

Int. Cl.:
B66B

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

por VEINTE AÑOS

a favor de Don Juan RIERA Riera,
Don Ginés S. RO Marco y Don
Jesús M. U S S A R R A Escayola, de naciona-
lidad española, domiciliados en Barcelona, calle Amigó, 53,
Avda. José Antonio, 430, y calle Castañer, 5, respectivamente,
por:

ELECTROMOTOR TRIFÁSICO DE ANILLOS ROZANTES, CON EQUIPO ELEC-
TRÓNICO INCORPORADO, ESPECIALMENTE PROYECTADO PARA EL ACCIO-
NAMIENTO DE ASCENSORES.

M E M O R I A D E S C R I P T I V A

1 El accionamiento de ascensores plantea una serie de im-
portantes problemas, sobre todo al aumentar la altura de los
edificios en los que se montan estos aparatos, lo que obliga
a aumentar las velocidades de aceleración y las energías ci-
5 néticas puestas en juego, aumentando, consecuentemente, en
la misma o mayor proporción, las fuerzas de frenado y marcha

que se tienen que utilizar.

Las crecientes exigencias de exactitud y precisión en la maniobra del ascensor, determinan que en el funcionamiento no se admitan diferencias, positivas o negativas, superiores a un 2'5 % con respecto al ideal teórico programado. Si se quiere respetar con gran fidelidad la función lineal programada para el incremento recto de la velocidad desde cero a la nominal máxima del motor, y teniendo en cuenta que el tiempo utilizado para pasar desde uno a otro punto, en todos los casos es muy corto (entre fracciones de segundo y algún segundo), el motor en la mayoría de los casos debe ser capaz de desarrollar un par que fácilmente puede alcanzar el 300 % del nominal. Estos pares tan intensos pueden perfectamente ser alcanzados, con una fuerte densidad de flujo en el estator, por el conocido electromotor trifásico de anillos rozantes. Para controlar con la máxima precisión la velocidad desarrollada por este motor (que, según dicho, no podrá apartarse en más de un 2'5 % de la ideal programada), tanto si trabaja en vacío, como si debe soportar una carga negativa (que tiende a bajar la velocidad) o positiva (que tiende a acelerar el funcionamiento), de acuerdo con la invención, se equipa al conjunto con un equipo electrónico de maniobra y control, que viene a sustituir a los conocidos grupos de regulación Ward-Leonard, pero con unos mejores resultados en cuanto a precisión y con notabilísimas ventajas de tipo económico.

Por lo demás, la invención podrá ser mejorada comprendida haciendo referencia al esquema eléctrico que se acompaña con la presente memoria, y al que, como se comprende y es lógico, en ningún caso cabrá conferir el menor valor limitativo.

En este esquema se ha designado con la referencia M el motor trifásico de corriente alterna, de anillos rozantes. El

eje de este motor comporta rígidamente solidarizada la dinamo
tacométrica DT, que en realidad es un pequeño alternador de
diez polos, que proporciona una señal de corriente alterna,
cuyo voltaje es directamente proporcional a la velocidad de
5 rotación del motor. Los bornes de entrada X, Y y Z, de ali-
mentación del estator del motor M, se hallan conexiónados a
las tres fases F_1 , F_2 y F_3 de la línea, después de pasar por
los fusibles O_1 , O_2 y O_3 y a través de los contactos prin-
cipales del contactor I, cuando éste está cerrado. Entre las
10 fases X e Y se hallan conectados el piloto PII y el ventila-
dor VEN, que entran en funcionamiento cuando en X y en Y hay
corriente. Cuando se aplica la tensión de línea a estas fases,
mediante el cierre del contactor I, se excita el estator,
creando en el mismo un campo magnético que se desplaza hacia
15 la derecha y que tiende a hacer girar el rotor hacia la dere-
cha, cuando pasa alguna intensidad por el arrollamiento del
mismo. Exactamente lo contrario ocurre cuando se cierra el
contactor II abriendo el I. Al efectuar esta maniobra, en
efecto, en realidad se invierten dos de los tres conductores
20 de alimentación del estator, determinando que el campo magné-
tico gire hacia la izquierda y, consecuentemente, que el ro-
tor tienda a girar en sentido opuesto. El cierre de uno u
otro de estos dos contactores, depende de la posición de los
contactos del pequeño relé de conmutación RA_1 , dependiendo
25 en definitiva de que la bobina de accionamiento B_3 de este
relé se halle o no excitada. Cuando esta bobina no recibe
ninguna corriente, se realiza el cierre del contactor I, y
este contactor se abre, cerrándose el II, e invirtiéndose,
consecuentemente, el sentido en el que tiene tendencia a gi-
30 rar el rotor, cuando por la expresada bobina circula la co-
rriente de excitación suministrada por el colector del tran-

istor PNP 8, por estar recibiendo señal positiva en su base, que está conectada a uno de los puntos del centro del puente de referencia PUE (el punto opuesto está conectado al emisor).

Al tomar distintos valores la corriente que pasa a través del puente de referencia PUE, entrando por V_1 y saliendo por V_2 , la polaridad en VP_1 y VP_2 , varía de una forma gradual y paulatina, en función de la intensidad que pasa por el circuito, pasando de un valor positivo hasta cero y empezando a crecer otra vez, con la polaridad cambiada. Tal como se ha representado en el detalle de la figura 2 de los dibujos a los que se viene refiriendo la explicación, entre $+V_1$ y $-V_2$ se halla conectado un puente cuyo ramal de la derecha está compuesto por un diodo rectificador D, con el que se halla conexiada en serie la resistencia óhmica R_2 , mientras que en el ramal de la derecha existen estos mismos elementos, pero invertidos figurando primero la resistencia R_1 y después el diodo D_1 . Estos dos diodos están conectados con su polaridad directa, de manera que no detienen la corriente positiva que les llega de $+V_1$. Por otra parte, según es conocido en relación con esta clase de dispositivos, la caída interna de tensión que provocan los expresados diodos es siempre la misma (unos 0'7 V, aproximadamente), desde una muy pequeña intensidad hasta la máxima nominal indicada por las características de catálogo (la tensión de umbral). La caída de tensión provocada por las resistencias R_1 y R_2 es puramente óhmica, ajustándose, consecuentemente, a la conocida Ley de Ohm de que su valor sea directamente proporcional al cuadrado de la intensidad, multiplicado por la resistencia. Si, en estas condiciones, empieza a elevarse la tensión entre $+V_1$ y $-V_2$ partiendo desde cero (con el cursor CR del potenciómetro PO situado en la posición inferior extrema). En este momento, la

tensión desarrollada tanto en el ramal de la derecha como en el de la izquierda del puente es cero. Al ir desplazando el cursor del potenciómetro hacia arriba, se tienen tensiones progresivamente más altas entre $+V_1$ y $-V_2$, pero si aún no se ha alcanzado la tensión de umbral interpuesta por el diodo D (0'7 V) la intensidad que pasa, tanto por el ramal derecho como por el izquierdo es cero y la tensión desarrollada entre VP_1 y VP_2 es la misma que la de entrada entre $+V_1$ y $-V_2$ y tiene la misma polaridad (VP_1 es positivo y VP_2 es negativo). Si se sigue aumentando la tensión de entrada hasta que la caída de tensión entre R_1 y R_2 sean iguales a la caída en D_1 y D (que son constantes, según dicho), la tensión de salida del puente llega a cero voltios (curva OO_2 del gráfico de la figura 3) y a la entrada se tendrá $0'7 \times 2 = 1'4$ V. Si se incrementa aún más la tensión de entrada, al ser las caídas óhmicas en R_1 y R_2 superiores a las tensiones desarrolladas por los diodos (que son siempre las mismas) en VP aparecerá una tensión que, al predominar ahora la caída óhmica de R_1 y R_2 , será de polaridad inversa a la de antes, siendo consecuentemente VP_1 negativo y VP_2 positivo. Si se continúa aumentando la tensión TE de entrada del puente, llegará un momento en que la tensión de salida VP alcanzará el valor O_3 (gráfico de la figura 3) que tiene idéntico valor que la cresta O_1 , pero de polaridad contraria. La porción de curva comprendida entre O_1 y O_3 de este gráfico, comprende los valores de la tensión de salida VP de los que se hará uso en la práctica, para la total maniobra y control (arranque, freno, velocidad, potencia y par) que exige el funcionamiento de los ascensores.

En la explicación que antecede y en el esquema de la figura 2 al que se ha referido la misma, se ha supuesto, para

mayor sencillez, que las variaciones de intensidad producidas en el puente PUE se provocaban por medio de un divisor de tensiones compuesto por el potenciómetro PO y el cursor CR. Se comprende que en realidad ello no ocurre an absoluto así, estando alimentado el puente PUE en la forma que se analiza a
5 continuación, haciendo de nuevo referencia al esquema de la figura 1.

