

335632

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

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

formulada el 14 de Enero de 1967, con el nº 335.662.

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION,
entidad norteamericana, establecida en Armonk, N.Y., Es-
tados Unidos de América,

por:

" UN APARATO CONTROLADOR PARA CALCULADORAS "

La presente invención se refiere en general
a dispositivos controladores de bucle cerrado, y especial-
mente a los medios para efectuar la integración en tales
dispositivos.

5 Los sistemas de control con retroacción o re-
alimentación comparan comúnmente una salida, o señal varia-
ble de un proceso de tratamiento, procedente del dispositi-
vo controlado, con un valor que representa la salida desea-
da, o una señal de referencia. El resultado de la compara-
10 ción entre la señal variable del proceso y el punto de re-



117 JUN 7

ferencia, es una señal de desviación o de error de control. La señal de error se modifica por medios tales como amplificadores e integradores, para derivar una señal de control que representa la nueva posición para una válvula u otro dispositivo controlado.

En un sistema de control bimodal, la modificación de la señal de error sigue la forma general:

$$P = K_P \theta_E + K_I \int \theta_E dt$$

donde P es la salida del sistema de control; K_P es la constante de ganancia proporcional; θ_E es la señal de error o desviación; K_I es la constante de ganancia de integración; y $\int \theta_E dt$ es la integral, respecto al tiempo, de la señal de error de control.

Un estudio más completo de este tipo de control bimodal es el contenido en el "Handbook of Automation Computation and Control" ("Manual de cálculo y control en automatismos"), editado por John Wiley & Sons, vol. 3, pág. 7-05.

Si bien, para llevar a efecto esta ecuación de control, se han construido controladores analógicos bimodales, existen en la práctica limitaciones que vienen impidiendo la plena realización de esta función. Esta dificultad primaria viene residiendo en la mecanización del término de la integral. Se han venido utilizando integradores eléctricos del tipo de resistencia y capacidad, para lograr constantes de tiempo de integración o reposición de 30 minutos. Este tiempo viene limitado por un máximo de tamaño y de coste, en la práctica, de los condensadores

335662



de almacenaje, y por el límite superior máximo de una impedancia estable en paralelo con el citado condensador.

Según puede verse, cuanto más corta sea la constante de tiempo de integración, mayor debe ser la ganancia de integración, para dar en la salida del controlador una determinada variación para una señal de error dada. Por ejemplo, supóngase que se lleva una señal de error θ_E de 1 unidad a un integrador que tenga una constante de tiempo de 30 minutos, para dar la variación mínima en la señal de salida del controlador. Si este controlador tiene una constante de integración igual a K_I , fácil es ver que la constante de ganancia puede ser de $K_I/2$ si la constante de tiempo se alarga a 60 minutos.

El uso de un dispositivo de almacenaje o memoria de tipo numérico (por dígitos) para el término de la integral de una constante de tiempo ilimitada. Si bien se vienen utilizando ya los dispositivos de memoria numérica en sistemas de control de seguimiento, tales como los empleados en controladores de máquinas herramientas, no se han utilizado en general en controladores bimodales. Además, el ajuste de la ganancia de los equipos de tipo numérico, en su realización física, tiende a ser complejo a menos que esté limitado al ajuste inflexible por potencias de dos. Con todo, los sistemas de que hasta ahora se han venido disponiendo para tales fines, han sido excesivamente complicados y costosos.

Por todo ello, es objeto del presente invento un dispositivo controlador perfeccionado.

Otro objeto de este invento es un controlador de bucle cerrado que posee un integrador numérico, así

335662



como un componente de control proporcional.

Otro objeto de este invento reside en un integrador numérico que tiene una constante de ganancia variable.

5 Otro objeto más de este invento reside en un sistema de control de bucle cerrado que posee una acción de integral perfeccionada.

10 Conforme a la presente invención, la señal de error, en un sistema de control de tratamiento de muchos canales (multicanal), se modifica de acuerdo tanto con un término de integral como con un término proporcional. El término de integral se genera, guarda y utiliza numéricamente (por dígitos), en sucesivas exploraciones de un canal.

15 Una señal analógica de variable de tratamiento (variable de proceso) se convierte en intervalo de tiempo. Durante el intervalo de tiempo, se llevan unos impulsos de reloj a un registro contador binario, originando en él un cómputo acumulativo hasta llegar al número, o valor de cómputo, representativo de la variable de tratamiento. Al
20 final del intervalo de tiempo, el registro contiene un valor numérico correspondiente a la señal analógica de la variable de tratamiento. Entonces se lleva al registro un tren de impulsos representativo del valor del punto de referencia o de ajuste, haciéndole contar en sentido contrario. El valor que
25 queda después de contado el del punto de referencia es el error, o diferencia entre la variable de tratamiento y el punto de ajuste o de referencia. La señal de error se convierte entonces en un tren de impulsos, y se aplica al canal de ganancia de integración del bucle. El canal de ganancia de
30 integración incluye tanto un dispositivo variable de conmu-

335662



tación de tiempos, denominado analizador o "muestreador" con frecuencia múltiple, y un divisor de cómputo variable. De haber tenido lugar el necesario número de intervalos de análisis o muestreo, el analizador con frecuencia múltiple funciona aplicando el tren de impulsos de error a una serie de circuitos disparadores binarios que sirven para dividir el tren de impulsos por sucesivos factores de 2. La longitud del divisor de disparadores puede modificarse para establecer una constante de ganancia que se acomode al bucle del proceso o tratamiento al que vaya asociado, y el ajuste del intervalo de muestreo da un nuevo margen de ajuste para la constante de ganancia de integración. Los impulsos de dígitos de pase procedentes de un disparador cualquiera seleccionado se añaden a la integral anterior, dando un término de integral actualizado que se utiliza entonces en la derivación de una señal de salida.

Como ejemplo del modo de funcionamiento, supóngase que el intervalo de muestreo es de un quinto de segundo, y que el analizador de régimen o con frecuencia múltiple está ajustado para operar en una muestra de cada diez. La muestra de impulsos de error se llevará al divisor de disparadores cada dos segundos. Suponiendo además que existen cuatro divisores de disparadores y dos impulsos de error, habrá entonces una salida de un impulso al valor de la integral, a intervalos de 16 segundos.

Los indicados y otros objetos, rasgos característicos y ventajas de la invención se irán desprendiendo de la siguiente descripción pormenorizada de la forma preferida de realización del invento, ilustrada en los dibujos, en los cuales:

335662

- la figura 1 es una representación en esquema funcional generalizado de los principales elementos de un sistema de tratamiento numérico (por dígitos), que lleva incorporadas unas características de la invención;

5 - la figura 2 es un esquema funcional o por bloques más detallado, que comprende las hojas designadas como figs. 2A a 2E inclusive, respectivamente, de un controlador de tratamiento numérico conforme al presente invento, y que se presenta detalles del mismo; y

10 - la figura 3, que comprende las hojas designadas como figuras 3A a 3G inclusive, es una representación por separado de los circuitos de barrera y control de franqueo de paso, utilizados en la disposición de la fig. 2.

15 Al usar la fig. 2, las hojas designadas por separado de A a E inclusive, respectivamente, han de alinearse de izquierda a derecha.

Para emplear la fig. 3, las hojas designadas por separado de A a G, inclusive, respectivamente, han de alinearse de arriba a abajo.

20 El esquema de la fig. 1 muestra, en forma generalizada, un sistema numérico de control de tratamiento, para ajustar y mantener simultáneamente un número de puntos de ajuste o referencia individuales en funcionamiento, que representan diferentes variables del sistema, dentro de
25 un sistema de tratamiento 20. Para el presente ejemplo, se supondrá que se están controlando veinte variables distintas, y que el presente sistema de control de tratamiento hace funcionar un número correspondiente de controladores 21, en respuesta a valores directamente o indirectamente rela-
30 cionados, derivados de unos elementos perceptores o senso-



rios 22. El sistema de control puede denominarse, por lo tanto, controlador de múltiples funciones o bucles, y trabaja continuamente de manera altamente integrada. Los controladores 21 y los perceptores 22 pueden ser unos dispositivos analógicos usuales, y no necesitan ser descritos con mayor detalle. Los puntos de ajuste o referencia se eligen o ajustan, como más adelante se describe con mayor detalle, de acuerdo con consideraciones ya conocidas, determinadas con respecto al sistema de tratamiento 20, y pueden resultar afectados por un control automático exterior o por el control de un operador, durante el funcionamiento.

Las señales derivadas de los perceptores 22 en los múltiples canales paralelos representan las variables de tratamiento o del proceso (en lo sucesivo denominadas PV, por abreviar), y se aplican a un multiplador ("multiplexer") de entrada 25 que puede generalizarse en forma de primer conmutador S_1 , el cual se hace funcionar a una primera velocidad conocida. Las señales procedentes del multiplador de entrada 25 se aplican, por el único canal de salida, a un convertidor 26 de analógico a numérico, del tipo que efectivamente convierte la amplitud de la señal de entrada aplicada en una señal que define una duración variable en el tiempo. Esta duración (tiempo) se utiliza para controlar la aplicación de impulsos de reloj a un primer contador sumador, denominado registro A y designado con el número 28. El intervalo de tiempo durante el cual se aplican al registro A 28 los impulsos que vienen de una fuente de reloj normal, determina, naturalmente, el número de impulsos aplicado, de manera que el valor de la PV (variable de tratamiento) queda representado en forma numé

335662



rica.

El sistema regulador de función múltiple ejecuta un cálculo de control de dos términos, ajustando la variable de tratamiento con respecto a un punto de referencia guardado o almacenado. El punto de referencia se deriva de una memoria 30 de recirculación, que típicamente consiste en un sistema de línea de retardo, aun cuando puede utilizarse un tambor, disco, u otro tipo de memoria de recirculación. Los circuitos de lectura e inscripción 31, 32, respectivamente, permiten el acceso de toma y la introducción a la memoria 30. Para mayor facilidad de comprensión solamente, los circuitos de lectura 31 se muestran como separando los valores del punto de referencia y de la integral en reproducción o "playback", aun cuando esta separación se efectúa por medio de circuitos usuales de barra, o de franqueo de paso. El punto de ajuste o de referencia (también denominado aquí SP, para abreviar) se introduce como cómputo numérico en el registro B 35, recibiendo-se en el registro A 28 el valor de PV. A continuación, se aplica una serie de impulsos para poner a cero el registro A 28 y el registro B 35, de manera que uno de los valores se resta efectivamente del otro. El resultado, teniendo en cuenta ciertos ajustes de límite descritos más adelante, constituye la cantidad de error, y es presentado por el registro A 26 como cómputo numérico.

El error representa la resta de una cantidad respecto de la otra, en un sentido que depende de que se utilice el control directo (en avance) o inverso, y de las particulares relaciones de límites. El control directo o inverso se utiliza según el sentido en que el ajuste de un



controlador dado produzca una variación de la variable de
tratamiento asociada. Se da, para nuevo tratamiento, una
serie de impulsos, y una duración de impulso equivalente
representativa de la amplitud del error, efectuando el cóm-
5 puto inverso o en retroceso del registro A 28, a la frecuen-
cia de reloj.

Un cálculo de control de un solo término ajustaría el error por medio de un factor dado, de tipo proporcional, de integral o de otra clase, en la derivación de
10 una señal de control adecuada para su aplicación al controlador asociado. El presente sistema proporciona un cálculo de control de dos términos en el cual, por cada canal, se aplican un término de proporcionalidad analógica K_p y un término de integral K_I a la señal de error, en la derivación de la señal de control. A este fin, los circuitos de ganancia proporcional 33 convierten la serie de impulsos derivada del registro A 28 en un menor número de impulsos, en relación que depende del factor de proporcionalidad, y aplican el cómputo ajustado a un tercer contador sumador o registro C, 36, que recibe también el término de integral actualizado, en forma numérica, desde el segundo contador sumador o registro B 35. La sumación de estos dos términos, proporcionada como señal de salida desde el registro C 36, es la señal correctora o de control de salida para el canal
20 concreto y específico. El término de la integral se actualiza combinando la sumación del término de integral anterior, derivado de los circuitos de lectura 31, con el nivel de error "actual" (de un momento dado), ajustado por la constante de ganancia de integral en los circuitos de ganancia de
25 integral 34.
30

4-3-67

335602



174

Los tres contadores sumadores 28, 35 y 36, cuentan en sentido inverso o directo, para intervalos determinables, bajo el mando de unos circuitos designados aquí como de control de cómputo y de detección de cómputo, con el número 37. Los circuitos 37, como se describe con detalle más adelante, funcionan a frecuencias de reloj seleccionadas, excitando o activando simultáneamente los diversos contadores sumadores, en el mismo sentido o en sentidos diferentes, hasta llegar a unos estados seleccionados. Así, si dos contadores que contienen valores de cómputo diferentes se hacen contar en sentido inverso sincrónicamente, el valor de cómputo que queda en uno de ellos cuando el otro haya llegado a cero es la cantidad de diferencia. De igual modo, el cómputo almacenado en uno de ellos puede trasladarse a otro, con o sin modificación, contando sincrónicamente en sentidos opuestos.

Un término de integral fraccional adecuadamente pequeño puede ser multiplicado contra la señal de error entrante, mediante el uso tanto de un interruptor regulado de modo variable en el tiempo y accionado en sincronismo con los multipladores de entrada y salida, como de un circuito divisor de impulsos variable, designado aquí como K_I' . Así, por el término de integral para el canal particular, derivado de los circuitos de lectura 31, y por la componente de integral representativa de la señal actual de error derivada de los circuitos de ganancia de integral, el cómputo aplicado al registro C 36 representa la integral actualizada, que asimismo se vuelve a colocar en almacenaje.

La señal numérica de salida que viene del

17 JUN 1967



registro C 36 es aplicada por medio de un convertidor de numérico en analógico 40, del multiplador de salida 41 y de un circuito amplificador de retención 45 adecuado, de manera que durante el intervalo en que el multiplador de salida 41 se dirige o tiene acceso al canal particular, se dá una señal de control de salida de duración suficiente para ocasionar el ajuste del controlador asociado.

Como se apreciará, el sistema hasta aquí descrito en términos generales tiene, como controlador de tratamiento, un número de ventajas. Es extremadamente flexible en su funcionamiento, debido a su organización y a su naturaleza numérica. Los puntos de ajuste o de referencia y las constantes de ganancia pueden modificarse en funcionamiento, ya sea por la acción del operador o por la de un sistema exterior de tratamiento u ordenación de datos, si así conviene, porque puede tenerse acceso indirecto o directo a los registros. La manipulación de valores en forma numérica permite además hacer funcionar el sistema, en general, en unión de un sistema central de tratamiento de datos, cuando convenga. El cálculo de control de dos términos mejora tanto la estabilidad como la exactitud de este sistema, en comparación con el cálculo de control de un solo término. Las desviaciones grandes o principales de la señal de error son corregidas principalmente por la presencia del término proporcional, aun cuando también se deriva alguna contribución del término de la integral. Los errores de deriva y otros de pequeña magnitud y larga duración, que de ordinario no serian corregidos por el término proporcional, lo son por el de la integral. El término de integral se guarda numéricamente y, por consiguiente, pue

335662



de ser retenido indefinidamente sin estar sujeto a error, ni introducirlo.

Esta descripción general del sistema abarca un número importante de rasgos característicos específicos, que se describen con detalle en lo que sigue. Los dibujos comprenden un esquema funcional detallado (fig. 2) del sistema, que ilustra la organización de los diversos sistemas de entrada y de salida, así como los dispositivos de control e indicadores, incluidos los conmutadores de posiciones múltiples, los conmutadores o interruptores de control individuales, los dispositivos de ajuste y los indicadores. El sistema completo, tal como se representa en la fig. 2, comprende las hojas independientes y designadas como figuras 2A a 2E inclusive. Si bien en lo que sigue se describen con detalle todos los componentes principales, la descripción detallada de los circuitos lógicos de franqueo de paso sería reiterativa para las personas versadas en la materia, por cuanto cada uno de los términos aplicados en forma de señales a cada barrera está representado en las figuras. Se considera más claro y conveniente presentar por separado en la fig. 3 (que comprende las hojas 3A a 3G, inclusive), los diversos modos y secuencias de franqueo de paso, para dar el funcionamiento de los circuitos lógicos de franqueo de paso en un formato más fácilmente apreciable a la vista.

En la fig. 3, los diversos modos principales de funcionamiento del sistema están señalados como sucesión de rectángulos o recuadros 301 a 312 inclusive. Las barreras individuales asociadas a cada modo están dispuestas de manera que se extienden lateralmente ilustrando cómo



mo se generan las señales de control específicas para cada función de control, y cómo se utiliza el cambio de estado para trabajar en un modo concreto o particular. Junto con los sucesivos modos, estados o niveles del sistema, la fig. 3 ilustra las señales individuales dadas desde un grupo de circuitos de cerrojo que se someten a cómputo inverso para identificar los modos. En el recuadro que identifica el modo solamente se representan los cerrojos que están en la condición activa ("ON"). Aun cuando ello no se indique en la fig. 2, por razones de simplificación, los cerrojos controlan el cambio o desplazamiento de un modo al sucesivo, en la secuencia siguiente:

- CONVERTIR (301 - fig. 3A)
- DISPUESTO 1 (302 - fig. 3B)
- 15 CALCULAR ERROR (303 - fig. 3B)
- SELECCIONAR LINEA DE RETARDO (304 - fig. 3C)
- DISPUESTO 2 (305 - fig. 3C)
- CALCULAR EN DOS TERMINOS (306 - fig. 3D)
- ENSCRIBIR EN MEMORIA (307 - fig. 3E)
- 20 TRASLADAR INTEGRAL AL REGISTRO C (308 - fig. 3E)
- AVANZAR DE CANAL - ACTIVAR DAC* (309 - fig. 3F)
- ENCLAVAMIENTO (310 - fig. 3G)
- CARGAR ESTADO (311 - fig. 3G)
- FINALIZAR CARGA (312 - fig. 3G)

* DAC = Convertidor de numérico en analógico.

Como se observará, los modos se distinguen por un cambio del estado de los cerrojos. En cada modo, se condiciona un número de barreras, dando salidas que se usan para nuevo avance o franqueo de paso. Estas barreras son: o unos circuitos de coincidencia, designados por el

335662



símbolo de la multiplicación (\cdot), o unos circuitos disyuntivos designados por el símbolo de la adición ($+$), de manera usual. Cuando las barreras se repiten, por conveniencia de la referencia en distintas partes de la fig. 5, 5 llevan los mismos números de designación. Sin embargo, aun cuando estén así representadas, se condicionan por medio de señales de modo diferentes.

Los desplazamientos o cambios entre los recuadros de modo 501 a 512 inclusive de la fig. 3 se emprenden al hacer pasar unas señales de barrera por las barreras que conectan en serie los recuadros y se corresponden con los controles de cerrojo. Ciertos de los avances se gobiernan por medio de señales que vienen de un circuito de anillo de bitios (que genera señales designadas de 15 B11 a B111 inclusive, respectivamente), asociadas a la memoria de recirculación y descritas con detalle en lo que sigue. El circuito de anillo de bitios no sólo gobierna la regulación de tiempos o el sincronismo de entrada y salida de la memoria de recirculación, sino que da una 20 secuencia de tiempos mediante la cual pueden ejecutarse otras funciones de franqueo de paso.

Como se apreciará, por cada canal se utilizan circuitos independientes para el ajuste del punto de referencia, las indicaciones de alarma y la selección de 25 ganancia.

Con referencia ahora a la fig. 2, que comprende las hojas separadamente designadas de 2A a 2E inclusive, se hace mención ahora de las unidades independientes que están sometidas a ajuste o control por parte del 30 operador, así como de aquellas unidades a las que se hizo

335662



alusión en términos generales al describir la fig. 1. El
operador tiene bajo su mando un conmutador 50 de funciones
de presentación y un conmutador 52 de selección de canales,
mediante los cuales puede elegirse un canal dado, para el
ajuste del punto de referencia y de las condiciones límite
o de alarma, con fines de prueba o verificación, o bien pa
ra ejecutar otras funciones. Tanto el conmutador 50 de
funciones de presentación como el conmutador 52 de selec
ción de canales se presentan en la fig. 2D. Con el conmu
tador 52 de selección de canales se prevé un juego inde
pendiente 52' de contactos y armadura agrupados en tancem
(fig. 2A), para uso en una operación de "equilibrar". En
la fig. 2D se representan también un interruptor de com
pensación o equilibrio 54 y un interruptor de introduc
ción 55 (conmutadores de simple efecto), de los cuales es
te último (el 55) se puede describir de modo más completo
como interruptor de introducción del punto de referencia.

