THOMSON ITALIANA Societ  per Azioni.

Residente en : PADERNO DUGNANO (Milan-Italia),  
Via Erba 21.

Nacionalidad : ITALIANA.



El presente invento se refiere a la regulación de la velocidad de motores asíncronos trifásicos por medio de diodos mandados de silicio.

- El sistema de modificar las características de la alimentación de un motor asíncrono de manera económica para obtener la regulación de su velocidad de rotación entre cero y el valor nominal, ha sido siempre objeto de muchos estudios. Desde el punto de vista conceptual se trata de realizar un circuito que, cuando el motor alcanza la velocidad preestablecida, reduce gradualmente el par extraíble a cero, a partir de un valor superior al requerido por la carga. En estas condiciones, el motor, en un primer tiempo, al poder desarrollar un par superior al requerido por la carga, acelera. Alcanzada la zona en las proximidades de la velocidad preestablecida, el par extraíble se reduce y el equilibrio es alcanzado cuando el par extraíble del motor es igual al exigido por la carga.

- La antigua solución que prevé la inserción de resistencias rotóricas tiene, como es sabido, el inconveniente de no garantizar la constancia de la velocidad al variar la carga lo que determina, como consecuencia, el hecho de que el motor en vacío gira en cualquier caso a una velocidad próxima a la nominal. Este comportamiento requiere el empleo de una regulación automática tacométrica que gobierne la marcha del par como se ha descrito antes.



Otro punto importante para una buena regulación de la velocidad se refiere a la limitación del par de aceleración en el caso en que se exija una aceleración suave o también dependiente de particulares exigencias del servicio.

30.- Se ha pensado, por ello, en modificar las características de alimentación empleando los diodos controlados de silicio oportunamente gobernados.

El circuito piloto podrá ser realizado empleando también amplificadores magnéticos u otros dispositivos, pero se llegaría a perder la homogeneidad de los componentes.

35.- Según el invento, se ha encontrado que el problema puede ser resuelto satisfactoriamente, sin embargo, mediante un circuito piloto transistorizado.

Es sabido que un motor asíncrono representa una carga inductiva variable y que los diodos gobernados de silicio deben prever medidas especiales cuando alimentan cargas inductivas. En segundo lugar, los arrollamientos de un motor asíncrono están magnéticamente acoplados por una mutua inducción por lo cual cualquier fenómeno transitorio, en sentido lato, que tenga lugar en uno de ellos, da lugar a fenómenos transitorios, siempre en sentido lato, en los otros.

45.- Por otra parte, la extinción de los diodos controlados de silicio puede provocar crestas de tensión en los terminales de los arrollamientos, porque la misma se realiza bruscamente, cuando la corriente que pasa no ha llegado aún a cero, lo que provoca en los circuitos inductivos crestas de tensión.

50.- Además, si la extinción de los diodos controlados de silicio se realiza en los períodos en los cuales resulta abierto otro arrollamiento del circuito magnético complejo,

55.-



en este arrollamiento se pueden tener crestas de tensión que solicitan al diodo controlado de silicio correspondiente al arrollamiento mismo.

60.- Finalmente, otro punto que hay que tener presente se refiere a las diferencias prácticamente existentes en las características del control de los diodos controlados de silicio del mismo tipo.

65.- El circuito objeto del presente invento, reúne todas las observaciones hechas en lo que antecede en un complejo homogéneo que ha permitido realizar un alimentador regulado de diodos controlados de silicio que permite la aplicación segura a motores asíncronos trifásicos normales, ya de jaula, ya con rotor bobinado, independientemente de su tipo y construcción.

70.- El accionamiento puede requerir en algunos casos el sobredimensionado del motor y/o la aplicación de la ventilación forzada y, finalmente, en el caso de rotores arrollados, la adición de una impedancia rotórica que permita obtener una característica par-deslizamiento descendente al  
75.- aumentar la velocidad o, al menos, análoga como aspecto a la de un motor normal con rotor de jaula doble.