En el primer instante en que son conectadas a la línea las fases de entrada F_1 , F_2 y F_3 , los contactores I y II
10 están abiertos y, por tanto, no llega corriente ni al motor M ni a los transformadores de alimentación de los distintos pasas amplificadores a transistores del equipo electrónico y de la fuente de alimentación de tensión estabilizada TR_1 , TR_2 y TR_3 . Al no estar sometido a excitación ningún relé o contac-
15 tor, todos ellos están situados en posición de apertura. En esta posición, los contactos C_5 y C_7 del relé RE_1 están cerrados, pasando a través de C_5 hacia el borne izquierdo de la bobina B_1 del contactor I, la corriente que C_7 recibe directamente de la entrada F_3 . El borne derecho de la expresada bobina se halla directamente conectado a la fase F_2 de entrada,
20 en la que también existe tensión, pasando ésta, a través de los contactores auxiliares C_3 y C_4 , que en este momento están cerrados, al estar abierto el contactor II. Por ello, al quedar plenamente alimentada la bobina B_1 , al contactor I se cierra. Al cerrarse el contactor I, las fases de entrada del motor
25 X, Y, Z quedan sometidas a la tensión de la línea y crean un campo magnético giratorio hacia la derecha, con lo que se induce una tensión secundaria en las fases de salida del rotor A, B y C, que determinará que, al cerrarse uno de los contactores de las resistencias de carga (conectadas en estrella), tal
30 como el 7_1 , por ejemplo, circule una corriente secundaria,

equilibrada por las tres fases, que impulsará a girar al rotor hacia la derecha, Si no se produce el cierre de ningún contactor, el motor M permanece parado y en los bornes A, B y C aparece la tensión nominal de rotor en reposo. También han quedado alimentados y en marcha el ventilador de refrigeración y el piloto. Asimismo quedan conectados a la línea los primarios de los transformadores. El transformador TR₁ presenta dos arrollamientos secundarios, uno de los cuales, concretamente el arrollamiento ES de la parte superior, suministra corriente alterna a 12 V, que es rectificada por un diodo y aplanada con un condensador de filtro, proporcionando una tensión de corriente continua de 18 V. entre los terminales del condensador. Esta tensión es aplicada al polo negativo del diodo ZENER D₂, después de pasar por la resistencia de 50 ohmios, y el polo positivo de este diodo se conecta al polo negativo del condensador de filtro, obteniéndose entre sus extremos una tensión estabilizada de 10 V. Entre los extremos del diodo ZENER se halla conectado un potenciómetro de 100 ohmios, de manera que entre el cursor de este aparato y el polo negativo del ZENER es posible obtener una tensión auxiliar fija y estable, que puede variar desde cero hasta 10 V.

El segundo secundario del transformador TR₁ en cuestión se halla conexionado al igual que el anteriormente estudiado, comprendiendo un diodo rectificador, que rectifica la corriente a media onda, y un condensador que aplanar y elimina las pulsaciones, y entre cuyos extremos se obtiene una tensión de corriente continua de 18 V. Esta corriente se utiliza para alimentar el transistor PNP 8, cuyo colector se halla conexionado al positivo de la fuente de alimentación, pasando antes a través de la bobina B₃ del relé de conmutación RE₁ y el emisor está conectado al negativo de la fuente por una parte y al pun-

to VP_1 del puente PUE, por otra. El punto VP_2 del puente está permanentemente conexionado con la base del transistor PNP_8 , pasando antes por la resistencia de 1.000 ohmios. Cuando la polaridad entre VP_1 y VP_2 del puente PUE tiene determinado signo, el expresado transistor queda bloqueado y no conduce ninguna corriente por el colector, y cuando aquella polaridad cambia de signo, por alcanzar mayores valores la intensidad que atraviesa el puente, la señal enviada a la base pasa a ser positiva, el colector ya conduce corriente, se cierra el relé conmutador RA_1 , y en lugar de estar cerrado el contactor I, se cierra el contactor II, tendiendo el motor M a girar en sentido contrario, y, por tanto, a ejercer una acción de freno.

El arrollamiento primario del transformador TR_2 se halla asimismo conexionado a la línea. Este transformador comprende asimismo dos arrollamientos secundarios que llevan conexionados sendos rectificadores de media onda similares a los ya descritos, La tensión de salida suministrada por uno de estos arrollamientos es utilizada para alimentar el primer paso de un amplificador compuesto por el transistor NPN_9 , cuyo emisor está conectado directamente al polo positivo, mientras que el polo negativo se conecta al colector, pasando antes por la carga resistiva conexionada en serie con el mismo, constituida por los potenciómetros 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, de 5.000 ohmios cada uno, conexionados entre sí en paralelo. La señal de entrada de este primer paso de amplificación, se halla conectada al transistor entre la base y el emisor y procede del puente de referencia PUE, de los puntos VP_1 y VP_2 , pasando antes por el relé de conmutación RA_4 . Este relé, cuando no está excitada la bobina B_5 , conecta a VP_2 con la base del transistor y VP_1 con el emisor, y cuando se excita la bobina, cosa que se produce cuando el contactor II ocupa la posición de

cierre, cerrando tambien los contactos C_{11} y C_{12} , RA 4 cierra e invierte la conexión. Antes de ser aplicada entre la base y el emisor, la señal de entrada procedente de VP₁ y VP₂ pasa por un potenciómetro de 3.300 ohmios, que está conexasdo como divisor de tensión y que, variando la posición de su cursor, permite reducir esta señal en la proporción que interese antes de ser aplicada a la base del primer transistor del primer paso del amplificador de potencia. El segundo arrollamiento del transformador en cuestión, reúne las mismas características de conexión y de trabajo que el que ha quedado analizado, utilizándose la tensión de 18 V no estabilizados, en corriente continua, para alimentar el segundo paso del amplificador de potencia que se utiliza para abrir o cerrar, en el momento oportuno y con el orden y la cadencia más apropiada la serie de contactores 1₁, 2₁, 3₁, 4₁, 5₁, 6₁ y 7₁ cuya función estriba en proporcionar el impulso o impulsos, en sentido positivo o negativo, que la intensidad del rotor requiere en cada instante para que el motor M esté dando en cada instante el par requerido. Este segundo paso está compuesto por los siete transistores 1₂, 2₂, 3₂, 4₂, 5₂, 6₂ y 7₂ con los emisores comunes conectados entre sí y al negativo del rectificador del primer secundario referido, que constituye la fuente de alimentación del primer paso. La señal para excitar las bases de los transistores del segundo paso amplificador. separadamente y uno a uno, es proporcionada por este polo negativo, que es el que alimenta al colector del transistor NPN 9, despues de pasar por los siete potenciómetros conectados en paralelo, que constituye de hecho la carga del transistor, y por los cursores de los potenciómetros de carga. El cursor del potenciómetro 7, por ejemplo, está conectado a la base del transistor 7₂ a través de la resistencia en serie

limitadora de 8.000 ohmios; el cursor del potenciómetro 6 está conectado a la base del transistor 6_2 , pasando también antes la corriente por la resistencia de 8.000 ohmios, etc., etc. La posición de estos cursores es tal que, al ir aumentando la tensión entre los extremos de los potenciómetros de carga, por aumentar también progresivamente la intensidad de control de entrada de la base del transistor 9, el cierre de los siete relés de carga de los siete transistores del segundo paso de produce uno a uno y en orden correlativo, hasta quedar cerrados. El cierre de cada relé determina el cierre del correspondiente contactor de control de las resistencias de carga, por ejemplo, cuando cierra 7_2 se produce también el cierre del contactor 7_1 , al cerrar 6_2 cierra 6_1 y así, sucesivamente, hasta cerrar todos, si la corriente de base de entrada de control ha subido suficientemente.

Los colectores de los siete transistores en cuestión, están conexiónados al positivo de la fuente de alimentación constituida por el segundo arrollamiento del transformador que se está considerando, después de pasar a través y en serie de las bobinas de excitación de los siete relés RA_5 , RA_6 , RA_7 , RA_8 , RA_9 , RA_{10} , y RA_{11} . Según se comprende, cuando hay uno o más transistores que conduzcan corriente, la o las armaduras cierran, cerrándose, a su vez, los contactos dispuestos en la parte superior de los relés.

Existe, finalmente, la fuente de alimentación constituida por el primer arrollamiento secundario del transformador TR_3 , que es idéntica a las fuentes de alimentación representadas por los transformadores anteriormente considerados. El secundario de este transformador proporciona una tensión de corriente alterna de 12V., de la que se elimina la componente de alterna por medio de un solo diodo rectificador, que de

hecho rectifica a media onda, y un condensador electrolítico de gran capacidad que se conecta entre la salida del diodo y el otro extremo del secundario, obteniéndose en definitiva entre los extremos del condensador los 18 V no estabilizados que es capaz de suministrar la fuente de alimentación. El positivo de esta fuente de corriente continua, después de atravesar la bobina de excitación B_6 del relé RA_3 , se conecta al colector del transistor PNP 10, cuyo emisor está conectado al negativo de la misma fuente, estando conectado al mismo tiempo al negativo del puente rectificador P del alternador taquimétrico DT. cuya tensión alterna de salida (así como su frecuencia) es directamente proporcional, según visto, a las revoluciones por minuto del motor M.

Los dos bornes de salida del alternador taquimétrico están conexiados a los dos puntos de entrada del puente rectificador P, obteniéndose en sus bornes de salida positivo y negativo una tensión rectificada de onda completa, que es además filtrada por medio del condensador conectado a la salida 32/16. Esta tensión de corriente continua, cuyo valor es determinado por la velocidad de giro del motor M, es utilizada para diferentes funciones, que se irán analizando. Una de estas funciones estriba en que el negativo, tal como se ha ya indicado, está conexiado a la parte inferior de un, potenciómetro de 10.000 ohmios que, a su vez, está conexiado al emisor del transistor NPN 10. El positivo del puente P está conectado a la parte superior del potenciómetro y su cursor a la base del mencionado transistor. Si se sitúa este cursor, por ejemplo, en un punto aproximadamente central, la tensión de señal positiva que se aplicaría a la base del transistor, equivaldrá a la mitad de la proporcionada por el puente rectificador P, que será el valor escogido para que, al ser alcanzado por el motor

M, después de haber acelerado en forma continua o escalar, alcanzando aproximadamente la mitad de su velocidad máxima de régimen, se suministre a la base del transistor 10 una señal de entrada positiva suficiente para que su colector conduzca, excitándose la bobina B_6 y cerrándose el relé RA_3 , y entrando entonces en circuito, por haberse cerrado los contactos 1 y 2, y quedando en disposición de ser utilizados, si el cierre de los relés RA_5 y RA_6 lo requiriera, los contactores 1_1 y 2_1 que controlan la intensidad del rotor del motor M.