En la extremidad de entrada del sistema (fig.
2A), el operador puede ajustar, por cada canal, cada uno
de un juego de cuatro potenciómetros 60, 61, 62 y 63, sien
do éstos los potenciómetros de límite superior, alarma su
perior, límite inferior y alarma inferior, respectivamen
te. Cada canal dispone asimismo de un conmutador 67 (fig.
2E) para seleccionar el control en sentido directo o inver
so, y a este punto es de notar que las expresiones "avance
<=> positivo" y "avance + positivo" son recíprocas, o
inversas una de otra. En la extremidad de salida del sis
tema, el operador puede ajustar también unos potencióme
tros individuales 65 por cada canal, después de aplicar
adecuadamente un conmutador selector 66 de automático-ma

335662



nual para proporcionar un control manual para la selección del punto de ajuste de la unidad de control asociada. Además, por cada canal hay un conmutador denominado de cascada y designado con el número 68, que se usa para ejecutar una función seleccionable de intercambio de datos, que se describe con mayor detalle más adelante.

La memoria de recirculación 30, en unión de los circuitos amplificadores de lectura y de inscripción 31, 32, respectivamente, se representan tan sólo en forma general en la fig. 2E. Los circuitos de acceso o selección 70 para el control de la introducción y extracción de datos de la memoria de recirculación 30 se representan asimismo solamente en forma general, por cuanto estos circuitos de acceso pueden ser usuales. Los valores del punto de referencia y de la integral por cada canal se guardan en distintos lugares de la memoria, y un contador de canales 72 controla el establecimiento de secuencias, de los multipladores y de otros dispositivos o unidades sincrónicamente accionados, determinando el canal por el cual se reproducen e introducen durante el funcionamiento los valores del punto de referencia y de la integral. El contador de canales 72 se utiliza asimismo en unión de otras muchas funciones de franqueo de paso y de selección. El contador de canales 72 puede ser un contador paso a paso o de escalonamiento, de tipo usual, que tenga una posición adicional (n) además de las veinte posiciones elegidas para el presente ejemplo. Puede comprender una cadena interconectada de elementos biestables o un contador binario en unión de una matriz de salida, pero esto no se ha representado con detalle para mayor sencillez. La 21ª po-



sición, designada n , es una posición ficticia o de "número" utilizada para introducir un punto de referencia ajustado a mano por medio de un potenciómetro 71 (fig. 2A).

En el sistema se emplean también dos señales de reloj fundamentales: utilizándose un reloj 73 de 1 Mc/s (fig. 2B) en las secuencias de paso a través de diversos estados y en la generación de trenes de impulsos seriados, representativos de cómputos numéricos, y un reloj 74 de 5 c/s (fig. 2C) para controlar la exploración de los canales individuales a razón de cinco veces por segundo. Estos regímenes o frecuencias pueden ajustarse del modo que se desee, si bien los indicados son representativos de las frecuencias de reloj apropiadas para la transmisión de datos y para la exploración de bucles en un sistema típico de control de tratamiento numérico.

La siguiente descripción detallada de diversas secuencias de trabajo incluye la introducción de la señal de PV, el cálculo de los dos términos y la generación de la señal de control de salida. Si bien con ello se pueden abarcar todos los modos 301 a 312 inclusive ilustrados en la figura 3, no están dispuestos en orden cronológico, sino con respecto a funciones independientes. Al mismo tiempo se describen diversas características mediante las cuales se da al sistema una mayor flexibilidad y conveniencia de trabajo, sin que el equipo o el coste se aumenten por ello correspondientemente. Se sobrentiende que la descripción está relacionada principalmente nada más que con un solo canal, y que para cada uno de los demás canales tienen lugar las mismas operaciones.

INTRODUCCION DE DATOS

La descripción que sigue concierne principalmente

335662



mente a la derivación y conversión de las señales utiliza-
das para el subsiguiente cálculo de control en dos térmi-
nos. Aun cuando se hace referencia a diversas partes de
la fig. 2, la referencia principal es a la figura 2A, y a
5 las figs. 3A y 3D. Entre los rasgos característicos inclui-
dos en esta parte del sistema hay una disposición median-
te la cual se verifica o comprueba la señal de entrada ana-
lógica en cuanto a violaciones de alarma, otra de las ca-
racterísticas por las cuales se impide al operador utili-
10 zar un punto de referencia situado fuera de los límites
prefijados, y también una característica por la cual pue-
den seleccionarse con sencillez y facilidad nuevos pun-
tos de referencia, para luego introducirlos en el sis-
tema.

15 El convertidor de analógico a numérico
(ADG), designado con el número 26 en la fig. 2A, hace uso
de un generador de señal en rampa 76 que puede ser "dis-
parado" para iniciar una onda de perfil linealmente des-
cendente, bajo el control de un circuito representado aquí
20 separadamente, como circuito 77 de "marcha en rampa". La
señal de reloj de 5 c/s inicia la exploración de la suce-
sión de canales, o bien el contador de canales 72 va cam-
biando de un canal al siguiente, lo cual pone en marcha un
modo transitorio de arranque y conversión (no ilustrado en
25 la fig. 3), que quita del circuito 77 de marcha en rampa
una polarización de reposición. Este suceso inicia el mo-
do de "convertir" ilustrado en la fig. 3A. Con el multi-
plador de entrada 25 acoplado un canal apropiado al con-
vertidor 26 de analógico a numérico, y la variable de tra-
30 tamiento proporcionada como señal analógica por la línea



de entrada, el generador de señal en rampa 76 inicia la on
da de perfil en rampa linealmente decreciente. Esta señal
en rampa se acopla para activar una entrada de cada uno de
los cuatro circuitos de detección en sucesión, denominados
5 sucesivamente circuito detector 80, circuito detector infe
rior 81, primer detector 82 y segundo detector 83. En au
sencia de condiciones límite o de alarma, los detectores
primero y segundo, 82, 83, controlan la conversión de ana
lógico a numérico. En el modo de arranque y conversión,
10 el generador de señal en rampa 76 continúa funcionando de
modo que su señal pasa por el nivel de la de PV que viene
del multiplador 25. Ahora bien, el primer detector 82 se
activa siempre que la rampa de ADC (conversión de analógi
co a numérico) sea igual a la amplitud de la señal de en
15 trada seleccionada, produciéndose la activación de la ba
rreira 115 (fig. 2B) y la aplicación de impulsos desde el
reloj 73 de 1 Mc/s a la entrada de "cómputo" del registro
A 28 (fig. 2C). La operación de contar y las operaciones
sucesivas se describen más adelante en relación con la fun
20 ción de cálculo, bastando por ahora decir que la secuencia
de cómputo continúa hasta activarse el segundo detector 83
a un nivel de referencia seleccionado, designado aquí como
 E_r . En el presente caso, se selecciona para el nivel míni
mo, o de referencia, una tensión de un voltio, y el genera
25 dor de señal en rampa 76 está dispuesto de manera usual pa
ra dar una señal en rampa en el intervalo aproximado de 6
voltios para abajo. Los puntos de ajuste de referencia se
disponen, por conveniencia, en el intervalo que va desde 0
a 999, y se calculan y presentan de esta forma.

30 La activación o "disparo" del segundo detec
tor 83 da fin al modo de "convertir", e inicia un modo su-



cesivo, que puede denominarse de "dispuesto 1" (fig. 3B), en el cual los contadores sumadores 28, 35, 36 se activan para contar en sentidos apropiados. En unión de estos circuitos fundamentales de conversión de analógico a numérico se da un número apreciable de características. Primeramente, puede notarse que la señal de PV puede ser de amplitud menor de un voltio, de manera que el segundo detector 83 puede disparar antes que el primero 82. De ocurrir esto, durante el modo de conversión se activa la barrera 118 de "por debajo del intervalo" (figs. 2B y 3A), la cual pone en acción un cerrojo 85 de "por debajo del intervalo" que invierte el sentido de cómputo en el registro A 28 (figura 2C) a través de una secuencia de barreras 170, 172 (representadas también en la fig. 3C). Nótese que en el modo de conversión 301 (fig. 3A) también está en activo el cerrojo de "control de modo 2", condicionando completamente la barrera 170. El registro A 28 se pone normalmente a contar en sentido directo o ascendente al introducirse el valor numérico de PV, y esta inversión del signo permite introducir un valor apropiado.

Otra importante característica de esta disposición reside en el hecho de permitir que los ajustes de alarma sean determinados por los potenciómetros 61, 63, para el canal particular. En el modo de "convertir", un juego de barreras 84 (fig. 2A) acopladas al contador de canales 72 (fig. 2E) completa unos circuitos que van a los interruptores de alarma superiores 86 e inferiores 87 (fig. 2a) del canal particular, de manera que éstos se acoplan a los detectores superior e inferior 80, 81 respectivamente. La señal en rampa procedente del generador 76 es apli-



cada en coincidencia a estos detectores superior e inferior 80, 81. También se efectúa una comparación de tiempos en un par de barreras asociadas 119, 120 (figs. 2B y 3A) en cuanto a los tiempos relativos en que respectivamente disparan o se activan los detectores superior, inferior y primero, 80 a 82 inclusive. Si el primer detector 82 dispara antes de que lo haga el circuito detector superior 80, la barrera 120 activa el canal apropiado de los indicadores de alarma 89, por medio de unas barreras de control de entrada 100, 119, 120 (fig. 2B), exploradas por el contador de canales 72 (fig. 2E). Si el circuito detector inferior 81 dispara antes que el primer detector 82, cuya salida se toma a través de un circuito inversor, se activa para ese canal particular (figs. 2B y 3A), una segunda barrera de coincidencia 119 con acoplamiento a los circuitos de franqueo de paso o barrera de los indicadores. Como se apreciará, estos ensayos e indicaciones se dan simultáneamente con la conversión fundamental de analógico a numérico, de manera que no se necesita tiempo adicional alguno para la verificación de alarmas. Es más, cada canal individual lleva asociados unos circuitos de alarma relativamente sencillos, eliminándose la necesidad de que haya una memoria central, así como la necesidad de funciones y equipos de comparación independientes.

También se observará que por cada canal se disponen unos interruptores limitadores superior 90 e inferior 91, controlados por unas barreras de selección de canales independientes 93 activadas durante el modo de "calcular error" (que también puede denominarse de "cálculo de error") e individualmente seleccionadas de acuerdo con el



estado del contador de canales 72. Si bien más adelante se describirá el modo de "cálculo de error" en unión de la integración en dos términos, el aspecto relacionado con la utilización automática de los límites superior e inferior de ajuste del punto de referencia en el sistema existe ya durante el modo de "dispuesto 1", y concierne directamente a la función de control de entrada. Para apreciar el funcionamiento de estas unidades, conviene ahora continuar el breve estudio del funcionamiento del registro B 35 (fig. 2D). La variable de tratamiento se introduce en el registro A 28, como antes se ha dicho, mientras el punto de ajuste o referencia se introduce en el registro B 35 desde la memoria 30 (fig. 1). Esto se efectúa antes de entrar en el modo de "cálculo de error", de manera que los dos registros 28 y 35 pueden contarse en retroceso simultáneamente, y el número de impulsos que quede en uno de ellos, al haber llegado a cero en el otro, representa el valor de error que se desea obtener. Ahora bien, en ciertas condiciones de trabajo, tales como en la puesta en marcha u otros estados transitorios, el punto de referencia o ajuste que haya en la memoria puede no ser útil como tal. Asimismo, debido a error de operadores o a otras causas, puede introducirse un punto de referencia erróneo, fuera de los límites prefijados para el sistema. Los valores de ajuste de las resistencias de límite 60, 62 se utilizan para controlar el margen de puntos de referencia que en realidad pueden utilizarse.

No obstante, es de notar especialmente que el potenciómetro 62 de límite inferior no es realmente un elemento de punto de referencia inferior. Con más propiedad,



se le llamaría potenciómetro de límite de intervalo, porque no constituye un límite inferior absoluto, sino que sirve de referencia a partir de la cual se define un intervalo o margen de variación aceptable. Esta función de límite de intervalo permite simplificar los circuitos, y se describe con detalle en lo que sigue.

En el modo de "cálculo de error", el generador en rampa 76 se inicia de nuevo, tras cerrarse los interruptores de entrada 90, 91 controlados por las barreras 93, en correspondencia con el canal particular que entonces se utilice. En el modo de cálculo de error, el registro A 26 se cuenta en retroceso por medio de los impulsos de reloj procedentes de la fuente de suministro 73, como se indica por medio de la barrera 150 en las figs. 3B y 2B. La iniciación del impulso en rampa procedente del generador 76 hace que dispare primero el detector superior 80, acoplándose el reloj de 1 Mc/s al registro A. Al mismo tiempo, se acoplan señales de reloj de 1 Mc/s a la entrada de cómputo del registro B 35, por medio de una barrera 149 (fig. 2D) que está plenamente activada, debido a la presencia de la señal de B/0 y a la del detector superior. Así, el cómputo en retroceso de ambos registros 28, 35 tiene lugar simultáneamente, y los impulsos engendrados durante este intervalo representan la acumulación del punto de ajuste o referencia. En este modo de trabajo no se utiliza el primer detector 82, sino que las salidas procedentes del detector inferior 81 y del segundo detector 83 (fig. 2A) determinan por sí solas el número total de impulsos de punto de referencia seriados realmente utilizados. Normalmente, cuando el punto de referencia esté en el intervalo



1

lo deseado, el registro B contará en retroceso hasta cero en algún momento entre el instante de disparo del detector inferior 81 y el del segundo detector 83. De ocurrir esto, el detector inferior 81 dispara primero, descondicionando la barrera 150 tras de pasar por el circuito inversor, y dando fin a la aplicación de impulsos al registro A 28. Al mismo tiempo, se descondiciona la barrera 149, debido a la terminación de la señal de B \neq 0. Por consiguiente, el cómputo o número de cuenta que queda en el registro A 28 representa la cantidad de error.

Ahora bien, si el registro B 35 llega a cero, contando en retroceso, antes que el detector inferior 81 o después que el segundo detector 83, queda fuera de los límites deseados. Así, el intervalo en el cual debe caer el punto de referencia (dado un punto inicial establecido por el detector superior 80) viene realmente determinado con un valor mínimo de impulsos establecido por el detector inferior 81, y el máximo valor de impulsos queda entonces establecido por el segundo detector 83. Por consiguiente, esta atención de intervalo define los límites verdaderos del punto de ajuste o referencia.

En el caso de que el registro B 35 cuente hasta cero antes de que dispare el detector inferior 81, se sigue forzando el paso de impulsos de cómputo por la barrera 150, para su aplicación al registro A 28, hasta que dispare el detector inferior 81. En efecto, el punto de referencia queda establecido en su límite más bajo, porque el error será el máximo a este punto del intervalo. Si el registro B 35 va a cero antes que el detector inferior, los impulsos añadidos son forzados a pasar por la barrera



Durante la puesta en marcha, por ejemplo, el punto de referencia puede ajustarse fuera del margen de limitación, típicamente a un valor máximo. En este caso, el punto de referencia realmente utilizado se determina mediante ajuste
5 del potenciómetro de límite superior, que inicia el cómputo del punto de referencia, porque este cómputo continúa hasta que se dispara el segundo detector 83. Al llegarse al punto de referencia estable apropiado, a medida que el sistema de tratamiento va pasando a un estado de régimen
10 permanente, el valor de la posición de ajuste del potenciómetro 60 de límite superior puede leerse en el dispositivo de presentación, de la manera que más adelante se describe, y luego introducirse como nuevo punto de referencia. Otra ventaja de esta disposición es la de proporcionar una
15 característica automática de seguridad ante fallos, ya que los límites son continuamente verificados durante el funcionamiento normal. En el caso de que se pierda algún punto de referencia almacenado, o se produzca algún error, los valores limitadores efectúan automáticamente el control.

20

INTRODUCCION DEL PUNTO DE REFERENCIA

En lo que sigue, y en relación con la fig. 2, se describirá la manera de hacer variar, por el operador, el punto de referencia para un canal individual, en lo cual
25 intervienen principalmente el contador de canales 72 (fig. 2E), el conmutador 52 selector de canales y el conmutador 5C de funciones de presentación (fig. 2D), y el potenciómetro 71 de introducción del punto de referencia (fig. 2A).

Ya antes se ha dicho que el contador de canales 72 contiene un lugar numérico adicional, constitutivo
30



de una posición ficticia designada como posición n o de "número". Estando en esta 21ª posición el contador de canales 72 genera una señal de "número", condicionando una barrera 112 (figs. 2A y 3A) que activa una barrera 96, la cual controla un interruptor 97 de 21ª posición que hay en el multiplador 25, y cierra el interruptor, acoplado el potenciómetro 71 de introducción del punto de referencia al primer detector 82. Esto permite introducir en el convertidor de analógico a numérico 26 una señal, a un nivel determinado por la posición de ajuste del potenciómetro 71. Al mismo tiempo, se activa el conmutador 50 de funciones de presentación (fig. 2D) pasando a la posición de introducción del punto de referencia, y se cierra el interruptor 55 de introducción del punto de referencia, activándose el cerrojo 98 de introducción, por medio de una barrera 203 (figs. 2D y 3F). El sistema incluye, como se ilustra en general en la fig. 2C, un registro de presentación 99, que incluye un contador reponible (no re-presentado) para acumular una serie de impulsos representativa de un valor binario, y convertirla apropiadamente en valores decimales por conveniencia. En las figuras 2B y 3A puede verse que la barrera 102 se activa durante el estado de "número", debido a las posiciones de ajuste en que se hallan el conmutador 50 de funciones de presentación y el conmutador 52 de selección de canales, habiéndose repuesto la presentación antes de este momento. Por consiguiente, en la posición ficticia o en "número" del contador 72 de canales, se aplican a la barrera 102 los impulsos de reloj de 1 Mc/s, durante un tiempo determinado por el intervalo transcurrido entre el disparo del pri

335662



mer detector 82 y el del segundo detector 83, del conver-
tidor 26 de analógico a numérico. Los impulsos se totali-
zan en el registro de presentación 99, y los totales son
presentados para el operador. Esta acción se produce ca-
5 da vez que se llega al estado de "número" al final de una
exploración de los diversos canales, o sea cinco veces por
segundo. Desde el punto de vista del operador, el cómputo
presentado varía al mismo tiempo que él ajusta el po-
tenciómetro de introducción 71, de manera que puede obser-
10 var directamente en forma numérica el ajuste que está efec-
tuando, para un determinado canal elegido.

Una vez alcanzado el punto de ajuste selec-
cionado, se necesita introducir el punto de referencia en
el canal apropiado y en la memoria de recirculación, en el
15 punto apropiado. A este fin, se activa ahora el cerrojo
de introducción 98, mediante cierre del interruptor 55 de
introducción del punto de referencia, como antes se ha di-
cho, estando el conmutador 52 de selección de canales en
la posición correspondiente al canal deseado. Esto se e-
20 fectúa durante la siguiente exploración de la posición da-
da, mediante introducción del punto de referencia seleccio-
nado, desde el potenciómetro 71 (fig. 2A) al registro B 35,
por medio de la barrera 104 (figs. 2E y 3A). La barrera
104 se abre, dejando pasar los impulsos de reloj de 1 Mc/s
25 durante un intervalo iniciado por el disparo del primer de-
tector 82 del ADC 26, y terminado (este intervalo) por el
disparo del segundo detector 83. La serie de impulsos apli-
cada se acumula en el registro B 35, y se transfiere luego
al sistema de memoria 30 de recirculación, durante los su-
30 cesivos modos que se estudian con detalle más adelante.