80.- En cualquier caso, el circuito objeto del presente invento permite obtener resultados comparables a los logrados con un motor de corriente continua alimentado por amplificadores magnéticos o por diodos controlados de silicio en lo que respecta a la regulación de la velocidad, con la ventaja de emplear un motor asíncrono normal en lugar de un motor de corriente continua y a los obtenidos con un motor asíncrono alimentado a través de reactancias saturables por lo que  
85.- respecta a la regulación de la velocidad y del par, con la



ventaja de un menor tamaño y peso.

Más particularmente, el circuito de regulación de los diodos controlados de silicio según el invento, está caracterizado por el hecho de que comprende un grupo regulador alimentado por la línea de alimentación del motor

90.- asíncrono trifásico y que tiene la salida conectada a la entrada de un grupo de gobierno, cuya salida está conectada a la entrada de un grupo de potencia que está compuesto de cuatro diodos de silicio unidos como puente de Graetz y

95.- por un diodo controlado de silicio y está insertado en serie en cada bobinado estatórico del motor asíncrono trifásico, comprendiendo el grupo regulador dos transistores en cascada, el primero de los cuales tiene aplicada a la base, a través de un diodo zener, una tensión proporcional a la

100.- corriente absorbida por el motor y tiene aplicada entre el colector y el emisor la diferencia entre una tensión de referencia y una tensión tacométrica, proporcional a la velocidad del motor, y estando insertado entre el colector y el emisor del primer transistor un condensador de filtraje de

105.- los armónicos de la tensión tacométrica, y estando insertado a la salida del grupo regulador una resistencia, comprendiendo el grupo de gobierno un transistor y un transistor de unión única en cascada, estando insertada en el conductor de entrada unido a la base del transistor una resistencia regulable que sirve para equilibrar los tres circuitos de mando

110.- para los tres diodos controlados de silicio y estando insertada en el conductor de entrada unido al emisor del transistor una resistencia que sirve para linealizar el mando del transistor mejorando el equilibrado de la corriente en las

115.- tres fases del motor asíncrono, estando insertados en las



1966

- diagonales del puente de Graetz un condensador y una resistencia en serie que sirven para proteger los diodos de silicio y los diodos controlados de silicio contra ligeros fenómenos transitorios de tensión inversa, para limitar el gradiente de tensión, para derivar los picos o crestas de tensión inducidos en los arrollamientos y para proteger a los diodos controlados de silicio contra crestas de tensión provocadas por su extinción, y estando insertadas en paralelo con cada bobinado estatórico del motor resistencias que permiten el seguro encendido de los diodos controlados de silicio incluso en presencia de la inductividad de la carga.
- 120.-
- 125.-

El invento se comprenderá mejor por la siguiente descripción detallada, dada simplemente a título de ejemplo y por tanto no limitativo, de una de sus formas de ejecución, en relación con el dibujo adjunto, en el cual:

130.-

La figura 1 es un esquema eléctrico simplificado de un motor asíncrono provisto de un circuito de regulación según el invento.

135.- La figura 2 es el esquema eléctrico del grupo regulador que forma parte del circuito de la figura 1.

La figura 3 es el esquema eléctrico de un grupo anti- pendular que forma parte del circuito de la figura 1.

La figura 4 es el esquema eléctrico del grupo de gobierno que forma parte del circuito de la figura 1

140.-

La figura 5 es el esquema eléctrico del grupo de potencia que forma parte del circuito de la figura 1.

Como se ve en las figuras 1 y 2, el regulador A es alimentado por una tensión continua que, en el ejemplo indicado, es proporcionada por un transformador monofásico

145.-



TRA, alimentado por la línea, y por un puente rectificador monofásico RZA y es filtrada por el grupo formado por la inductancia IA y el condensador CA.

150.- La tensión en los bornes del condensador CA es empleada ante todo para la tensión de referencia graduable por medio del reostato RV; la resistencia en serie con RV se prevé en el caso de que la velocidad del motor no deba descender por debajo de un cierto valor.

155.- La tensión de referencia aparece entre el cable O y el cursor de RV y es confrontada, por diferencia, con la tensión proporcionada por el generador tacométrico GT (figura 1) en corriente continua, cuyo extremo positivo está unido al cursor de RV mientras que el extremo negativo está unido a la entrada del regulador a través de la resistencia RA 6.