Se ha dicho ya repetidamente que cuando la señal de entrada que se suministra a la base del primer paso (transistor PNP 9) alcanza cierto valor, los relés conectados a los colectores de los transistores del segundo paso cierra, cerrándose entonces los contactores que acortan la resistencia de carga. Ahora bien, esta correlación de cierre queda sometida a cierta ley y a determinadas condiciones que se analizarán más adelante.

El orden y prioridad de toda la maniobra expuesta depende del valor y polaridad de la señal que aparece entre los puntos VP_1 y VP_2 (tensión VP representada en el gráfico de la figura 2) depende de la intensidad I_1 que pasa a través del puente PUE. Este puente se halla alimentado por dos fuentes conexas en serie. La primera de estas fuentes se halla constituida por el alternador taquimétrico DT, cuyos bornes de salida están conectados al puente rectificador P, el cual suministra una corriente continua, que es convertida en corriente continua pura, eliminando la componente de corriente alterna que pudiera tener, por el condensador 32/16. El valor de esta corriente depende del régimen de revoluciones del motor M, variando entre un valor cero cuando el motor está parado y un máximo cuando el motor alcanza su velocidad máxima de régimen.

El polo positivo del puente P se halla conexionado al punto de entrada V del puente de referencia PUE, hallándose intercalados en serie entre estos dos puntos dos potenciómetros, de 50.000 y 1.000 ohmios, respectivamente. El potenciómetro de 50.000 ohmios se halla conexionado en paralelo con un potenciómetro de 12.000 ohmios, accionado por un servomotor que puede girar en uno u otro sentido, según convenga a la maniobra. Estos dos potenciómetros en paralelo equivalen a un solo potenciómetro de 10.000 ohmios, que es el valor que interesa intercalar en serie en el puente, para la regulación. El potenciómetro de 1.000 ohmios tiene la función de fijar la velocidad mínima de giro del motor. Y la función del potenciómetro de 12.000 ohmios estriba en abrirse, de manera que su valor resistivo quede totalmente incorporado al circuito, cuando el motor haya alcanzado su máxima velocidad de régimen. El punto V_2 de salida del puente PUE se halla conexionado directamente al negativo de la fuente de tensión estabilizada E_g . El cursor del potenciómetro de 100 ohmios selecciona la tensión auxiliar necesaria para hacer circular por el puente P la suficiente intensidad auxiliar, para que la tensión VP entre los puntos VP_1 y VP_2 (ver figura 3) trabaje en el punto O_1 , que corresponde a una cresta máxima de tensión negativa, todo ello en los primeros instantes después de haber conectado el motor M, cuando éste aún no se ha movido nada y el puente P del alternador taquimétrico no da todavía ninguna tensión. Con esta máxima cresta negativa, el transistor NPN 8 sigue bloqueado, sin conducir corriente de colector, pero no ocurre así con el transistor PNP 9 que constituye el primer paso del amplificador de potencia. Como que RA 4 está sin excitar, se hallan cerrados sus contactos superiores y conducen la polaridad desarrollada en el puente P con la

polaridad debida, introduciendo en el transistor PNP polaridad negativa por la base y positiva por el emisor. Al corresponder este momento a una máxima tensión de cresta negativa, la intensidad del colector se sitúa en un valor ligeramente inferior a la que correspondería si fuera la de saturación (con tensión prácticamente cero entre colector y emisor), que, al pasar a través de los siete potenciómetros conexiona- dos en paralelo y que constituyen la carga resistiva del co- lector, provoca una caída de tensión de aproximadamente 14V, (la tensión de la fuente de alimentación es de 18 V). Al ser siempre superior el valor de la tensión de cresta máxima negativa al valor necesario para que en los extremos de los potenciómetros de carga se produzca una caída de aproximadamente 14 V, la señal de entrada se ajusta mediante el potenciómetro de 3.300 ohmios que está conectado como divisor de tensión a la entrada del transistor PNP 9, reduciéndose el exceso de señal de entrada mediante el desplazamiento del cursor de este potenciómetro hasta que la caída en los extremos de los potenciómetros de carga es de 14 V. Los cursores de estos po- tenciómetros se hallan situados a alturas progresivamente cre- cientes desde el 1, que es el que tiene el cursor más despla- zado hacia abajo, y consecuentemente el que recoge menos ten- sión, hasta el 7, recogiendo señales que crecen regularmente de uno a otro potenciómetro (2 V). El cursor del potencióme- tro 7 ocupa una posición extrema, de manera que se recoge una señal de 14 V, de suficiente intensidad para determinar el cie- rre de todos los relés, los cuales mandan su tensión de ali- mentación de 220 V al contactor que le corresponde. Ello no quiere decir que todos los contactores cierren a la vez, sino que inicialmente se cierra tan sólo el contactor 7₁, que se halla directamente alimentado desde los contactos del relé

RA₁₁, sin pasar por ningún contacto auxiliar que abra el circuito. Este contactor tiene que ser el primero en cerrar dado que es el que cierra la resistencia del circuito del rotor conectada en estrella y en el momento que presenta su máximo valor. Con los valores de tensión de rotor y de resistencia de carga escogidos en el presente ejemplo, la intensidad equilibrada que pasa a través del rotor y de las resistencias en el momento de cerrar el contactor 7₁ es de 3'5 A, lo que da un par de giro de 0'69 mKg. hacia la derecha en el rotor (que constituye una pequeña parte del par nominal total del motor M que es de 4 mKg, al ser de 8 C.V. a 1.500 r.p.m.). El contactor 6₁ no cierra hasta que no lo hace el 7₁, mediante la disposición de dos contactos auxiliares. Al cerrarse el contactor 6₁ cierra dos contactos auxiliares gobernados por el mismo, determinando el cierre del contactor 5₁, el cual, a su vez, determinará el cierre del contactor 4₁, y éste cerrará el 3₁, en el que quedará interrumpido el cierre sucesivo de contactores, porque los hilos que alimentan las bobinas de los contactores 2₁ y 1₁ están interrumpidos por estar abiertos el relé RA₃. Este relé no cierra hasta que la velocidad del motor M no alcanza la mitad de su valor nominal (750-800 r.p.m.), en cuyo momento continúa el cierre progresivo de contactores hasta el final (al estar cerrado el 3₁ cierra el 2₁, y el cierre de éste último determina el cierre del 1₁), si la tensión de mando de las bases de los siete transistores del segundo paso de potencia así lo pide.

Al cerrarse en forma sucesiva y ordenada los contactores 7₁, 6₁, 5₁, 4₁ y 3₁, y suponiendo que el rotor del motor esté parado, como la resistencia óhmica intercalada va descendiendo, la intensidad de rotor va subiendo hasta alcanzar los 64'8 A, desarrollando en este momento el motor el par

máximo previsto, que equivale a aproximadamente tres veces el nominal, siempre que se haya aplicado al motor una carga superior al esfuerzo, cosa que en la práctica no ocurrirá nunca, siendo los pares de carga previstos siempre inferiores y poniéndose en marcha el rotor.

Según se ha visto, cuando se aplica al motor una carga muy elevada o cuando el momento de inercia de esta carga sea muy alto, se produce rápidamente el cierre sucesivo de los cinco primeros contactores, que van cortocircuitando la resistencia de carga del rotor, hasta que el par de éste alcanza su valor máximo, con un consumo de línea de tan solo el 375% de la nominal, valor que resulta muy aceptable si se tiene en cuenta que un motor normal de potencia equivalente, al ser conectado a la línea, consume un 600% de su intensidad nominal, mientras que su par apenas alcanza un 200% de lo previsto.

Por otra parte, no tiene ningún interés en este estado inicial de cosas (con velocidad cero del motor) acortar más la resistencia del rotor, porque con ello aumentaría la intensidad del rotor, pero el par desarrollado en esta situación de paro o a muy reducida velocidad, sería menor. Esta es la razón de que los contactores 2_1 y 1_1 entren en funciones tan sólo cuando el motor ha alcanzado el 0'5 ó 0'6 de su velocidad nominal. En este momento el transistor 10 recibe una intensidad de base suficiente para que pase la intensidad de colector necesaria para determinar el cierre del relé RA_3 , entrando en funciones los expresados contactores.

Según se ha visto, al mandar corriente de línea trifásica en F_1 , F_2 y F_3 cierra el contactor de entrada I, quedando alimentado el estator del motor M, girando hacia la derecha el campo magnético del motor. Al ser también alimentado el

equipo electrónico, la fuente estabilizadora E_s manda una tensión auxiliar al puente PUE, de valor tal que entre VP_1 y VP_2 aparece una tensión negativa que alcanza un máximo valor (punto O_1 del gráfico de la figura 3), dadas las circunstancias iniciales de posición de potenciómetros (los potenciómetros de 12.000 y 1.000 ohmios están situados en posición de resistencia cero) la expresada tensión es conectada al primer paso del amplificador de potencia, y dado su valor, determina que se cierren todos los relés conectados a los colectores de los siete transistores del segundo paso. Al estar cerrados los siete relés del segundo paso, se cierra el contactor 7_1 , que establece un puente en estrella entre los extremos inferiores de todas las resistencias de carga. Al cerrarse este puente, circula por las resistencias una corriente equilibrada de carga del rotor, en este caso de 3'5 A., y el rotor es impulsado a girar hacia la derecha con un par de 0'69 mKg. Al recibir este par de giro el rotor - suponiendo que el motor funciona en vacío - empezará a moverse, acelerando más o menos rápidamente según sea su momento de inercia. Si esta velocidad de aceleración no es suficientemente elevada, al continuar siendo alta la señal emitida por el puente PUE, se producirá también el cierre del contactor 6_1 , que establecerá un puente en la parte superior de las resistencias VI, suprimiéndolas, con lo que la corriente que pasa por el rotor, en lugar de ser de 3'5 A, será de 8'1 A y el par desarrollado se elevará a 1'55 mKg. En caso de que el rotor no alcance todavía suficiente aceleración, por las mismas razones se producirá el cierre del contactor 5_1 , con lo que se obtendrá en el rotor una intensidad de 16'2 A, quedando sometido a un par de aceleración de 3'1 mKg y acelerándose hasta desarrollar en la dinamo tacométrica una tensión que se sumará a la de la