Como se observará, aparte del potenciómetro 71 de introducción del punto de referencia, y de unos cuantos, relativamente pocos, conmutadores, interruptores y barreras, se utilizan en este sistema los dispositivos o conjuntos unitarios ya existentes del sistema de control del tratamiento, mutuamente relacionados. De esa manera se resuelve con un gasto mínimo, pero a plena conveniencia del operador, el problema de la introducción de un valor numérico seleccionado. Estas características se hacen posibles mediante el uso de la posición ficticia del ciclo de máquina, y las relaciones de la entrada analógica, manualmente controlable, que llega al convertidor de analógico a numérico, y a los registros B y de presentación. Se habilita así, pues, un método directo para la introducción de un valor numérico, método que resulta mucho menos costoso que otros de los recursos disponibles que suelen utilizarse. El ajuste potenciométrico y la comparación simultánea con una presentación numérica, resultan particularmente fáciles de utilizar y comprender por el operador. Además, no se necesitan mecanismos por separado para cada línea individual, ni circuitos especiales de acceso o identificación, o de otra clase.

Es conveniente hacer notar aquí que el funcionamiento normal del sistema mantiene la señal de salida para el canal precedente ($n - 1$) a través de los modos que se mencionan desde el de "convertir" al de "trasladar integral al registro C" (fig. 2E), y pasa luego a la señal de nueva generación, en el modo de "avanzar de canal". Ahora bien, cuando se esté en "equilibrar" o "introducir" para un canal dado, se activa el cerrojo 398 (fig. ED) de

335662



inhibición de salida, bloqueándose la señal de salida de toma o muestreo y retención. Este cerrojo no se repone al llegar la primera señal de "avanzar de canal", sino a la siguiente, porque el interruptor de compensación 54 o de introducción 55 del canal pone en activo su cerrojo asociado, a la primera señal de "avanzar de canal". Estas señales de salida no pasan al canal seleccionado, como lo harían normalmente.

CALCULO EN DOS TERMINOS

En lo que antecede se ha hecho una breve referencia a la función de modificar la señal de error para un canal particular, con arreglo a unos términos, de integral y proporcional, selectivamente ajustada en cuanto a ganancia. Esta parte del sistema se refiere principalmente a las figs. 2C, 2D y 2E, y virtualmente a todas las que componen la fig. E. La descripción que sigue concierne no sólo a la manera de utilizar los tres contadores sumadores 28, 35 y 36, sino especialmente a la manera de hacer funcionar los circuitos de ajuste de ganancia (designados con los números 33 y 34 en la fig. 1). Nótese que para los diferentes canales se utilizan circuitos de ganancia de integral independientes, 34a a 34t inclusive. Ahora se hará referencia en general a la introducción de representaciones en el dispositivo de presentación, y a la manera de efectuar introducciones o asientos, y lecturas o tomas, en la memoria de recirculación. Esta referencia se ampliará con detalle más adelante.

Tanto el registro A 28 (fig. 2C) como el registro B 35 (figura 2D) incluyen diez bitios binarios, pa-



ra contar de 0 a 1023. El registro B 35 es limitado, a es
te respecto, y no cuenta por encima o debajo de límites.
En cambio, el registro A 28 incluye bitios adicionales para
contar por encima y por debajo de límites. Ambos registros
5 funcionan como contadores sumadores reversibles, y tienen
entradas de nivel "alto" y "bajo" por las cuales puede in
vertirse el sentido del cómputo. Cada registro incluye tam
bién una entrada a la cual se aplican los impulsos a contar,
y una entrada de reposición, además de unos medios usuales
10 (que se describen como formando parte del registro sólo por
conveniencia) para identificar unos estados de cómputo pre
fijados. En el registro A 28, estos estados prefijados
son A = 0 y su inversa, y A = 1023 y su inversa; en el re-
gistro B 35, los estados prefijados son B = 0 y su inversa,
15 y B = 1023 y su inversa. El registro C 36 se corresponde
con el registro A 28, en que tiene ambas condiciones, de
por encima y debajo de límites, y puede contar en negativo
antes de hacerlo en el sentido opuesto, durante el cálculo
de control en dos términos.

20 Al entrarse en el modo de "convertir", se ac
tiva una barrera 208 (figs. 2D y 3F), como señal de reposi
ción de funciones, aplicada a la entrada de reposición del
registro A 28, reponiéndose luego el registro B 35 por me-
dio de una barrera 220 (figs. 2D y 3G). A continuación,
25 durante el modo de "convertir" citado, se introduce y re-
tiene en el registro A 28 el valor de la variable de tra-
tamiento. También durante el modo de "convertir", los cir
cuitos de acceso 70 a la memoria de recirculación 30 (fig.
2E) seleccionan el punto de referencia a introducir en el
30 registro B35 por una barrera 117 (figs. 2E y 3A). Este cóm



puto comprende un número binario seriado, introducido en las posiciones numéricas paralelas apropiadas del registro B 35 a través de un grupo de barreras 320 (fig. 2D). Nótese que estas barreras 320 están también asociadas a un registro de datos 319 independiente, y pueden utilizarse alternativamente para la introducción exterior de un punto de referencia elegido en el registro B 35. Se utilizan barreras 321 independientes para tomar el contenido del registro B 35. El registro C 36 se repone al mismo tiempo por medio de una barrera 200 (figs. 2E y 3F).

El signo de la cantidad que hay en el registro A 28 está controlado por un cerrojo 322 de por encima de límite, por un cerrojo 85 de por debajo de límite, y por un cerrojo 324 de signo, del ADC (fig. 2B). El cerrojo de por encima de límite es activado por una barrera 325, en el caso de que se llegue a la cuenta o cómputo de A - 1023 antes de que dispare el segundo detector, y la activación de este circuito 322 condiciona una barrera 147, durante el modo de "cálculo de error" para activar a positivo el cerrojo de signo 324 del ADC. Esto, a su vez, condiciona una barrera 171 que controla la barrera 172 (figs. 2C y 3C) que activan el registro A 28 para que cuente en retroceso. Se emplean diversas funciones, que aseguran el uso de signos aritméticos adecuados, funciones que se describen con mayor detalle más adelante. La generación de la señal de error, pues, tiene lugar durante el modo de "cálculo de error".

Se tiene en cuenta además la naturaleza del control que se está ejerciendo, sea en sentido directo o inverso, y la situación en la que la variable de tratamien



to está por debajo de límite. En el caso de obtenerse la
condición sea de avance, sea la positiva, se invierte el
signo del cerrojo 524 de signo del ADC, haciendo que el re-
gistro A 28 cuente en el sentido contrario, para así inver-
5 tir efectivamente el sentido de substracción de la varia-
ble de tratamiento con respecto al punto de referencia. De
igual modo, si se activa el cerrojo 85 de debajo de límite,
por medio de la barrera 118 (fig. 2B) porque el segundo de-
tector 83 se dispare antes que el primer detector 82 del
10 ADC 26, el registro A se pone a contar en sentido directo,
de avance o ascendente durante el modo de cómputo, porque
en efecto se representa una cantidad negativa. La rela-
ción de cómputo en retroceso o en avance, en los termina-
les de entrada de nivel "alto" y "bajo" el registro A 28,
15 se establece por medio de un juego de barreras 130, 131 y
170 capaz de responder al cerrojo de por debajo de límite
(figs. 2C, 3A y 3C).

Como consecuencia de estas relaciones, el sis-
tema, en el modo de cómputo de error, activa simultáneamen-
20 te los cómputos en el registro A 28 y en el registro B35
simultáneamente, llevándolos a un estado en el que el re-
gistro A contiene la cantidad de error. Esta cantidad de
error es la que se va a pasar por los circuitos de ajuste
de ganancia 33, 34 que introducen los términos de propor-
25 cionalidad K_I y K_P , introduciéndose el término de la inte-
gral en el registro B 35 (fig. 2D) y el término proporcio-
nal en el registro C 36 (fig. 2E). A este punto, el re-
gistro A 28 se pone a contar en retroceso o en avance, con
arreglo al signo del error, y el sistema entra en un modo
30 304 de "seleccionar línea de retardo" (fig. 3C), en el



cual la barrera 117 (fig. 2E) toma la integral de la memoria de recirculación 30 llevándola al canal apropiado del registro B 35, de la manera ya descrita respecto al punto de referencia. Durante este modo y el sucesivo o de "dis-
5 puesto 2" (fig. 3C) se efectúan los diversos ajustes de signo (fig. 3C).

El sistema, por consiguiente, queda facultado para entrar en un modo 306 de "calcular en dos términos", ilustrado en la fig. 3D y descrito principalmente en
10 relación también con la fig. 2C. En esta fig. 2C, según puede verse, los circuitos de ganancia proporcional 33 y los de ganancia de integral 34 reciben la señal de reloj también aplicada a la entrada de cómputo del registro A 28 desde una barrera 181 que sigue activada hasta que el re-
15 gistro A 28 se lleva a cero. Los circuitos 33 de ganancia proporcional comprenden un par de sistemas numéricos de división de cómputo, uno que trabaja a base de un reloj 340 de 1 Mc/s, representado aquí por separado del reloj 73 sólo por conveniencia, mientras el otro trabaja a base de
20 un reloj 342 de 0,7 Mc/s. El reloj 340 de 1 Mc/s recibe paso por una sucesión de divisores de cómputo binarios 344, 345, 346 y 347, cada uno de los cuales va dividiendo sucesivamente por la mitad la frecuencia de la señal de 1 Mc/s, hasta bajar a 1/16 de la misma. El reloj 342 de 0,7 Mc/s
25 se pasa a una sucesión de tres divisores binarios 349, 350, 351, que da una sucesión de diferentes valores de frecuencia. La amplitud de la señal de error en el registro A 28 está representada no sólo por el número de impulsos contenidos en él, sino por la duración del intervalo de cómputo a 1 Mc/s que se usa para hacer volver a cero el conta-
30



5 dor A 28. Así, un grupo de barreras 370, de los termina-
les de salida de los divisores de frecuencia, está contro-
lado en parte por la señal derivada de una barrera de en-
trada 181. Esta señal permite a una de las barreras 370,
10 seleccionada según el control ejercido por el contador de
canales 72, un conmutador 371 de nueve posiciones por cada
canal, abrirse durante un tiempo específicamente relaciona-
do con la cantidad contenida en el registro A 28. Enton-
ces se da un número correspondiente de impulsos, por la lí-
15 nea de salida, a través de unas barreras independientes
184a-t para los canales (figs. 2C y 5D), al registro C 36,
para la sumación en éste. La selección de un determinado
valor de división de cómputo o de frecuencia, mediante ac-
tivación de una de las barreras 370, puede venir asimismo
20 controlada por el contador de canales 72, a través de un
circuito de barreras previamente ajustado o condicionado,
si así conviene. Como alternativa, caso de desearse, pue-
de utilizarse por cada canal un circuito de ganancia pro-
porcional 33 y un circuito de ganancia de integral 34, por
separado.

 Cuando el registro A 28 se hace contar en sen-
tido inverso o en retroceso al régimen de 1 Mc/s, los cir-
cuitos de ganancia proporcional 33 funcionan como divisor
de cómputo variable, dando una constante de ganancia frac-
25 cionaria. Mediante el uso, no obstante, de un conmutador
de acoplamiento cruzado 372a-t, puede aplicarse la serie de
impulsos de reloj de 1 Mc/s al registro C 36, mientras al
registro A 28 se aplica el régimen de impulsos inferior, pa-
ra dar una ganancia constante con un factor de multiplica-
30 ción. Así, se duplica el número de constantes de ganancia



numéricamente relacionadas (por dígitos) para el término de ganancia proporcional, y puede hacerse que el término proporcional predomine para unos bucles de control elegidos.

En los circuitos de ganancia 34 de integral, el número de impulsos guardados en el registro A 28 se utiliza para generar el nuevo componente de término de integral, derivado de la señal de error. Los circuitos de ganancia de integral 34a-t, uno por cada canal, incluyen dos sistemas diferentes de división de frecuencia, uno de los cuales representa el interruptor S2 de frecuencia variable. El interruptor variable es lo que se denomina un analizador o "muestreador" 300 con frecuencia múltiple, y puede ser un contador de ajuste previo o preajuste, que puede hacerse funcionar en respuesta al reloj 74 de 5 c/s y tiene por efecto abrir una barrera de entrada 381 solamente una vez por cada número prefijado de veces que se explora el canal en cada sucesión. También puede utilizarse a este propósito un sistema usual de cómputo y franqueo de paso, ajustable naturalmente para permitir la selección de esta parte de la constante de ganancia. La parte restante del término de ganancia de integral viene determinada por un circuito seleccionado de división de cómputo, 383, 384, 385, aquí ilustrado, para mayor sencillez, como formado por tres etapas, aun cuando puede utilizarse un número adicional cualquiera. Por consiguiente, el ajuste de ganancia de la integral resulta ampliamente variable en todo un margen grande, según la constante de ganancia de integral a utilizar. Si como término de multiplicación para el error



se va a utilizar una cantidad de ganancia fraccionaria muy
pequeña, el muestreador con frecuencia múltiple 380 se cie
rra sólo una vez cada un gran número de exploraciones de
ese canal, abriendo la barrera sólo durante ese ciclo selec
5 cionado, para dejar pasar los impulsos que representan el
término de error. El número de impulsos se reduce aún más
en el divisor de frecuencia seleccionable 383, 384, 385,
de modo que los impulsos de salida pasados al registro B por
la barrera 183 contribuyen solamente con el nuevo componen
10 te del término total de actualización de la integral al
cómputo de la integral ya contenido en el registro B 35.
Un conmutador rotatorio 387 permite elegir la relación o
razón de división apropiada para el canal.

El modo de cálculo en dos términos se com-
15 pleta de una u otra de dos maneras. Cuando el registro A
28, en la situación tipo, se hace contar en retroceso has
ta cero, termina la cuenta. A continuación, se desactivan
tanto la barrera 183a-t como la 184a-t (figs. 2C y 3D), y
se activa la barrera que controla la introducción en el mo
20 do 307 de "inscribir en memoria" (fig. 3E). Como alterna-
tiva, de saturarse el registro C 36 por llegar a cero o a
cuenta completa, según se utilice el control directo o in
verso, se impide o bloquea el paso de nuevos impulsos al
registro C en la barrera 184a-t, por cuanto esto indica que
25 la válvula asociada estará completamente abierta o cerrada.
Aquí también, el sistema avanza hasta el modo de "inscri-
bir en memoria"

Esta disposición tiene la ventaja de propor-
cionar un elevado factor de división (o divisor) para el
30 término de la integral, sin necesidad de una larga cadena



de divisores. Además, ambos circuitos de ganancia, el de integral y el proporcional, son de la misma forma, y funcionan en respuesta a la cantidad contenida en el registro A, de manera que no se necesita ulterior conversión.

5 Esta disposición permite también dar a la cantidad proporcional un incremento de ganancia cualquiera, seleccionado con precisión, en tanto que la ganancia de integral se puede elegir de un valor muy pequeño.

10 Otras ventajas apreciables se derivan de la naturaleza esencialmente numérica de los circuitos de ganancia de integral y del almacenaje numérico de la integral. Cuando se necesitan términos de ganancia extremadamente bajos, se vienen adoptando sistemas analógicos, con las consiguientes desventajas de inestabilidad, o "deriva".

15 Por ser acumulada y guardada la integral de manera numérica (por dígitos) es posible utilizar una constante de tiempo esencialmente infinita, y la propia integral queda eficazmente exenta de variación o error. Así, no es necesario aplicar la misma precisión a cada incremento de la integral, porque a lo largo de cierto tiempo tales errores darán un promedio de cero. En un ejemplo práctico de sistema conforme al presente invento, la constante de ganancia de la integral puede ser tan baja que se
20 añadida un incremento al término de la integral, solamente una vez en un número de horas o incluso de días. Además, el divisor de frecuencia seleccionable 383, 384, 385 facilita el almacenaje del cómputo acumulado, de manera que durante la división del cómputo no se pierde ninguno de los impulsos que haya dejado pasar el muestreador de frecuencia múltiple 380, a pesar de los dilatados lapsos que
25
30



transcurren del paso de una a otra muestra o toma, bajo el control del muestreador de frecuencia múltiple 380. Con esta disposición, el muestreador de frecuencia múltiple 380 puede ser un dispositivo analógico o seminumérico, tal como un generador de escalera, si así conviene.

En el modo de cálculo en dos términos 306 (fig. 3D), el registro B 35 y el registro C 36 se ponen a contar en sentidos apropiados por la acción de un grupo de barreras 174, 175, 174A y 175A (fig. 2D). Según la fuente de suministro de impulsos seleccionada en el canal de ganancia proporcional, la componente proporcional se hace pasar por la barrera 194 (figs. 2C y 3D) para ser contada en el registro C 36, al propio tiempo que se añade el nuevo incremento de integral, sumándolo en el sentido apropiado, al término de integral almacenado en el registro B35.

En el modo inmediato sucesivo, que es el de "trasladar integral al registro C" (308, fig. 3E), modo directamente relacionado con la generación de la señal de control, el registro C 36 se pone a contar en sentido directo, habiéndose puesto antes el registro B 35 a contar en sentido inverso o en retroceso hasta cero. Los impulsos de reloj de 1 Mc/s se aplican a una barrera 196 (figs. 2D y 3E), que sigue dejando pasar los impulsos de reloj hasta que el registro B 35 vuelve a cero o el registro C 36 se llena (alcanza el cómputo de 1023). En uno y otro caso, el cómputo que queda en el registro C 36 constituye la suma de los términos de integral y proporcional, y representa la señal de control en forma numérica. El valor numérico es convertido en su equivalente analógico, en el convertidor 40 de numérico a analógico (DAC), y a continuación



acoplado al terminal de salida apropiado, en una secuencia que principia con el modo 309 de "avanzar de canal - activar DAC" (fig. 3F).

En los circuitos de salida, un amplificador operacional 390, acoplado al convertidor 40 de numérico a analógico (fig. 2E), aplica señales por medio de los interruptores 392 del multiplador de salida 41, reteniéndose o conservándose el nivel de señal en un condensador de almacenaje 393 durante un tiempo suficiente para efectuar el ajuste apropiado del controlador de salida. Durante los modos sucesivos, desde "convertir" a "trasladar integral a C", el cómputo contenido en el contador de canales 72 representa el canal seleccionado, denominado "n", pero el multiplador de salida 41 queda dispuesto para contener la posición correspondiente al canal precedente ($n - 1$), por medio de una disposición de barreras de control 395 de la interrupción de salida. Después de pasar por estos modos en secuencia, se activa una barrera apropiada de las barreras 395 de control de la interrupción de salida, para cerrar el interruptor 392 apropiado del multiplador 41, y poner el estado final del convertidor 40 de numérico a analógico en el canal de salida apropiado que va al sistema de tratamiento. Un condensador 393, perteneciente a los circuitos amplificadores de retención 43, se carga al nivel final, y mantiene el nivel como señal de control para el amplificador de salida 396 correspondiente al canal, de manera que el controlador asociado se ajusta en respuesta a tal acción.

MDCS ADICIONALES Y RASGOS CARACTERISTICOS DEL SISTEMA

La aparición de una señal de control apropiada

335662



da para el canal particular da fin a la operación en ese canal, y permite al sistema proseguir hasta el siguiente canal. Ahora bien, este cambio debe ejecutarse de manera ordenada, con la apropiada reposición de los diversos contadores y circuitos, y avanzando hasta el siguiente canal. Estos resultados convenientes se logran por medio de los modos ilustrados en las figs. 5F y 5G, en unión de los circuitos principalmente ilustrados en las figs. 2D y 2E.

El sistema cambia del modo 308 de "trasladar integral a C" (fig. 3E) al modo 309 de "avanzar de canal - activar DAC" (fig. 5F) en el instante ERL, cuando el registro B 35 está vacío o el registro C 36 lleno. Los impulsos procedentes del anillo de bitios controlan después la ordenada activación y reposición de los diversos elementos, como se ilustra gráficamente en la fig. 3F. Si se aplica la señal de avance o positiva, el registro C 36 se repone a través de la barrera 200 (figs. 3F y 2E) en el instante ERL. En el instante BR2, las barreras 201 y 202 (fig. 2D) activan unos cerrojos de inhibición de salida y anti-retroacción, 398, 399 respectivamente. En el instante BR5, si se utiliza la función de "introducir", se activa el cerrojo de introducción 98 (fig. 2D) por medio de una barrera 203. Al mismo tiempo, se repone el convertidor 40 de numérico a analógico (fig. 2E) por medio de la barrera 205, y se hace avanzar el contador de canales 72 por medio de la barrera 206. Al mismo tiempo se activa un cerrojo de equilibrio o compensación 400, si está activado el interruptor de compensación 54 (fig. 2D). Las señales tanto del cerrojo de introducción 98 como del de equilibrio 400 se utilizan en los modos iniciales de operación, al interrogarse o



tenerse acceso a continuación al canal seleccionado. En tal momento, son repuestos por medio de la barrera 197 (figs. 2D y 3E) en el modo de "trasladar integral al registro C".

