

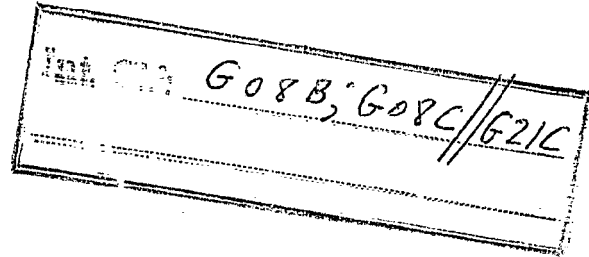
421799

-7-



P.- 56.161

WE 44.067A



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por VEINTE años

A nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,  
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados  
Unidos de América.

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN SISTEMA INDI-  
CADOR DE POSICION PARA PRESENTAR LA POSICION DE UN  
MIEMBRO MOVIBLE ALARGADO"

(Clase Internacional G08c)



Este invento se refiere en general a un nuevo sistema de transmisión digital, para transmitir y recuperar una pluralidad de señales codificadas independientes y separadas y, más particularmente, a un nuevo sistema digital de indicación de posición para presentar la posición relativa de un elemento movable con respecto a coordenadas conocidas, fijas.

Existe un gran número de aplicaciones que requieren la vigilancia de un miembro movable en un lugar alejado en las que la transmisión entre el lugar de vigilancia y el miembro está sometida a un ambiente extremadamente hostil. Por ejemplo, en la técnica nuclear, es necesario vigilar la posición de las barras de control dentro del núcleo de un reactor para regular el equilibrio de potencia de un reactor nuclear. El empleo de la expresión "barras de control" se utiliza en esta memoria para abarcar cualquier miembro situado dentro de un reactor que altere la reactividad de éste. Así, esta expresión incluye barras que sirven para otros fines además de para el uso de control normal. El empleo del término "barra" es sinónimo de la expresión "barra de control" para los fines de este invento.

Las barras de control están situadas en la proximidad de elementos combustibles nucleares que comprenden material fisiónable nuclear. En general, cuanto mayor sea el número de neutrones dentro de la región reactiva del reactor, mayor será el número de fisiones que tienen lugar de los átomos de combustible y, en consecuencia, mayor será la cantidad de energía libera-



da. La energía, en forma de calor, es eliminada de la región reactiva por un refrigerante que circula a través de la región y, luego, pasa a un intercambiador de calor en el que el calor procedente del refrigerante del reactor se utiliza para generar vapor con el fin de impulsar turbinas, de modo que se convierte la energía térmica en energía eléctrica. Para reducir la salida de energía del reactor nuclear, las barras de control, fabricadas de materiales que absorben los neutrones, se insertan dentro de la región reactiva, conocida comúnmente como núcleo nuclear. Cuanto mayor sea el número de barras de control y cuanto más se inserten las barras de control dentro de la región reactiva, mayor será el número de neutrones que serán absorbidos y, por tanto, más se reducirá la salida de energía del reactor. Inversamente, para aumentar la salida de energía del reactor, se retiran las barras de control nuclear de la región reactiva; en consecuencia, se reduce el número de neutrones absorbidos, aumenta el número de fisiones, y se incrementa la salida de energía del reactor. Para reactores con agua a presión, es de la máxima importancia observar la posición exacta de cada una de las barras de control. Diferencias de más 37,5 cm. entre barras vecinas se consideran inseguras. Además, el conocimiento de la posición de las barras en función de la salida de potencia térmica, da una indicación de la condición del reactor, es decir, del grado de combustible que se quema. Por tanto, deben emplearse sistemas de accionamiento de las barras de control y de vigilancia de la po-



sición extremadamente seguros con el fin de mantener la condición de funcionamiento segura y fiable del reactor.

5 Un sistema actualmente empleado para bajar y subir las barras de control hace uso de aparatos electromecánicos del tipo de gato que usan una pluralidad de bobinas eléctricas para insertar o retirar por incrementos cada barra de control en el reactor. Un sistema de esta clase se describe más completamente en la Patente norteamericana número 3.158.766, concedida a E. Frisch y cedida al cesionario del presente invento.

10 Las barras de control se mueven dentro de una cuba a presión y están unidas a barras de accionamiento, que pueden desplazarse por incrementos en el sentido de avance o de retroceso merced a un mecanismo de accionamiento, tal como el mecanismo de gato magnético descrito en la Patente de Frisch antes  
15 citada. Las barras de accionamiento se extienden longitudinalmente a través de la cuba de presión, a lo largo del eje geométrico de movimiento de las barras de control, al interior del ambiente hermético, puesto a presión, de los alojamientos de desplazamiento de las barras. Como es de la máxima importancia mantener la integridad hermética de la cuba a presión, las penetraciones mecánicas se mantienen a un mínimo con el fin de reducir la  
20 posibilidad de pérdidas del ambiente a presión en ella contenido. En consecuencia, no se permiten penetraciones mecánicas para detectar la posición relativa de las barras de control dentro del núcleo del reactor. Como sería una tarea muy difícil detectar la  
25

18 ENERO 1974

posición de las barras de control reales, la práctica ha sido de-  
tectar las barras de accionamiento que están acopladas de manera  
inamovible a ellas y convertir la posición de la barra de acciona-  
miento en posición de la barra de control dentro del núcleo de la  
6 cuba del reactor.

Han existido una multiplicidad de sistemas en la  
técnica anterior desarrollados para detectar la posición de una  
barra de accionamiento (un ejemplo de los cuales se describe en  
la Patente británica nº 1.313.474), pero tales sistemas han pre-  
10 sentado cierta dependencia de la temperatura, de la magnetiza-  
ción de la barra, de la permeabilidad de la barra, de la tensión  
y de la frecuencia del suministro de energía. Además, tales sis-  
temas eran invariablemente susceptibles de interferencias entre  
barras de control adyacentes y mecanismos de accionamiento.

Además, la transmisión de las señales de percep-  
15 ción resultantes a través del ambiente contenido en el reactor  
al cuarto de control, para observación por el operador de la ins-  
talación del reactor, ha sido una tarea excesivamente difícil  
debido a las desfavorables condiciones encontradas. Una indica-  
20 ción de la posición percibida, fiable, carece absolutamente de  
valor sin medios exactos de transporte para esa información des-  
de el ambiente contenido en el reactor hasta el cuarto de control,  
que se encuentra, usualmente, en una construcción separada.

Por tanto, el objeto del invento es un indicador  
25 mejorado de la posición de una barra para detectar la posición de



la barra de accionamiento dentro de una precisión especificada, al tiempo que mantiene un elevado grado de insensibilidad a condiciones extrañas. Además, se desea que exista redundancia para conseguir una protección contra la pérdida de todo un sistema de indicación de posición debido a un fallo de funcionamiento.

Este invento describe también sistemas redundantes que generan una pluralidad de salidas sustancialmente similares a un tren de señales de barra colectora común y, más particularmente, a sistemas de esta clase que requieren un elevado grado de fiabilidad en partes comunes del sistema compartidas por la pluralidad de salidas.

En muchos sistemas, que utilizan una pluralidad de trenes de señales que comunican sustancialmente señales similares, principalmente con fines de redundancia, la ventaja obtenida se pierde frecuentemente en segmentos comunes del sistema al final de los trenes de señales. El añadir una nueva redundancia a los segmentos comunes del sistema degrada usualmente la capacidad de mantenimiento del sistema al tiempo que aumenta la probabilidad de que falle un componente único. Este invento proporciona una forma mejorada de mejorar la fiabilidad de la redundancia sin degradar la capacidad de mantenimiento del sistema.

El invento reside en un sistema indicador de posición para presentar la posición de un miembro alargado movable con un grado de libertad a lo largo de su eje geométrico longitudinal, que comprende una pluralidad de elementos perceptores inter



calados, dispuestos en tándem, junto a dicho eje geométrico longitudinal en los grupos separados para producir señales de salida eléctricas, y medios para comparar y utilizar selectivamente las señales eléctricas con el fin de indicar la posición del miembro movable con respecto a los elementos perceptores.

5

En una modificación, están previstos dos grupos de elementos perceptores, que pueden comprender bobinas, por cada elemento que forma el sistema detector antes mencionado. Los dos grupos están contruidos en una disposición intercalada y las señales procedentes de cada grupo son tratadas de manera similar en trenes de señales independientes separados. Las señales dentro de los trenes individuales, contienen la información requerida para indicar la posición del elemento dentro de una mitad de la resolución global del sistema. Esta información es desmultiplexada y se combina dentro del sistema de control para proporcionar una resolución completa de la posición del elemento.

10

15

Un sistema de detección de fallos adicionales compatible con cada tren puede incluirse para vigilar fallos de funcionamiento eléctricos y bloquear señales afectadas que proporcionen, en su lugar, una indicación errónea. Esta señal de error puede utilizarse para indicar la situación exacta del fallo dentro del sistema de indicación de posiciones. Así, un mal funcionamiento en un tren no inhabilitará el sistema ni reducirá la seguridad de la información transportada sino que, simplemente, reducirá la resolución de los datos de posición.

20

25



Este invento proporciona también una disposición de circuito de elección o voto por mayoría para asegurar la validez de salidas de barra colectora común en sistemas redundantes que generen una pluralidad de, por lo menos, tres salidas sustan-  
5 cialmente similares hasta un tren de señales de barra colectora común. La pluralidad de salidas se comparan para determinar la existencia de una diferencia correspondiente de valores de señal. Una inconsistencia en los valores de señal correspondientes es indicativa de un fallo en la parte del sistema que presenta la  
10 diferencia. Si se detecta una diferencia, la salida que presenta la diferencia se desconecta de la barra colectora común, mientras que las salidas restantes se comunican a ella.

En una realización, cuando más de una salida presentan una diferencia, las salidas inconsistentes son desconecta-  
15 das de la barra colectora común en un orden predeterminado de prioridad. Cuando se desea, puede impedirse que la última salida dentro de la prioridad ordenada sea desconectada de la barra colectora común.

En una modificación, se prevén medios para una elección por mayoría de segundo nivel al final de la barra colec-  
20 tora común. Cada valor de elección por mayoría puede ejecutarse en forma redundante para mejorar la fiabilidad, sin degradar la capacidad de mantenimiento de los sistemas.

Pueden incluirse medios de alarma, cuando se de-  
25 see, para identificar la existencia de una salida de fallo de



funcionamiento así como su posición.

Para una mejor comprensión del invento, puede hacerse referencia a la realización preferida, ilustrativa, del invento, mostrada en los dibujos adjuntos, en los que:

5                    la fig. 1 es un diagrama esquemático de una barra de control de un reactor con su barra de accionamiento asociativa y su alojamiento de desplazamiento, que incorpora el perceptor básico de este invento;

10                   la fig. 2 es un diagrama de bloques ilustrativo de los subsistemas de este invento;

                  la fig. 3 es un diagrama esquemático de los detectores de la fig. 1 y del subsistema codificador de la fig. 2 con una ilustración gráfica y tabulada del efecto eléctrico recíproco entre los respectivos subsistemas;

15                   la fig. 4 es un diagrama de circuitos esquemáticos del subsistema codificador de la fig. 2;

                  la fig. 5 es un diagrama esquemático, que ilustra con detalle el subsistema de enlace de la cuba de la fig. 2;

20                   la fig. 6 es un diagrama esquemático que ilustra con detalle el enlace del cuarto de control de la fig. 2;

                  la fig. 7 es un diagrama de circuitos esquemático de una parte del subsistema de control central de la fig. 2;

25                   la fig. 8 es un segundo diagrama de circuitos esquemático que ilustra la electrónica de secuenciación del subsistema de control de la fig. 7;



la fig. 9 es un diagrama de circuitos esquemático que ilustra la parte de vigilancia de fallos de funcionamiento del subsistema de control de la fig. 7;

5 la fig. 10 es una ilustración gráfica de la temporización de ocurrencias que se producen dentro del sistema de control central de la fig. 7;

la fig. 11 es un diagrama de circuitos esquemático de la presentación de salida de la fig. 2;

10 la fig. 12 es una ilustración gráfica de la presentación de salida de los circuitos de la fig. 11;

la fig. 13 es un diagrama de bloques del enlace del ordenador de la fig. 2;

15 la fig. 14 es una ilustración gráfica de la temporización de ocurrencias para el enlace del ordenador de la fig. 13;

la fig. 15 es un diagrama de circuitos esquemático de una parte del enlace del ordenador de la fig. 13;

20 la fig. 16 es un segundo diagrama de circuito esquemático de una segunda parte del enlace del ordenador de la fig. 13; y

las figs. 17, 18 y 19 son ilustraciones diagramáticas, esquemáticas, del conexionado entre subsistemas del grupo del cuarto de control de la fig. 2.

25 la fig. 20 es un diagrama de bloques de un sistema de indicación de una posición;



10-21E.

la fig. 21 es un diagrama esquemático parcial de una realización del sistema de la fig. 20;

la fig. 22 es una modificación de la realización ilustrada en la fig. 21;

5 la fig. 23 es una modificación adicional de la realización ilustrada en la fig. 21;

la fig. 24 es un diagrama de bloques ilustrativo de la modificación ilustrada en la fig. 23; y

10 la fig. 25 es una modificación accesoria de los circuitos previamente ilustrados.