160.- La tensión en los terminales del condensador CA es aplicada también al circuito compuesto por la resistencia RA1 y el diodo Zener ZnA1, por lo que en los terminales de este último está disponible una tensión continua y nivelada, exigida por las características de los transistores empleados aguas abajo de él.

165.- La señal diferencia entre la tensión de referencia y la tensión tacométrica es aplicada, a través de las resistencias RA6 y RA5, a la base del transistor TA1, es amplificada por este último y aparece como señal de salida en los terminales de la resistencia RA2.

170.- La ganancia de esta fase de amplificación es graduada por medio de la resistencia RA3 insertada entre el emisor del transistor TA1 y el cable O.

175.- Al circuito descrito está adjunta la limitación de car-

22 SEP 1966

180.- ga, si se exige, la cual toma una señal de corriente del transformador de corriente TA (figura 1) cuyo secundario está cerrado sobre la resistencia RA10. La tensión en los bornes de la resistencia RA 10 es rectificadada por el puente RZ1, graduada por la toma potenciométrica en la resistencia RA9, filtrada por el grupo RA7, RA8, CA2 y es aplicada a la base del transistor TA2 a través del diodo Zener ZnA2.

185.- A su vez el transistor TA2 está unido entre el punto común de las resistencias RA5-RA6 y el cable 0.

El funcionamiento del limitador es el siguiente:

190.- Si la corriente de línea tiende a aumentar más allá de un valor tal que la tensión proporcionada por la toma sobre RA9, a través del filtro citado, supera la tensión característica de ZnA2, TA2 es llevado a conducción, reduciendo la señal de entrada a TA1 para impedir así un aumento ulterior de la corriente de línea. El umbral de intervención es regulable según las necesidades calibrando la toma sobre la resistencia RA9.

195.- La señal proporcionada por el regulador propiamente dicho es aplicada simultáneamente a los tres circuitos piloto Bu, Bv y Bw a través de un circuito antipendulante S que, en el caso ilustrado en el ejemplo, está constituido por un circuito de silla (figura 3) de tipo conocido y que  
200.- por tanto no será descrito de modo detallado. El circuito antipendulante no forma parte del invento y, donde no sea absolutamente necesario, puede ser omitido.

El condensador CB sirve para filtrar los armónicos de la tensión tacométrica.

205.- El diodo zener ZnB sirve, durante la aceleración, para



limitar la corriente máxima de base del transistor TAl y, en fase de deceleración, para impedir que entre base y emisor del TAl se aplique una tensión inversa excesiva.

210.- RA4 es una resistencia subsidiaria a las de entrada del circuito de gobierno.

Rx y Cx esquematizan un eventual circuito de aceleración lenta, si se necesita. En este caso, se puede omitir el limitador, que vendría a funcionar como protección pura y simple.

215.- Hay que observar de paso que el circuito limitador, tratándose de motores asíncronos, es empleado más que nada para obtener una reducción en el dimensionamiento en corriente de los grupos de puente que comprenden los diodos controlados de silicio.

220.- Examinando ahora la figura 4 que representa el grupo de gobierno B (Bu, Bv, Bw para las tres fases), hay que observar que en la particular disposición adoptada para la conexión por triángulos, los diodos controlados de silicio deberán recibir un impulso de mando en correspondencia con cada

225.- semiperíodo de la tensión de fase. Para obtener esto, la tensión de fase, con relación al diodo controlado de silicio a gobernar, es aplicada al transformador de aislamiento TR1 y por medio del rectificador de puente con diodos al silicio RZ1 se obtiene un tren de semiperíodos rectificados de

230.- tensión, que alimentan la resistencia  $R_1$  y el diodo zener Znl. Con esta disposición, en los terminales de Znl se obtiene un tren de ondas trapezoidales, cuya amplitud máxima está conmensurada con la tensión soportable por el circuito de aguas abajo, que resultan síncronas con respecto al tren

235.- de las semiondas de tensión que solicitan los diodos contro-



lados de silicio. El circuito de gobierno propiamente dicho resulta constituido por el transistor T1 y el transistor de unión única UJ1. El transistor T1 forma parte de una cadena que comprende las resistencias  $R_2$  y  $R_3$  y el condensador C1 y el punto común entre el condensador C1 y la resistencia  $R_3$  está conectado al emisor del transistor de unión única UJ1. La citada disposición constituye un generador de dientes de sierra donde el condensador C1 se carga a través de R1, T1,  $R_3$  y se descarga a través del transistor de unión única cuando la tensión del emisor alcanza el valor de descarga de UJ1.