5 El ajuste del contador de canales 72 (fig. 2E) depende del estado del propio contador. Si el contador de canales no se halla en el estado final o de "número", se hace avanzar en el instante ER3 por medio de la barrera 206 (fig. 2E). Si se halla en el estado de "número", es puesto a uno en el instante ER5, por activación de una barrera 207. En la mayoría de los casos, el contador 72 no está en el primer canal, y en el instante ER9 se activa una barrera 208 (fig. 2D), volviendo el sistema al modo de "convertir" mientras las presentaciones se reponen por medio de una barrera 208a, y reponiéndose también el registro A 28 (fig. 2C), así como reponiéndose el registro C 36 por medio de una barrera 208d (fig. 2E). Al mismo tiempo, se emplea la misma señal para cambiar el cerrojo 324 de signo del ADC (fig. 2L) y dar una señal de reposición de funciones, como se indica en 208b (fig. 3F)

15 Si, en cambio, el sistema está en el canal 1, en el instante ER9, cambia al modo de "enclavamiento", activando la apropiada barrera individual 210a-t (fig. 2C) para dar otro impulso de activación al muestreador de frecuencia múltiple 380, por cada canal. En aquellos canales en los que se haya activado previamente el cerrojo de antiretroacción 399, como se describirá más adelante, se impide, mediante bloqueo, que una señal de error, tomada en el muestreo, pase al sistema por medio de los circuitos de ganancia de integral 34. El sistema vuelve entonces al modo de "convertir", al aplicarse la señal de reloj de función



barrera 211 (fig. 3G).

El sistema hace uso de unos modos sucesivos, denominados de "cargar estado" (311) y de "finalizar carga" (312), en unión del enclavamiento, según la relación existente entre los estados representados por un cerrojo de enclavamiento, un cerrojo de carga y el cerrojo de control de los dos modos. Estos modos permiten introducir en el sistema los datos exteriores inscritos en los registros 319, 406. Con el cerrojo de control de los dos modos desactivado, se repone el registro B 35 (fig. 2D), en unión del contador de canales 72, por la acción de una barrera 220 en el instante BR2. A continuación, si la calculadora exterior señala "datos disponibles" para el registro de datos 319 (fig. 2D) y el registro de datos 406 (fig. 2E), estos nuevos caracteres se introducen en las posiciones apropiadas del registro B 35 y del contador de canales 72, en el instante BR3, por medio de las barreras 221 o 222. Si durante el modo de "cargar estado" se suministra sólo un carácter por cada unidad, se activa en el instante BR4 una barrera 223, acoplada a los circuitos amplificadores de inscripción 32, permitiendo la introducción del nuevo dato en la memoria de recirculación 30, en un ciclo sucesivo del contador de bitios en anillo, o anillo de bitios.

Terminada la inscripción en la memoria, se da la señal de "terminada inscripción", y el sistema puede volver al modo de enclavamiento, para recibir e introducir nuevos caracteres. De no haber nuevos caracteres, se inicia una nueva secuencia al aplicarse la señal de reloj de 5 c/s. Si esta señal de 5 c/s llega antes que la de "terminada inscripción", el sistema cambia a "finalizar carga"



y completa la inscripción, entrando luego en el modo de "con-
vertir". A pesar del hecho de que pueda haber tiempo para
introducir una secuencia de nuevos puntos de referencia pa-
ra distintos canales, mientras se esté cambiando entre los
5 modos de "enclavamiento" y "cargar estado", solamente la
primera activación del cerrojo de enclavamiento produce la
aplicación de impulsos en aquellos muestreadores de fre-
cuencia múltiples para los cuales no se activaron previa-
mente los cerrojos de anti-retroacción.

10 La aplicación de la señal de reloj de 5 c/s
repone el cerrojo de enclavamiento, cambiando al modo 312
de "finalizar carga" (figura 3G), y luego al estado de "con-
vertir", cuando se da la señal de "terminada inscripción".

FUNCIONES DE PRESENTACION

15 El registro de presentaciones 99 (fig. 2C) está
separado de los indicadores de alarma 89 y de los indica-
dores de límite 92 (fig. 2A), que no hacen más que indi-
car el canal en el que se ha identificado la correspondien-
20 te condición de alarma o de límite. El registro de presen-
taciones 99 recibe una serie de impulsos representativa de
una particular manifestación, y la convierte en una indica-
ción decimal, en tres posiciones, del particular valor so-
metido a análisis. Bajo el control del conmutador de se-
25 lección 52 de canales (fig. 2D) puede seleccionarse y obte-
nerse un número de distintas presentaciones. El ajuste del
conmutador 52 en la posición de "alarma superior" pone en
acción esta parte de la presentación, para un canal elegi-
do. En la fig. 2B, tres barreras 101, 102 y 103 dejan pa-
30 sar al registro de presentaciones 99 unos impulsos repre-



representativos de los valores de la alarma superior, la variable de tratamiento y la alarma inferior, respectivamente. La barrera de presentación 101 de alarma superior se activa, dejando pasar los impulsos de reloj de 1 Mc/s durante el intervalo comprendido entre la activación del circuito de detección 80 superior (fig. 2A) y del segundo detector 83. Igualmente, la barrera de presentación 103 de alarma inferior se activa en el intervalo comprendido entre el disparo del circuito detector inferior 81 y el del segundo detector 83. Así, el operador puede seleccionar la presentación de alarma superior o la presentación de alarma inferior, y ajustar los potenciómetros 61 ó 63 en relación con la indicación decimal de los valores que se estén obteniendo durante el ajuste.

Los impulsos pasados por la barrera 102 representan sea el ajuste del punto de referencia, sea la presentación de la variable de tratamiento, según lo seleccionado por el operador. Estos impulsos se dejan pasar durante el intervalo de tiempo transcurrido entre el disparo del primer detector 82 y el del segundo detector 83, según, naturalmente, se esté utilizando como señal de entrada la del potenciómetro de "número" 71 o bien la señal de salida procedente del perceptor para el equipo de tratamiento.

El sistema puede proporcionar un número de diferentes presentaciones, durante el modo de cálculo de error, bajo el control de una barrera primaria 151 y de un número de barreras secundarias 151a-e (fig. 2C), y puede además dar una indicación de la magnitud de la señal de error durante el modo de cálculo en dos términos, bajo el



control de una barrera 185. La barrera 151 deja pasar los impulsos para un canal apropiado, después de dispararse el detector superior y hasta que se da una indicación de límite, o bien cuando se produce un número de otros sucesos, según lo determinado por el grupo de barreras secundarias 151b a 151e inclusive. Al seleccionarse la presentación de límite inferior, por activación de una de las entradas de una barrera 151e, se acumula la cuenta hasta que se dispara el detector inferior y establece el límite inferior efectivo de trabajo. En cuanto a la presentación de límite superior, establecida por la barrera 151d, la cuenta continúa hasta que se dispara el segundo detector. De elegirse una presentación de punto de referencia, se desactiva la barrera 151c cuando B vuelve a cero. Finalmente, cuando se elige la característica de presentación de cascada, se termina la cuenta cuando el registro C vuelve a cero. La señal de error efectiva puede representarse en forma numérica en el registro de presentaciones mediante el uso de la barrera 185, durante el modo de cálculo en dos términos, cuando es activada por los impulsos de reloj procedentes de la fuente de suministro de 1 Mc/s o 0,7 Mc/s, derivados a través de los circuitos 33 de ganancia proporcional, hasta que vuelve a cero el registro A 28.

25 CONTROL DEL SIGNO DE LOS REGISTROS SUMADORES

El signo de los diversos registros 28, 35, 36 se controla individualmente, dando la relación aritmética apropiada durante la sumación de los diversos totales utilizados en los diferentes modos. Al registro A 28 se le hace funcionar en respuesta a la relación de por debajo de



límite, por medio de un grupo de barreras 130, 131, 170,
171 y 173 (fig. 2C), en respuesta a la condición de por en
cima de límite, por medio de las barreras 147, 161 (fig.2B);
y en respuesta a la selección de los modos de avance o re-
troceso, según lo determinado por un cerrojo de signo 324
de ADC. En el modo de "convertir", el registro A 28 cuen-
ta normalmente en sentido directo o en avance, en virtud
de la aplicación de un impulso a la línea de entrada 105
de "cómputo directo". Al mismo tiempo, el cerrojo de sig-
no 324 de ADC se pone en negativo, condicionando la barre-
ra 171 (fig. 2C) para que el sistema cuente en retroceso
o inversamente al cambiar a los sucesivos modos de "dis-
puesto 2" ó "calcular en dos términos". El uso del cerro-
jo de signo 324 de ADC permite cambiar el signo automáti-
camente de manera conveniente, al propio tiempo que simpli-
fica la disposición de barreras o franqueo de paso. Si
tras de introducirse la variable de tratamiento, por cómputo,
en el registro A 28 y durante el modo de "convertir",
se identifica la condición de por debajo de límite, el sig-
no pasa a ser positivo por la acción de la barrera 118
(figs. 2B y 3A). El registro B 35 se pone también a contar
en directo, por medio de la barrera 105, durante el modo de
"convertir". Durante el modo 302 de "dispuesto 1" (fig.
3B) el registro B se pone a contar en inverso bajo el con-
trol de la barrera 132. Al mismo tiempo, el registro C 36
(fig. 2E) se pone a contar en inverso bajo el control de la
barrera 132a. Asimismo, en el modo de "dispuesto 1" el re-
gistro A 28 es puesto a contar en directo por una barrera
131 si se identifica la condición de por debajo de límite,
y a contar en inverso, si no existe tal condición, bajo el



control de la barrera 130. En efecto, durante el cómputo de los registros B y C se utiliza el complemento del cómputo contenido en el registro A. Durante el modo de cálculo de error 303 (fig. 3B), se utiliza en la barrera 147 (fig. 2B) la presencia de una señal de por encima de límite, para activar a positivo el cerrojo de signo 324 si el registro A llega al pleno cómputo normal de 1023. Nótese que las barreras 130 a 132 inclusive se activan también durante el modo de cálculo de error, y están representadas por separado en unión del bloque 303 en la fig. 3B.

En el modo 304 de "seleccionar línea de retardo" (fig. 3C), la activación de la barrera 161 (fig. 2E) pone a positivo el cerrojo de signo 324 del ADC, indicando así que el punto de referencia contenido en el registro B 35 es superior al valor de la variable de tratamiento contenido en el registro A 23.

En los modos 305 y 306 de "dispuesto 2" y "calcular en dos términos" (figs. 3C y 3D), las barreras 170 a 173 controlan el sentido de cómputo del registro A 28 en respuesta al estado de los valores de signo y de por debajo de límite, y las barreras 174 y 175 controlan el sentido de cómputo de los registros B y C (35, 36), en respuesta a las relaciones de estado en avance y positivo. La condición de por encima de límite y la de por debajo de límite no existen al mismo tiempo, de modo que la barrera 173 (fig. 2C) afecta al sentido del cómputo solamente si se detecta la condición de por debajo de límite (barrera 170 de la fig. 2C), o si se ha determinado que el signo sea negativo (barrera 171 de la fig. 2C). Ahora bien, el sentido del cómputo en los registros B y C puede invertir



se según se suministre a la barrera 175 la señal de "avance \Leftrightarrow positivo" o su inversa, de modo que estos registros cuenten en retroceso. Si es cierto el estado contrario, entonces es activada la barrera 174 (fig. 2D) para poner el registro B y C para contar hacia arriba. Estas disposiciones de franqueo de paso, por consiguiente, dan la seguridad de que durante la operación con la señal de error se utiliza el signo apropiado de la cantidad contenida en el registro A, y de que los signos de las cantidades contenidas en los registros B y C representan adecuadamente el sentido de la señal de error, y si se utiliza el control directo o inverso.

En el modo 307 de "inscribir en la memoria" (fig. 3E), el registro C se pone a contar por la acción de una barrera 190 (fig. 2E) anticipándose a la sucesiva transferencia de datos al registro C. El registro B 35 (fig. 2D) es simultáneamente puesto a contar en inverso o en retroceso, por la barrera 132. Para entonces, la integral actualizada ha sido introducida en el registro B, y el incremento proporcional de la señal de control ha sido introducido en el registro C. El signo puede variar, según el incremento proporcional represente una cantidad negativa o una cantidad positiva. En todo caso, la integral contenida en el registro B 35 representa una cantidad positiva, de modo que el registro B se pone a contar en retroceso bajo el control de la barrera 132 (fig. 2D), y el registro C 36 (fig. 2E) se pone a contar en avance o directo. Las mismas condiciones tienen aplicación, en el modo 308 (fig. 3E) de "trasladar integral a C", pero se cambia el signo en el cerrojo 324 de signo del ADC (fig. 22) si se da la



47

señal de avance o positiva, y el contenido del registro C es igual a cero. A la terminación del modo 309 de "avanzar de canal" (fig. 3F), el cerrojo de signo 324 del ADC es puesto a negativo por la barrera 106 (fig. 2B), en preparación para el sucesivo modo de "convertir".

LIMITACION DE LA INESTABILIDAD, O CONTRA RETROACCION
CUMULATIVA

Según la relación entre las constantes proporcional y de integral, y la magnitud de la fluctuación de una variable de tratamiento, el sistema de control del tratamiento puede tratar, a veces, de mantener una válvula completamente abierta o cerrada. Esto puede provenir de la componente proporcional de la señal de control, por sí sola, o bien de ambos términos. De ocurrir esto, la válvula debe simplemente permanecer abierta o cerrada por completo, según la interacción con la variable controlada específica, hasta el momento en que la variable de tratamiento vuelva a estar dentro de límites controlables. A causa del efecto acumulativo introducido cuando en el cálculo se emplea un término de integración, una situación como ésta puede dar lugar a una condición de retroacción acumulativa o "windup", con la consiguiente acumulación de la integral que da lugar a un aumento indefinido de la cantidad de control. Cuando existe retroacción de este tipo, la señal de control permanece en su límite a causa de la gran integral acumulada, y puede tender a formar una corrección en sentido erróneo, tras de haber vuelto el sistema a un intervalo o margen de trabajo adecuado, haciendo así el sistema inestable.



La presente disposición reduce eficazmente al mínimo estas dificultades y permite obviar esta condición de retroacción acumulativa de una o más cualesquiera de entre varias maneras diferentes. Como la cantidad proporcional es llevada al registro C 36 antes que la integral actualizada, la cantidad proporcional por sí sola puede hacer que el controlador asociado adopte una posición limitadora. En el ejemplo más sencillo, si el registro C está lleno, al cómputo de 1023 (o vacío, al cómputo de 0 ó de 1) y el controlador asociado está completamente abierto, no necesita emplearse más acumulación de señal de control. El cerrojo 399 de anti-retroacción (fig. 2D) puede activarse durante el modo de cálculo en dos términos, y esto puede utilizarse para saltarse el modo 300 sucesivo, de "trasladar integral a C" (fig. 3E), si así conviene. Utilizado de este modo, el cerrojo 399 impide efectivamente la condición de retroacción acumulativa, bloqueando el muestreo de impulsos en el tiempo, en el canal de ganancia de integral 34, hasta el momento en que disminuye la señal de error proporcional. Una limitación distinta, de dicha condición de retroacción acumulativa, puede introducirse simplemente dando fin a la aplicación de la integral al registro C 36 cuando el registro C está lleno.

En el presente sistema se ilustra un recurso diferente contra la retroacción acumulativa, por el cual se da fin al modo 300 de "trasladar integral a C" cuando el registro C está lleno a 1023. La barrera 202 (fig. 2D) activa el cerrojo 399a-t de anti-retroacción con la señal de "avanzar de canal", que aparece en BR2, inmediatamente a continuación de BR1, permaneciendo después activado el ce-



rrojo de anti-retroacción 399 de ese canal particular. La
reposición de los cerrojos 399a-t se efectúa cuando dejan
de prevalecer las condiciones de C#0 ó de C#1023. Cuando
el sistema llega al modo de enclavamiento 310 (fig. 3G),
5 se hacen avanzar en uno todos los muestreadores de frecuen-
cia múltiple 300, excepto aquellos de los canales en los
cuales se hayan activado los cerrojos de anti-retroacción,
por medio de las barreras 210a-t (figs. 2C y 3G). Así, en
la exploración sucesiva, la componente de integral no se
10 acumula si ya la componente proporcional por sí sola, o el
valor combinado del registro C 36, da lugar a que se alcan-
ce la condición de límite.

Se hace uso de una limitación independiente,
en la acumulación de señal de control, limitación en la
15 que no se emplea el cerrojo 399 de anti-retroacción. A es-
te fin, el sistema utiliza unas barreras 184a-t (fig. 2C),
y las barreras que determinan los cambios de estado entre
el modo de cálculo en dos términos 306 (fig. 3D) y el mo-
do 307 de "inscribir en memoria" (fig. 3E). Si el valor
20 contenido en el registro C 36 pasa a uno (1) en el modo de
cálculo en dos términos, con control en avance o positivo
(o llega a 1023 con el control de sentido inverso) se des-
activa la barrera 184a-t apropiada, impidiendo que se si-
gan aplicando impulsos a los registros. Simultáneamente,
25 el sistema pasa al modo 307 de "inscribir en memoria", y
sucesivamente por el modo 308 de "trasladar integral a C",
haciendo que el sistema introduzca en la memoria, como in-
tegral actualizada, el contenido del registro B 35, pero
saltándose toda acumulación adicional del error en el re-
30 gistro B 35. Esta característica limitativa de la inte-



gral tiene vigencia hasta que el término proporcional dismi
nuye a un nivel para el cual la integral pueda tener de
nuevo algún efecto.

5 EQUILIBRIO ENTRE SEÑALES DE SALIDA AUTOMÁTICA Y
MANUALMENTE CONTROLADAS

En todo sistema moderno de control numérico
de un tratamiento o proceso es conveniente efectuar una
transferencia sin brusquedades, o exenta de transitorios,
10 entre el control manual efectuado por medio de los poten
ciómetros de salida ajustables 65 (fig. 2E) y la señal de
control automáticamente generada, cuando se pasa el siste
ma a trabajar en automático. En el presente sistema, es
te resultado conveniente, de transferencia sin transisto
15 rios, se logra mediante el empleo del nivel de señal ma
nualmente ajustado para determinar el valor de integral
obtenido y utilizado desde el sistema de almacenaje o me
moria.

Con el sistema en el modo manual, los conmu
20 tadores de salida 66 acoplan al sistema de tratamiento, por
conexión directa, la señal analógica determinada por la po
sición de ajuste del potenciómetro 65. Con el conmutador
52 selector de canales puesto al canal deseado, se cierra
el interruptor 54 de "equilibrio". En el extremo de entra
25 da del sistema (fig. 2A), la señal de equilibrio proporcio
nada activa, durante el modo de "convertir", un circuito
excitador 403 para acoplar señales al convertidor de analó
gico a numérico 26, desde los contactos alternos del conmu
tador selector de canales 52', acoplados para recibir las
30 señales aplicadas a los controladores. Un interruptor 402



17 U

accionado por un excitador 403 capaz de responder a la barrera 115 acopla esta señal de entrada directamente al primer detector 82. Así, y solamente para el canal dado, la señal de salida aparece en el terminal de entrada cuando el cerrojo de equilibrio 400 está en activo. En esta situación, la barrera 104 (figs. 2B y 3A) es activada por la señal de equilibrio, y la salida o tren de impulsos procedente del convertidor 26 de analógico a numérico se suministra al registro B 35, y no al registro A, en el cual se introduce de ordinario la variable de tratamiento. En cuanto se disparan ambos detectores primero y segundo 82, 83, el sistema cambia del modo 301 de "convertir" (fig. 3A) pasando directamente por el modo 302 de "dispuesto 1" (fig. 3B), al modo 303 de cálculo de error. Durante el intervalo entre 15 ro de trabajo para efectuar la función de equilibrio, el sistema retiene la señal de salida procedente del canal anterior, mediante accionamiento de las barreras 107, 108, 109 que controlan las barreras 395 de control de la interrupción de salida. Normalmente, el resultado de la secuencia de cálculo es la activación de una señal en el DAC 20 40, tras de haberse llegado al modo de "avanzar de canal". Ahora bien, aquí se hace avanzar el contador de canales 72, pero por las barreras 107 a 109 no pasa señal alguna de "toma y retención".