fuente auxiliar utilizada para el arranque inicial. Al ir aumentando la intensidad que pasa por el puente PUE va bajando la cresta entre VP_1 y VP_2 , hasta alcanzar un punto en el que se desexcita el relé RA_9 , determinando la apertura del
5 contactor 5_1 y bajando la intensidad del rotor. Sin embargo, como que en este momento el rotor ya está acelerado y su carga son tan sólo roces parasitarios, el par desarrollado es aún superior al necesario, de manera que el rotor se acelerará en una pequeña proporción, suficiente para que el mínimo incremento de intensidad en el puente, haga bajar más la tensión desarrollada en los potenciómetros de carga. Esta disminución de tensión es suficiente para desexcitar el relé RA_{10} , que abre el contactor 6_1 , Con ello disminuye aún más la intensidad del rotor, pero como que continua siendo excesiva para
10 arrastrar al motor con solo la carga parasitaria del rotor, éste acelera todavía un poco más y, al aumentar la intensidad en el puente PUE, se llega a un valor de cero voltios entre VP_1 y VP_2 . En este momento se abre el relé RA_{11} , abriéndose el contactor 7_1 , con lo que queda sin intensidad el rotor
15 del motor, y se inicia una ligerísima (inobservable) disminución de la velocidad. Cuando baja un mínimo la intensidad del puente vuelve a mandar una pequeña señal a la entrada del primer paso del amplificador de potencia, de suficiente importancia para que el relé RA_{11} , vuelva a cerrar, cerrando consecuentemente el contactor 7_1 y repitiéndose el proceso indefinidamente y manteniendo en el eje de salida del motor una velocidad estable, con una precisión de $\pm 0.01\%$. Cuando el motor trabaja en vacío la cadencia de esta sucesión de aperturas y cierres es bastante lenta, pero si va aumentando la carga,
20
30 aumenta la frecuencia de los cierres y la duración de los periodos durante los que el contactor permanece cerrado, hasta

alcanzar una situación en la que el contactor 7_1 permanece cerrado constantemente, cuando la carga aplicada coincide exactamente con la que puede desarrollar el motor con estas primeras resistencias intercaladas. Si sigue aumentando la carga, al bajar en forma ligerísima la velocidad de giro, disminuye la intensidad en el puente PUE, aumentando la señal a iniciándose una sucesión de cierres y aperturas del contactor 6_1 , que actúa como el anteriormente analizado, manteniendo estable la velocidad del motor, dentro de los estrechos límites consignados. Si, sigue aumentando la carga, por las mismas razones expuestas, entra en juego el contactor 5_1 , que permite ya alcanzar un par de 3'9 mKg, que corresponde a los 62 C.V. máximos que es capaz de desarrollar este salto. Si continúa incrementándose la carga, se cierra el contactor 4_1 , entrando entonces en el salto que permite alcanzar el par de 4 mKg (el nominal que corresponde a los 8 C.V.), que en su límite máximo, es decir, cuando aquel contactor queda permanentemente cerrado, representa una sobrecarga del 155 % de la nominal. Si disminuye la carga, sube ligeramente la velocidad de la dinamo tacométrica DT, aumentando en pequeñísima proporción la intensidad del puente PUE, y siendo cero la tensión de la señal desarrollada entre VP_1 y VP_2 , con lo que se abren todos los relés del segundo paso amplificador, abriéndose todos los contactores hasta que, al ser cero la intensidad que circular por el rotor, la velocidad del motor disminuye ligeramente, cerrándose nuevamente el contactor 7_1 , en la forma ya analizada.

Cuanto mayor es la tensión que, a una velocidad de giro determinada, suministra la dinamo tacométrica, menores son las revoluciones por minuto mínimas del motor, estando cortocircuitados los potenciómetros que se hallan conexiados en

serie con el puente PUE, ya que este puente se equilibra a
cero (tensión cero entre VP_1 y VP_2) cuando a los 1'2 V que
da la fuente de alimentación auxiliar, que origina la fuerte
cresta negativa necesaria para el arranque, se le añaden los
5 voltios necesarios para que la tensión de entrada del puente,
cuando por el circulan 5 mA, sea de 1'4 V. Este suplemento de
voltios es suministrado por la dinamo cuando gira aproximada-
mente a una velocidad de 15 ó 20 r.p.m.

En realidad una velocidad de trabajo tan baja como la
10 indicada, no interesa, pues los límites de par, velocidad y
relación que se han estandarizado para este motor, son los
siguientes: En el arranque con el potenciómetro de control
en la posición correspondiente a la mínima, el motor pasa de
la velocidad cero a 30 r.p.m. en centésimas de segundo y de-
15 sarrollando pares que pueden alcanzar el 300 % del nominal.
Desde 30 r.p.m. pasa a la velocidad nominal de 1.420 r.p.m.
en 0'6 ó 0'7 segundos, pudiendo alcanzar pares del 300 % del
nominal. Una vez estabilizada una velocidad determinada de tra-
trabajo, las variaciones que se pueden provocar mediante el
20 desplazamiento del elemento de control (giro del potenció-
metro) pueden ser inferiores al 0'5 %. La relación de veloci-
dades es, pues, aproximadamente de 1/50. Como no interesa la
velocidad mínima de 17-20 r.p.m. del motor, debiendo fijarse
la de 30 r.p.m. como mínima estandarizada de todo el campo
25 de regulación, es necesario contar con un sistema indepen-
diente que permita regular esta velocidad. A este efecto se
dispone el potenciómetro de 1.000 ohmios en serie con el cir-
cuito general de alimentación del puente de referencia. Cuan-
do este potenciómetro está en cortocircuito no produce ningún
30 efecto en la velocidad de giro del motor, pero si se va des-
plazando su cursor se va introduciendo una caída adicional

en la alimentación del puente, de manera que ésta, para quedar equilibrado a cero, requerirá más tensión de la dinamo tacométrica, obligando a que la misma (y, por tanto, el motor) gire a mayor velocidad. Bastará, pues, actuar sobre el potenciómetro hasta que la velocidad del motor sea de exactamente 5 30 r.p.m., y, una vez efectuada esta regulación, no deberá ya actuarse más sobre aquél. La velocidad máxima se regula también por caída de tensión potenciométrica, pero con otra conexión. Se ha ya indicado que los potenciómetros de 12.000 10 y 50.000 ohmios están conexicionados en paralelo entre sí y en serie con el circuito de alimentación del puente PUE, por el que pasan 5 mA cuando está equilibrado. Cuando se ha descrito el proceso de marcha y control del motor M, se ha supuesto que estos dos potenciómetros estaban en cortocircuito, de 15 forma que no actuaban de ninguna manera sobre el puente. Si, a partir de esta posición, se mueve el cursor del potenciómetro de 12.000 ohmios hacia la posición extrema opuesta, ello en principio tampoco afectará al puente, dado que al continuar cortocircuitado el potenciómetro de 50.000 ohmios, la resistencia real de los dos potenciómetros en paralelo es cero, 20 pero si empieza entonces a desplazarse el cursor del segundo potenciómetro va aumentando progresivamente el valor intercalado, con lo que baja ligeramente la intensidad de 5 mA que alimenta el puente, en medida suficiente para mandar una señal a la entrada del primer paso del amplificador, el cual 25 determina una ligera aceleración del motor, para que la tensión suministrada por la dinamo aumente, compensando la pérdida de tensión motivada por el potenciómetro. De esta forma, actuando sobre el potenciómetro, puede realizarse la regulación hasta obtener exactamente en el motor una velocidad de 30 1.500 r.p.m., cesando entonces la actuación sobre aquél. En

esta posición, si se actúa sobre el potenciómetro de 12.000 ohmios, que, según dicho, se hallaba totalmente intercalado en el circuito, irá disminuyendo la resistencia total intercalada en el circuito por los dos potenciómetros, bajando, 5 consecuentemente, la velocidad del motor, hasta cortocircuitar totalmente aquel potenciómetro, en cuyo momento la velocidad del motor será de 30 r.p.m., En definitiva, pues, la velocidad de giro del motor dependerá de la posición en la que en cada momento se sitúe el potenciómetro de 12.000 ohmios. 10 La actuación sobre este potenciómetro puede facilitarse dotando al mismo de un órgano cualesquiera apropiado de maniobra, o accionándolo por medio de un servo-motor, que permite imprimirle una maniobra programada y temporizada.