La velocidad de carga del condensador depende de la conducción de T1, que es gobernada por la señal de entrada, aplicada entre el positivo del zener Znl y la base de T1, a través de la resistencia R5, cuya misión será aclarada inmediatamente.

Como al final de cada semi-período la tensión proporcionada por Znl pasa por cero, consideremos éste como el instante inicial. A partir de tal instante, el condensador C1 se carga a la velocidad mandada por T1 hasta hacer disparar el transistor de unión única que pone prácticamente en cortocircuito a C1, después de lo cual el fenómeno se repite. Cuando UJ1 se enciende o pone en conducción, la carga acumulada en el condensador C1 se descarga sobre el primario del transformador de impulsos TR2, cuyo secundario alimenta al circuito de potencia C provocando el encendido del mismo.

Durante cada semi-período se pueden tener más impulsos, pero sólo el primero es el que interesa y de su precisión y eficacia depende el buen funcionamiento del conjunto.

Circuitos piloto como el descrito en lo que antecede



hay tres (Bu, Bv, Bw) uno por cada circuito de potencia Cu, Cv, Cw; los tres circuitos Bu, Bv, Bw son gobernados a su vez por una señal única proporcionada por el circuito regulador propiamente dicho A. La resistencia R5 sirve para equilibrar los tres circuitos piloto de los diodos controlados de silicio, de modo que las corrientes absorbidas por los tres bobinados estatóricos del motor asíncrono se mantengan iguales en todas las condiciones de la carga.

270.- La resistencia R2 sirve para linealizar el control del transistor T1 mejorando así el equilibrado de la corriente en las tres fases del motor asíncrono.

Las resistencias R2-R3, en su conjunto, limitan la máxima corriente de emisor en el acto de la descarga del transistor de unión única UJ1.

280.- La resistencia R4 está calculada para mantener una buena constancia de las características de encendido o conducción de UJ1 al variar la temperatura.

La resistencia R6 se ha añadido para evitar que las crestas de tensión inversa superen los valores prescritos para el mando de los diodos controlados de silicio.

285.- En la figura 5 se ha representado el esquema de uno de los tres circuitos de potencia Cu, Cv, Cw alimentados por los respectivos circuitos piloto Bu, Bv, Bw.

Como ya se ha dicho, a título puramente ilustrativo, se describirá en el presente ejemplo el circuito para un motor asíncrono conectado en triángulo.

290.- En serie con cada bobinado estatórico se inserta un grupo compuesto por cuatro diodos de silicio D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> y D<sub>4</sub> unidos en puente de Graetz y de un diodo controlado de silicio. Usando la terminología normal de los puentes rec-

295.-



tificadores, los dos terminales "lado de corriente alterna" están unidos en serie con el devanado de fase, mientras que los dos terminales "lado de corriente continua" están conectados al diodo controlado de silicio y precisamente:

300.- el ánodo al terminal (+) y el cátodo al terminal (-) del puente de Graetz. Con esta disposición, los diodos controlados de silicio de cada grupo son solicitados por una tensión rectificadora de dos semiondas y el mando del encendido es repetido a cada semi-período, según las exigencias de

305.- la regulación por el circuito transistorizado arriba descrito.