25 Durante la generación de la señal de error equivalente al nivel de salida manualmente ajustado, no se introduce punto de referencia alguno en el registro B, porque la barrera 117 (figs. 3A y 2E) está descondicionada, debido a ser correcto el término de equilibrio. Por consiguiente, a este punto de la secuencia, se dispone del con 30



tenido del registro B para uso sucesivo como nueva integral actualizada. De igual manera, durante el modo 304 de "seleccionar línea de retardo", el valor de la integral leído o seleccionado de la memoria no se pasa al registro B, por permanecer descondicionada la barrera 117. Por consiguiente, el sistema puede pasar por el modo 305 de "dispuesto 2" (fig. 3C) al modo 306 de cálculo en dos términos. El valor de error normalmente contenido en el registro A es cero, y el sistema pasa inmediatamente al modo 307 de "inscribir en memoria" (fig. 3E). La barrera 191 (fig. 2E) transfiere de ese modo el nuevo valor de la integral actualizada a la memoria de recirculación, después de lo cual ese valor está disponible para el uso. A la siguiente exploración del mismo canal, se saca por lectura el nuevo valor de la integral, siendo adecuado para el uso como señal de control, porque se genera una señal de salida sensiblemente idéntica a la proporcionada desde el potenciómetro de salida 65.

CASCADA

A menudo es muy conveniente, en un sistema de control de tratamiento, poder utilizar una característica de "cascada", en la que el valor de una señal de control en uno de los canales se utiliza para afectar el ajuste de un canal contiguo. Cuando de esta manera haya un número de variables dispuestas en estrecha yuxtaposición, ello permite mantener una estrecha interrelación entre las variables, bajo el control del operador o automáticamente.

La función de cascada concierne principalmente al modo 303 de cálculo de error (fig. 3B). Como se observará, con referencia a las barreras 142 y 145 (figs.



2B y 3B), el contenido del registro C 36 se compara con res
pecto al segundo detector 83 y al estado inverso del detec
tor inferior 81. Si el registro C 36 va a cero antes de
dispararse el detector inferior 81, se señala una violación
5 de límite inferior; en tanto que si el segundo detector 83
se dispara antes de que el registro C 36 vaya a cero, se se
ñala una violación de límite superior. Los impulsos sumi-
nistrados al registro A 28 y al registro C 36 son controla
dos por las barreras 150a y 148 (figs. 3B, 2C y 2D). El
10 registro C 36 se hace contar en sentido inverso hasta cero
por medio de la barrera 148, y desplaza su valor pasándolo
al registro A 28 por medio de la barrera 150a. Se intro-
duce un valor diferente sólo si se detecta un límite, o si
dispara el segundo detector 83. Cuando el registro C 36
15 va a cero, el sistema pasa también del modo 303 de "cálcu
lo de error" (fig. 3B) al modo 304 de "seleccionar línea
de retardo" (fig. 3C). En la fig. 2C, la barrera 151b de
ja pasar una señal de condicionamiento a la barrera 151
que regula la aplicación de impulsos al registro de pre-
sentaciones 99. Debido al hecho de que la barrera 200d
20 (figs. 3F y 2E) no permite la reposición del registro C 36
en el modo de cascada, este registro C 36 retiene el con-
tenido de la exploración anterior del canal inmediato pre
cedente, contando en sentido inverso respecto a los lími-
25 tes detectados en el convertidor de analógico a numérico
26.

ACCION DE CONTROL DE AVANCE-RETROCESO

La polaridad de la señal de salida al siste
ma de tratamiento viene determinada por la posición de los
30 conmutadores 67 de avance-retroceso, o directo-inverso. Es

335662



tos actúan controlando el sentido de la cuenta o cómputo, durante el cálculo en dos términos.

Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en particular con referencia a unas formas preferidas de ejecución de la misma, se sobrentiende para las personas versadas en la materia que pueden hacerse en aquellas los indicados y otros cambios de forma y de detalle sin por ello salirse del ámbito ni apartarse del espíritu de la invención.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 17 de Enero de 1966, bajo el nº 520.954, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- 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:

1.- Un aparato controlador, de funcionamiento repetitivo, en el cual se desarrolla por cada operación una señal numérica de error que representa la desviación de una variable respecto a un valor de referencia deseado, y que está dotado de medios para desarrollar una señal de salida para su transmisión a un dispositivo



de control, señal de salida que tiende a reducir dicha señal de error a cero, caracterizado por la combinación de: unos medios numéricos de almacenaje o memoria; unos medios de barrera para transferir una parte de dicha señal numérica de error desde algunas de dichas operaciones, seleccionadas, a dichos medios numéricos de memoria, hasta establecer en ellos una cantidad proporcional a la integral de dicha señal de error; y unos medios que acoplan dichos medios numéricos de memoria a dichos medios de desarrollar una señal de salida, dando una señal de salida dotada de una componente capaz de responder a la cantidad que hay en dichos medios numéricos de memoria.

2.- Un aparato según la reivindicación 1 que antecede, en el cual dichos medios de barrera actúan transfiriendo por lo menos una parte seleccionada de dicha señal numérica de error, desde cada operación a dichos medios numéricos de memoria.

3.- Un aparato según la reivindicación 1, en el cual dichos medios numéricos de memoria incluyen un registro contador acoplado para recibir dicha señal numérica de error por cada operación, y una memoria independiente o por separado para recibir y suministrar por cada operación la cantidad de integral actualizada, de tal manera que dicho registro pueda ser despejado tras cada operación.

4.- Un aparato controlador cíclico, en el cual se desarrolla una señal de error representativa de la desviación del valor de una variable respecto a un valor de referencia prefijado, y que está dotado de medios para generar una señal de salida para la manipulación de un dispositivo de control que modifique la variable en el sentido-



do de eliminar la señal de error, incluyendo dichos medios de generar la señal de salida un canal proporcional para desarrollar una componente de señal proporcional a la señal de error, y un canal de integral para desarrollar una
5 componente de señal proporcional a la integral de la señal de error respecto al tiempo, caracterizado por la combinación de: un canal de integral que incluye un divisor de impulsos, y medios para suministrar a dicho divisor de impulsos unos impulsos representativos de la magnitud de
10 dicha señal de error; un registro sumador que proporciona una cantidad de salida determinativa de la señal de salida para el controlador; unos medios que conectan el canal de integral para suministrar una señal de salida a dichos medios sumadores; y unos medios que conectan el canal pro
15 porcional para suministrar una señal de salida a dichos sumadores.

5.- Un aparato según la reivindicación 4 que antecede, en el que dicho sistema incluye también: un dispositivo numérico de almacenaje o memoria; unos me-
20 dios que acoplan dichos medios sumadores a dicho dispositivo numérico de memoria dando una recirculación, a través de dicho dispositivo numérico de memoria, de las cantidades acumuladas en dichos medios sumadores; y unos medios de franqueo de paso o de barrera, acoplados a dichos medios su-
25 madores y a dicho dispositivo numérico de memoria, para transferir la cantidad de integral acumulada desde dichos medios sumadores en una operación determinada a dichos medios sumadores en la operación sucesiva.

6.- Una disposición de control que desarrolla una
30 cantidad representativa de la desviación de una variable

335662



respecto a un valor de referencia deseado, y que incluye medios para desarrollar una señal de salida para controlar un dispositivo asociado de manera que tienda a reducir dicha señal de error, caracterizada por la combinación que comprende: un primer medio numérico capaz de responder a la cantidad de desviación dando una cantidad dividida de ella, con arreglo a un primer término de ganancia seleccionado; un segundo medio capaz de responder a la cantidad de desviación dando una cantidad proporcional a ella con arreglo a un término de ganancia seleccionado diferente; unos medios capaces de responder a la cantidad dividida, para sumar sucesivamente dichas cantidades, dando un valor de integral; y unos medios capaces de responder a dicha cantidad proporcional y a dicha cantidad de integral dando una cantidad combinada determinativa del valor de la señal de salida.

7.- Una disposición según la reivindicación 6 que antecede, en la que dicho primer medio numérico incluye unos medios selectivamente accionables para facilitar la división con arreglo a un término de integral, y en la que dicho segundo medio incluye unos medios selectivamente accionables para facilitar una cantidad proporcional con arreglo a un término proporcional.

8.- Una disposición de control de tratamiento, caracterizada por un sistema para operar sobre una señal variable de tratamiento, dando una señal correctora que tienda a mantener un punto de ajuste o valor de referencia elegido, sistema éste que comprende: unos medios para suministrar una representación numérica (por dígitos) de la diferencia existente entre la variable de tratamiento y el



punto de ajuste; unos registros sumadores primero y segun
do; una memoria de recirculación acoplada para recibir can
tidades de dicho primer registro y devolver cantidades al
mismo; un primer medio de canal, de ganancia de integral,
5 capaz de responder a la representación numérica dando una
primera representación modificada a dicho primer registro
sumador, y acumulando también dicho primer registro suma
dor las sucesivas primeras representaciones modificadas;
un segundo medio de canal, de ganancia proporcional, capaz
10 de responder a la representación numérica dando una segun
da representación numérica modificada de la misma, estan
do dicho segundo medio de canal acoplado a dicho segundo
registro sumador; y unos medios que acoplan dicho primer
registro sumador a dicho segundo registro sumador, de tal
15 manera que dicho segundo registro sumador da un cómputo
acumulado correspondiente a la señal correctora deseada.

9.- Una disposición de control de tratamien
to de varios canales, caracterizada por un sistema para
operar sobre una variable de tratamiento dando una señal
20 correctora que tienda a mantener un punto de ajuste o va
lor de referencia elegido, sistema éste que comprende: me
dios para suministrar una representación numérica de la
variable de tratamiento; medios para suministrar una re
presentación numérica del punto de ajuste; medios capaces
25 de responder a dichas representaciones numéricas dando una
cantidad de error indicativa de la relación aritmética existen
te entre la variable de tratamiento y el punto de ajuste;
un primer medio numérico capaz de responder a la cantidad
de error dando una primera cantidad, representativa de una
30 división seleccionada de la misma, incluyendo dicho primer
medio numérico unos medios para acumular dichas primeras



cantidades; un segundo medio numérico capaz de responder a la cantidad de error dando una segunda cantidad representativa de una proporción seleccionada de la misma; y medios para sumar la primera cantidad acumulada y la segunda cantidad, dando una señal correctora.

10.- Una disposición de control de tratamiento de varios canales, en la que cada canal individual es sucesivamente explorado, caracterizada por un sistema para operar sobre variables de tratamiento individuales dando unas señales correctoras que tiendan a mantener un punto de ajuste o valor de referencia seleccionado para la variable particular, sistema éste que comprende: unos medios para suministrar una representación numérica de la variable de tratamiento; unos medios para suministrar una representación numérica del punto de ajuste; unos medios, que incluyen medios contadores, capaces de responder a dichas representaciones numéricas dando una cantidad de error indicativa de la relación aritmética existente entre la variable de tratamiento y el punto de ajuste, estando la cantidad de error en la forma de cómputo numérico almacenado; unos medios, acoplados a los medios de dar una cantidad de error, para descontar o contar en retroceso el cómputo numérico almacenado, a una velocidad o frecuencia seleccionada; unos medios para almacenar cantidades de integral actualizadas, para cada operación sobre una variable particular; unos medios sumadores, acoplados para recibir las cantidades de integral actualizadas, para operar sobre la variable de tratamiento dada; un primer medio numérico capaz de responder al número de impulsos de la cuenta en retroceso de la cantidad de error, dando una primera serie de impul-



5 sos que represente una división numérica seleccionada del
 número de impulsos contenido en la cantidad de error, es-
 tando dicho primer medio numérico acoplado al contador su-
 mador para dar una cantidad de integral actualizada; un se-
 10 gundo medio numérico capaz de responder a la duración de
 la cuenta en retroceso de la cantidad de error, dando una
 segunda serie de impulsos, de manera que el número de im-
 pulsos de esta segunda serie de impulsos represente una di-
 visión seleccionada diferente de la misma; y dicho segundo
 15 medio numérico acoplado para dar impulsos a contar, de ma-
 nera que el cómputo total represente la señal correctora
 deseada.

11.- Una disposición según la reivindicación
 10 que antecede, en la que dicho primer medio numérico da
 15 un término de integral, dicho segundo medio numérico da un
 término proporcional, y dichos medios de almacenar inclu-
 yen una memoria de recirculación que opera en relación re-
 gulada en el tiempo con la exploración de los canales in-
 dividuales del sistema de control de tratamiento, un primer
 20 registro sumador para aditivamente combinar un término de
 integral previo procedente de la memoria de recirculación
 con una nueva componente de integral que procede de dicho
 primer medio numérico, y un segundo registro sumador para
 aditivamente combinar una cantidad proporcional procedente
 25 del segundo medio numérico con el término de integral actua-
 lizado que procede del primer registro sumador, yendo dicho
 primer registro sumador también acoplado para hacer volver
 la integral actualizada a la memoria de recirculación.

12.- Una disposición para integrar cantida-
 30 des de error sucesivamente facilitadas, con una constante



de ganancia de integral seleccionable, que comprende: unos medios capaces de responder a la cantidad de error, para analizar o muestrear algunas, sucesivas, de las cantidades de error, con periodicidad seleccionable; unos medios capaces de responder a las cantidades de error muestreadas, para dar, partiendo de ellas, unas cantidades de salida selectivamente divididas; y unos medios acumuladores acoplados para recibir las cantidades de error, para dar una cantidad de salida de integral.

10 13.- Una disposición según la reivindicación 12 que antecede, en la que dichos medios de muestrear comprenden unos medios de interrupción o conmutación en el tiempo, dichos medios acumuladores comprenden un primer contador sumador y unos medios de memoria de recirculación, y dichos medios de memoria de recirculación operan en relación de sincronismo, regulada en el tiempo, con la exploración de los canales individuales, dando la integral actualizada a partir de la exploración anterior de un canal individual, para su acumulación con la segunda serie sucesiva de impulsos.

14.- Un aparato controlador en el cual se desarrolla periódicamente, en respuesta a una señal de regulación de tiempos, un tren de impulsos representativo, en el número total de impulsos, de la diferencia entre el estado real y efectivo y el estado deseado de una variable, trabajando el controlador de manera periódica dando trenes sucesivos de impulsos que corresponden a los valores de diferencia entonces existentes para una variable particular, caracterizado por la combinación que comprende: un sistema numérico de almacenaje o memoria para recibir y dar un término



no de integral acumulado, en forma numérica; un registro su-
mador acoplado a dicho sistema numérico de memoria para re-
cibir unas partes seleccionadas de dichos valores de dife-
rencia, y sumar dichas partes al término de integral prece-
5 dente que procede de dicho sistema numérico de memoria, ge-
nerando un término de integral actualizado; y unos medios
de ganancia de canal de integral que controlan el número
relativo de dicho tren de impulsos introducido en dicho re-
gistro sumador para actualizar dicho término de integral,
10 comprendiendo dichos medios un divisor del cómputo de im-
pulsos dotado de una pluralidad de dispositivos biestables
acoplados en una disposición en serie, e incluyendo además
unos medios seleccionables para acoplar a dicho registro su-
mador el terminal de salida de uno, elegido, de dichos dis-
15 positivos biestables; y unos medios de barrera que conec-
tan dicho tren de impulsos a la entrada del primero de di-
chos dispositivos biestables de la serie, y un medio de con-
trol de dichos medios de barrera, capaz de responder a unos
números seleccionables de apariciones periódicas de los tre-
20 nes de impulsos para un canal individual, poniendo en ac-
ción dichos medios de barrera y conectando a dicho divisor
del cómputo de impulsos aquellos de dichos trenes de impul-
sos que sean seleccionados.

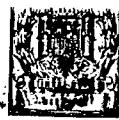
15.- Un aparato según la reivindicación 14
25 que antecede, en el que dicho divisor del cómputo de impul-
sos comprende una serie de tres circuitos disparadores o
básculas binarios, dichos medios seleccionables comprenden
unos conmutadores selectores, y dicho medio de control com-
prende unos medios reponibles que avanzan por incrementos
30 a un nivel de umbral seleccionable.

335662



16.- Un aparato controlador en el cual se desa
rolla periódicamente, en respuesta a una señal de regula-
ción de tiempos, un tren de impulsos representativo de la
diferencia existente entre el estado real y efectivo y el
5 estado deseado de un valor, y que incluye un dispositivo
numérico de memoria para almacenar un término de integral,
caracterizado por la combinación de medios, para controlar
el número relativo de dichos impulsos introducidos en dicho
dispositivo de memoria, que comprende: un divisor de impulso
10 sos dotado de una pluralidad de dispositivos biestables;
medios que conectan la salida de uno, seleccionable, de
dichos dispositivos biestables a dicho dispositivo de memor
ria; medios de barrera que conectan dicho tren de impulsos
a la entrada de dicho divisor de impulsos; y un medio de
15 control para dichos medios de barrera, capaz de responder
a un número prefijado, ajustable, de apariciones periódicas
de dicha señal de regulación de tiempos, poniendo en
acción dichos medios de barrera y conectando dicho tren de
impulsos a dicho divisor de impulsos.

20 17.- Una disposición para integrar cantidad
des de error sucesivamente facilitadas con respecto a una
variable de tratamiento dada, que da una constante de ga-
nancia de integral selectivamente variable, y que comprend
de: unos medios capaces de responder a la cantidad de error
25 dando cada cantidad de error en forma de una primera serie
de impulsos cuyo número total de cómputo designe la canti-
dad de error; unos medios capaces de responder a la prime-
ra serie de impulsos y a la aparición en secuencia de di-
chas cantidades de error, para muestrear sólo las cantida-
30 des de error prefijadas, con una periodicidad seleccionada



en relación con la periodicidad de la cantidad de error sucesiva; unos medios capaces de responder a las cantidades de error muestreadas, para dividir el número de impulsos dando una segunda serie de impulsos que tenga una relación de periodicidad seleccionada con respecto a la de la primera serie de impulsos; y unos medios acumuladores acoplados para recibir la segunda serie de impulsos de las muestras sucesivas, y para dar una cantidad de salida de integral.

10 18.- UN APARATO CONTROLADOR PARA CALCULADORAS.