Si, por ejemplo, se sitúa el cursor, del potenciómetro 15 de 12.000 ohmios en un punto que corresponda a una velocidad de giro del motor de 300 r.p.m., con sólo la carga mecánica de roce parasitario, el puente PUE da entre VP_1 y VP_2 una tensión negativa de muy escaso valor, pero suficiente para determinar el cierre del contactor 7_1 , con lo que se acelera 20 ligeramente el motor M, bajando la tensión del puente y abriéndose aquel contactor, y así sucesivamente, con una cadencia de mucha lentitud. Estas oscilaciones de velocidad, según visto, son prácticamente inapreciables, por no sobrepasar nunca el $\frac{1}{100}$ 0'01 % de la velocidad de giro. Si en estas 25 condiciones se aplica al rotor un par positivo, es decir, un par que tienda a hacerlo girar en el mismo sentido en el que está ya girando, se produce un ligero aumento de la tensión suministrada por la dinamo tacométrica, sobrepasando la intensidad que pasa por el puente el valor en el que éste queda 30 equilibrado a cero y apareciendo entre VP_1 y VP_2 una tensión de polaridad distinta a la de antes (punto O_3 de la

línea VP del gráfico de la figura 3). Con esta nueva polaridad en el puente, el transistor PNP 9 del amplificador de potencia queda bloqueado al tener polaridad inversa, pero el PNP 8, que antes tenía polaridad inversa, ahora conduce, por tener en la base la polaridad correcta. El colector de este transistor, que se halla conexionado al polo positivo de la fuente de alimentación, a través de la bobina B_3 del relé RA_1 conduce suficiente corriente para que este relé cierre, de manera que en lugar de estar cerrado el contactor I lo estará el II, y el campo magnético del motor M girará al revés, tendiendo a hacer girar el rotor en sentido opuesto, y frenándolo a contracorriente. Al cerrar el contactor II, se cerrarán también los contactos auxiliares C_{11} y C_{12} , que alimentan la bobina B_5 del relé conmutador RA_4 , que al cerrar cambia la polaridad de la señal de entrada del transistor PNP 9 por conmutación, con lo que este transistor ya no queda bloqueado y trabaja normalmente como antes. Pero en esta nueva posición, al cerrarse los contactores de las resistencias de carga, en lugar de determinar la aceleración del motor, determinan su frenado, haciendo descender la velocidad de giro de la dinamo tacométrica, con lo que disminuye la tensión suministrada por la misma y la sobreintensidad que pasa por el puente de referencia, quedando éste equilibrado otra vez a cero y abriéndose el contactor 7_1 , con lo que quedan sin intensidad las resistencias del rotor. Si en lugar de situar el potenciómetro de mando en la posición que se acaba de estudiar (correspondiente a una velocidad de 300 r.p.m.) se sitúa manualmente en un punto de menor resistencia, al que corresponda una velocidad de 200 r.p.m., entra en funciones la cresta de tensión, ahora positiva, por ir el potenciómetro de más a menos resistencia, se cierra el contactor 7_1 y el motor, se

frena hasta reducir su velocidad a la que le correspondiera según la nueva posición del cursor. Una vez alcanzada esta nueva velocidad, se abre el contactor 7_1 y el conjunto se mantiene estable en este nuevo punto de equilibrio. Esta estabilización se alcanza por abrirse el contactor 7_1 cuando la velocidad del motor llega al punto en que el puente PUE queda equilibrado a cero. Si esta velocidad disminuye por roce, desaparece el equilibrio y aparece una tensión entre VP_1 y VP_2 que es negativa al igual que antes. El transistor PNP 8 queda bloqueado y se abre RA_1 , cerrando el contactor I y abriendo el II, con lo que se conmuta mediante la apertura del relé RA_4 la señal de entrada del transistor 9 y todo vuelve a quedar igual que antes, abriéndose y cerrándose cadenciosamente el contactor 7_1 y girado el motor hacia la derecha a una velocidad de 200 r.p.m. $\pm 0'01$ % de variación.

El circuito comprende dos bornes de entrada E-E' que reciben una tensión para cerrar el relé conmutador RA_2 , suministrada por algún contacto auxiliar de la maniobra general del ascensor. En la posición de reposo no es excitada la bobina B_4 , que en la otra posición pone en marcha el servo-motor de gobierno, el cual hace girar al potenciómetro de un extremo a otro en dos segundos, quedando parado en la nueva posición extrema, por quedar sin alimentación el servo-motor, merced a unos contactos de final de carrera. Durante este recorrido del potenciómetro, el motor pasa, según visto, de 30 r.p.m. a 1.500 r.p.m.. Así permanece un cierto tiempo, recibiendo entonces una corriente que excita la bobina B_4 del relé RA_2 , el cual conmuta la corriente del servo-motor y este, en un tiempo de dos segundos, pasa de la posición actual a la primitiva, pasando de una a otra velocidad en el tiempo exacto programado, por estar trabajando el motor en situación de

contracorriente, desarrollandose en el motor el par o sobrepar de freno necesario para cumplir con absoluta precisión las condiciones establecidas.

5 Finalmente, de acuerdo con la invención, se prevé un sistema electromagnético que efectúa un frenado enérgico, pero con cierta suavidad, del motor, en caso de que quede cortada la línea principal de alimentación por cualquier causa (avería, fusión de los cortacircuitos de protección, corte de corriente, etc.) Este efecto se logra por medio de un circuito adicional representado en esquema en la figura 4
10 independiente de los circuitos que han quedado descritos. Este circuito comprende los diodos D_3 , D_4 , D_5 , D_6 , D_7 y D_8 , que constituyen un rectificador de puente doble, conexionado a los conductores de entrada X, Y, Z, y cuyas salidas positiva y negativa se conectan a los extremos de una batería de condensadores de bastante capacidad y voltaje
15 (1.000 mfd y 1.000 V). Esta batería se halla conexionada a los contactos de entrada de un contactor III, cuya bobina de excitación B_7 se halla permanentemente conexionada a la línea general de alimentación, Los contactos de salida del contactor
20 III van conectados, en serie con una resistencia variable de cero a 5 ohmios, a dos de las tres fases del rotor bobinado del motor M.

Los contactos del contactor III están abiertos mientras
25 está excitada la bobina B_7 . Cuando falta la tensión de la línea, se abre el contactor, cerrándose los contactos de trabajo, con lo que la intensidad acumulada en la batería de condensadores pasa al arrollamiento del rotor del motor que está en movimiento por inercia. Este rotor se excita con polaridad de continua y excita, a su vez, una tensión alterna en
30 el estator, cuyas fases dan una tensión alterna que es recti-

ficada por el puente de diodos y es mandada en forma de corriente continua al arrollamiento de excitación del rotor, determinando la autoexcitación del motor, el cual, convertido ahora en alternador, se frena muy energicamente, debido a la fuerte carga parasitaria que establece, hasta prácticamente pararse del todo, quedando parado el ascensor en el lugar en que se encuentra, después de haberse desplazado un espacio muy corto (de aproximadamente un metro).

Resña ya únicamente hacer constar de una manera general y expresa que, como se comprende y es lógico, y aparte de las que han sido ya concretamente indicadas, en la realización práctica del sistema de electromotor trifásico que ha quedado descrito, cabrá introducir todas aquellas adiciones y modificaciones de detalle que no afecten a lo que constituye la esencialidad del registro que se solicita.

N O T A

SE REIVINDICA:

1 - Electromotor trifásico de anillos rozantes, con equipo electrónico incorporado especialmente proyectado para el accionamiento de ascensores, caracterizado por haberse previsto medios que provocan en el rotor una serie de impulsos de carga, enteros o parciales, puramente óhmicos, más o menos espaciados y con diferentes escalones, basados en la introducción de una sucesión de resistencias en serie, controladas por la apertura o cierre de una correspondiente sucesión de contactores, que en definitiva acortan o alargan la resistencia rotórica, determinando que el rotor en todo momento desarrolle un par exactamente igual al preciso para vencer el par de resistencia que se le oponga y mantenga constante su velocidad, definida por la posición de un potenciómetro;

desde vacío a plena carga, con una precisión no inferior a $\pm 0.01\%$.

2 - Electromotor, según la reivindicación precedente, caracterizado por haberse previsto dos contactores, uno de los cuales se abre, cerrándose el otro, en el caso de que la carga aplicada sea positiva y tienda a acelerar el motor, siendo entonces frenado éste por contramarcha y controlándose la carga rotórica necesaria para que se desarrolle con toda exactitud este parte de freno, por los mismos elementos que controlan los pares negativos, actuando en sentido inverso.

3 - Electromotor, caracterizado por haberse previsto un relé que permanezca abierto hasta que la velocidad del motor no alcanza o sobrepasa el 0.5 de la velocidad nominal, impidiendo que se produzca el cierre de los dos últimos contactores de la serie referida en la reivindicación primera, en vistas a evitar un consumo exagerado en los primeros momentos de puesta en marcha del motor.

4 - Electromotor, caracterizado por haberse previsto un servo-motor de arrastre, acoplado mecánicamente al potenciómetro que controla la velocidad del motor, según referido en la reivindicación primera, de forma que la velocidad angular de aquél servo-motor, en uno u otro sentido, determina el valor de las aceleraciones positivas o negativas a las que queda sometido el motor en su funcionamiento.

5 - Electromotor, caracterizado porque los movimientos de giro del servo-motor referido en la reivindicación primera, en una u otro sentido, vienen determinados por la posición de un relé de conmutación.

6 - Electromotor, caracterizado por haberse previsto un circuito que, en caso de que se produzca un corte en el suministro de corriente eléctrica, determina la autoexcitación

automática del electromotor, que pasa a desempeñar la función de alternador, frenándose muy energicamente debido a la fuerte carga parasitaria que establece.

5 7 - Electromotor trifásico de anillos rozantes, con equipo electrónico incorporado; especialmente proyectado para el accionamiento de ascensores.

Consta la presente Memoria Descriptiva de veintiocho hojas mecanografiadas, escritas por una sola cara, numeradas del 1 al 28, con sus líneas numeradas, a su vez, de cinco en cinco y de dibujos anexos.