El perceptor básico de este invento es una bobina situada en torno al perímetro del eje geométrico de movimiento de un miembro móvil, tal como un alojamiento de desplazamiento de accionamiento de una barra de control, en una aplicación para un reactor nuclear. Cuando se hace circular una corriente alterna a través de la bobina, se crea un flujo de corriente alterna que penetrará en el alojamiento. Si la frecuencia es suficientemente baja, la profundidad de la "piel" o recubrimiento será mayor que el espesor del alojamiento y el flujo de corriente alterna penetrará totalmente a través del espesor del alojamiento. Una frecuencia de corriente normal, de 60 Hz, cumple fácilmente este criterio. Si, entonces, se desplaza una barra metálica a través del alojamiento para desplazamiento de la barra más allá de la posición abarcada por la bobina, se modificará la impedancia de la bobina. Si la barra está construida de un material ferro-

15

20

25



a  
magnético, se incrementará la impedancia de la bobina. Este cambio en la impedancia puede detectarse en gran número de formas para proporcionar información acerca de la posición de la barra con relación a la bobina. Por ejemplo, la corriente que circula  
5 por la bobina puede vigilarse midiendo la tensión a través de una pequeña resistencia en serie con la bobina mientras el conjunto está siendo alimentado desde un generador de tensión constante.

Para construir un sistema de indicación de la posición de una barra completo, se monta una pila de bobinas 12 en el alojamiento 14 para desplazamiento de la barra, como se ilustra  
10 en la fig. 1. La bobina está conectada a una resistencia, y las entradas de un amplificador diferencial están conectadas entre cada par de resistencias adyacentes. Habrá siempre una salida diferencial desde los amplificadores mayor que las otras, indicando exactamente entre qué bobinas está situado el extremo de la barra  
15 16.

Las bobinas están separadas en una distancia relativamente pequeña. Por tanto es virtualmente imposible provocar un gradiente apreciable en la temperatura, en el campo magnético, en las constantes del material, etc. entre dos bobinas adyacentes. Como todo el sistema funciona sobre el principio de impedancias adaptadas o no adaptadas entre dos perceptores adyacentes, parece que solamente la barra 16 puede causar esta condición  
20 al pasar a través de un perceptor y no pasar a través del perceptor adyacente. En consecuencia, el sistema de indicación es insen  
25



10 ENE. 1974

sible a la temperatura, a barras adyacentes, a variaciones en el suministro de energía (tensión y frecuencia) a la magnetización y a las propiedades magnéticas de la barra.

5 Naturalmente, ha de tenerse cuidado de modo que las propias bobinas tengan características sustancialmente idénticas y esto mismo es cierto para las resistencias de terminación. Sin embargo, ésto no es una labor difícil para los expertos en la fabricación de componentes eléctricos. Como las bobinas han de poseer una cierta magnitud de acoplamiento mutuo, las dos bobinas situadas al final de la pila 12 se comportan de manera ligeramente diferente de las bobinas interiores. Sin embargo, unas pequeñas correcciones a las resistencias finales para las dos bobinas extremas, subsanan este efecto.

15 La disposición contemplada por este invento divide la pila de bobinas 12 en dos grupos intercalados, A y B, como se ilustra en la fig. 3. Las señales obtenidas desde cada grupo de bobinas se tratan por separado dentro del recinto del reactor. Las señales de cada grupo contienen la información necesaria para situar la posición de la barra dentro de una mitad de la resolución global del sistema. Por tanto, si un grupo funciona mal, se degrada la resolución del sistema pero se conoce todavía la situación de la barra.

20 Cada una de las aproximadamente 61 barras de control dentro de una instalación de cuatro circuitos cerrados tendría una pila de bobinas, y un codificador de grupo A y un codifi

8.1.74



12 MAY 1974

31

SA

5 cador de grupo B 18 dentro de la estructura de recinto del reac  
tor, según se ilustra en la fig. 2, para codificar las señales  
de salida de la bobina respectiva para una disposición multiplexa  
dora. Por ejemplo, existen 42 bobinas para cada barra, 21 por  
10 grupo, con un codificador 18 asociado con cada barra por grupo.  
Está previsto un único enlace 22 entrada/salida dentro del recin  
to para el grupo A y otro para el grupo B. Cada enlace tiene ac  
ceso secuencialmente a cada codificador 18 dentro de su propio  
grupo al producirse una dirección de mando procedente de un con  
15 trol central 20 y acepta un código digital de 5 bits proceden  
te del codificador correspondiente, que contiene los datos de po  
sición de barra para cada barra. De esta forma, los datos de un  
grupo son multiplexados en un único grupo de alambres conductores  
de campo, reduciendo por tanto al mínimo las penetraciones al re  
cinto y los costes de conexionado de campo. En el cuarto de con  
trol del reactor, se utiliza un enlace similar 24 entrada/salida  
en conjunto con la disposición de circuitos de control 20 para  
desmultiplexar (distribuir) la información para cada barra a me  
20 morias biestables que contienen la información de posición actual  
para cada barra. Además, la información procedente de los grupos  
A y B se recombina para proporcionar una información de posición  
de la barra con resolución completa. Esta información se utiliza  
para controlar una presentación 26 por diodo emisor de luz, nueva,  
para proporcionar una indicación visual de la posición de la ba  
25 rra. La información puede alimentarse también a un ordenador di

18 ENE 1974



gital a través de un enlace 28 universal, nuevo. Una ventaja adicional de este sistema es que proporciona una indicación digital de la posición de la parte inferior de la barra (el extremo mecánico más bajo del desplazamiento de la barra indicado con AB en la fig. 3), eliminando por tanto la necesidad de detectores de la parte inferior de la barra biestables, caros. Un conmutador de modo de funcionamiento, que se describirá, incorporado dentro del sistema, permite la selección de una salida de resolución media bien desde el tren A o bien desde el tren B o de una resolución combinada completa.

Los bloques indicados con línea llena en la fig. 2 representan funciones realizadas por los subsistemas específicos de este invento. Características particulares de este invento, asociadas con cada subsistema, se explicarán en la descripción operacional que sigue.

En total, solamente son necesarios seis subsistemas para poner en ejecución el sistema de indicación de la posición de este invento. Como el codificador 18 y los sistemas de presentación 26 se producen en una base por barra, constituyen la mayoría del sistema.

SUBSISTEMA CODIFICADOR

Los subsistemas codificadores 18 están contenidos dentro de la parte electrónica del recinto, uno en cada grupo, para cada barra a vigilar. Sus funciones principales son: detectar la posición de una barra correspondiente con una mitad de la



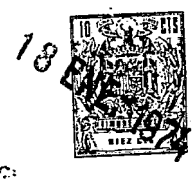
resolución deseada, codificar esta posición como un código Gray de 5 bitios e introducir los datos de posición, en forma de código Gray, en el subsistema multiplexador al producirse una orden. Una función secundaria de los subsistemas codificadores 18 es comprobar los fallos de funcionamiento eléctricos en las pilas detectoras correspondientes 12, el cableado asociado, y la mayoría de la electrónica del codificador. Los fallos en estas áreas darán como resultado una salida de código de error específica en lugar de los datos de posición.

La fig. 3 muestra la conexión de la pila detectora 12 a cada subsistema codificador 18 y las señales generadas, tanto desde el codificador como desde el subsistema de control central 20. La gráfica A ilustra las entradas de codificador obtenidas a partir de las salidas respectivas de las bobinas del grupo A. La gráfica B ilustra la diferencia de tensión obtenida a partir de comparación de la impedancia, en bobinas adyacentes del grupo A. Las gráficas C y D son la analogía del grupo B correspondiente a las gráficas A y B. Las tablas A, B, C, D, E, F y G, ilustran los códigos generados por el codificador y el sistema de control en respuesta a las salidas de las bobinas perceptoras. La tabla A ilustra el código Gray generado a partir de las unidades codificadoras respectivas del grupo A. La tabla B ilustra el código Gray generado a partir de las unidades codificadoras respectivas del grupo B.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ , representan, respectivamente, los bitios de código Gray correspondientes. Las ta



blas C y D ilustran, respectivamente, los códigos Gray correspondientes del grupo A y del grupo B convertidos en binario. La tabla E ilustra la salida digital del sistema de control correspondiente cuando los grupos A y B están funcionando de manera apropiada. Las tablas F y G ilustran, respectivamente, la salida digital del sistema de control correspondiente cuando es detectado un fallo de funcionamiento, primero en el grupo A, y luego en el grupo B. Las señales ilustradas en las gráficas antes descritas se representan como función de la posición de la barra correspondiente a la pila de bobinas representada en la izquierda.

La fig. 4 ilustra un diagrama de circuitería esquemático del subsistema codificador 18. Las entradas representadas en la parte izquierda de la fig. 4, a-u, corresponden a las entradas de codificador a-u ilustradas en la fig. 3. En esta realización ilustrativa, cada bobina, excepto las extremas, están terminadas en resistencias de 5 ohmios, 200-238. Como el acoplamiento mutuo es menor para las bobinas extremas, éstas terminan de manera diferente con fines de compensación. La electrónica del codificador en la fig. 4, citando a modo ilustrativo el grupo A, identifica esta terminación de bobina extrema por el carácter de referencia 240. Las señales representadas en las gráficas A y C de la fig. 3 representan el cambio de tensión eficaz a través de las resistencias de terminación correspondientes cuando la barra atraviesa las bobinas respectivas. Cada tensión alterna se compa-



ra con las tensiones generadas por las dos bobinas adyacentes pa  
ra producir las señales representadas en las gráficas D y B, de  
la fig. 3. La posición de la barra está determinada por la ma-  
yor diferencia pfovocada por la barra que está atravesando una  
5 bobina y no pasa por la siguiente. Esta salida de diferencia se  
utiliza entonces para generar los correspondientes códigos Gray  
representados en las tablas A y B de la fig. 3.

El codificador 18 está formado, en parte, por  
una pluralidad de circuitos sustancialmente idénticos, cuyo fun-  
10 cionamiento se describirá por referencia a un circuito típico  
identificado en general con el carácter de referencia 30 en la fig.  
4. La señal de datos de entrada correspondiente c procedente de  
la pila detectora ilustrada en la fig. 3 se compara con la señal  
de datos de entrada d utilizando un amplificador 242 en coopera-  
15 ción con resistencias 244, 246, 248, y 250 para restar c de d y  
multiplicarlo por 5. Se utilizan diodos 252, 254 y 256 para man-  
tener cualesquiera efectos transitorios en las terminales de en-  
trada, dentro de límites aceptables. La señal resultante en la  
entrada al filtro 32 es cero (si la barra se encuentra atravesan-  
20 do ambas bobinas responsables de las señales c y d o ninguna de  
ellas) o una señal de corriente alterna (si la barra atraviesa  
la bobina correspondiente a c pero no pasa a través de la bobina  
correspondiente a la señal d).

La señal de corriente alterna se filtra luego uti-  
25 lizando un filtro de pasaaltos, un restablecedor de corriente con



tinua y una combinación de filtro de pasabajos constituido por los componentes 258, 260, 262, 266 y 264. Este filtrado, aparentemente complicado, se proporciona con el fin de conseguir protección contra una condición extrema de interferencia electro-  
5 magnética adversa. El funcionamiento de los circuitos restantes asociados con las otras entradas de señal de perceptor es análogo al descrito.

Las señales de corriente continua resultantes presentes en los condensadores 264 y 268-304 son luego comparadas por un circuito detector del valor de seguimiento/codificador representado en la parte de la derecha del circuito que se acaba de describir. En este circuito, la mayor tensión de corriente continua positiva toma el control del circuito y proporciona una salida correspondiente, indicativa de la posición de la barra. Por ejemplo, si la señal en el condensador 264 fué la mayor, entonces el transistor 306 estaría en conducción en un esfuerzo de hacer la señal de reacción, a través de los componentes 306, 308, 15 310, 312 y 314, a la entrada de inversión del amplificador operacional 316, igual a la señal existente en el condensador 264. En este momento, la señal en todas las otras entradas de inversión similares será aproximadamente igual a la tensión existente en el condensador 264 y, por tanto, será mayor que las señales en las 20 entradas correspondientes de no inversión de los otros amplificadores operacionales dentro de la disposición de detector, haciendo que todos los otros amplificadores se saturen con signo negati-  
25



vo y se pongan fuera de conducción todos los transistores NPN, excepto el 306 y el 310, controlados por el amplificador operacional 316. La conducción del transistor 306 hará que se ponga en conducción el transistor 310. Por tanto, la inversión del código Gray requerido aparecerá en las bases de los transistores 318-326, que actúan como amplificadores. Aproximadamente, las resistencias 328 proporcionan una histéresis de 100 mil voltios para evitar cualquier discrepancia debida a la vibración de la barra o a la ondulación. Con una excitación de corriente alterna eficaz de 6 voltios, se obtiene como resultado una histéresis mecánica de menos de 3,2 milímetros.

Cuando se tiene acceso al codificador respectivo haciendo las entradas A1-A7 iguales a un uno lógico, las puertas NAND (producto lógico con negación) 330-338 son habilitadas, de tal modo que el código Gray apropiado estará presente en las salidas alfa, beta, gamma, sigma y epsilon. Los diodos 340-348 permiten que estas salidas sean fácilmente conectadas en el modo 0 (disyunción) con señales similares procedentes de todos los otros codificadores dentro del mismo grupo de partes electrónicas de la cuba. A cada tarjeta se le asigna una única dirección por la interconexión de la dirección de la unidad de control (en diversas combinaciones a las entradas de dirección A1-A7).