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

15 Esta Memoria consta de sesenta y siete hojas escritas por una sola de sus caras.

Madrid,

P. A.

17 JUN 1967

Alberto del Pozo
Por Pozo

335662



EXPLICACION DE LAS LEYENDAS DE LOS DIBUJOS

FIG. 1

- A 1 - A entrada
- A 2 - De otros canales
- A 3 - Punto de referencia
- A 4 - Integral
- A 5 - De otros ~~per~~ceptores
- A 6 - A otros controladores

FIG. 2A

- B 1 - Convertir
- B 2 - Número
- B 3 - Compensación o equilibrio
- B 4 - Introducir
- B 5 - Contador de canales
- B 6 - Conmutador de selección de canales
- B 7 - Ajuste
- B 8 - Reposición
- B 9 - Salidas de contador de canales
- B 10 - De variable de tratamiento
- B 11 - Multiplicador de entrada
- B 12 - De línea a continuación de tratamiento
- B 13 - Límite superior 1
- B 14 - Alarma superior 1
- B 15 - Límite inferior 1
- B 16 - Alarma inferior 1

335662



FIG. 2B

- C 1 - Contador de canales
- C 2 - Cascada
- C 3 - Límite
- C 4 - Convertir
- C 5 - Línea de retardo de acceso
- C 6 - Error de cómputo
- C 7 - A registro B
- C 8 - Presentación de alarma superior
- C 9 - Conmutador de selección de canales
- C 10 - Presentación \neq 999
- C 11 - Impulsos a registro de presentación
- C 12 - Presentación de alarma inferior
- C 13 - Punto de referencia
- C 14 - Presentación de variable de tratamiento
- C 15 - Signo positivo de ajuste
- C 16 - Introducir
- C 17 - Compensación o equilibrio

FIG. 2C

- D 1 - Debajo intervalo
- D 2 - Convertir
- D 3 - Dispuesto II
- D 4 - Cálculo con 2 términos
- D 5 - Dispuesto I
- D 6 - Error de cómputo
- D 7 - Presentación de límite inferior
- D 8 - Det. inferior
- D 9 - Presentación de límite superior

335662



- D 10 - Det. 2
- D 11 - Presentación del punto de referencia
- D 12 - Presentación de cascada
- D 13 - Det. superior
- D 14 - Límite
- D 15 - Cascada
- D 16 - Contador de canales
- D 17 - Presentación \neq 999
- D 18 - Impulsos a registro de presentación
- D 19 - Selección de canales
- D 20 - Conmutador de selección de canales
- D 21 - Canal
- D 22 - Reposición
- D 23 - Ajuste

DIG. 2D

- E 1 - Datos utilizables del calculador
- E 2 - A amp. de inscripción
- E 3 - Convertir
- E 4 - Dispuesto II
- E 5 - Cálculo con 2 términos
- E 6 - Dipuesto I
- E 7 - Error de cómputo
- E 8 - Memoria de inscripción
- E 9 - Trasladar integral a C
- E 10 - Cargar estado
- E 11 - Lectura/inscripción
- E 12 - Límite
- E 13 - Cascada
- E 14 - Contador de canales

335662



- E 15 - Canal seleccionado
- E 16 - Presentación de reposición
- E 17 - Canal 1
- E 18 - Avanzar de canal
- E 19 - Finalizar carga
- E 20 - Compensación o equilibrio
- E 21 - Introducción
- E 22 - Conmutador de selección de canales
- E 23 - Número
- E 24 - Variable de tratamiento
- E 25 - Punto de referencia
- E 26 - Ajuste del punto de referencia
- E 27 - Desviación
- E 28 - Límite inferior
- E 29 - Límite superior
- E 30 - Alarma inferior
- E 31 - Alarma superior

FIG. 2E

- F 1 - Inhibir
- F 2 - Convertir
- F 3 - Dispuesto I
- F 4 - Error de cómputo
- F 5 - Dispuesto II
- F 6 - Línea de retardo de acceso
- F 7 - Cálculo con 2 términos
- F 8 - Almacenaje de inscripción
- F 9 - Traslado integral a C
- F 10 - De contador de canales
- F 11 - Compensar o introducir

335662



- F 12 - Cascada
- F 13 - Avanzar de canal
- F 14 - Número
- F 15 - De registro B
- F 16 - Datos utilizables del calculador
- F 17 - Circuitos de acceso
- F 18 - Compensar
- F 19 - Introducir
- F 20 - Cargar estado
- F 21 - Contador de canales

FIG. 3A

- G 1 - Canal
- G 2 - Límite
- G 3 - Límite de reposición
- G 4 - Alarma
- G 5 - Límite y alarma de reposición
- G 6 - Det. superior
- G 7 - Presentación de alarma superior
- G 8 - Conmutador de selección de canales
- G 9 - Contador de canales
- G 10 - Det. 2
- G 11 - Det. inferior
- G 12 - Adición punto de referencia o presentación de variable de tratamiento
- G 13 - Impulsos a presentación
- G 14 - Impulsos de registro B
- G 15 - Compensar o introducir
- G 16 - Det. 1
- G 17 - Lectura

335662



- G 18 - Cerrojo debajo intervalo
- G 19 - Inhibir - 1
- G 20 - Número
- G 21 - Compensar
- G 22 - Introducir
- G 23 - Introducir o número
- G 24 - Salida de selector de acceso
- G 25 - Impulsos a registro A
- G 26 - Punto de referencia en registro B
- G 27 - Det. superior
- G 28 - Alarma inferior
- G 29 - Alarma superior

FIG. 3B

- H 1 - Inhibir
- H 2 - Compensar o introducir
- H 3 - Debajo intervalo
- H 4 - Transitorio no en rampa
- H 5 - Det. 2, ó compensar o introducir, o número
- H 6 - Det. 2
- H 7 - Cascada
- H 8 - Det. inferior
- H 9 - Violación de límite superior
- H 10 - Violación de límite inferior
- H 11 - Ensayo de límite
- H 12 - Sobre intervalo
- H 13 - Det. superior
- H 14 - Límite
- H 15 - Impulsos a registro A
- H 16 - " " " B
- H 17 - " " " C

335662

17



- H 18 - Impulsos a registro de presentación
- H 19 - Contador de canales
- H 20 - Conmutador de selección de canales
- H 21 - Presentación de cascada
- H 22 - " " punto de refer.
- H 23 - " " límite inf.
- H 24 - " " " sup.

FIG. 3C

- I 1 - Inhibir
- I 2 - Compensar o introducir
- I 3 - Introducir
- I 4 - Compensar
- I 5 - Sobre intervalo
- I 6 - Completar lectura
- I 7 - Anillo de bitios - 2
- I 8 - Debajo intervalo
- I 9 - Signo negativo
- I 10 - Anillo de bitios - 4
- I 11 - Signo positivo

FIG. 3D

- J 1 - Inhibir
- J 2 - Compensar o introducir
- J 3 - Debajo intervalo
- J 4 - Signo negativo
- J 5 - Signo positivo
- J 6 - Muestreo
- J 7 - Contador de canales

335662



- J 8 - Impulsos a canal de integrales
- J 9 - Impulsos a registro C
- J 10 - " " " A
- J 11 - Impulsos a presentación
- J 12 - Selección de canales
- J 13 - Salida sel. K_I
- J 14 - " " K_P
- J 15 - Impulsos a registro B

FIG. 3E

- K 1 - Inhibir
- K 2 - Compensar o introducir
- K 3 - Inscribir
- K 4 - Comparar accesos
- K 5 - Número
- K 6 - Introducir
- K 7 - Cambiar signo
- K 8 - Canal elegido
- K 9 - Contador de canales
- K 10 - Impulsos a registro A y reg. B

FIG. 3F

- L 1 - Anillo de bitios - 1
- L 2 - Registro de reposición o activación C
- L 3 - Anillo de bitios - 2
- L 4 - Compensar o introducir
- L 5 - Contador de canales
- L 6 - Inhibir salida de reposición
- L 7 - Cerrojo antiretroacción de ajuste

335662



- L 8 - Cerrojo antiretroacción de reposición o activación
- L 9 - Conmutador de compensación
- L 10 - Anillo de bitios - 5
- L 11 - Conmutador de canales de ajuste a 1
- L 12 - Número
- L 13 - Anillo de bitios - 3
- L 14 - Conmutador de introducción
- L 15 - Anillo de bitios - 9
- L 16 - Canal 1
- L 17 - Seleccionar canal
- L 18 - Presentación de reposición
- L 19 - Reposición de función
- L 20 - Cascada
- L 21 - Registro C de reposición

335662

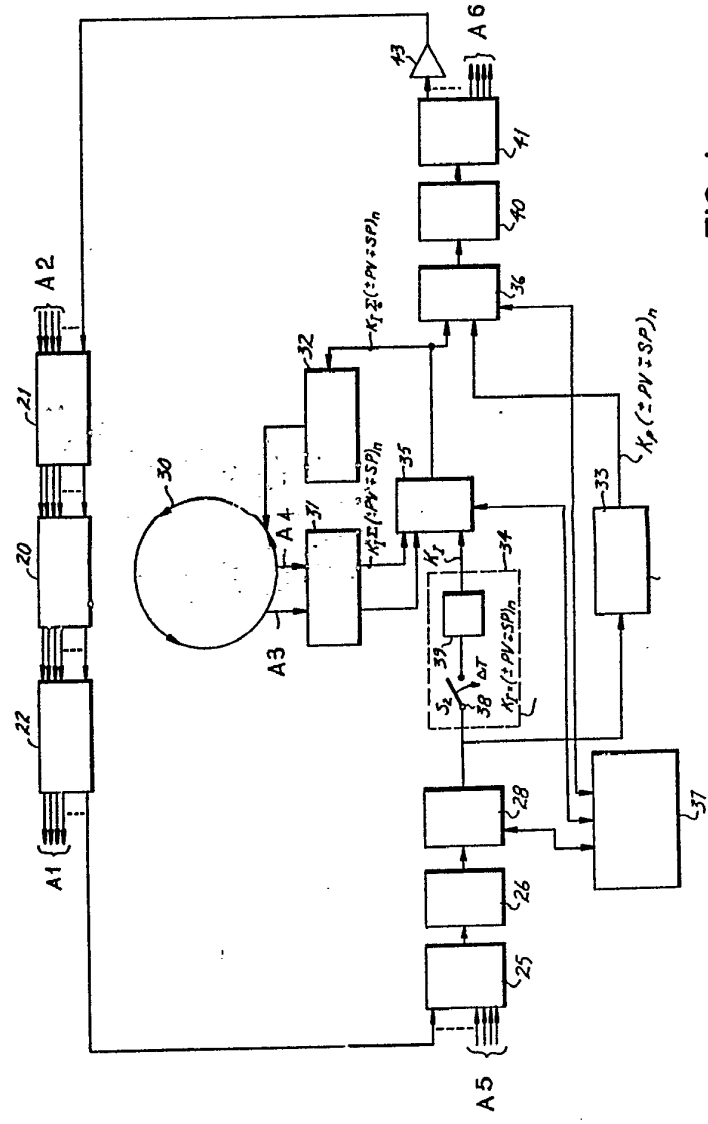


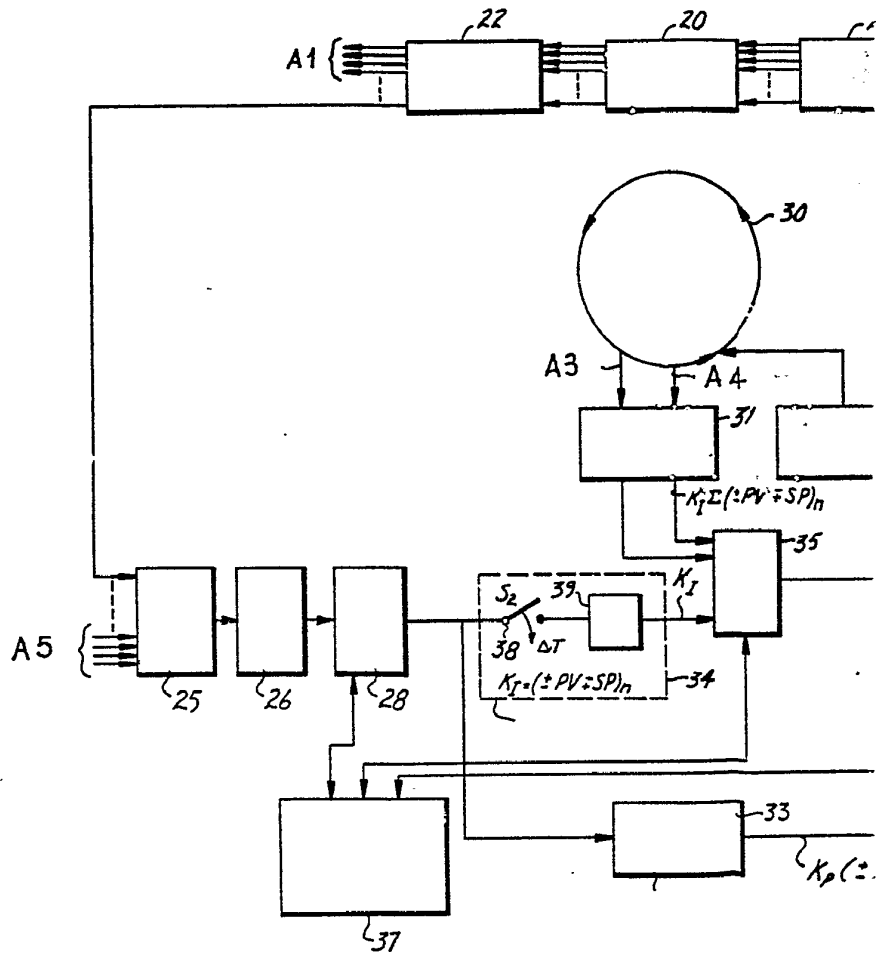
FIG. 1

335662

335662

ESCALA VARIABLE

Handwritten signature and text in the bottom right corner.



335662

ESCALA VARIABLE

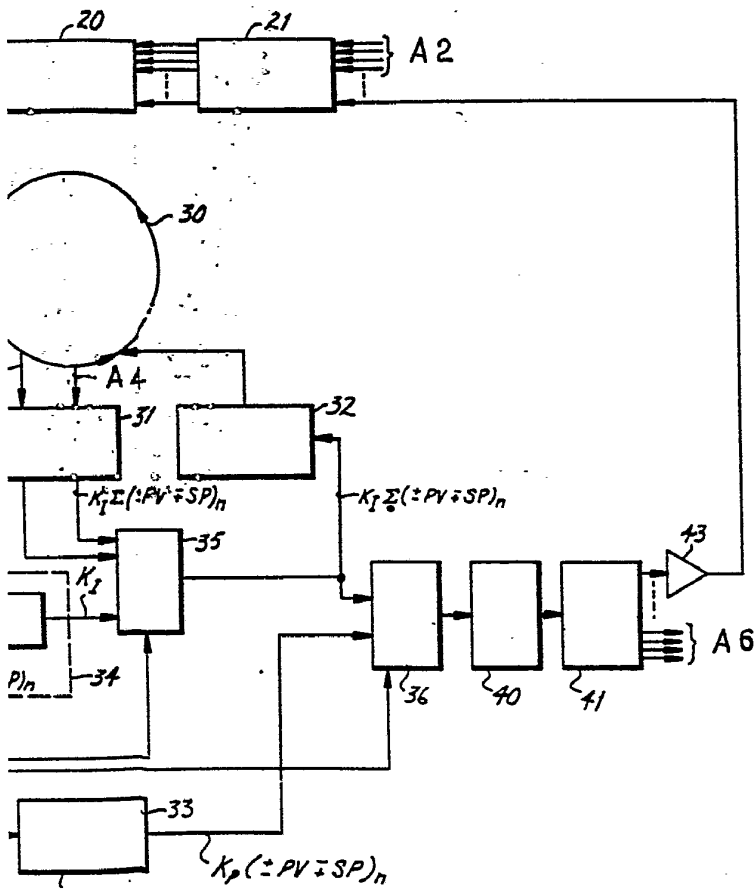
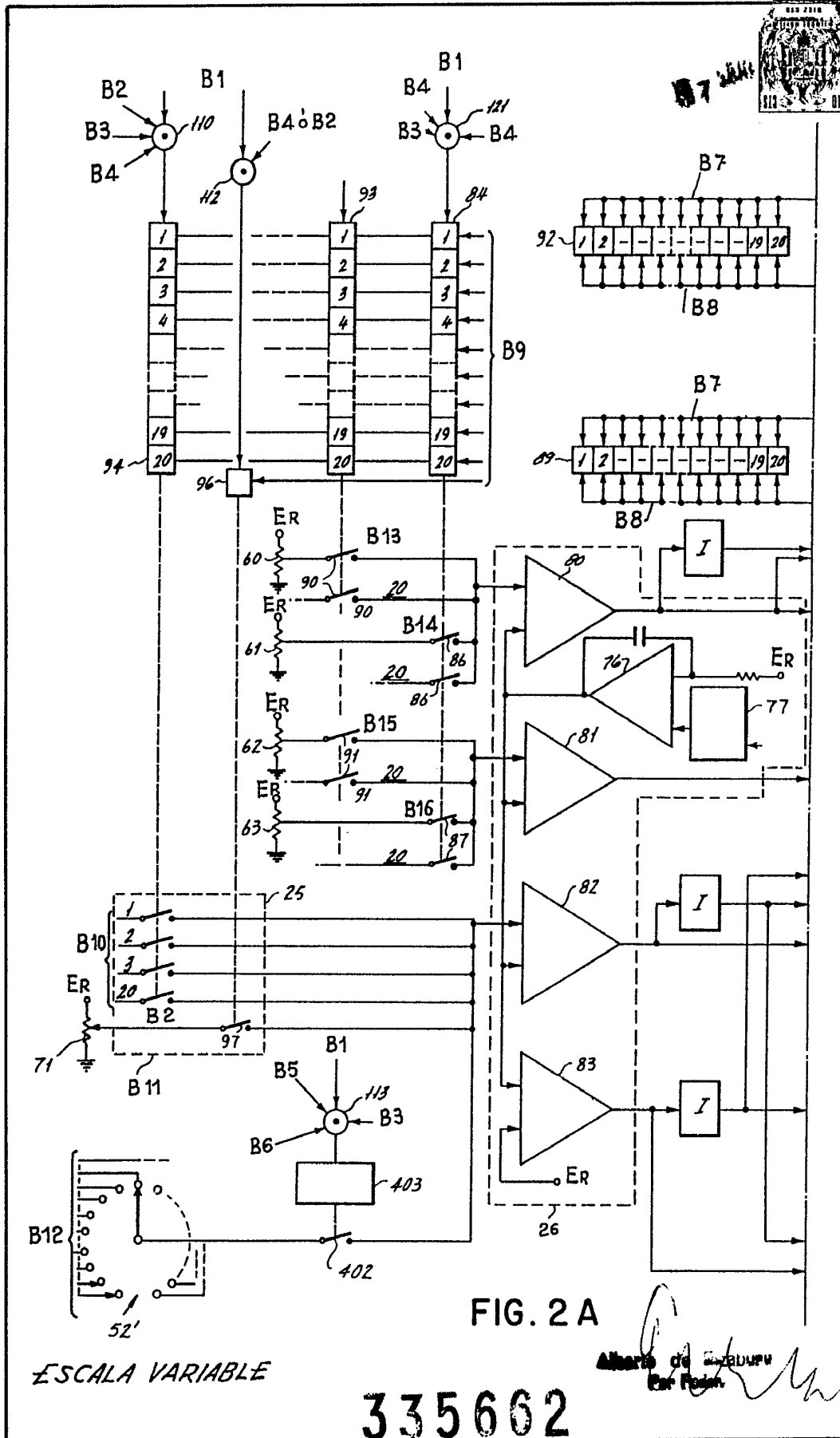


FIG. 1

335662

Alberto de...
for...
[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE

FIG. 2 A

335662

Alberto de M. G. ...
En Fech.