Barcelona, 29 JUL. 1975

P. A.



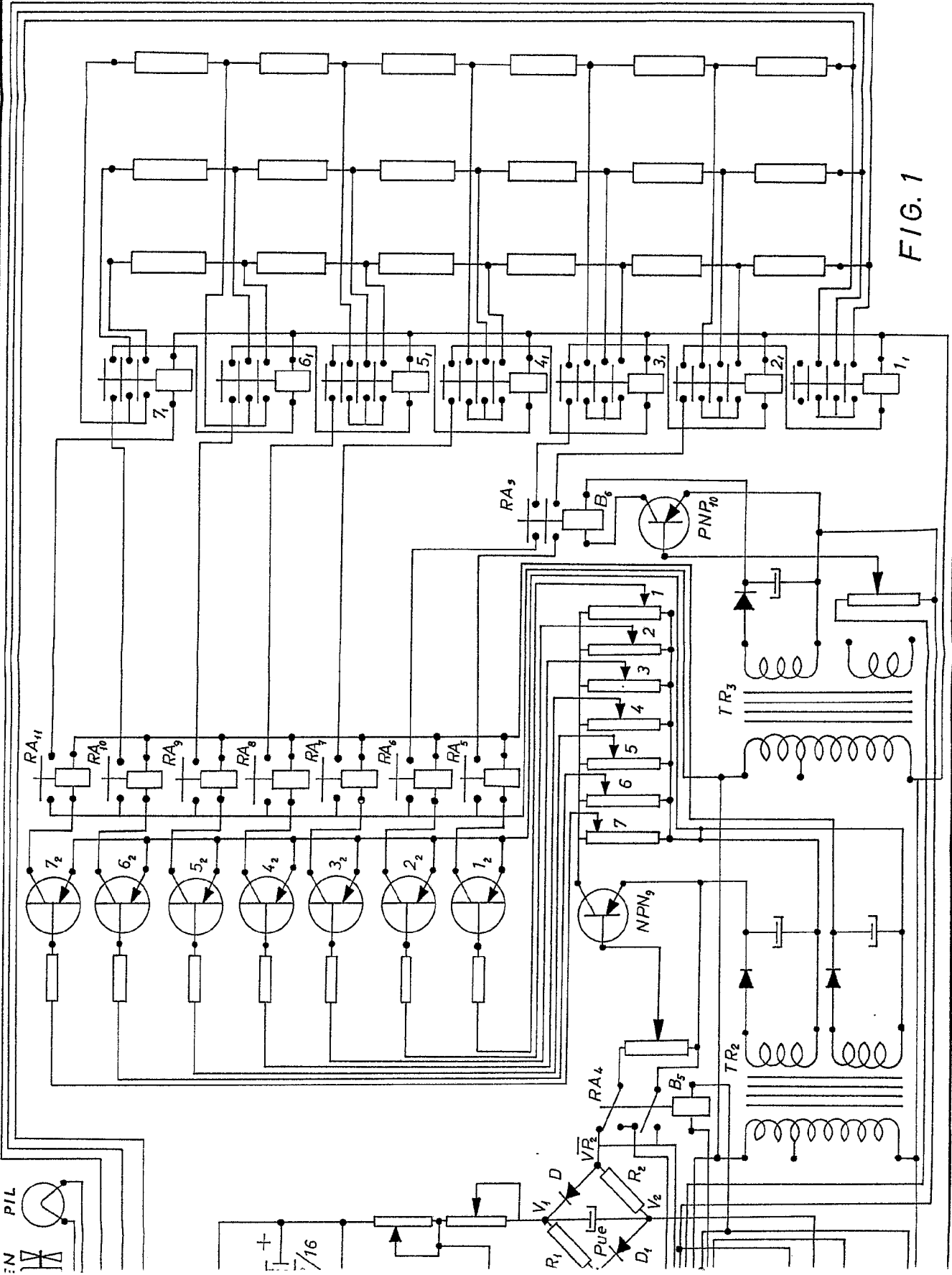
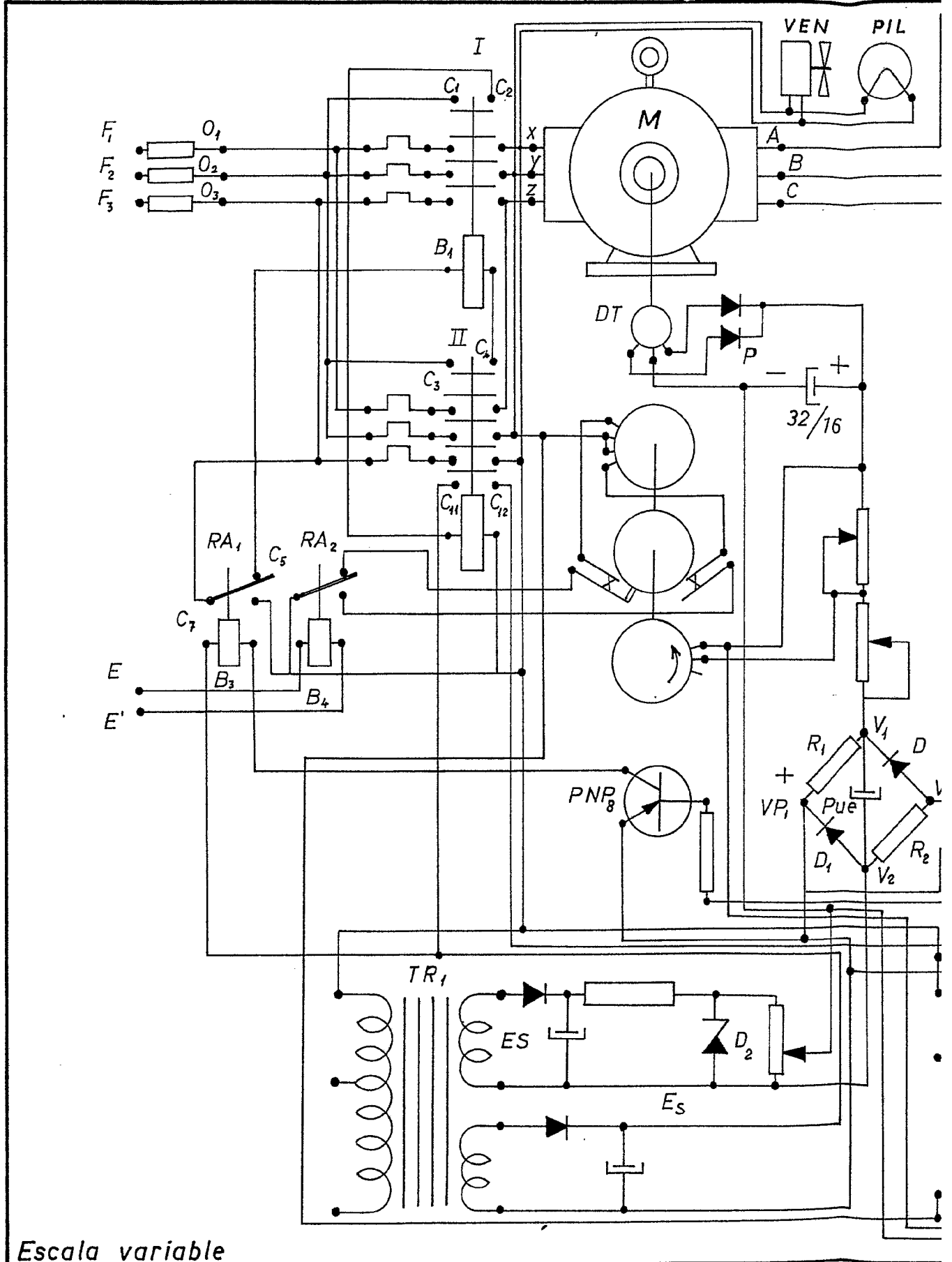