Los grupos RC en los terminales de los puentes que comprenden los diodos controlados de silicio sirven para cuatro fines. En primer lugar, protegen a los RCS y a los

310.- diodos del puente de crestas transitorias de tensión inversa; en segundo lugar, limitan la  $dv/dt$ , esto es, el gradiente de tensión que, a causa del desfase entre corriente y tensión, solicita a los RCS en el momento de su extinción, por cuanto, cuando los RCS se extinguen, la tensión direc-

315.- ta aplicada inmediatamente después resulta distinta de cero. En tercer lugar, derivan las crestas de tensión eventualmente inducidas en los bobinados por las formas de onda de tensión aplicadas a los otros arrollamientos. En cuarto lugar, protegen a los RCS de las crestas de tensión provocadas por su extinción que, como se ha dicho al comienzo de

320.- esta memoria, sucede bruscamente, antes del paso por cero de la corriente de la fase interesada.

Hay que observar cómo la presencia de tales grupos RC hace frente a un gran número de posibles inconvenientes que

325.- se entiende son los principales responsables de los resul-



tados no satisfactorios obtenidos hasta hoy en esta técnica.

330.- Las resistencias  $R_o$  en paralelo con los arrollamientos estatóricos del motor M (figura 1) permiten el seguro encendido de los RCS incluso en presencia de la inductividad de la carga. La inserción de tales resistencias resulta más económica por la adición de un circuito auxiliar de encendido que produzca señales de encendido de larga duración, por ejemplo, con el empleo de RCS auxiliares.

335.- Experimentos realizados sobre un circuito según el invento han permitido ver que el mismo funciona óptimamente con motores asíncronos de cualquier tipo y construcción. Se entiende que lo que hace al circuito según el invento adaptado para la regulación de los diversos tipos de motores es, 340.- sobre todo, la combinación de las siguientes medidas que han sido descritas más arriba y que se resumen:

- 1) condensador BC (figura 2)
- 2) resistencia RA4 (figura 2)
- 3) resistencia R5 (figura 4)
- 345.- 4) resistencia R2 (figura 4)
- 5) grupo RC (figura 5)
- 6) resistencias  $R_o$  (figura 1)

El circuito según el invento resultará práctico en numerosas aplicaciones. Se pueden citar, como campo de empleo, los ventiladores, las grúas y los dispositivos de avance de máquinas-herramientas. 350.-

Aun cuanto se ha ilustrado y descrito una sola forma de realización del invento, es evidente que se pueden aportar numerosas variantes y modificaciones sin salirse por 355.- ello del ámbito del propio invento.



1966

N O T A.-

\*\*\*\*\*

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

- 360.- 1º.- Una disposición de circuito transistorizado para el gobierno de diodos mandados de silicio para la regulación automática de la velocidad de motores asíncronos trifásicos, caracterizada porque comprende un grupo regulador alimentado por la línea de alimentación del motor asíncrono trifásico y que tiene la salida unida a la entrada de un grupo de gobierno, cuya salida está unida a la entrada de un grupo de potencia que está compuesto por cuatro diodos de silicio unidos en puente de Graetz y por un diodo controlado de silicio y que está insertado en serie con cada bobinado estatórico del motor asíncrono trifásico, comprendiendo el grupo regulador dos transistores en cascada, el primero de los cuales tiene aplicada a la base, a través de un diodo Zener, una tensión proporcional a la corriente absorbida por el motor y tiene aplicada entre el colector y el emisor la diferencia entre una tensión de referencia y una tensión tacométrica, proporcional a la velocidad del motor, estando insertado entre el colector y el emisor del primer transistor un condensador de filtraje de los armónicos de la tensión tacométrica, estando insertada en la salida del grupo regulador una resistencia, comprendiendo el grupo de gobierno un transistor y un transistor de unión única en cascada, estando insertada en el conductor de entrada unido a la base del transistor una resistencia regulable que sirve para equilibrar los tres circuitos de mando para los tres diodos con-



385.- trolados de silicio y estando insertado en el conductor de entrada unido al emisor del transistor una resistencia que sirve para linealizar el mando del transistor mejorando el equilibrado de la corriente en las tres fases del motor asíncrono, estando insertados en las diagonales del puente

390.- de Graetz un condensador y una resistencia en serie que sirven para proteger los diodos de silicio y los diodos controlados de silicio contra las crestas transitorias de tensión inversa, para limitar el gradiente de tensión, para derivar las crestas de tensión inducidas en los arrollamientos