17

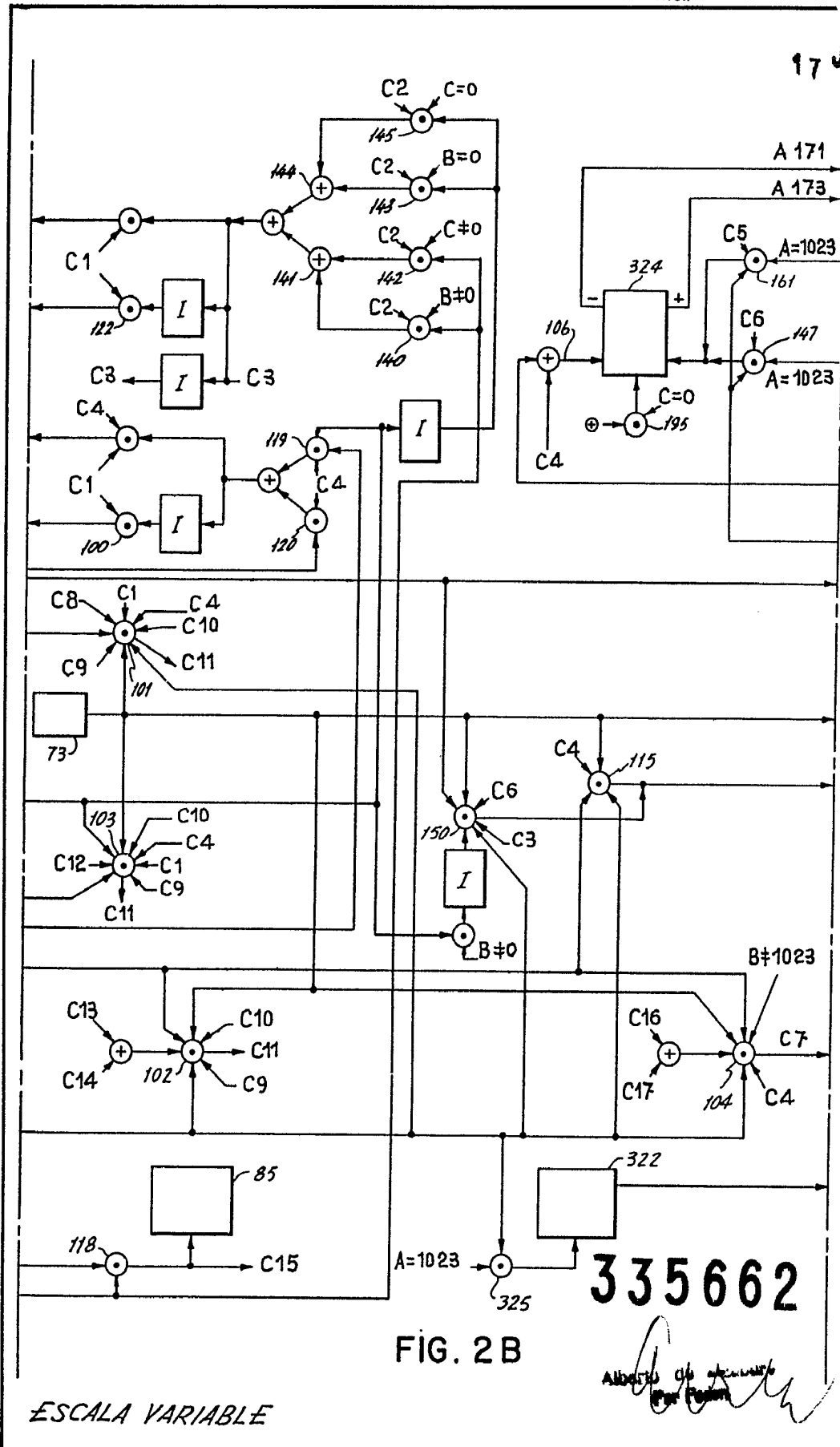


FIG. 2 B

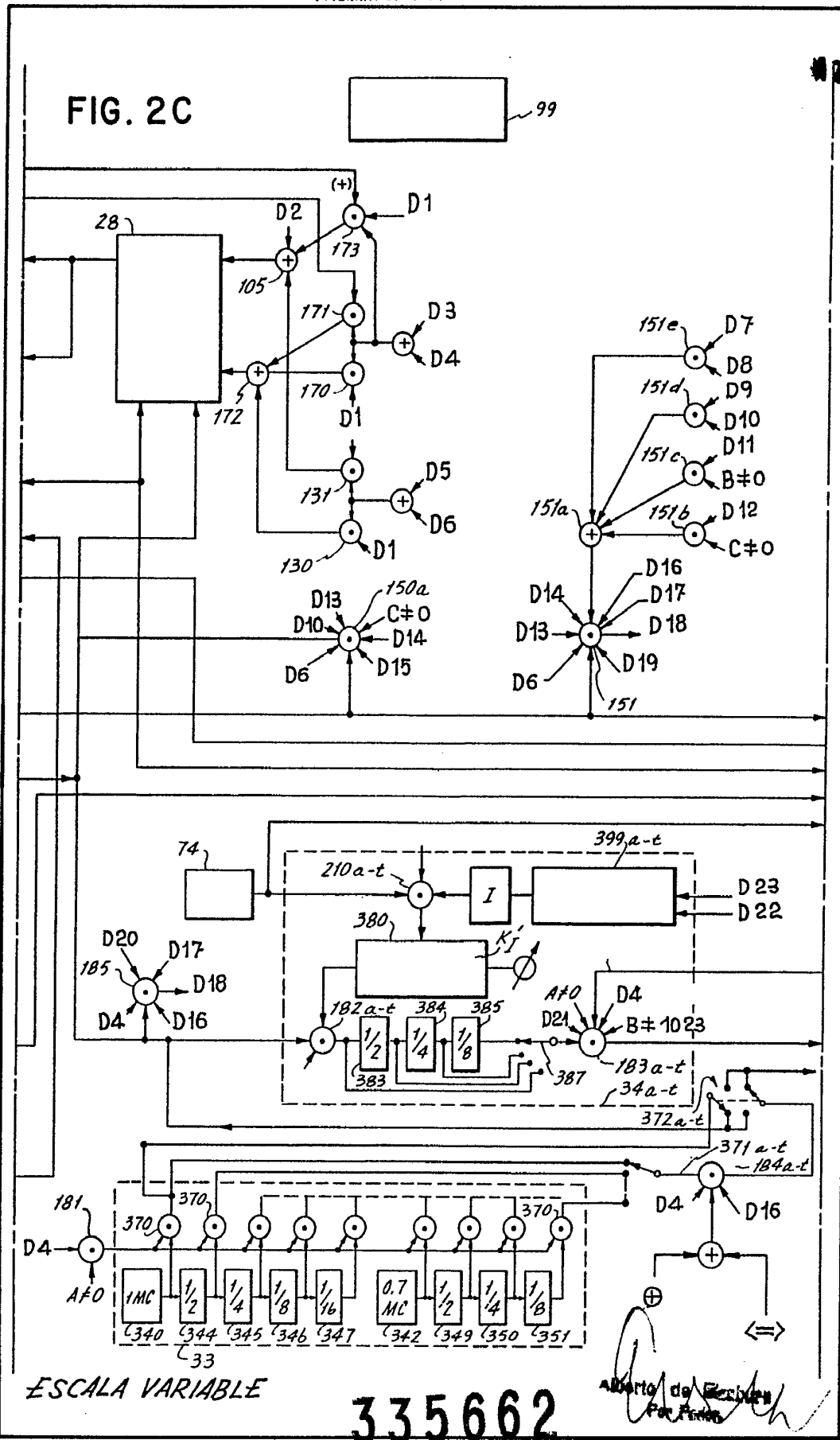
ESCALA VARIABLE

335662

Alberto de...
Per...
[Handwritten signature]



FIG. 2C



ESCALA VARIABLE

335662

Alberto de Escobar
Por Pedro

05065"

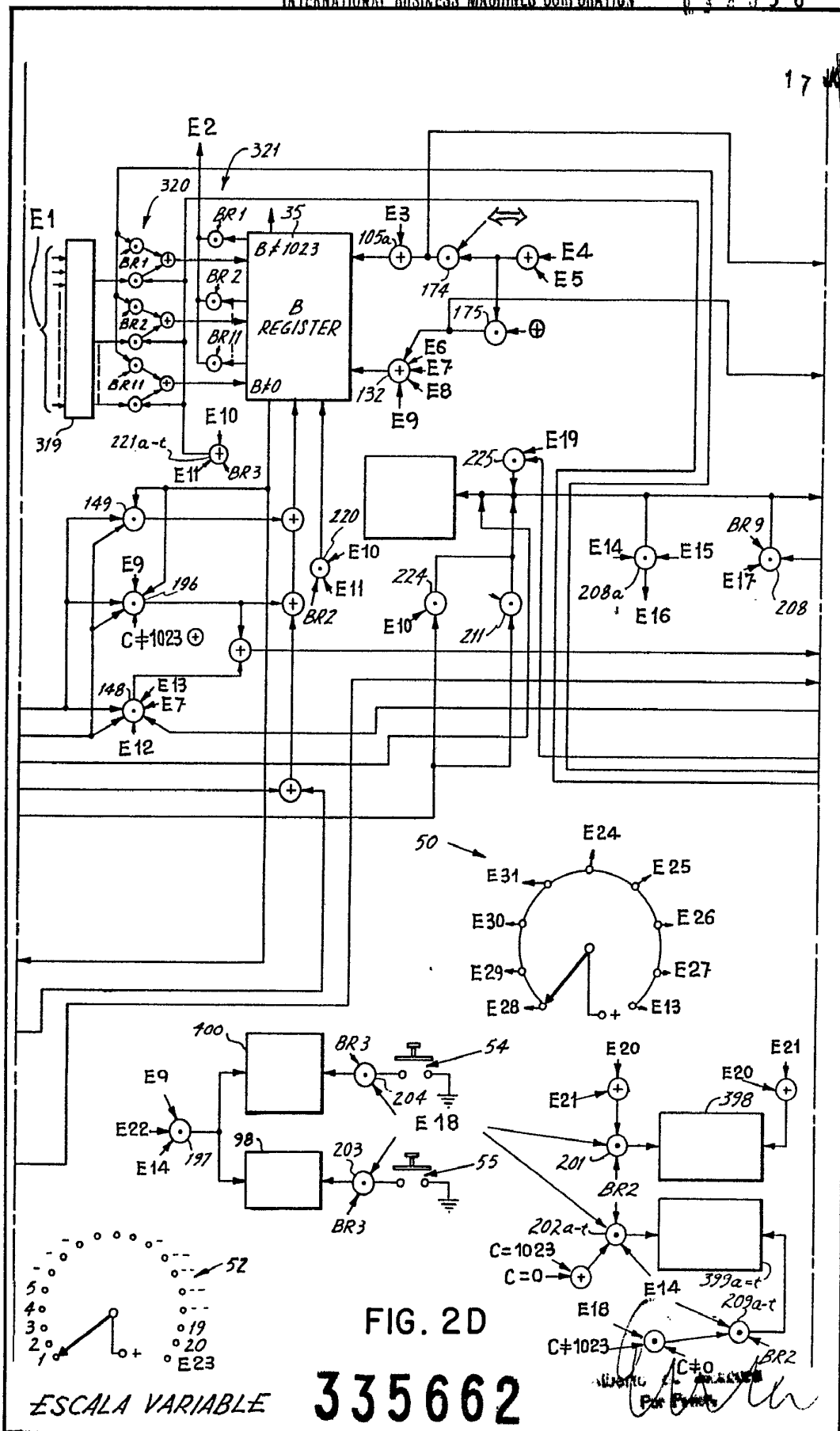


FIG. 2D

335662

ESCALA VARIABLE

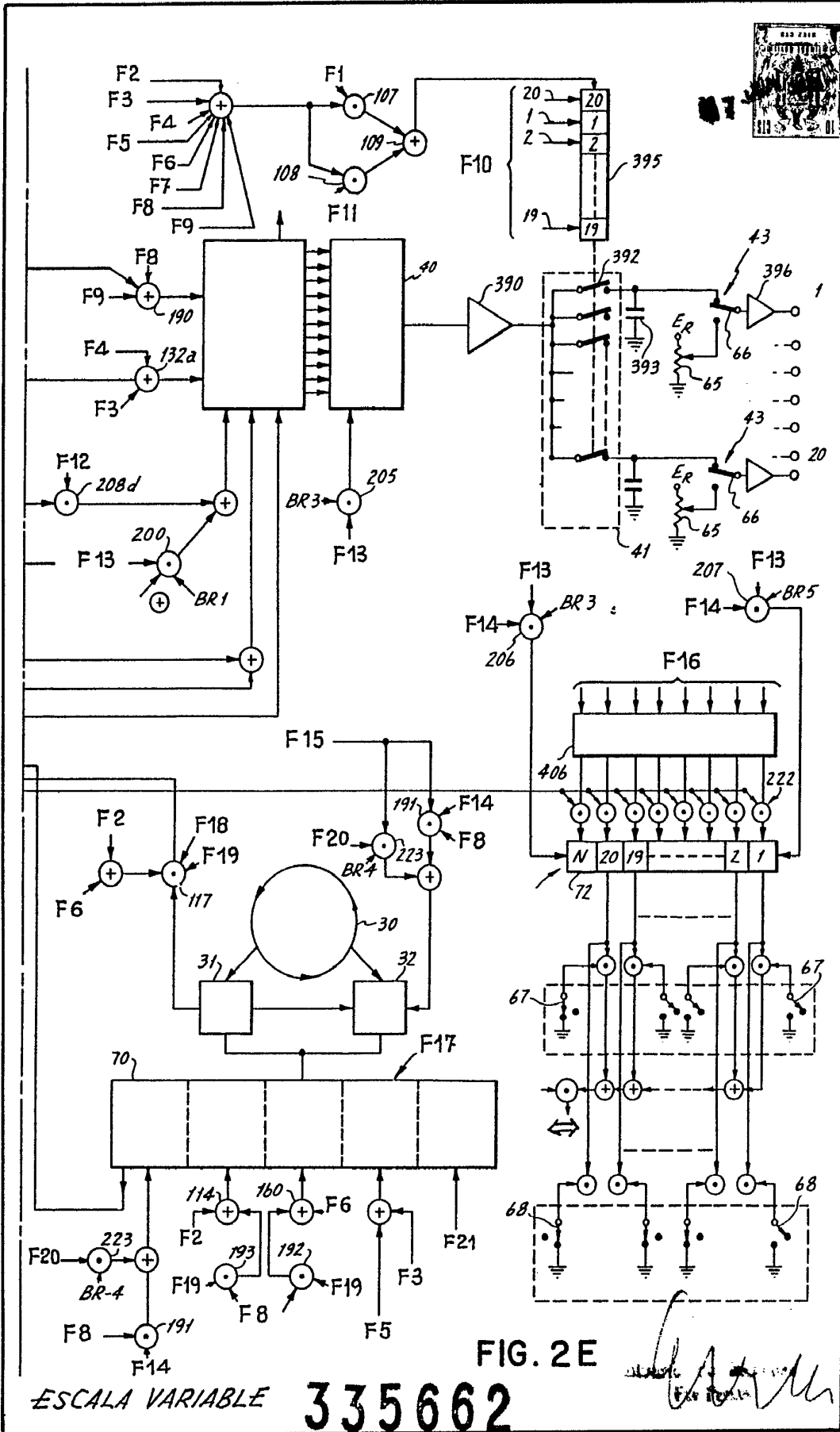
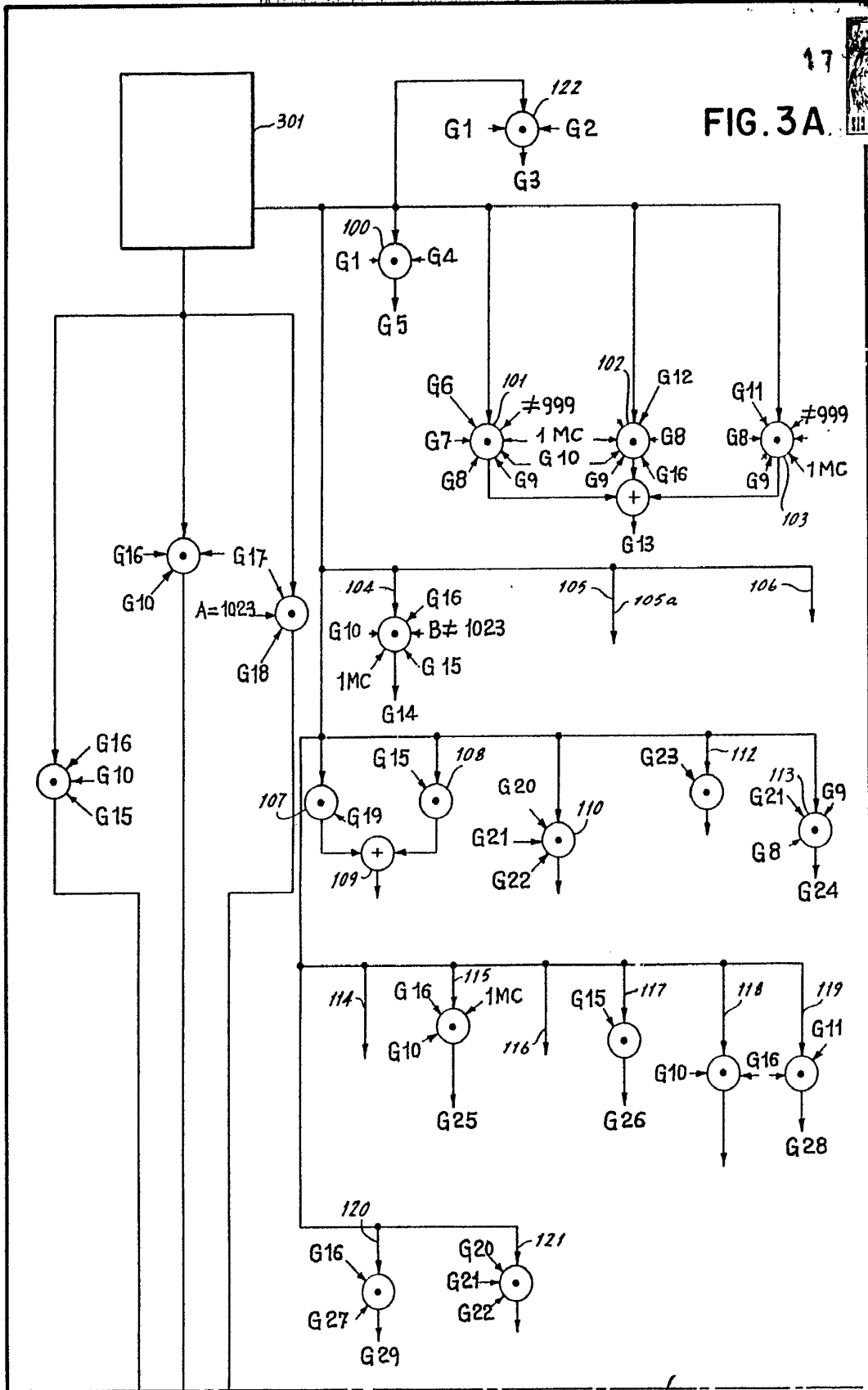




FIG. 3A



ESCALA VARIABLE

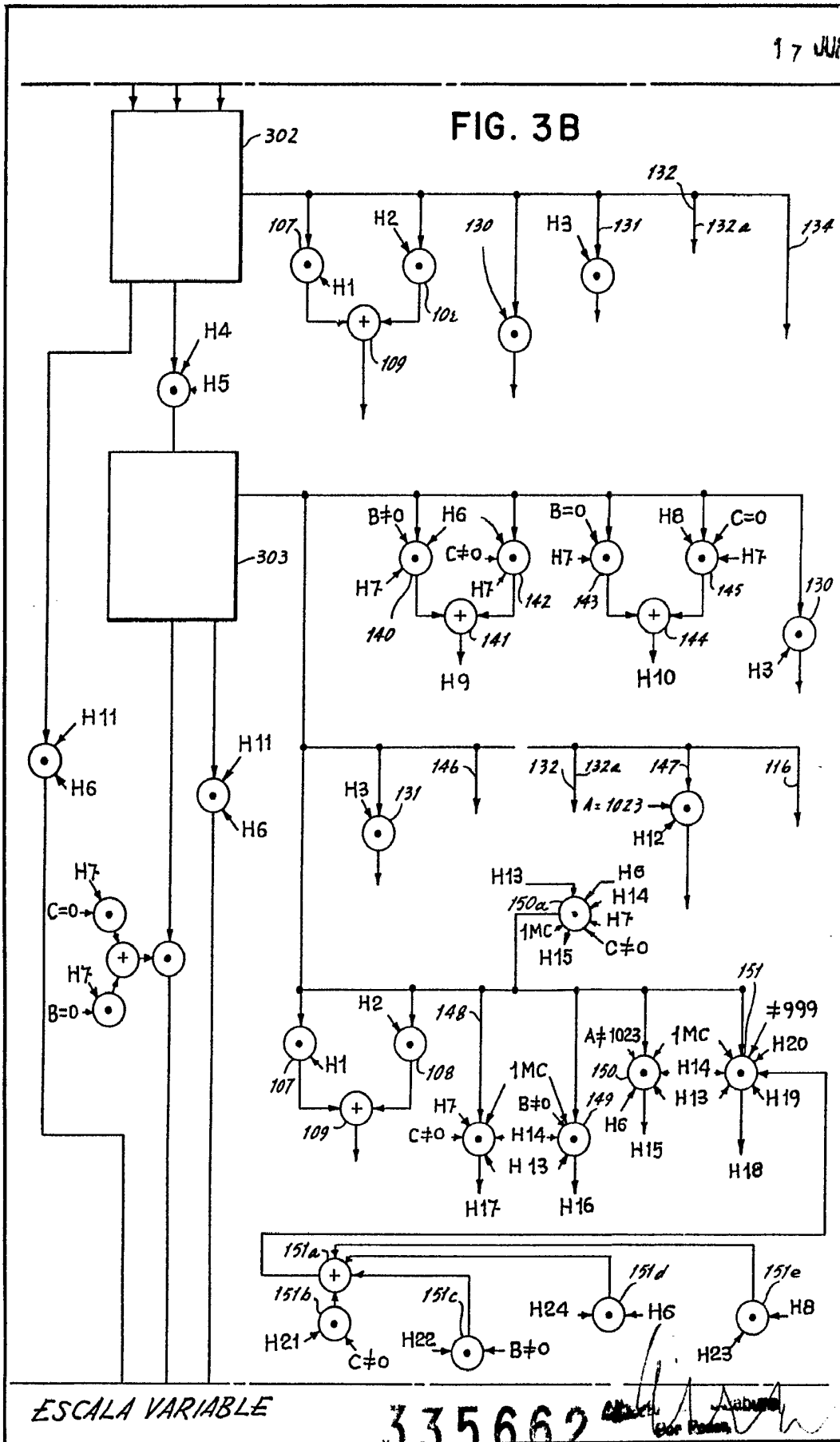
335662

[Handwritten signature]