La función secundaria de la unidad codificadora es buscar tantos fallos como sea posible que puedan invalidar el código Gray generado. Esto se consigue, principalmente, mediante



la disposición de circuitos representada en el área identificada con el número de referencia 34. Al producirse varios fallos, que incluyen: bobinas detectoras abiertas o cortocircuitadas; co  
nexionado abierto o cortocircuitado desde el detector a la elec-  
trónica de la cuba; resistencias de terminación 200-240 abiertas  
o cortocircuitadas, resistencias de entrada 244 y 350 o 248 y  
352 cortocircuitadas, resistencias de entrada 250 y 354 o 246 y  
256 abiertas; diodos de protección 254, 256 y diodos correspon-  
dientes cortocircuitados; y amplificadores 242, 316, etc., en fa-  
llo, de manera que se encuentren saturados a + 15 voltios; se  
realimentará una tensión en exceso a las entradas de inversión  
de los amplificadores del detector de nivel de seguimiento. Co-  
mo esta tensión excesiva, igual que las señales normales en este  
punto, es proporcional a la excitación de corriente alterna del  
detector, se origina una referencia flotante a partir de la ex-  
citación de corriente alterna. Mediante percepción a distancia,  
el amplificador 360 y los circuitos asociados existentes dentro  
del área 34 de la fig. 4, producen la referencia flotante reque-  
rida a partir de la tensión existente en la parte común de la  
pila detectora, evitando así caídas de tensión variables a través  
de la parte común del cable hasta la pila detectora. La tensión  
de referencia flotante presente en el condensador 362 se compa-  
ra de manera constante con la señal de reacción del detector de  
nivel de seguimiento mediante el amplificador 364. Si la tensión  
de reacción excediese siempre la referencia, se detecta un error,



5 haciendo que la salida del amplificador de operación 364 se sa-  
ture con signo negativo y ponga en conducción al transistor 266.  
Esto impide que las puertas NAND 330-338 queden inhabilitadas in-  
cluso si se tiene acceso al codificador respectivo; en conse-  
10 cuencia, alfa, beta, gamma, sigma y epsilon serán, todas, un bi-  
tío "uno" lógico durante ese período de acceso. Este código,  
entre otros, como se muestra en la tabla de la fig. 4 será inter-  
pretado por la unidad de control central 20 de la fig. 2 como  
un código de error. Evidentemente, la eliminación de una unidad  
15 codificadora o la pérdida del suministro de energía a esa unidad,  
tendrá como resultado el mismo efecto. Asimismo, una onda cua-  
drada de baja frecuencia, generada en el enlace entrada/salida  
de la cuba y presente en la entrada F en la fig. 4, dará lugar  
a que destelle un diodo emisor de luz 368, en rojo, situado en la  
20 unidad codificadora cuando esa unidad codificadora ha detectado  
un fallo.

Un único punto de ensayo 36 está disponible en  
cada unidad codificadora, como se ilustra en la fig. 4. Cuando  
es activada la excitación de corriente alterna, la tensión en el  
25 punto común de esa pila de bobinas queda disponible en los puntos  
de ensayo respectivos. Cuando es desactivada toda la excitación  
de corriente alterna, queda disponible una señal de caída de ba-  
rra (empleada normalmente en ensayos de caída de barra normaliza-  
dos, realizados en instalaciones nucleares) para cada barra, en  
el punto de ensayo de la tarjeta codificadora respectiva asocia-



da con esa barra. Esta señal es extraída, también, en el conec-  
tador posterior de la unidad para posible uso con un subsiste-  
ma multiplexador analógico que puede añadirse cuando se desee.  
Aproximadamente, se añaden 0,2 voltios de histéresis a la compa-  
ración de error mediante la resistencia 370.

5

En consecuencia, la unidad codificadora recibe  
las señales respectivas de salida procedentes de la correspon-  
diente pila de bobinas y trata y codifica las señales recibidas  
convirtiéndolas en información de posición en forma de código  
Gray, que es transmitida al enlace entrada /salida del recinto  
que se describirá.

10

#### ENLACE ENTRADA/SALIDA DE LA CUBA

En la unidad ilustrativa representada que utili-  
za dos trenes de señal A y B, existen solamente dos enlaces en-  
trada/salida del recinto utilizados en todo el sistema, uno en ca-  
da grupo de la electrónica del recinto, pero realizan 6 funcio-  
nes vitales para el funcionamiento y el mantenimiento apropiados  
del sistema. En la fig. 5 se ilustra un diagrama esquemático de  
un subsistema de cuba de entrada/salida ilustrativo y su inter-  
conexión dentro del sistema se identifica mediante caracteres de  
referencia correspondientes similares.

15

20

La primera función realizada por enlace entrada/  
salida de la cuba es la de recibir señales de dirección proce-  
dentes de la electrónica del cuarto de control y la separación  
de esas señales para distribución a las unidades codificadoras

25



correspondientes de ese grupo, al tiempo que proporciona una completa separación eléctrica merced a un acoplamiento óptico. Esta función es ejecutada por unidades receptoras diferenciales 38. Las dos conexiones comunes de esta etapa estarán conectadas a la tierra de señal de la electrónica del cuarto de control. Los terminales de entrada de los receptores 38 de entrada/salida de la cuba, en la fig. 5, estarán conectados a terminales de salida de activadores 48 situados dentro de los enlaces de entrada/salida del cuarto de control representados en la fig. 6. La señal de entrada en los receptores 38 oscilará a positivo para indicar un uno lógico y a negativo para indicar un cero lógico. Un uno lógico en la entrada a los receptores 38 hará que el diodo 40 emisor de luz infrarroja sea polarizado en sentido directo y emita luz en magnitud proporcional a la corriente limitada por las resistencias 372 de la fig. 5 y 374 del activador 48 en la fig. 6. La luz infrarroja atraviesa un dieléctrico transparente e incide sobre la unión colector-base del fototransistor 42 provocando la conducción del fototransistor y del transistor 376. Los diodos 378 y 380 proporcionan una contra-reacción negativa no lineal para conseguir un tiempo de respuesta mejorado. La señal resultante en el colector del transistor 376 es separada de nuevo por las puertas NAND 382 para una distribución apropiada desde los terminales de salida a los terminales correspondientes de la unidad codificadora que tienen caracteres de referencia similares en la fig. 4 del receptor 38.



La segunda función realizada por el enlace de entrada/salida del recinto es la de transimitir datos, recuperados desde las unidades codificadoras por el código de dirección, al cuerpo de control. Esta función se ejecuta mediante los circuitos identificados por el carácter de referencia 44 en la fig. 5. Los terminales de entrada de los activadores 44 están conectados a todas las señales de salida similares de unidades de codificación respectivas que tienen caracteres de referencia similares. Los terminales de salida de los activadores 44 están conectados a terminales de entrada o receptores diferenciales correspondientes dentro del enlace de entrada/salida del cuarto de control, representado en la fig. 6 e identificado por el carácter de referencia 46. Asimismo, los terminales comunes del enlace de entrada/salida de la cuba, representados en la fig. 5, se conectarán a los terminales comunes del enlace entrada/salida de control, fig. 6. Es evidente que se mantiene una separación completa de las unidades de control y de cuba por el acoplamiento óptico proporcionado en los receptores diferenciales 38 y 46 ilustrados en las figs. 5 y 6. Un uno lógico en la entrada  $\alpha$  del activador 44 representado en la fig. 5, hará que el amplificador 382 se sature con signo positivo y da como resultado una salida en  $\alpha$  del orden de 7 voltios. En forma similar, una salida  $\alpha$  de cero lógico provocará una señal de salida del orden de 7 voltios. Los transistores 384 y 386 proporcionan una capacidad de corriente más elevada que la directamente disponible del ampli



5      ficador 382, el tiempo que la resistencia 388 proporciona protección contra cortocircuitos y limitación de corriente. Similarmente, las resistencias 390 y 392 proporcionan una histéresis de aproximadamente 0,5 voltios. Los diodos 394 y la resistencia 396 proporcionan la conversión de señal para uso por el detector de estado 50 ilustrado en la fig. 5. La puerta NAND 398 y la resistencia 400 son utilizados por la disposición de circuitos de ensayo 62 para superar las señales de codificación normales  $\alpha-F$ , para ensayos de mantenimiento. En condiciones de funcionamiento normales, la señal  $s_d$ , generada dentro de la disposición de circuitos de ensayo 62 como una entrada a una puerta NAND 398, adopta un estado de cero lógico inhabilitando a la puerta NAND 398 y a la resistencia 400.

15      Una tercera función realizada por el enlace de entrada/salida del recinto es la de generar un bitio de paridad. Esta función se ejecuta en general mediante la circuitería 54 ilustrada en la fig. 5. Para una cierta condición de fallo, se eligió una paridad par. Esto quiere decir que si se construyera una palabra binaria de 13 bitios utilizando el código de dirección recibido desde el cuarto de control, los datos recibidos desde las unidades de codificación y el bitio de paridad, el bitio de paridad sería del estado apropiado para hacer que la palabra resultante tuviera siempre un número par de unos. El bitio de paridad P se envía al cuarto de control con el código Gray de 5 bitios mediante el sexto activador ilustrado en la fig. 5. De

18 E



esta forma, como se está realizando un proceso similar en la dirección enviada desde y los datos recibidos por el enlace de entrada/salida del cuarto de control, es posible detectar un único fallo dentro de la disposición de componentes físicos de transmisión de datos, incluyendo los enlaces de entrada/salida y el conexasionado de campo de interconexión. El interruptor 402 ilustrado dentro del área de la circuitería de paridad 54 de la fig. 5, cumple dos funciones. Como la apertura del interruptor 402 invierte el bitio de paridad, dando lugar a un error de paridad consistente, puede utilizarse para comprobar el control de paridad. En segundo lugar, como un error de paridad hace que se descarten los datos procedentes de su tren correspondiente, este interruptor puede ser utilizado por un operario de reparaciones para desconectar localmente todo el tren sin cooperación del cuarto de control.

Una cuarta función realizada por el enlace de entrada/salida del recinto es la generación de una onda cuadrada de baja frecuencia, que activa una luz de alarma en cada unidad codificadora de modo que destelle cuando se detecte un error. La onda cuadrada es generada por el contador de 4 bitios y el separador 56 ilustrados en la fig. 5. La frecuencia de la señal de salida F de este circuito se determina conectando la entrada a una de las líneas de dirección. Si se conecta al terminal a7 del receptor 7 de la fig. 5, las luces de alarma destellarán aproximadamente 3 veces por segundo.



Una quinta función es la detección de un suministro de corriente alterna o de corriente continua averiado. Tal avería dará como resultado la generación de un código de error Gray de 5 bits 11111 al cuarto de control. Esta función se realiza en general mediante el circuito de detección 58 ilustrado en la fig. 5. El terminal de entrada está conectado a la barra colectora de corriente alterna desde el transformador. La tensión de excitación de corriente alterna tiene una semionda rectificada y promediada por componentes 404, 406, 408 y 410. La tensión resultante en el condensador 410, que es proporcional a la excitación de corriente alterna, se compara luego mediante el amplificador 412 con una tensión de referencia generada por 414 y 416. Cuando la excitación de corriente alterna es demasiado baja, el amplificador 412 se satura con signo negativo haciendo que la referencia de tensión  $V_r$  suministrada a todos los activadores de salida 44, sea llevada a un valor inferior al de tierra. De esta forma, las salidas de datos procedentes de los activadores 44,  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$  serán forzados hacia el estado de uno lógico. En una forma similar, si el suministro de tensión de corriente continua fallase, la tensión de referencia, generada por las resistencias 418 y 420, caería a un valor inferior al de tierra y provocaría el mismo efecto. Si el suministro de tensión de corriente continua negativa fallase, los activadores 44 serían incapaz de llevar las salidas de datos a un valor inferior al de tierra, con el resultado de que estas señales adoptarían el estado de uno lógico merced a la acción de los receptores



diferenciales 46 en el enlace de entrada/salida del cuarto de control.

La sexta función proporcionada por el enlace de entrada/salida del recinto es la de proporcionar un ensayo manual, de dos partes solapadas de la mayor parte del sistema, con el fin de simplificar su instalación y el mantenimiento. Esta función es realizada por la circuitería y los conmutadores representados en el área 62 de la fig. 5. Con el conmutador 60 del modo de ensayo en la posición normal y el sistema en funcionamiento, es posible realizar un ensayo en línea de la electrónica del recinto. El estado del código Gray y la paridad que son transmitidos al cuarto de control y que corresponden a la dirección seleccionada por los conmutadores 422 a 428 serán presentados los diodos 64 emisores de luz visible de los detectores de estado 50. Puede conseguirse una comprobación completa del canal de barra correspondiente de la electrónica del recinto desplazando la barra desde la parte inferior a la parte superior, bien por medios mecánicos o bien de manera simulada. Cuando el conmutador 60 del modo de ensayo se encuentra en la posición de control del ensayo, el estado presente en los conmutadores 422 a 426 sustituirá al código Gray de 5 bits procedente de las unidades de codificación para todas las barras y esta posición será presentada por los detectores de estado 50. De esta forma, la parte electrónica del cuarto de control puede ensayarse simulando el movimiento de todas las barras simultánea-



mente en código Gray con los conmutadores 422<sub>a</sub> a 426.

En consecuencia, el enlace de entrada/salida del recinto realiza las 6 funciones antes descritas, que mejoran el funcionamiento y el mantenimiento de todo el sistema.

5 ENLACE DE ENTRADA/SALIDA DE CONTROL

Al igual que los enlaces entrada/salida de la cuba solamente se requieren dos enlaces de entrada/salida de cuarto de control por cada sistema, pero estos proporcionan 4 funciones vitales para el funcionamiento apropiado y para el mantenimiento del sistema. Un diagrama esquemático del enlace se ilustra en la fig. 6 y su interconexión con la electrónica del cuarto de control, se ilustra en las figs. 17 y 18.

10 La primera función realizada por el enlace entrada/salida del cuarto de control es la de proporcionar direcciones desde la unidad de control central 20 de la fig. 2 a la electrónica de la cuba por medio de un número mínimo de conexiones de campo, terminaciones y penetraciones, con el fin de recuperar los datos de la posición de la barra en código Gray. Esta función viene proporcionada por la circuitería 48 ilustrada en la fig. 6.