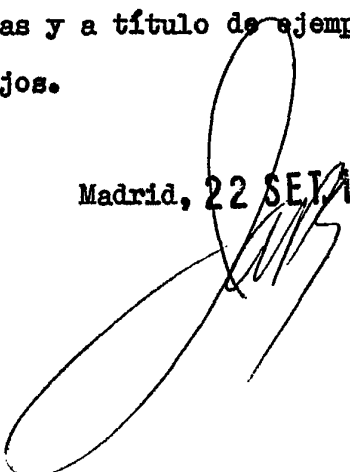
395.- y para proteger a los diodos controlados de silicio contra crestas de tensión provocadas por su extinción, y estando insertadas en paralelo con cada arrollamiento estático del motor resistencias que permiten el seguro encendido de los diodos controlados de silicio incluso en presencia de

400.- la inductividad de la carga.

22.- "UNA DISPOSICION DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO PARA EL GOBIERNO DE DIODOS MANDADOS DE SILICIO PARA LA REGULACION AUTOMATICA DE LA VELOCIDAD DE MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la

405.- cual consta de 406 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 22 SEPT 1966

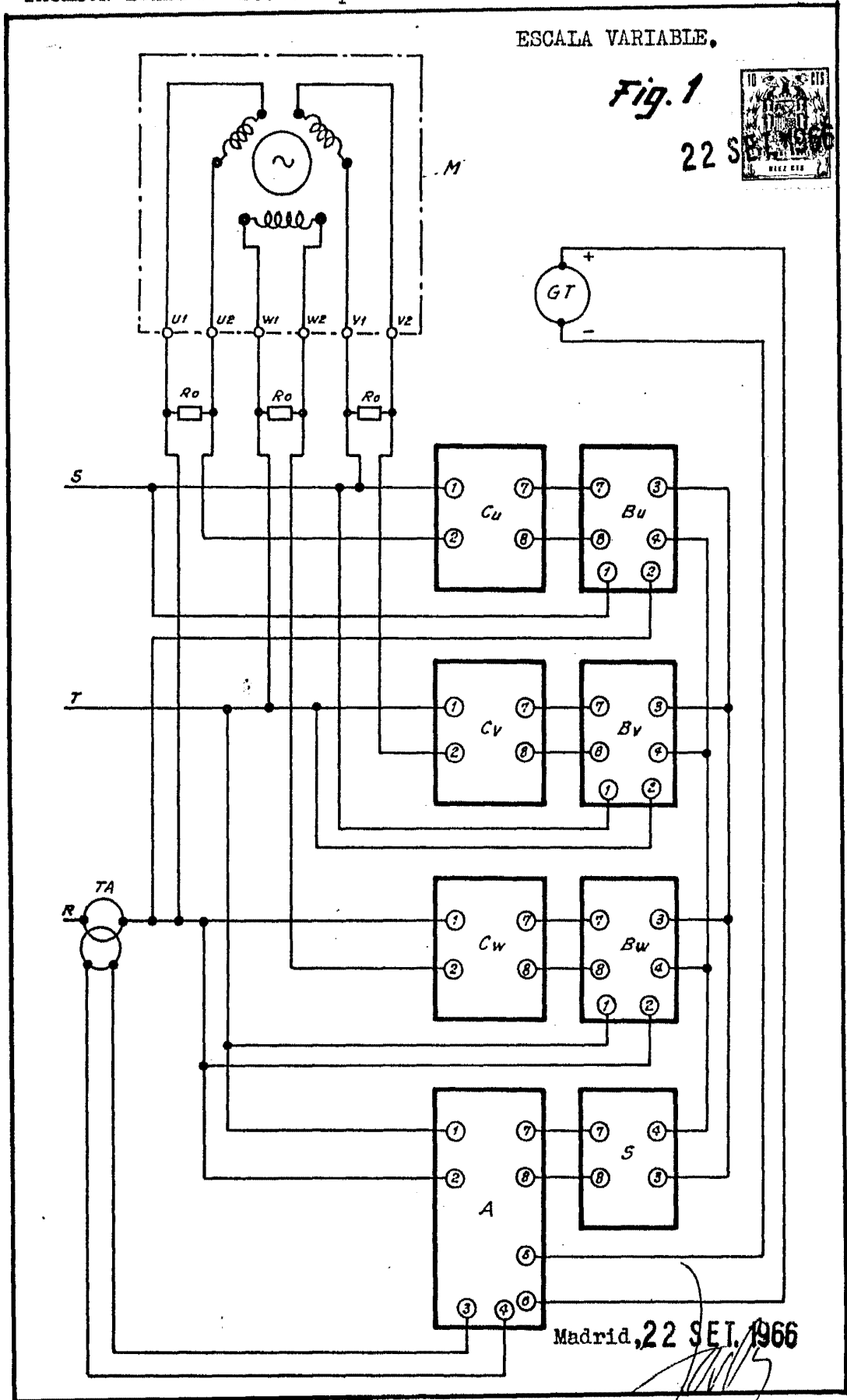


3347

ESCALA VARIABLE.

Fig. 1

22 SET 1966



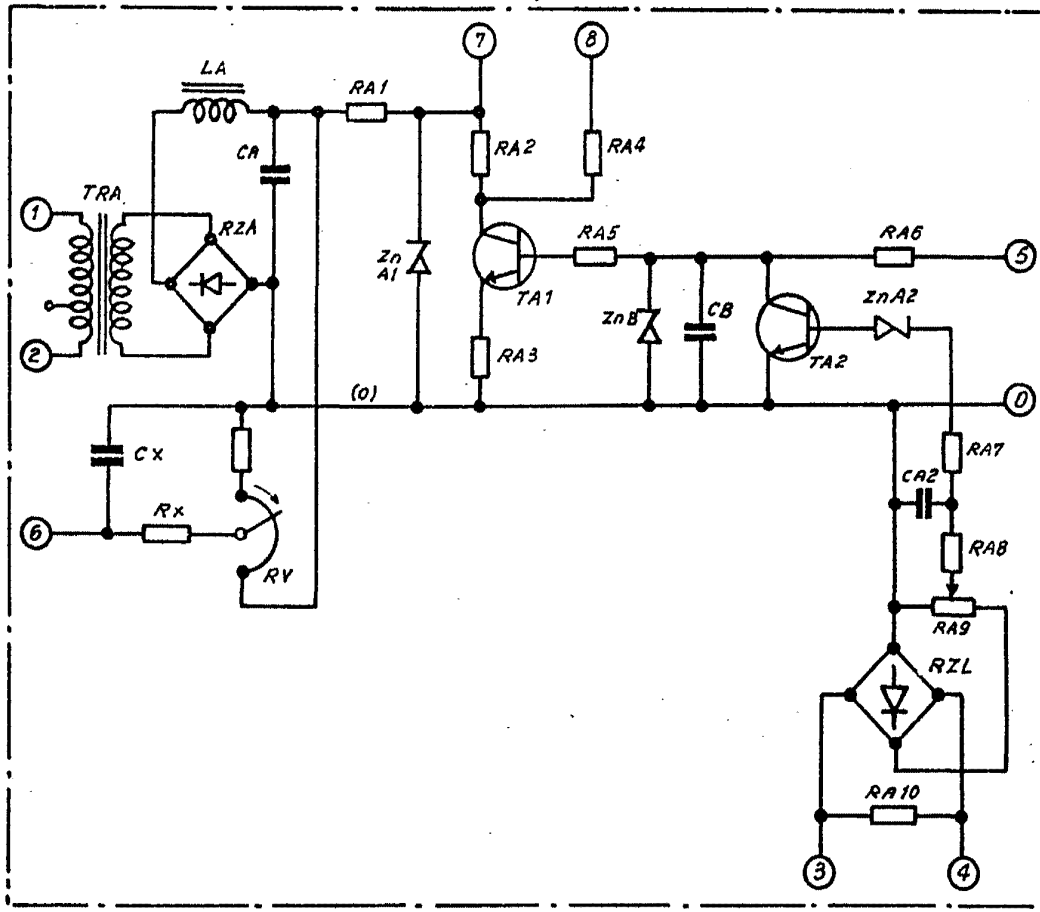
Madrid, 22 SET. 1966



ESCALA VARIABLE.