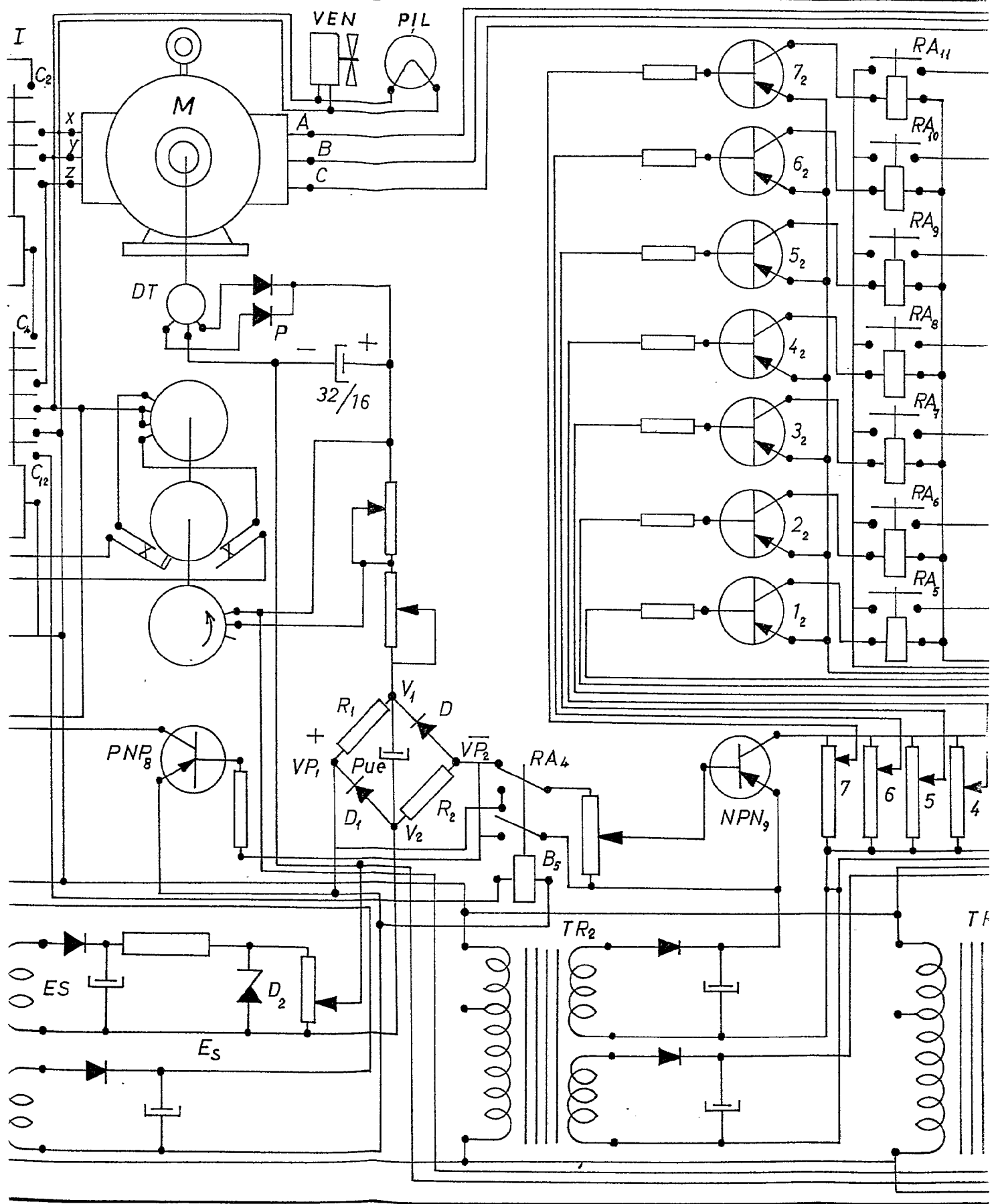
FIG. 1

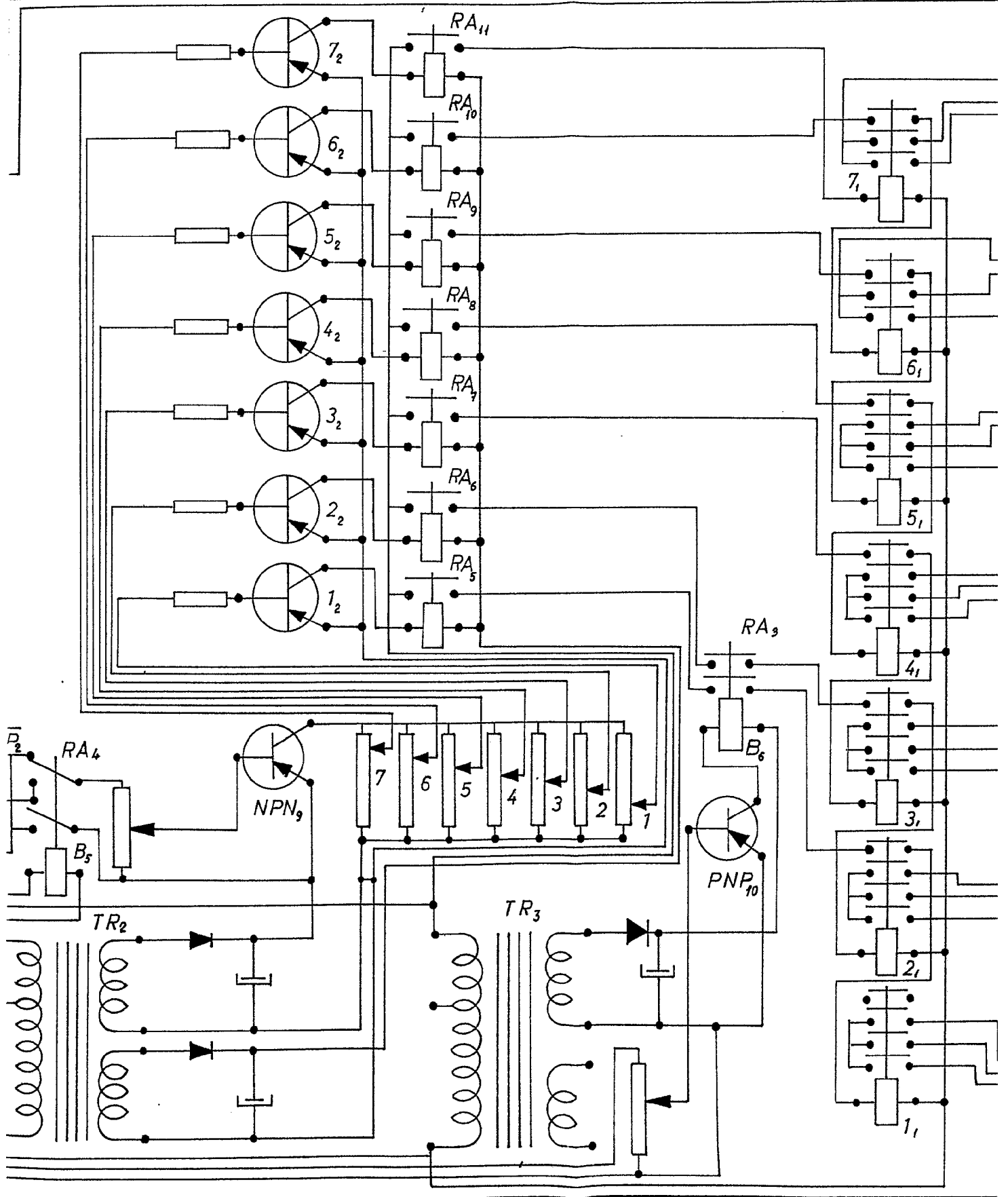
Barcelona, P.A.





Escala variable





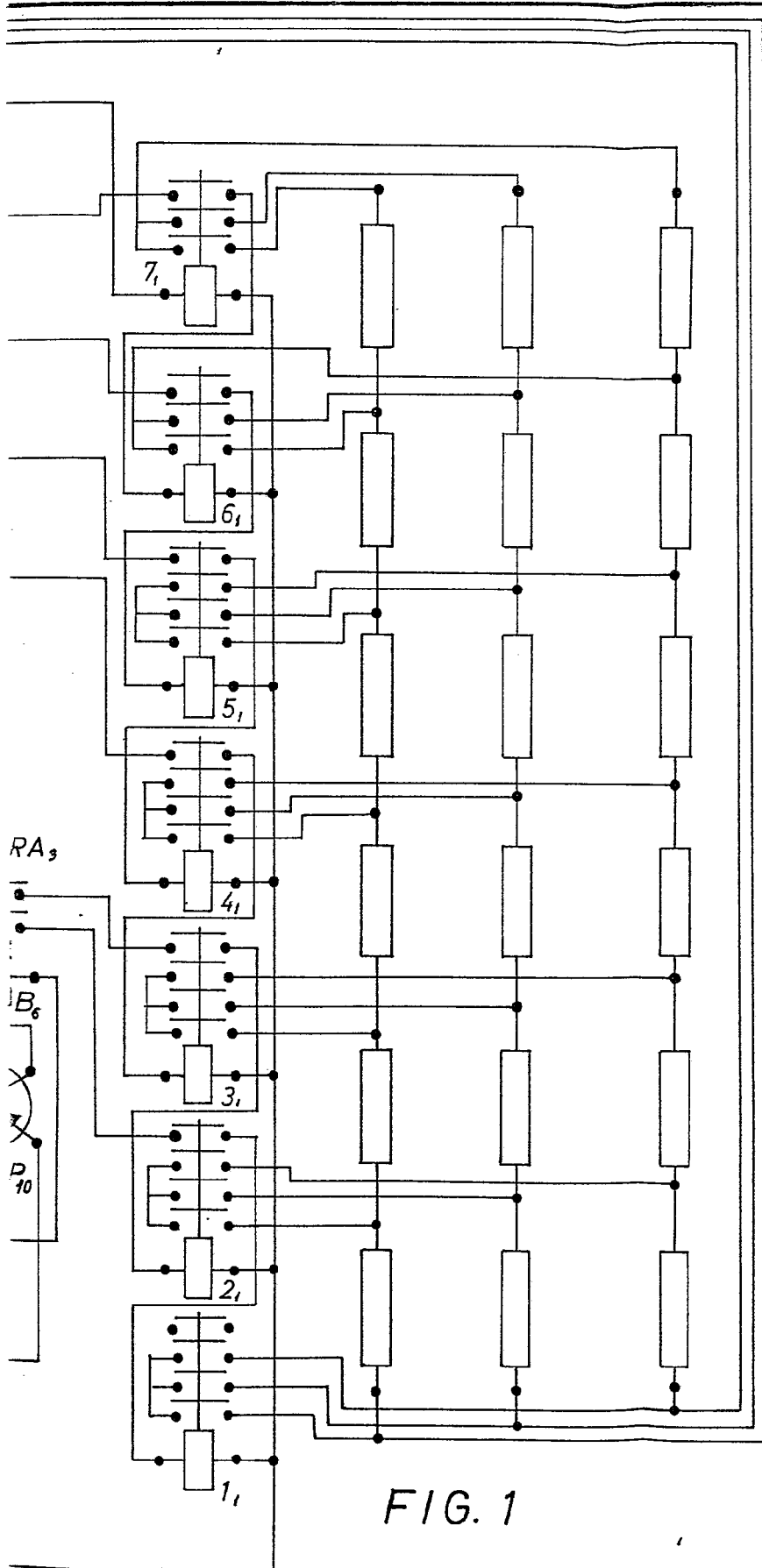


FIG. 1

Barcelona, 23 de Mayo de 1954
P.A.