15 Los terminales de salida del activador 48 están conectados a los terminales de entrada del receptor diferencial 38 del enlace de entrada/salida de la cuba ilustrados en la fig. 5 y la tierra del cuarto de control, dos comunes, del enlace de entrada/salida del cuarto de control, están conectados a la conexión de, dos comunes, del receptor de entrada/salida 38 del recinto. Los activa-

20

25



dores 48 se comportan en forma similar a los activadores 44 de entrada/salida del recinto previamente descritos. Los diodos 430 y las resistencias 432 proporcionan una protección de entrada adicional para la disposición de circuitos COS/MOS.

5                   En esta realización, las direcciones generadas por el control 20 central de la fig. 2 son aplicadas a las entradas correspondientes de los activadores 48. Los terminales de salida del activador 48 (por ejemplo  $A_0^0$ ) oscilarán hacia un estado de uno lógico cuando se aplique una entrada de uno lógico  
10 al terminal de entrada correspondiente.

La segunda función realizada por el enlace de entrada/salida de control es la de recibir los datos recuperados desde la cuba o el código de dirección. Esto se consigue mediante la circuitería 46 de la fig. 6. Este circuito se porta en forma similar a los receptores diferenciales 38 en el enlace de entrada/salida de la cuba, previamente descritos, excepto en que un uno lógico correspondiente en una entrada pondrá fuera de conducción al diodo 434 fotoemisor de asociación y dará lugar a que se presente un uno lógico en el terminal de salida.

20                   La tercera función realizada por el enlace de entrada/salida de control es la comprobación de paridad y se realiza mediante el circuito 54 de la fig. 6, que es análogo al circuito 54 ilustrado en la fig. 5. En este caso, se genera un bitio  $P'$  de paridad en forma similar al generado en el enlace de  
25 entrada/salida de la cuba excepto en que la dirección procedente



de la unidad de control central 20 de la fig. 2 y los datos recibidos desde la cuba, como se ilustra mediante los caracteres de referencia de entrada correspondientes, se utilizan para este propósito. Este bitio de paridad P' se compara, entonces, con el bitio de paridad P recibido desde la cuba para generar una señal Po para transmisión a la unidad de control 20. Si no existe error de paridad, entonces la señal Po será un "cero" lógico. Sin embargo, si existe error de paridad, entonces Po será un uno lógico y mandará a la unidad de control 20 para que descarte los datos procedentes del grupo apropiado para la barra correspondiente y presente la posición de la barra haciendo uso, solamente, de los datos procedentes del otro grupo.

La cuarta función del enlace de entrada/salida de control es recibir señales de alarma y de parte inferior de barra, procedentes de la unidad de control central 20, realizar una lógica de 2/3 (elección por mayoría) o una lógica de 1/3 (que se describirá en lo que sigue), y utilizar la señal resultante para controlar relés de salida. Esto se consigue mediante los circuitos separadores programables 68 mostrados en la fig. 6. Los circuitos 436 y 438 recibirán, cada uno, tres señales (una procedente de cada subunidad de control dentro de la unidad de control 20). Estas señales serán un "cero" lógico si se pide la desexcitación de las salidas 442 y 444 correspondientes. Si las cuartas entradas 446 y 448 se hacen un "cero" lógico, entonces el circuito será programado para desexcitar la salida al pedirse



una o más de las tres señales de entrada. Si la cuarta entrada es un "uno" lógico, entonces el circuito se programará para desexcitar la salida correspondiente al ocurrir la petición de dos o más de las tres señales de entrada. El tercer circuito 440 es un circuito 1/3 para señales que presentan un uno lógico para pedir la desexcitación de la salida. Estos circuitos están conectados como se muestra en la fig. 18, de modo que se realiza la lógica de 2/3 en las señales inferiores de barra y se realiza la lógica de 1/3 en las señales de alarma. Los transistores 450 proporcionan suficiente capacidad de activación para disipar hasta 150 miliamperios con el fin de activar los conductores de salida.

En consecuencia, esta unidad proporciona 4 funciones que mejoran el funcionamiento apropiado y el mantenimiento de todo el sistema.

#### UNIDAD DE CONTROL CENTRAL

La unidad de control central 20 de la fig. 2, contenida dentro de la parte electrónica del cuarto de control del reactor, controla cada operación vital dentro del sistema incluyendo la secuenciación, el tratamiento de datos y la detección de errores. En consecuencia, en la realización que hace uso de dos trenes de señales independientes para llevar la información, representa la única área común que controla las unidades de detección y de multiplexado redundantes y las unidades de presentación separadas (presentación en tablero de control y ordenador que se describirán en lo que sigue). Por tanto, para incremen-



tar la fiabilidad del sistema, la unidad de control central 20  
está constituida por tres subunidades de control centrales idénticas, que realizan operaciones idénticas. El control del sistema mediante estas tres subunidades se consigue por un esquema  
5 lógico de elección por mayoría, seguro, que forma parte de este invento. De este modo, si ocurriese un único fallo, el sistema continuaría funcionando apropiadamente haciendo uno de las dos subunidades restantes de control central en buen estado. Simi-  
larmente, están previstas salidas de memoria intermedia separadas para controlar la presentación de tablero de control y el or-  
10 denador o los grupos separados de las partes electrónicas del recinto. La unidad de control central, entonces, realiza 3 funciones generales: tratamiento de datos, incluyendo la necesaria de-  
tección de errores como se ilustra en la fig. 7; generación de  
15 señales de secuenciación, como se ilustra en la fig. 8; y detección del fallo de una unidad de control, como se ilustra en la fig. 9. La interconexión de cada subunidad de control central se representa en las figs. 17, 18 y 19.

La circuitería ilustrada en la fig. 8 se utiliza  
20 para generar las señales de secuenciación ilustradas en el diagrama de temporización de la fig. 10. La circuitería identificada en general con el número de referencia 70 proporciona un generador de impulsos de reloj básico, capaz de sincronizarse con otros  
25 generadores de reloj de naturaleza similar presentes dentro de las otras dos subunidades de control. El generador de reloj



básico está constituido por las dos puertas NAND 452 y 454, 456, 458 y el condensador 460 y tiene un período típico, en esta realización ilustrativa, de 264 microsegundos. El generador 70 de impulsos de reloj está sincronizado por una transición positiva bien en SYN IN 1 o bien en SYN IN 2. En consecuencia, el generador de impulsos de reloj más rápido entre las subunidades de control sincronizará a los otros dos. El generador de impulsos de reloj en cada subunidad activa entonces un contador 72 de 2 bitios, cuyas salidas son empleadas por la circuitería descrita en general con el número de referencia 74, para emitir 4 señales de fijación. La señal de fijación S1 será un uno lógico para los primeros 3/8 de cada período de dirección, la señal de fijación S2B será un uno lógico para la segunda mitad de cada período de dirección, la señal de fijación S3B será un uno lógico para el tercer 1/4 de cada período de dirección y la señal de fijación S4 será un uno lógico para el cuarto 1/4 de cada período de dirección, tal como se ilustra en el diagrama de temporización de la fig. 10. Estas señales de fijación serán utilizadas por la circuitería de tratamiento de datos representada en la fig. 7, por las unidades de presentación, y en el enlace entrada/salida del ordenador. Las señales de fijación S2B y S3B pueden ser temporalmente inhabilitadas por la señal de entrada "Borrar" y su circuitería asociada 75 si la interferencia se convirtiera en un problema. Esto impediría la actualización de la circuitería de entrada/salida del ordenador, de alarma y de presentación, con in-



formación errónea. La señal de "Borrado " es muestreada por la  
señal de fijación S1 en la parte electrónica 76 (selección Y/O)  
y es acoplada capacitivamente para impedir fallos en el sistema  
de control de las barras por inhabilitamiento permanente del sis  
5 tema de indicación de posición de las barras por "Borrado". Pa-  
ra impedir una desconexión equivocada de cualesquiera unidades  
de control por la circuitería de elección por mayoría, cuando la  
señal BORRAR se interrumpe (se desconecta después de un período  
de tiempo designado) en cualquier unidad, se habilita la señal  
10 de fijación en las tres subunidades de control. El último bitio  
del contador de dos bitios, 72, 2<sup>1</sup>, activa entonces un contador  
78 de 7 bitios (véase fig. 8A) para producir los códigos de direc-  
ción de 7 bitios al-a7. Los códigos de dirección pasan primero  
a través de un interruptor analógico 80 controlado por el primer  
15 valor de la lógica de elección por mayoría y, luego, a través de  
las resistencias de salida 82 hasta terminales de salida separa-  
dos. Las resistencias 82 mantienen la separación entre los ter-  
minales de salida así como realizan el segundo nivel de lógica  
de elección por mayoría por lógica de umbral. Como cada terminal  
20 de salida está conectado al terminal correspondiente o a las otras  
subunidades de control, antes de ser distribuida al resto del sis-  
tema, la tensión en ese modo y al resto del sistema seguirá la  
opinión de la mayoría. Por ejemplo, si dos subunidades de con-  
25 trol presentan un uno lógico en la salida al y la tercera pre-  
senta un cero lógico, la señal resultante favorecería el estado



de uno lógico debido a la acción de división por resistencia de las resistencias 82. Como el resto del sistema controlado por este nodo es una entrada de impedancia elevada, controlada por tensión, con un umbral de aproximadamente una mitad del suministro de energía, se realiza la lógica de umbral y la señal será aceptada usualmente como un uno lógico (la elección de dos de entre tres subunidades). La circuitería 73, que hace uso de las puertas NAND 77, los interruptores 80 y las resistencias 82, se comporta en forma similar para distribuir las señales de dirección invertidas. Esta circuitería 84 mostrada entre los contadores de 7 bits 78 y 86 repone los contadores de 2 bits y de 7 bits 72 y 78, después de realizar un ciclo a través del número apropiado de direcciones. Un cero lógico en el terminal 88 de programa de recirculación hará que el contador 78 se reponga después de 80 direcciones, mientras que un uno lógico en el terminal 88 de programa de recirculación hará que el contador se reponga después de 112 direcciones (para cubrir cualquier futura expansión deseada posible del sistema). El último bitio del contador 78 de siete bitios sincroniza el segundo contador 86 de siete bitios para producir la señal de destello  $F'$  (aproximadamente 3Hz) y las señales de reposición  $\overline{R1}$  y  $\overline{R2}$  como se muestra en el diagrama de temporización de la fig. 10.

La circuitería representada en general por el carácter de referencia 90 se utiliza para sincronizar el contador una vez cada ciclo completo. De nuevo, las entradas SYNC del



5 contador son sensibles a una transición positiva y el primer con-  
tador para terminar un ciclo completo sincronizará los otros dos  
reponiendo todos los bits del contador a un estado de cero ló-  
gico. La señal GO 92 será un uno lógico siempre que exista una  
unidad de presentación y se haya tenido acceso a ella y haya re-  
cibido una señal de fijación. Esta señal se utilizará en la ope-  
ración de tratamiento de datos de la unidad de control central  
para habilitar circuitos de alarma solamente cuando el dato es  
válido, es decir, cuando existe una barra para la dirección que  
10 se está tratando. La circuitería correspondiente con la señal  
GO está proporcionada simplemente para condicionar la señal de  
modo que sea compatible con la circuitería de control representa-  
da en la fig. 7. Este accesorio habilita el sistema de modo que  
pueda ampliarse fácilmente sin complicar la circuitería interna  
15 empleada.

Para cada código de dirección generado por la par-  
te de secuenciación de la unidad de control central, se recupera  
la posición de una barra particular en forma de código Gray des-  
de las unidades codificadoras del recinto a través de las unida-  
des de enlace entrada/salida del recinto y del cuarto de control  
20 previamente descritas. Para cada código Gray, la señal Po proce-  
dente del enlace de entrada/salida de control, es llevada a las  
entradas de la unidad de control central ilustradas en la fig. 7  
y representadas en la fig. 18. Los diodos y las resistencias  
acoplados en serie a estas dos entradas proporcionan una protec-  
25

8.1.74



ción adicional para la circuitería COS/MOS. Las resistencias asociadas con las entradas  $M_A$  y  $M_B$  procedentes de los interruptores de mantenimiento locales fuerzan a estas entradas de modo que consistan en un cero lógico cuando se dejan flotantes. Las

5 entradas de código Gray alfa, beta, gamma, sigma, epsilon, son seleccionadas primero por la circuitería 462 y 464 (unidades de selección Y/O) controlada por la circuitería 94 en la fig. 7. Si un código de error, 11111 ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ ) se encuentra en un código Gray o la señal  $P_0$  correspondiente es un uno lógico,

10 que indica un error de paridad, o si el interruptor de mantenimiento correspondiente (asociado con  $M_A$  o  $M_B$ ) ha sido ajustado para rechazar un grupo de datos, haciendo que las entradas M (estando asociada  $M_A$  con el tren A y estando asociada  $M_B$  con el tren de señales B) sean un uno lógico, entonces los datos afectados serán desechados y sustituidos con el otro código Gray

15 procedente de otro tren. Si, por ejemplo, resulta afectado el tren B, la señal  $E_B$  será un uno lógico y se utilizará para generar una alarma no urgente y un aviso general sobre las barras afectadas, presentadas ahora funcionando a la mitad de la resolución dentro de la unidad de presentación del cuarto de control. Los códigos Gray así presentados son memorizados por las memorias filtradas 96 durante la señal de fijación S1 (los primeros 3/8 de cada período de dirección). Los códigos Gray procedentes de cada grupo se comparan entonces mediante la circuitería 98 en la