17 JUN 1954

FIG. 3B



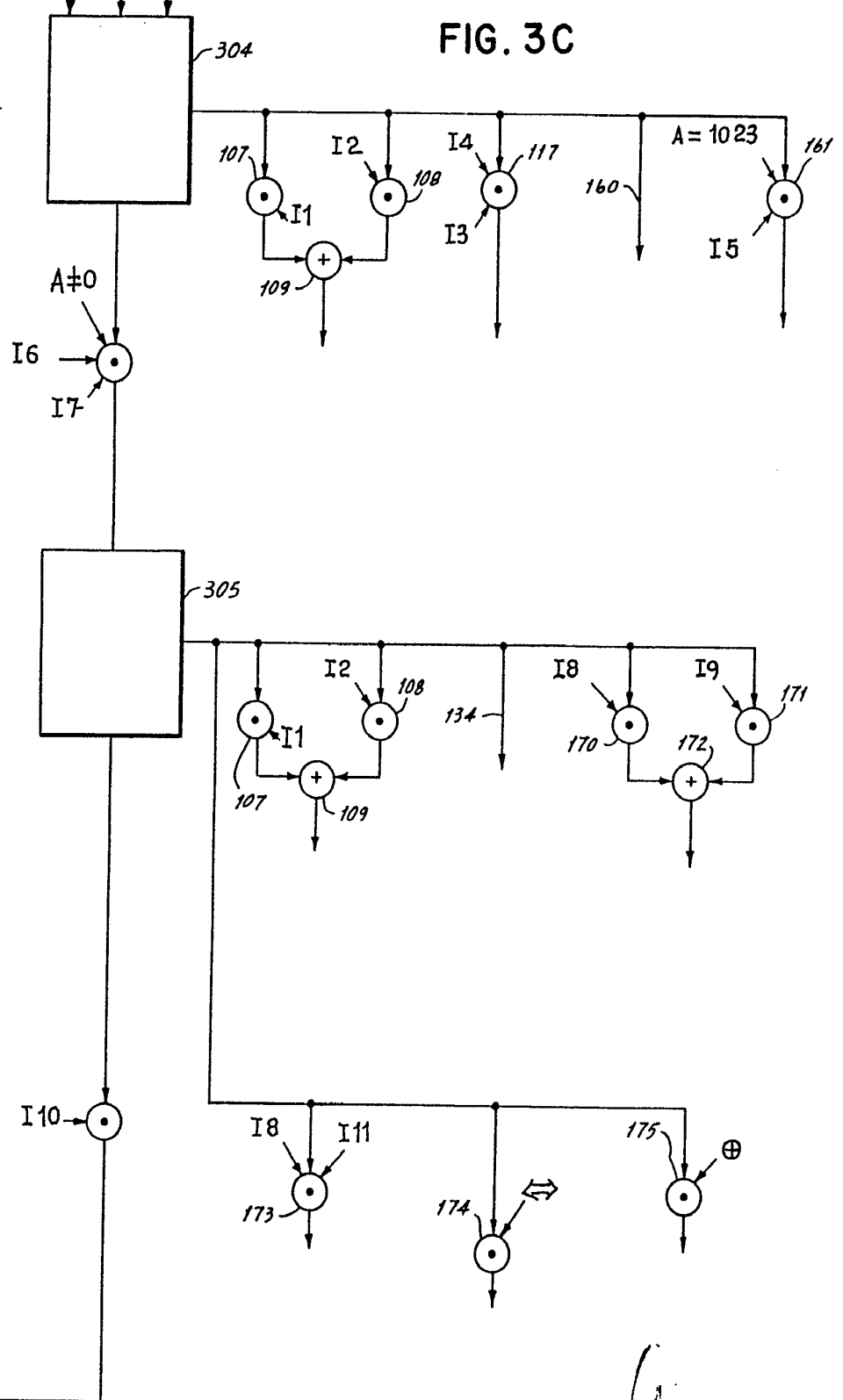
ESCALA VARIABLE

335662

17 JUN 1953



FIG. 3C



ESCALA VARIABLE

335662

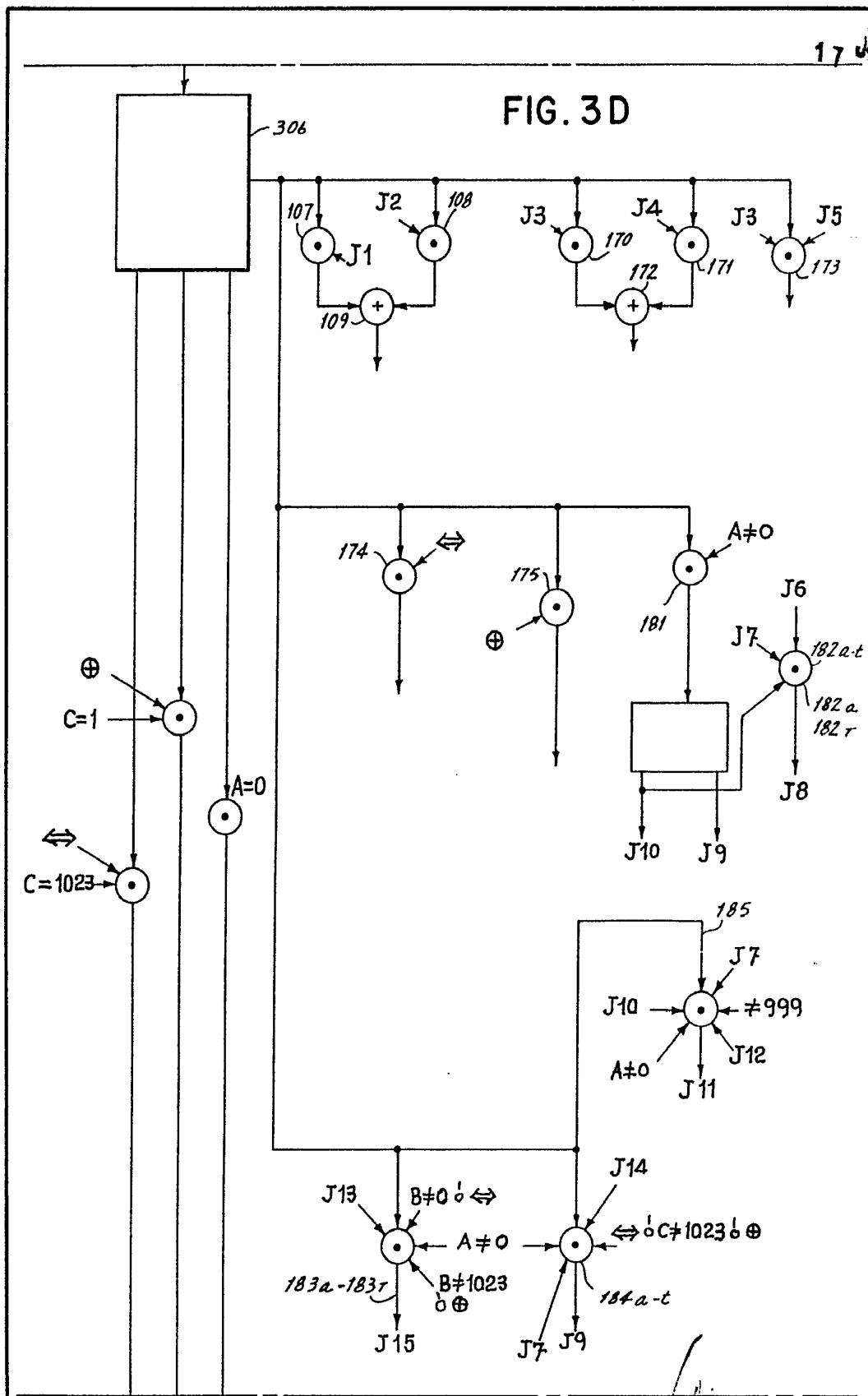
IBM logo and other illegible text.

0 3 4 9 3 0

17



FIG. 3D



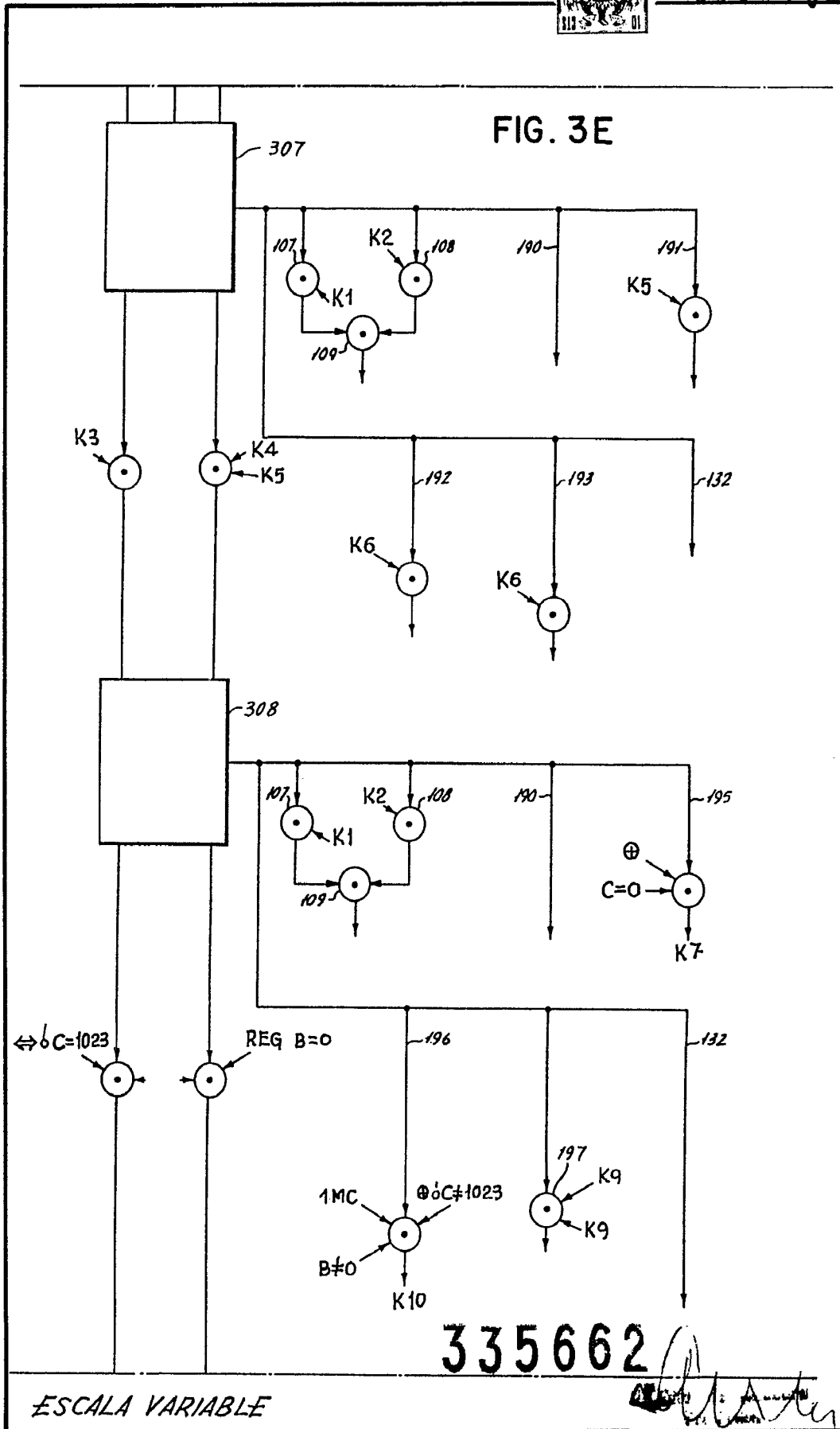
ESCALA VARIABLE

335662

[Handwritten signature]



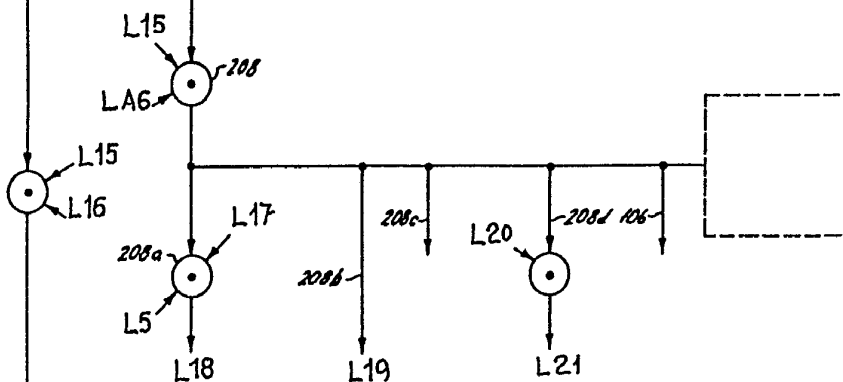
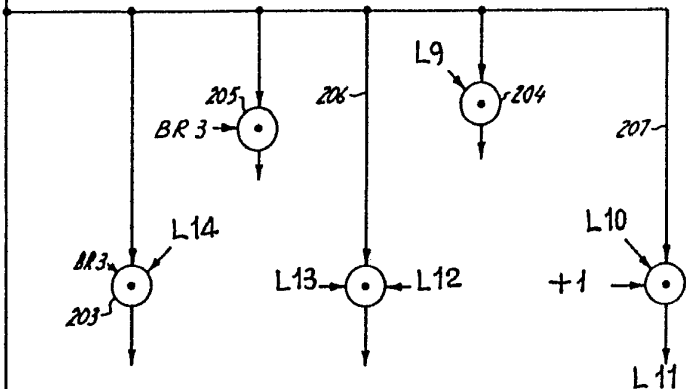
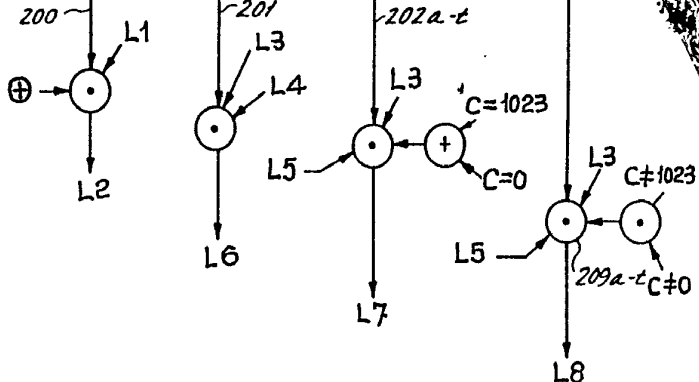
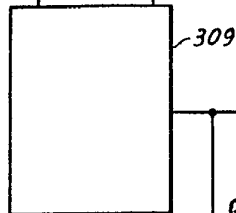
FIG. 3E



ESCALA VARIABLE

335662

FIG. 3F



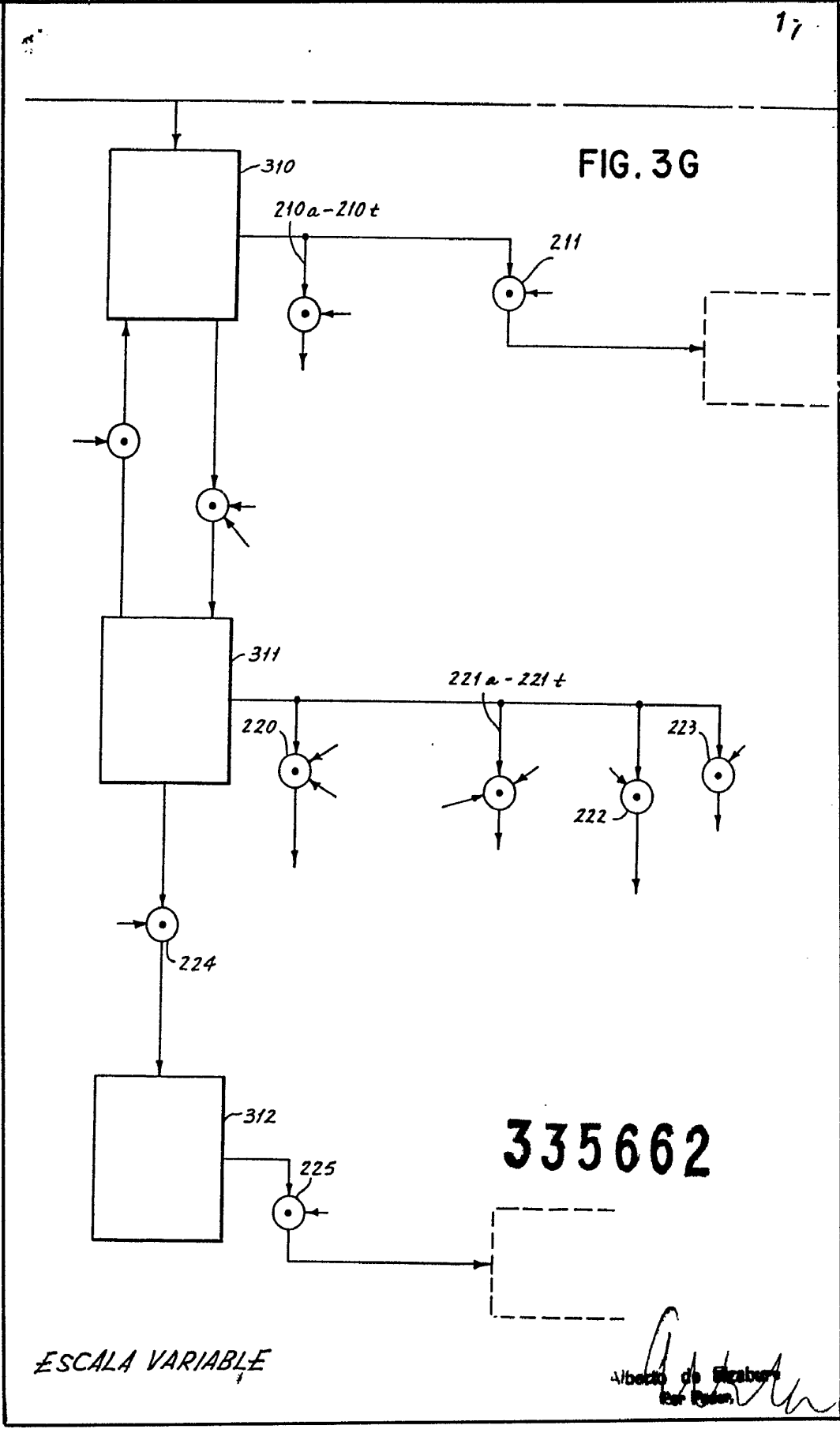
335662

ESCALA VARIABLE



A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page.

FIG. 3G



ESCALA VARIABLE

335662

Alberto de Sica
Ingeniero