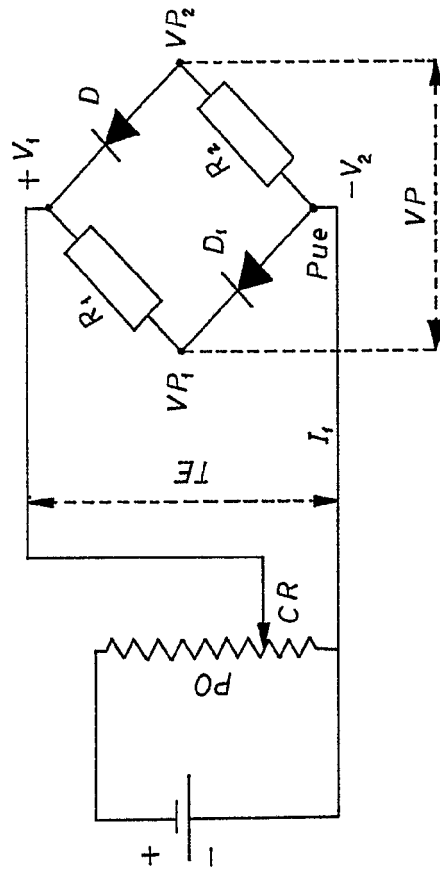


FIG. 2

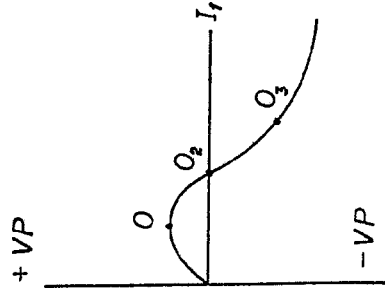


FIG. 3

Barcelona, 29 JUL 1979
P.A.

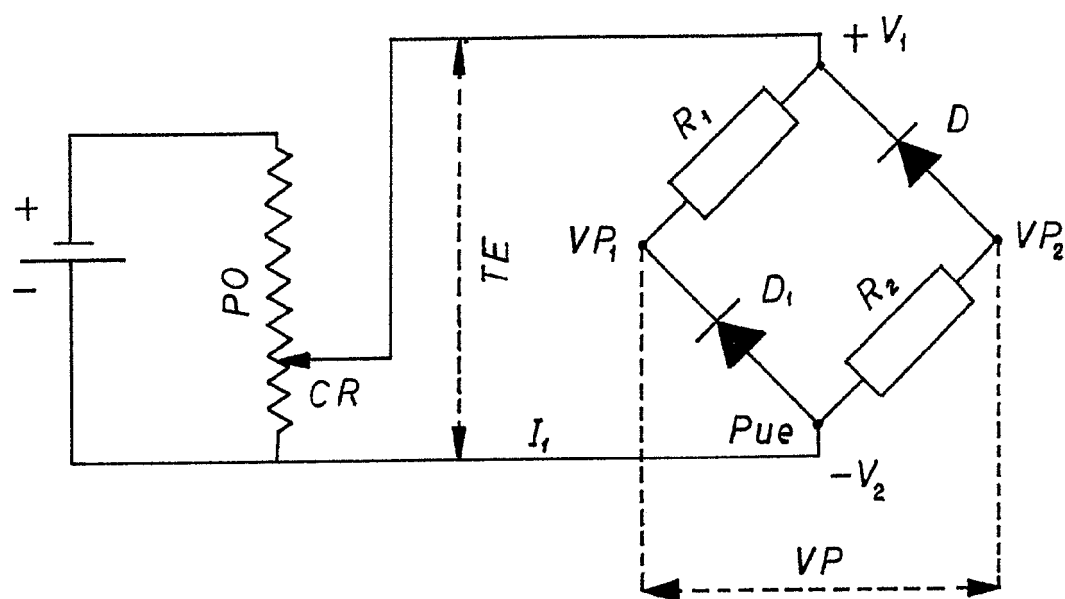


FIG. 2

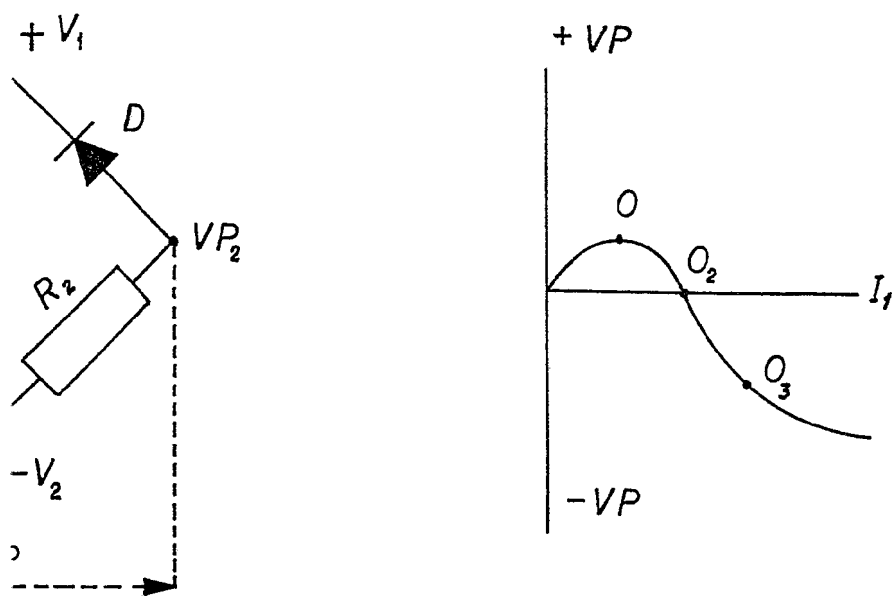


FIG. 3

Barcelona, 29 JUL. 1970
P.A.

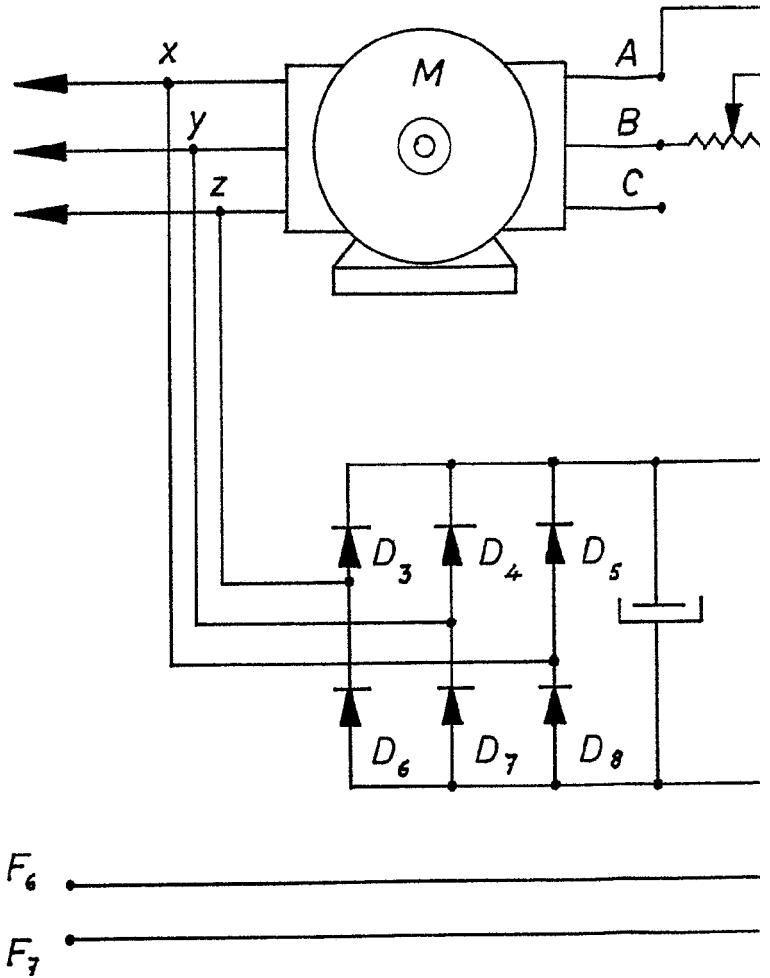


FIG. 4

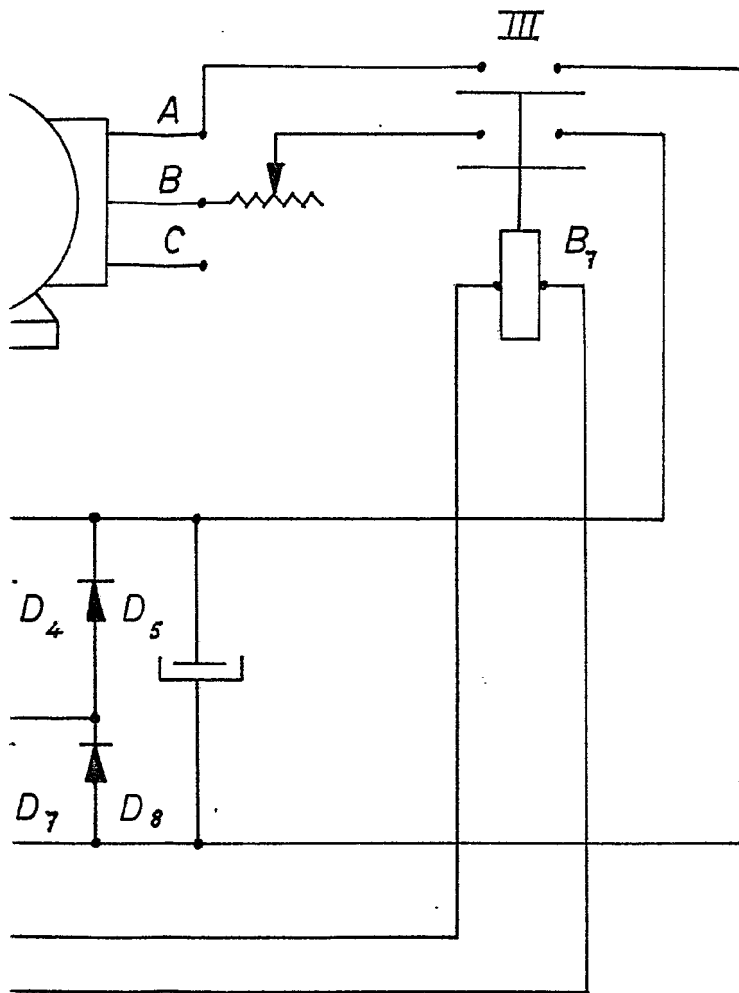


FIG. 4

Barcelona, 29 JUL. 1919
P. A.