20 fig. 7. Si existe una diferencia de más de un bitio, entonces

25



5 existe un error en una o ambas piezas de datos y  $E_1$  será igual  
a un uno lógico, y se empleará para hacer sonar una alarma urgen-  
te y forzar una indicación de parte inferior de barra y una in-  
dicación de presentación de aviso general sobre la barra afecta-  
da. Los dos códigos Gray, así memorizados y comparados, se con-  
vierten en un código binario mediante las puertas O-exclusivas  
100 y se combinan por suma algebraica utilizando los sumadores  
466 y 468. En este punto, la posición absoluta de la barra que  
da disponible con una exactitud máxima posible y en código bina-  
rio. Las selecciones Y/O 470 y 472 seleccionan bien la posición  
10 absoluta de la barra en código binario o bien la señal de destello  
 $F'$  para distribución a la presentación. Cuando se elige la  
señal de destello  $F'$  y si  $F'$  es un uno lógico, no se encende-  
rán los diodos emisores de luz, excepto, posiblemente, el aviso  
15 general; y si  $F'$  es un cero lógico, se encenderá la luz de parte  
inferior de barra. El efecto de ello es el de forzar la ejecución  
de un aviso destellante de parte inferior de barra, bien por un  
extremo inferior de barra o bien por una alarma urgente, lo cual  
es optativo, por una conexión en puente desde los terminales 474  
20 a 476. La posición de barra resultante que ha de presentarse,  
pasará por los interruptores analógicos 102 (a no ser que esta uni-  
dad de control se haya encontrado defectuosa), por las resistencias  
104 (que realizan de nuevo el segundo valor de soporte de la elec-  
ción por mayoría por lógica de umbral), a los terminales de sali-  
da, para transmisión a la presentación. Los diodos proporcionan  
25



18 EN

protección adicional para la circuitería COS/MOS. Las salidas de datos de presentación correspondientes de todas las unidades de control están conexionadas en paralelo para distribución a la presentación, según se ilustra en la fig. 18. La circuitería 106 genera la señal de alarma urgente ( $E_{UA}$ ) si se encuentra que la posición verdadera de la barra desde los sumadores 466 y 468 en binario, es mayor que 39 en binario ( $E_{39}$ ) o el código Gray difiere en más de un bitio ( $E_1$ ) o si se encuentran errores en ambos códigos Gray simultáneamente ( $E_A$  y  $E_B$ ). Las selecciones Y/O 478 y 480 exploran, cada una, la señal de error ( $E_A$ ,  $E_B$  y  $E_{UA}$ ) y la señal de extremo inferior de barra dejada pasar de manera discriminada por S4 (que es un uno lógico durante el cuarto 1/4 de cada período de dirección) durante dos ciclos consecutivos a través de los códigos de dirección, antes de ser suprimidos por  $\overline{R1}$  o  $\overline{R2}$ . Sin embargo, los dos ciclos consecutivos 478 se solapan con los dos ciclos consecutivos de 480 en un ciclo completo, según se muestra con las señales  $\overline{R1}$  y  $\overline{R2}$  en el diagrama de temporización de la fig. 10. Las salidas memorizadas de 478 y 480 son combinadas por la lógica NOR(NO-O) en la fig. 7, para controlar los diodos emisores de luz de la alarma local destellante, así como para proporcionar salidas para el eventual control de los biestables de alarma y de extremo inferior de barra a través de relés del cuarto de control.

La tercera función principal de la unidad de control central, que es el control del sistema por elección por ma-

8.1.74



yoría, es ejecutada por la circuitería mostrada en la fig. 9 y la interconexión de parte de la unidad de control central como se muestra en la fig. 20. La circuitería 110 de la fig. 9 compara todas las señales de control significativas generadas por una subunidad de control particular, con las señales equivalentes procedentes de las otras dos subunidades de control central. Si alguna señal está en desacuerdo con ambas señales equivalentes, entonces se supone que ha fallado la subunidad de control que se desvía, y se la desconectará del sistema haciendo la señal  $D_{IS}$  igual a un uno lógico, abriendo todos los interruptores analógicos asociados con la subunidad que ha fallado. Esto daría también lugar a una alarma local en la subunidad de control afectada y causaría la desexcitación de la carga de salida de la subunidad de control que ha fallado. Esta señal puede utilizarse directamente con forma combinada con las alarmas urgentes o no urgentes, para controlar un dispositivo anunciador de presentación en tablero de control. Además, cualquier subunidad de control puede aislarse del sistema mediante el uso de un interruptor de separación de subunidades de control, que situará un uno lógico en la entrada 112 apropiada de desconexión manual. Esta función, sin embargo, será superada por la circuitería 114. Es de la máxima importancia que en ningún momento estén desconectadas todas las subunidades de control central del sistema, como ocurriría en el caso de condiciones de fallo múltiple. Por tanto, se da una prioridad a cada subunidad de control central. En

18 ENF 1974

esta realización, la subunidad de control I recibe la máxima prioridad, de tal modo que si las otras dos subunidades son desconectadas o retiradas, continuará controlando el sistema, Si se retira la subunidad de control I, entonces la subunidad de control II, con la segunda prioridad más alta, rechazará la desconexión si se ha desconectado la subunidad de control III. Finalmente, si son retiradas ambas subunidades de control I y II, la subunidad de control III rechazará la desconexión en cualesquiera circunstancias. La prioridad se consigue por la interconexión de subunidades de control tal como las provistas en el diagrama de conexionado de la fig. 19. Todas las alarmas locales y alejadas continuarán funcionando incluso si se impide la desconexión de una subunidad de control.

En consecuencia, la unidad de control central controla cada operación vital dentro del sistema, permaneciendo como la única área común que controla las unidades de detección y de multiplexado redundantes y la unidad de presión separada.

Tarjetas de presentación

Se requiere una unidad de presentación para cada barra a vigilar por el sistema de indicación de la posición de las barras. Las figs. 11 y 12 muestran un esquema de la unidad de presentación y su montaje en la electrónica del cuarto de control. La unidad de presentación realiza dos funciones básicas. En primer lugar, presenta la posición de cada barra vigilada incluyendo la alarma local en una base por barra y, en segundo lu-

8.1.74



12

1

gar, proporciona la señal GO a la unidad de control central que permite ampliar todo el sistema en forma simplificada, haciendo necesario un mínimo de nuevo conexionado.

La primera función realizada por la unidad de presentación es ejecutada por toda la circuitería ilustrada en la fig. 11, excepto por los componentes 500, 502 y 504 identificados, en general, por el número de referencia 116. El código binario de seis bits que representa la posición de la barra es distribuido a las entradas  $D^0$  a  $D^5$  de todas las unidades de presentación, como se muestra en la fig. 17. En forma similar, la señal de aviso general GW es distribuida a la entrada GW de todas las unidades de presentación. Las entradas de dirección y de fijación están conectadas a las líneas de acceso procedentes de las subunidades de control central, de tal modo que a cada unidad de presentación se le asigna una única dirección A'1-A'7, como se muestra en la fig. 11. Cada única dirección es establecida por la interconexión de las unidades de presentación con las direcciones. Los diodos 506 y las resistencias 508 proporcionan protección adicional para la circuitería COS/MOS. La circuitería 118, en la fig. 11, realiza la función de enganche con la memoria filtrada. Los enganches son fijados por la circuitería 120 cuando todas las entradas de dirección y de fijación son unos lógicos. La entrada de fijación será S2B. Por tanto, como a cada subunidad de presentación se le asigna una única dirección, los enganches solamente serán fijados durante la segunda mitad



18 ENE 1974

del período de dirección asignado por el nuevo conexionado para esta subunidad y su barra asociada. El aviso general así memorizado se utiliza para activar los diodos emisores de luz de aviso general a través de la puerta NAND 510, la resistencia 512 y el transistor 514. El código binario de seis bits, sin embargo, debe ser descodificado por las puertas NAND y NOR 122 para activar la matriz de filas y columnas de los diodos 124 emisores de luz. Los transistores 516 a 540 proporcionan una capacidad adicional de excitación de corriente. En un momento dado, se seleccionan solamente una fila y una columna, de modo que en la matriz no emita luz más de un diodo emisor de luz. Cada diodo emisor de luz representa seis operaciones del mecanismo de gato de barra para el accionamiento de una barra de control. La transición de una emisión de luz (por ejemplo 6) a la siguiente (por ejemplo 12) ocurrirá en la posición central de una bobina (por ejemplo 9). La tabla representada en la fig. 9 ilustra la posición de la barra respectiva por paso, junto con el código de salida digital correspondiente y el diodo emisor de luz.

La segunda función realizada por la unidad de presentación es la de proporcionar las señales 60 a la unidad de control central. Esto se consigue mediante los componentes 500, 502 y 504, representados en general por el carácter de referencia 116 en la fig. 11. Cuando se tiene acceso a y se fija una subunidad de presentación, ésta también lleva a la línea común 60 a la unidad de control central, verificando la existencia de



una unidad de presentación y, por tanto, la necesidad de realizar comprobaciones de extremo inferior de barra y de alarma en la barra seleccionada por esta dirección. Si la señal GO no aparece, entonces no existe subunidad de presentación porque en esa dirección no se está vigilando ninguna barra. De este modo se genera un sencillo paquete de nuevo conexionado normalizado, capaz de manipular el sistema futuro de mayores dimensiones que se espere. La aplicación a un sistema particular se consigue por la inserción de solamente el número de unidades requeridas, dos codificadores y una subunidad de presentación por barra. Como el nuevo conexionado está normalizado y es sencillo, puede realizarse por medios más económicos que el conexionado manual de punto a punto. Estos incluyen el conexionado automático de punto a punto, el conexionado por barra colectora y las técnicas de placas de circuito impreso.

Para conseguir una presentación aceptable, están disponibles técnicas similares a la ilustrada en la fig. 12. En este caso, las subunidades de presentación están montadas en una jaula para tarjetas 128, en forma usual. Sobre el frente de la jaula está dispuesto un filtro de luz 130, para proporcionar un bajo nivel de luz ambiente en la jaula y, por tanto, una mejor proporción de contraste de luz apagada a luz encendida. Debido a la flexibilidad de tal filtro, debe situarse un panel de soporte rígido 132 delante de o, posiblemente, detrás del filtro. Este panel podría ser metálico, con ranuras formadas por estampa

...8.1.74



ción, como se muestra, o con todas las áreas eliminadas por esta-  
pación para grupos de barras de control. Otra alternativa es  
emplear plexiglás transparente o vidrio de pantalla para la pla-  
ca de soporte. Aquí, el brillo de la luz reflejada puede reducir-  
5 se al mínimo por tratamiento químico de la superficie o haciendo  
uso de una superficie deslustrada muy ligeramente. Pueden seri-  
grafarse caracteres escritos bien sobre la parte anterior o bien  
sobre la parte posterior del panel de soporte transparente o de-  
lante del filtro.

10 En consecuencia, la unidad de presentación mues-  
tra la posición de cada barra vigilada, incluyendo la alarma lo-  
cal en una base por barra y proporciona una señal adicional a la  
unidad de control central que habilita un esquema de expansión  
simplificado del sistema que ha de emplearse.

15 Enlace entrada/salida del ordenador

La función del enlace entrada/salida del ordena-  
dor es adaptar la información de la posición de la barra a una  
forma adecuada para la mayoría de los ordenadores. Evidentemen-  
te, la unidad resultante debe ser compatible con el equipo fisi-  
co existente, en general disponible en la mayor parte de los or-  
denadores de tratamiento de datos. El equipo físico de entrada  
20 y salida por cierre de contactos está disponible, generalmente,  
en la mayoría de los ordenadores de tratamiento de datos y la pre-  
sente ilustración de una realización a modo de ejemplo de este  
25 invento está diseñada para ser compatible con ellos. Aunque el



enlace resultante podría considerarse como relativamente lento, es muy adecuado para los fines requeridos por este sistema y asegura de manera inmejorable la compatibilidad con las diversas máquinas. Otro requisito de este invento es que no ha de su-  
5 bordinarse al ordenador y debe funcionar en ciertas condiciones de fallo y, sin embargo, ha de ser necesario sincronizar la transmisión de información al ordenador en forma sencilla y eficaz. Para este propósito, se proporciona una gran memoria en el enlace entrada/salida del ordenador y está diseñada para almacenar  
10 toda la información de posición de barra disponible. La memoria se actualiza periódicamente con la información proporcionada a partir de los dos códigos Gray de cinco bits y los dos bits de paridad. El ordenador puede entonces tratar los datos en forma similar a la unidad de control central para alcanzar una opi-  
15 nión separada en relación con la posición de la barra, independiente de la presentación por diodos emisores de luz. Además, se genera una interrupción por el enlace entrada/salida del ordenador cada vez que cualquier dato, en un ciclo de dirección, cambia de estado. De este modo, el ordenador sólo efectua la lec-  
20 tura cuando es necesario.

En la fig. 13 se ilustra un diagrama de bloques del enlace entrada/salida del ordenador y en la fig. 14 se proporciona un diagrama de temporización correspondiente. Cada período de dirección se rompe en tres partes mediante los impulsos de fijación SA, S3B y S4. Durante los primeros 3/4 de cada pe-  
25



ríodo de dirección (controlados por SA y S3) la unidad de control central controla el enlace entrada/salida del ordenador con el fin de determinar un cambio de estado y para actualizar la información contenida en la memoria. Durante el último 1/4 de cada dirección (controlado por S4) el control de la memoria es cambiado a las entradas por cierre de contactos del ordenador para permitir que éste lea la posición de cualquier barra desde la memoria. La selección de barra viene determinada por el selector de direcciones 546 ilustrado en la fig. 13.