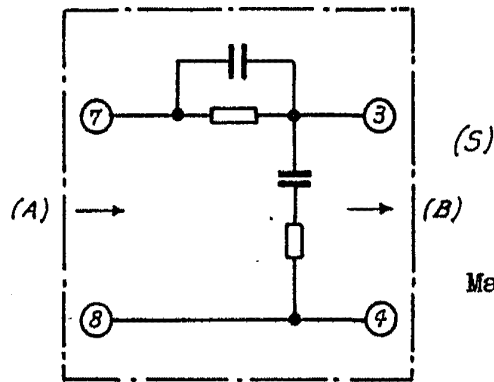
(S)

22



(A)

Fig. 2



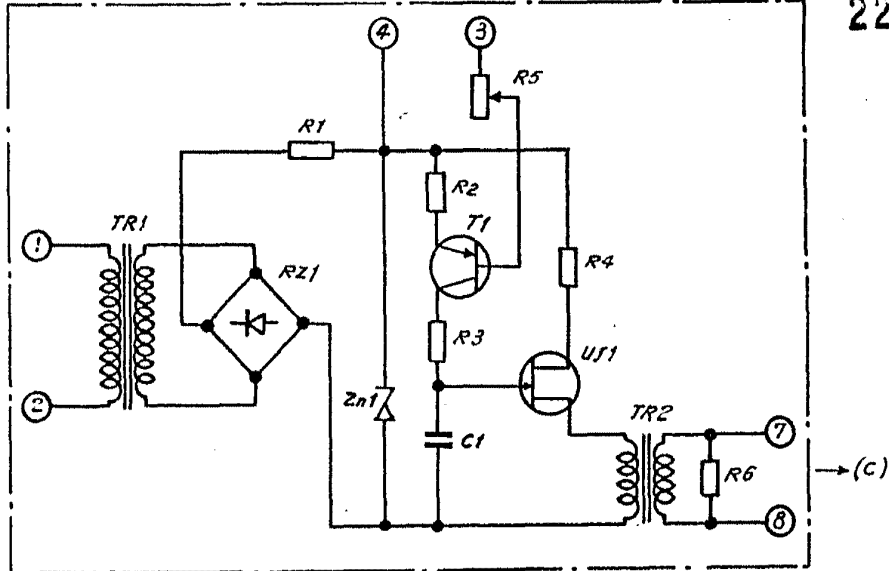
(S)

Madrid, 22 SEPT. 1966

Fig. 3

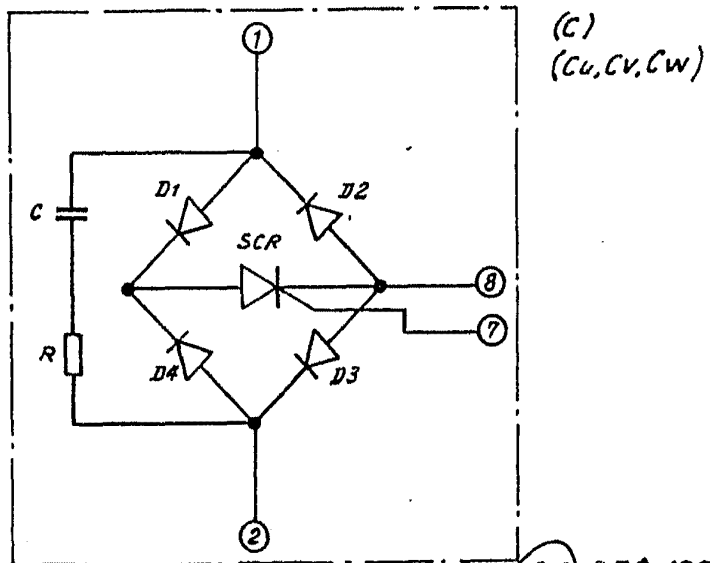
ESCALA VARIABLE.

(B)  
(Bu-Bv-Bw)



22 SEP 1966

Fig. 4



(C)  
(Cu,Cv,Cw)

Madrid, 22 SE1. 1966

Fig. 5