10 Durante la primera mitad de cada período de dirección, controlada por SA, se almacenan nuevos datos para la barra seleccionada, desde la unidad de control central, en una memoria compensadora 134 de 14 bitios; los datos antiguos para esa barra se leen desde la memoria de acceso aleatorio 14 X 128  
15 (RAM) 542 y se almacenan en una memoria intermedia 140 de catorce bitios; y la dirección presentada al sistema por las salidas por cierre de contacto del ordenador es almacenada en una memoria intermedia 544 de catorce bitios, como se ilustra en el diagrama de bloques representado en la fig. 13. Durante el tercer  
20 1/4 de cada período de dirección, controlado por S3, los nuevos datos para la posición de barra seleccionada se inscriben en la RAM 14 X 128 542 y se comparan con los datos correspondientes antiguos, previamente almacenados en la memoria intermedia 140 de catorce bitios mediante el detector de coincidencia 136, durante  
25 SA. Si ha habido un cambio de estado se incorporará una inte



P:

rrupción al ordenador durante el siguiente ciclo de dirección  
merced al generador de interrupciones 138. Durante el cuarto  
1/4 de cada período de dirección, el selector de direcciones 546  
cambia el control de la RAM 14 X 128 542 a la dirección proceden  
5 te del ordenador almacenada en la memoria intermedia 544 de cator  
ce bitios durante SA. En este momento se leen los datos corres  
pondientes a esa dirección desde la RAM 542 14 X 128 y se alma  
cenan en una memoria intermedia 142 de catorce bitios. Las sa  
lidas procedentes de esta memoria intermedia 142 a través de la  
10 circuitería 548 de enlace son transmitidas al ordenador. Este  
proceso se repite cada período de dirección. Por tanto, existe  
un retardo máximo de dos milisegundos entre el instante en que son  
presentadas las entradas por cierre de contacto de dirección y  
el momento en que los datos correspondientes para el ordenador  
están listos. Los tipos de tarjetas de entrada/salida para el or  
15 denador P-250 (fabricado por la Westinghouse Electric Corp. de  
Pittsburgh, Pensilvania) compatibles con este enlace, se repre  
sentan en la fig. 13 a modo de ejemplo.

En las figs. 15 y 16 se ilustra un enlace entra  
20 da/salida de ordenador. Una comparación del diagrama de bloques  
que aparece en la fig. 13 con el esquema revela que las selec  
ciones 550 a 556 Y/O y el equipo físico asociado de las figs.  
15 y 16 constituyen la memoria intermedia de catorce bitios,  
con la disposición de filtrado 134 de la fig. 13. Debe entender  
25 se que el esquema ilustrado en la fig. 16 es simplemente una con

8.1.74

18 ENE 1971



5        continuación del ilustrado en la fig. 15. El detector de coinci-  
dencia 136 en la fig. 13 se consigue mediante la circuitería iden-  
tificada por el número de referencia 136 en la fig. 15. La RAM  
14 X 128 542 está constituida por las RAM 558 a 612 de sesenta  
y cuatro bitios, individuales, ilustradas en las figs. 15 y 16.  
El selector de dirección 546 representado en la fig. 13 comprende  
las selecciones 614 y 616 Y/O de la fig. 16, mientras que los fil-  
tros están representados por las resistencias y condensadores aso-  
ciados. El generador de interrupciones 138 de la fig. 13 se mues-  
tra en la fig. 15 mediante el carácter de referencia 138. La me-  
10        moria intermedia 140 de catorce bitios de la fig. 13 está cons-  
tituida por enganches cuádruples 618 a 624 ilustrados con el ca-  
rácter de referencia 140 en la fig. 15; y la memoria intermedia  
142 de catorce bitios de la fig. 13, está constituida por los en-  
15        ganches 626 a 632 cuádruples, representados en la fig. 16 con el  
carácter de referencia 142, etc. Una referencia a la descripción  
proporcionada por el diagrama de bloques de la fig. 13 permitirá  
a un experto en la técnica realizar fácilmente los circuitos des-  
critos con el fin de proporcionar las funciones especificadas pa-  
20        ra el enlace entrada/salida del ordenador. La interconexión de  
señales es como se indica por caracteres de referencia similares.  
Interconexión de subunidades para formar el sistema de indicación  
de posición

25        El diseño ilustrativo proporcionado a modo de  
ejemplo para este invento con diseños de subcircuitos, ha sido



planeado para proporcionar una interconexión simplificada de las subunidades descritas que constituyen el sistema de este invento. El resultado puede ampliarse a un simple diseño de nuevo alambrado normalizado que puede emplearse en todos los sistemas de sin  
5 dicación de la posición de una barra que incorporen este invento. El nuevo alambrado resultante podría realizarse utilizando un co  
nexionado automatizado de punto a punto, técnicas de conexiona-  
do con barra colectora, incluyendo envolvente de barra colectora, o mediante de placas de circuito impreso. La comercializa-  
10 ción para una aplicación particular se consigue suministrando solamente el número necesario de subunidades requeridas para vigilar los miembros móviles cuya posición se desea conocer (barras de control en esta realización ejemplar).

El nuevo conexionado de la parte electrónica del  
15 cuarto de control se ilustra en las figs. 17, 18 y 19. Las figs. 17, 18 y 19 muestran la interconexión del enlace entrada/salida y las subunidades de control con las subunidades de presentación. De nuevo, este enfoque, proporciona un diseño de nuevo conexiona  
do normalizado que ha de utilizarse para todos los sistemas en que  
20 la comercialización se consigue proporcionando solamente aquellas tarjetas de presentación correspondientes a las barras que existen en realidad.

Mientras que la interconexión de elementos y  
la descripción de su funcionamiento individual se ha dirigido a  
25 una aplicación destinada a detectar la posición de barras de con



trol en un reactor nuclear, debe entenderse que este invento es aplicable a una amplia zona de dispositivos indicadores de posición, especialmente en aquellas áreas empleadas para vigilar miembros móviles alargados que tienen un grado de libertad. En estas áreas la analogía con la indicación de una barra de control es aplicable directamente.

#### Tratamiento de datos por el ordenador de la instalación

Si bien el ordenador de la instalación no forma directamente parte de este invento, el enlace de entrada/salida del ordenador permite emplear este invento casi universalmente, con cualquier ordenador digital. El ordenador de la instalación recibe la posición de cada barra a través del enlace entrada/salida para realizar el registro de datos, la desviación de las barras y otras comparaciones. En un esfuerzo para reducir al mínimo la cantidad de equipo entre el ordenador y el detector, los datos alimentados al ordenador se proporcionan en forma de código Gray de partida, justamente como son recibidos desde la cuba del reactor y, por tanto, requerirán un pequeño grado de tratamiento para obtener la verdadera posición de la barra.

Como el sistema de indicación de la posición realiza un ciclo a través de su secuencia de multiplexado, comprueba la información en cada dirección comparándola con la obtenida previamente en el último ciclo. Si la información ha cambiado, el sistema de indicación de la posición generará una interrupción para el ordenador durante el siguiente ciclo de acceso.



El ordenador explorará esta interrupción una vez cada 8 segundos. Si ha ocurrido una interrupción, el ordenador introducirá el estado de todas las barras existentes. Esto se hace presentando la dirección de la barra deseada utilizando las salidas por cierre

5 de contactos y, después de un retardo del equipo físico de nueve milisegundos, leyendo la información resultante presentada por el sistema de indicación de la posición. Cuando se lee cada pieza de datos, puede ajustarse una nueva dirección. Cada pieza de datos debe tratarse para determinar la verdadera posición de la

10 barra antes de almacenarse para uso posterior. Cada código Gray de cinco bits y el bit de paridad deben comprobarse para encontrar errores de paridad y códigos de error. Se emplea la paridad par y los códigos de error se representan en la fig. 4. Los códigos Gray se convierten entonces a binario según se muestra en

15 la fig. 3. Si no se encontraran errores, se obtiene la verdadera posición de la barra por pasos sumando los dos códigos binarios de cinco bits y multiplicando por seis. Si se encontrara un error en un código Gray, la verdadera posición de la barra se obtendría sumando el restante código binario correcto a sí mismo,

20 multiplicando por seis y sumando o restando tres (sumando tres si se encontrara el error en los datos del tren A y restando tres si el error se encontró en los datos del tren B). Si se encontró un error en ambos códigos Gray o si los códigos binarios se diferenciaban en una magnitud mayor que 1, la verdadera posición de

25 la barra resultante debe forzarse al estado de parte inferior de



barra (00000). Puede investigarse la posición verdadera de la barra resultante para una información de parte inferior de barra cuando se desee utilizando el criterio de que la barra es menor que cuatro pasos. Está disponible una salida por cierre de contactos de parte inferior de barra a partir del sistema de indicación de la posición si se desea. Puede almacenarse entonces la posición verdadera, con un código adjunto que indica el tipo de errores que se encontraron. Pueden realizarse comparaciones eventuales de desviación de la barra utilizando los siguientes criterios: 1) Si todas las barras que se están comparando presentan una exactitud completa (no existen errores), debe excitarse solamente una alarma de desviación de barra si se encuentra una desviación de nueve pasos o más; 2) Si cualquier barra bajo comparación presenta una exactitud media (se encontró un error en el código Gray del tren A o del tren B) entonces debe excitarse una alarma si esa barra se desvia de cualquier otra en trece o más pasos; y 3) si la posición de cualquier barra bajo comparación es desconocida (se encontró un error tanto en el código Gray del tren A como en el del B o si los códigos binarios se diferenciaban en más de uno) entonces cualquier comparación que incluya esa barra debe excitar una alarma.

En consecuencia, los expertos en la técnica de los ordenadores pueden compilar un programa para conseguir este procedimiento utilizando las entradas proporcionadas por el enlace entrada/salida del ordenador de este invento.



Así, el nuevo sistema de indicación de la posición descrito y contemplado por este invento ofrece muchas mejoras en relación con los sistemas existentes. A diferencia de los sistemas existentes, el del presente invento es inherentemen-  
5 te lineal, haciendo uso de bobinas idénticas con las características inherentes de ser insensible a los cambios de temperatura, a las variaciones de las propiedades magnéticas, variaciones del suministro de energía, al diámetro de magnetización de la barra, etc. Además, el sistema posee la capacidad de recuperarse de la  
10 mayor parte de los fallos de funcionamiento solamente con una ligera pérdida de resolución en el miembro afectado que se está detectando. Se reduce el conexionado de campo cero por la aplicación de las técnicas de multiplexado; se eliminan todos los bistables de extremo inferior de barra previamente empleados; se re-  
15 duce al mínimo el equipo físico de entrada/salida del ordenador; y, como el sistema es digital, se mantiene la exactitud inicial en su totalidad sin necesidad de calibración. Además, la matriz de diodos emisores de luz proporciona una presentación barata, segura, y clara.

20 A continuación se explicará, a modo de ejemplo, con referencia a las figs. 20-25 de los dibujos, un sistema redundante.

Una forma excelente de proporcionar medios para la detección y la corrección de fallos según viene proporcionada  
25 por este invento se realiza mediante una lógica de elección por



18 FEB 1974

mayoría (dos de tres o una lógica de tipo de umbral). La ejecución más directa de este concepto puede proporcionarse en dos formas. En primer lugar, puede emplearse un esquema de elección por mayoría centralizada según se ilustra en la fig. 22 o, en segundo lugar, puede emplearse, como se ilustra en la fig. 23, un esquema de elección por mayoría distributivo.

En la disposición de elección por mayoría centralizada de la fig. 22, se emplean tres unidades de control redundantes centrales I, II y III. Las tres señales de salida correspondientes desde las unidades de control centrales I, II y III, se tratan mediante un circuito de elección por mayoría común identificado mediante la leyenda de "lógica de umbral". La salida resultante del circuito de elección por mayoría se distribuye a las diversas unidades de presentación identificadas con las leyendas "presentación 1-presentación75". Si bien, la disposición de circuito ilustrado proporciona redundancia, resulta evidente que la fiabilidad del sistema queda limitada por la fiabilidad de ese circuito común (lógica de umbral) como lo era antes por la unidad de control común. Este enfoque solamente puede realizarse satisfactoriamente si la fiabilidad del circuito de elección por mayoría es mucho más elevada que la de la unidad de control. Evidentemente, a partir de la disposición de circuito ilustrada, utilizando componentes eléctricos comunes, y en vista de la naturaleza compleja de las funciones realizadas por la unidad de control central, estos criterios pueden cumplirse fácilmente. La de



seabilidad de esta configuración solamente está limitada por la norma de fiabilidad requerida por una aplicación particular.

En la disposición de circuito de elección por ma  
yoría distributiva ilustrada en la fig. 23, las salidas desde  
5 las unidades de control individuales I, II y III, se distribuyen  
a las unidades de presentación individuales identificadas por las  
leyendas "presentación 1 - presentación 75", en las que tiene lu  
gar la elección por mayoría independiente. Este enfoque ofrece  
de manera definitiva una mayor fiabilidad a costa de un conecio-  
10 nado más complejo y una considerable cantidad de circuitería adi-  
cional que reduce la probabilidad de fallos del tipo de supresión,  
incrementando la probabilidad de fallos individuales e indepen-  
dientes; degradándose por tanto las posibilidades de mantenimien-  
to y de servicio globales del sistema. La deseabilidad de emplear  
15 cualquiera de estas realizaciones dependerá de la norma de fiabi-  
lidad requerida por una aplicación particular.

Una modificación preferida contemplada por este  
invento, que mejora la fiabilidad del sistema de indicación de la  
posición de una barra digital, mejorando la fiabilidad de la uni-  
20 dad de control central común necesariamente en la forma más sim-  
ple posible, sin degradar su coste, características de manteni-  
miento y tamaño, se ilustra en la fig. 24.

En el sistema ilustrado en la fig. 24, la única  
unidad de control central se sustituye mediante 3 unidades de con-  
25 trol idénticas I, II y III, que controlan el sistema sobre la ba-



se de una elección por mayoría. Todas las unidades del control reciben las mismas entradas desde secciones redundantes del sistema y deben responder entonces en forma idéntica, a no ser que haya ocurrido un fallo en algún lugar. Para proporcionar un funcionamiento más seguro, la función de elección por mayoría se realiza por duplicado en dos niveles subsiguientes, por dos métodos diferentes, el primero digital y el segundo analógico (lógica de umbral). Se proporcionan salidas separadas de señales idénticas a secciones de presentación redundantes, 1 a 75, de modo que un fallo en una sección no pueda afectar al comportamiento de su contrapartida redundante.

La realización por medios digitales hace uso de un circuito idéntico dentro de cada unidad de control central para controlar la conexión de las salidas de control respectivas al sistema. El circuito de elección por mayoría de primer nivel compara cada señal de salida procedente de su propia unidad de control central respectiva con las otras salidas procedentes de las otras dos unidades de control central. Si una señal se diferencia de ambas señales correspondientes, el circuito de elección por mayoría concluirá que el fallo existe dentro de su propia unidad y, automáticamente, desconectará su salida del resto del sistema controlando interruptores analógicos (no representados) en serie con cada salida de señal. La detección de un fallo excitará una alarma tanto localmente como por medio de anunciadores de control dentro del cuarto de control del reactor.



La realización por medios analógicos, que representan una síntesis muy eficaz de los dos enfoques ilustrados en las figs. 22 y 23, se consigue disponiendo una resistencia  $R_v$  en serie con cada señal de salida antes de abandonar las unidades de control. Cada señal es ligada entonces a cada una de las otras dos señales correspondientes antes de ser distribuida al resto del sistema, según se muestra en la fig. 24.

Como resultado, las 3 funciones básicas de un circuito de elección por mayoría por lógica de umbral (ponderación de las señales de entrada, suma de las señales ponderadas y comparación de las señales sumadas con un nivel de umbral) son compartidas por los diversos bloques del sistema, como se muestra en la fig. 25, que es un duplicado funcional del de la fig. 24. Las anteriores funciones se consiguen, por tanto, en la forma más sencilla, eficaz y segura, respectivamente, mediante la resistencia  $R_w$  en serie con cada salida de señal, la conexión de barra colectora común de las señales de salida y la propia puerta en la entrada de cada tablero de presentación, como resultado de la característica de umbral y de la elevada impedancia de entrada de la familia de lógica de semiconductores de óxido metálico empleada, que es específicamente adecuada para uso en esta aplicación. La tensión de la barra colectora seguirá el estado presentado por la mayoría de las señales ligadas entre sí y vendrá determinada por una sencilla división de tensión por resistencias. Como las puertas NAND representadas en la unidad de presentación



tienen un umbral típico de la mitad del suministro de energía, la lógica de umbral resultante realizará la función de elección por mayoría deseada. Una ventaja interesante de este invento en esta aplicación particular es que utiliza un componente digital ya existente para realizar la función usualmente delegada a un componente analógico adicional, tal como un amplificador operacional o un detector de nivel. Además, como las puertas NAND están distribuidas por todo el sistema, no existen componentes activos únicos que podrían fallar y dar lugar a que todas las presentaciones se perdieran simultáneamente. Los únicos componentes actualmente añadidos al sistema son las resistencias de ponderación  $R_w$  que son extremadamente seguras y, sin embargo, muy baratas y que proporcionarán también una protección por limitación de corriente contra tensiones transitorias captadas en la línea de la barra colectora.

Si el umbral del componente digital seleccionado varía excesivamente y debe cumplirse un diseño completo en el caso más desfavorable, es posible comprimir la banda de umbral utilizando una tensión de alimentación inferior, que flota entre las tensiones de alimentación utilizadas por la unidad de control central, para activar las unidades de presentación. Por ejemplo, las unidades de presentación podrían activarse mediante  $\pm 13,5$  V y  $\pm 1,5$  V, derivados a partir de un suministro de tensión de  $\pm 15$  V y tierra, haciendo uso de 4 diodos y una resistencia, como se muestra en la fig. 26.



Como se describió previamente, si cualquier salida de señal procedente de la unidad de control no está de acuerdo con ambas señales correspondientes procedentes de las otras dos unidades de control, entonces se supone que esta unidad de control ha fallado y se la desconectará del sistema, dejando el control a las dos unidades de control restantes. En la aplicación específica a la indicación de la posición de una barra de control, así como en muchas otras aplicaciones, es importante que en ningún momento estén desconectadas del sistema todas las unidades de control centrales, como ocurriría en el caso de una condición de fallo múltiple. Por tanto, se da una prioridad a cada unidad de control central para controlar el orden de desconexión. El nuevo conexionado para tal prioridad ordenada, así como los elementos individuales que constituyen el circuito de elección por mayoría y el circuito de unidad de control, se han descrito ya en esta memoria. En el sistema ilustrado, la unidad de control I recibe la más alta prioridad, de tal modo que si cualquiera de las otras dos unidades de control se desconecta o son eliminadas, ella continuará controlando el sistema. Si se elimina la unidad de control I, entonces la unidad de control II, con la segunda prioridad más elevada, rechazará la desconexión si se ha desconectado la unidad de control III. Finalmente, si ambas unidades de control I y II se eliminan, la unidad de control III rechazará la desconexión en cualquier circunstancia. En el circuito descrito, todas las alarmas locales y alejadas continuarán funcionando,



incluso si se impide la desconexión de una unidad, identificando así el fallo e indicando su situación.

En consecuencia, se ha descrito un sistema indicador de la posición de una barra, digital y totalmente redundante, que emplea señales redundantes que son manipuladas por secciones separadas haciendo uso de una detección automática de la mayor parte de los fallos. Los dos grupos de señales son tratados por una unidad de control central para obtener la mayoría de los requisitos, una resolución completa y una lecturas redundantes. El invento describe el uso de tres unidades de control separadas en las que cada señal de salida digital procedente de cada unidad es comparada con las salidas correspondientes procedentes de las otras dos unidades y si la señal local presenta una diferencia respecto a las otras dos señales correspondientes, se establece una condición de mayoría para esa unidad, por lo que sus salidas son desconectadas (elección por mayoría de primer nivel). Una elección por mayoría de segundo nivel tiene lugar en cada entrada de las unidades de lectura de recepción comparando la tensión de suma ponderada de las salidas correspondientes (procedentes de las tres unidades de control central) aplicada a una barra colectora común, con la tensión de umbral lógica de cada entrada. Distribuyendo la realización de la lógica de umbral de elección por mayoría entre 3 secciones diferentes del sistema, se obtiene un funcionamiento seguro sin degradar la capacidad de mantenimiento del sistema. Las posibilidades de aplica-



5 ción del concepto de elección por mayoría contemplado por este invento, a una amplia gama de sistemas redundantes que hacen uso de entradas similares, es significativa. Las ventajas obtenidas al ampliar la redundancia de tales sistemas, así como al proporcionar un método de detección de fallos locales, mejoran la fiabilidad e infunden una mayor confianza en la validez de la información transportada.

10 Esta solicitud, que corresponde a las presentadas en Estados Unidos de América, el 3 de Enero de 1973, bajo los números 320.775 y 320.792, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15  
REIVINDICACIONES

20  
25 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE



años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un sistema indicador de posición para presentar la posición de un miembro movable alargado con un grado de libertad a lo largo de su eje geométrico longitudinal, cuyo sistema comprende: una pluralidad de elementos perceptores intercalados dispuestos en tandem, junto a dicho eje geométrico longitudinal en dos grupos separados para producir señales de salida eléctricas; y medios para comparar y utilizar selectivamente las señales eléctricas con el fin de indicar la posición del miembro movable con respecto a los elementos perceptores.

15 2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales el sistema indicador de posición está destinado a dar una indicación de presentación digital y dichos medios comprenden un sistema codificador operable por dichas salidas separadas para proporcionar una salida codificada digital representativa de la posición del elemento, un sistema de intercara operable por dicha salida codificada digital para transmitir dicha salida codificada digital al producirse una señal de dirección de mando correspondiente, un sistema de control para generar, se-

20

25

ME



cuenciar y transmitir dicha señal de dirección de man-  
do correspondiente a dicho sistema de enlace con el fin  
de efectuar la transmisión y acomodar la recepción de  
dicha salida codificada digital, pudiendo ser hecho fun-  
5 cionar dicho sistema de control por dicha salida codifi-  
cada digital para proporcionar una salida de señal de  
presentación descodificada, indicativa de la posición  
del elemento, y un sistema de presentación que respon-  
de a dicha señal de presentación, para proporcionar una  
10 presentación visual de la posición del elemento.

3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con  
la reivindicación 2ª, según los cuales dichos elementos  
perceptores comprenden una pluralidad de bobinas eléc-  
tricas separadas, arrolladas en torno a la periferia cir-  
15 cunferencial de dicho eje geométrico longitudinal, una  
fuente de alimentación de corriente alterna conectada  
eléctricamente a dicha pluralidad de bobinas en parale-  
lo, y medios de detección para detectar, respectivamen-  
te, un cambio en la impedancia dentro de cada una de di-  
20 chas pluralidad de bobinas a medida que el miembro movi-  
ble se desplaza a lo largo de su eje geométrico de movi-  
miento, proporcionando dichos medios de detección un gru-  
po de dichas salidas separadas, indicativo de la posición  
del elemento movable con relación a dicha disposición  
25 en tándem de bobinas separadas.



5 4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales el miembro móvil tiene una dimensión alargada aproximadamente igual a una dimensión longitudinal de dicha disposición en tándem de bobinas separadas.

10 5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, según los cuales dichos medios de detección incluyen medios para comparar la impedancia en bobinas adyacentes a lo largo de dicha disposición en tándem, y dicho grupo de salidas separadas corresponde aproximadamente a una coordenada entre dos de dicha pluralidad de bobinas que presenta la mayor diferencia de impedancias de dicha disposición en tándem.

15 6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 5ª, según los cuales dicho sistema codificador incluye una pluralidad de subsistemas codificadores que corresponden, respectivamente, el número de dichos grupos de bobinas separadas, estando cada uno de dichos subsistemas codificadores eléctricamente aislado de y funcionando independientemente uno de otro y pudiendo ser hechos funcionar, por grupos asociativos respectivos de dichas salidas separadas procedentes de dichos grupos de bobinas correspondientes, para proporcionar una salida digital correspondiente.

20 25 7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con

*me*



la reivindicación 6ª, según los cuales dicho sistema de enlace incluye una pluralidad de subsistemas de enlace que corresponden, respectivamente, al número de dichos subsistemas codificadores, estando dichos subsistemas de enlace eléctricamente aislados entre sí y pudiendo ser hechos funcionar de manera independiente uno de otro, por dicha salida codificada digital correspondiente, para transmitir la misma a dicho sistema de control merced a dicha señal de dirección de mando correspondiente.

10

8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, según los cuales dicha salida digital está proporcionada en código Gray.

15

9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, según los cuales los códigos Gray correspondientes generados por dichos subsistemas codificadores respectivos, son comparados en dicho sistema de control y una diferencia de un bitio es indicada como fallo de funcionamiento dentro del sistema de indicación.

20

10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 9ª, según los cuales dicho sistema de control combina dichos códigos Gray procedentes de dichos subsistemas codificadores por suma algebraica de los códigos respectivos para proporcionar una resolu-

25



ción incrementada de la información así transportada.

5                    11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 2ª, según los cuales el sistema indicador de posición incluye un sistema de detección de fallos asociado con dicho sistema codificador y de enlace, que responde a fallos de funcionamiento eléctricos dentro del sistema de indicación de posición, para generar una señal de error y transmitir la misma a dicho sistema de control merced a dicha dirección correspondiente asociada con la parte del sistema en que se ha detectado el fallo, en lugar de dicha salida codificada digital asociada con dicha dirección correspondiente.

15                    12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 11ª, según los cuales dicho sistema de detección de fallos proporciona una señal de alarma indicativa del fallo dentro del sistema de indicación de posición.

20                    13ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 2ª, según los cuales dicho sistema de presentación comprende una agrupación gráfica de luces indicativas de la posición del miembro movable.

25                    14ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 2ª, según los cuales el miembro movable es un eje de impulsión de una barra de control

*mte*



de un reactor nuclear.

5  
10  
15  
16ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dichos medios para comparar y utilizar selectivamente las señales de salida eléctricas incluyen una disposición de circuito de elección por mayoría para asegurar la validez de salidas de barra colectora común en sistemas redundantes que generan una pluralidad de al menos tres señales de salida sustancialmente similares a un tren de señales de barra colectora común, comprendiendo dicha disposición de circuito de elección por mayoría, medios para comparar la pluralidad de señales de salida que responden a las diferencias correspondientes de las señales de salida y que actúan para desconectar tales señales de salida cuando presentan la diferencia de la barra colectora común y para dejar pasar las restantes señales de salida a ella.

20  
16ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 15ª, según los cuales cuando más de una señal de salida presenta una diferencia, dichos medios para comparar las señales de salida desconectan las señales de salida que presentan la diferencia de la barra colectora común en una orden de prioridad predeterminado.

25  
17ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con

*me*



la reivindicación 16ª, según los cuales cuando todas las señales de salida presentan una diferencia, dichos medios para comparar señales de salida dejan pasar solamente una señal de salida a la barra colectora común, de acuerdo con dicho orden de prioridad predeterminado.

5

18ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 15ª, según los cuales dichos medios para comparar la pluralidad de señales de salida incluyen una pluralidad de comparadores correspondientes a y asociados individualmente con la pluralidad de salidas, pudiendo ser hecho funcionar cada uno de dichos comparadores para comparar su salida correspondiente con todas las otras salidas y desconectar su salida correspondiente de la barra colectora común si está presente, por tanto, una diferencia con respecto a las salidas restantes.

10

15

19ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 18ª, según los cuales el sistema indicador de posición incluye: medios para tratar las salidas en un formato deseado predeterminado, y medios asociados con dichos medios de tratamiento para comparar las salidas respectivas procedentes de dichos comparadores y para proporcionar una señal representativa de las mismas a la cual responden los medios de tratamiento, para presentación en dicho formato deseado.

20

25

*ME*



5  
10  
20<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 19<sup>a</sup>, según los cuales dichos medios de tratamiento incluyen una pluralidad de unidades de tratamiento y dichos medios asociados con dichos medios de tratamiento incluyen una pluralidad de unidades comparadoras correspondientes a dicha pluralidad de unidades de tratamiento, teniendo cada una entradas desde dicha pluralidad de salidas y pudiendo ser hechas funcionar para proporcionar una señal representativa de las salidas a las cuales responden las unidades de tratamiento correspondientes, para presentar dicho formato deseado.

15  
20<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 20<sup>a</sup>, según los cuales dichos comparadores comprenden un circuito de elección por mayoría digital y dichas unidades comparadoras comprenden un circuito de elección por mayoría, analógico.

20  
20<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 21<sup>a</sup>, según los cuales dicho circuito de elección por mayoría analógico emplea una lógica de umbral.

25  
23<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 15<sup>a</sup>, según los cuales dichos medios de comparación proporcionan una señal de alarma que identifica la salida que presenta la diferencia.

*mfe*

7 FEB 1976

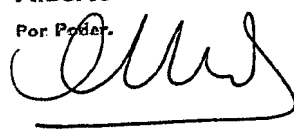
24ª.- Perfeccionamientos introducidos en un sistema indicador de posición para presentar la posición de un miembro movable alargado.

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

Esta Memoria consta de setenta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

MADRID, 7 FEB. 1976

P.A.

Alberto de Eizaburu  
Por Poder.  




3.2.76  
CGD.

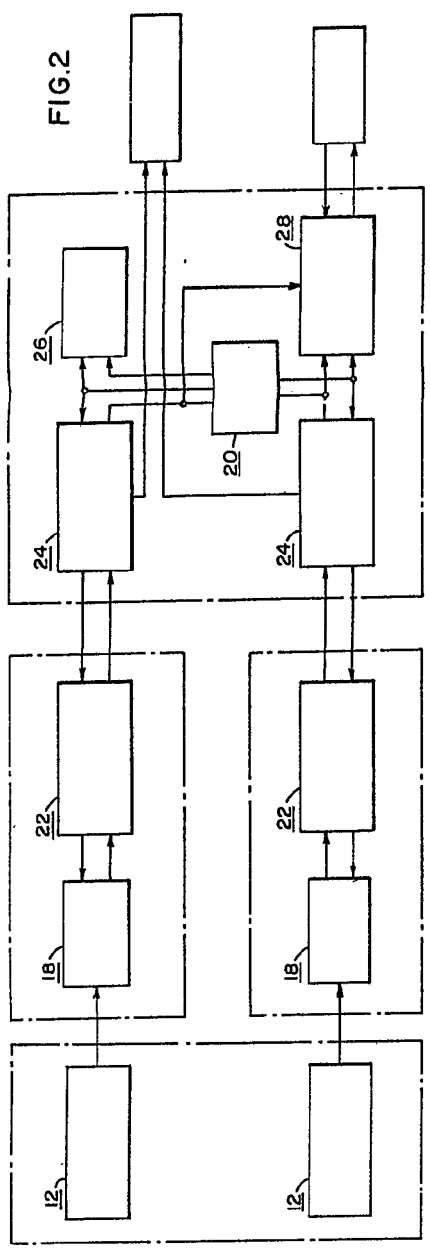


FIG. 2

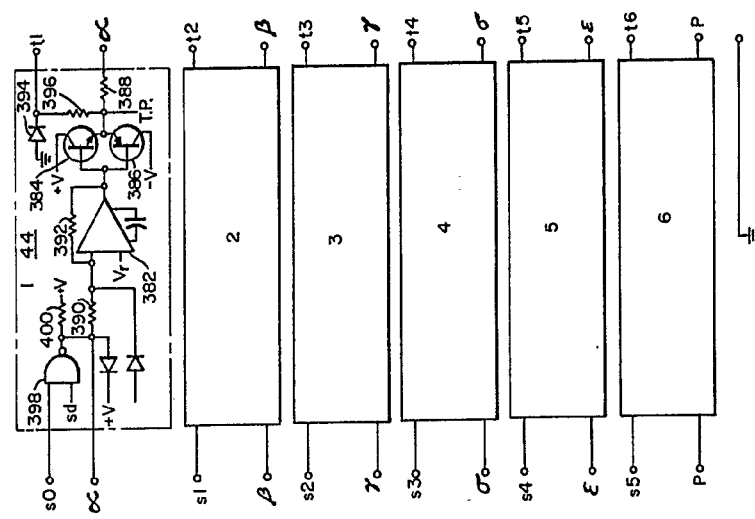


FIG. 5A

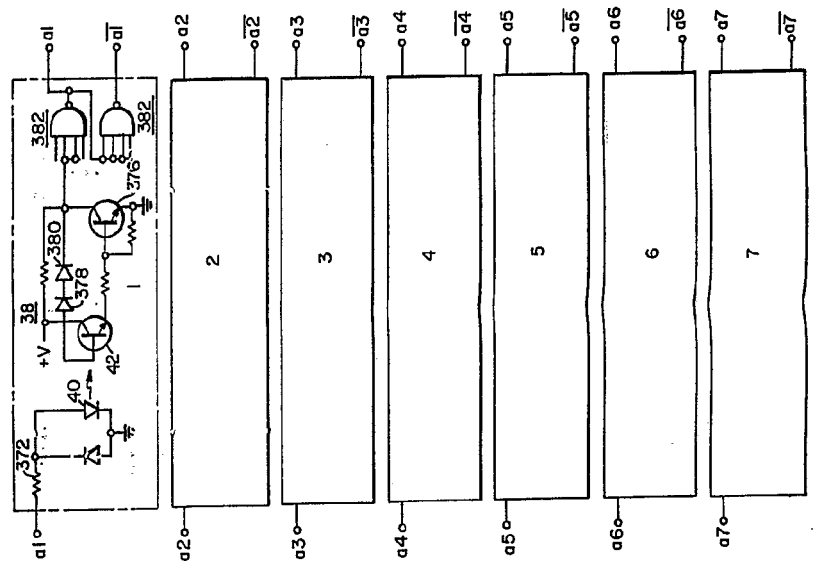
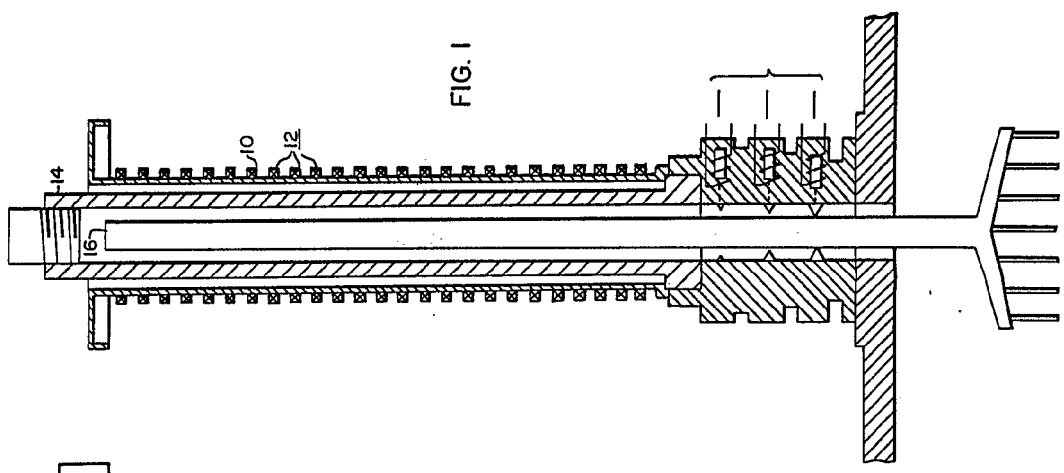
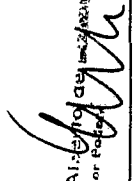


FIG. 1



  
 ALBERTO G. MARZARI  
 Per Patent

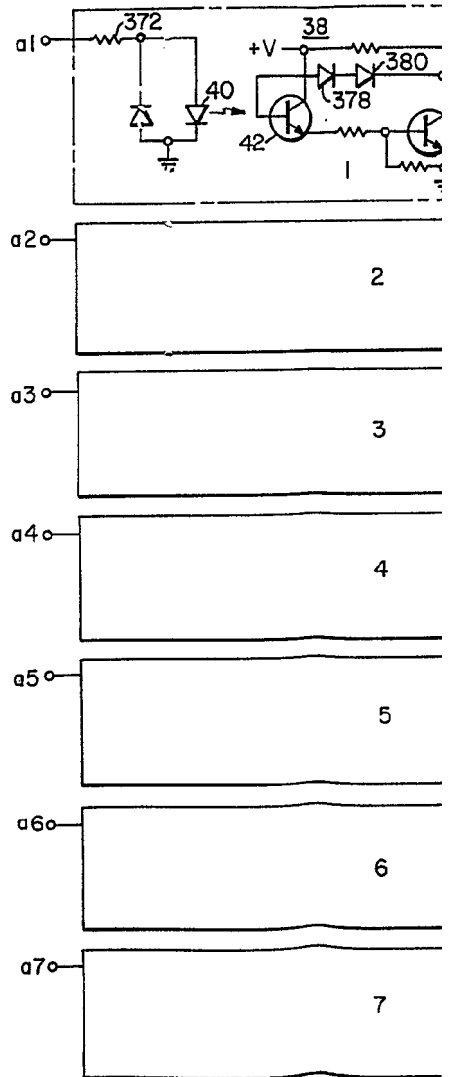
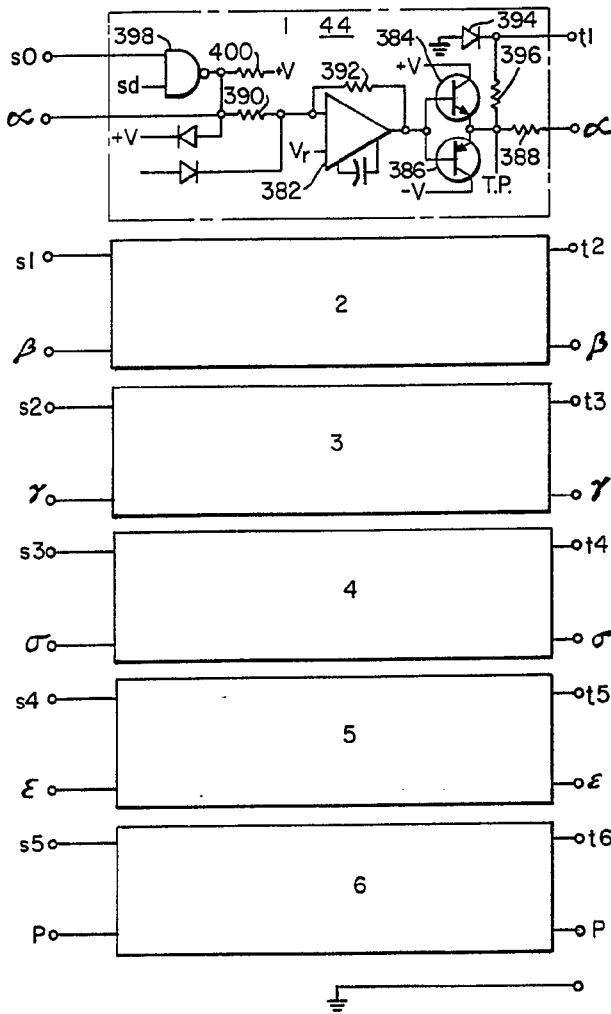
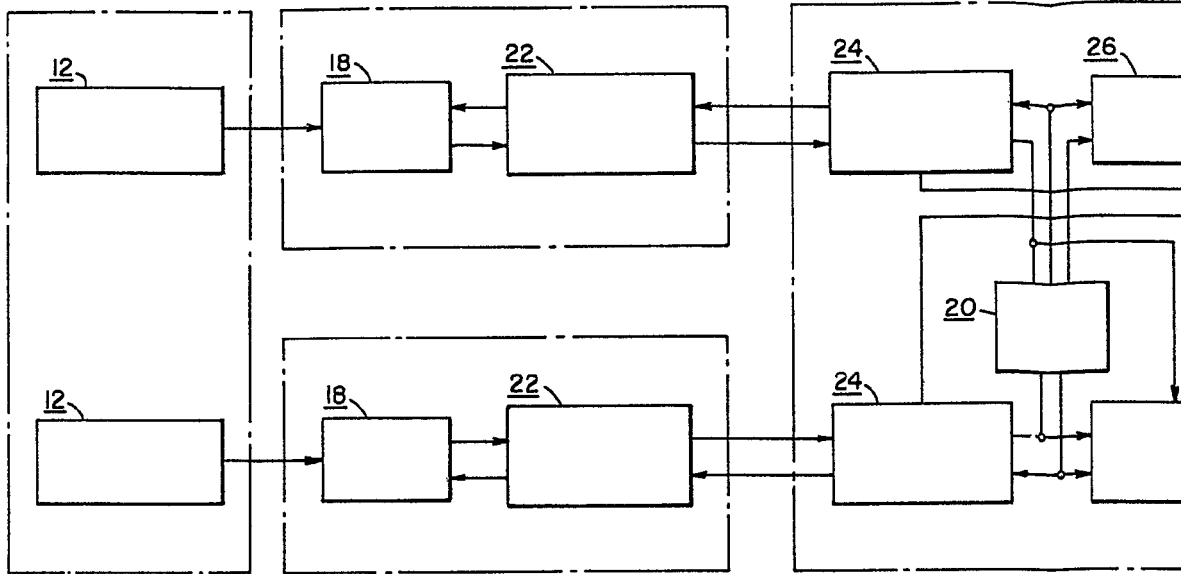
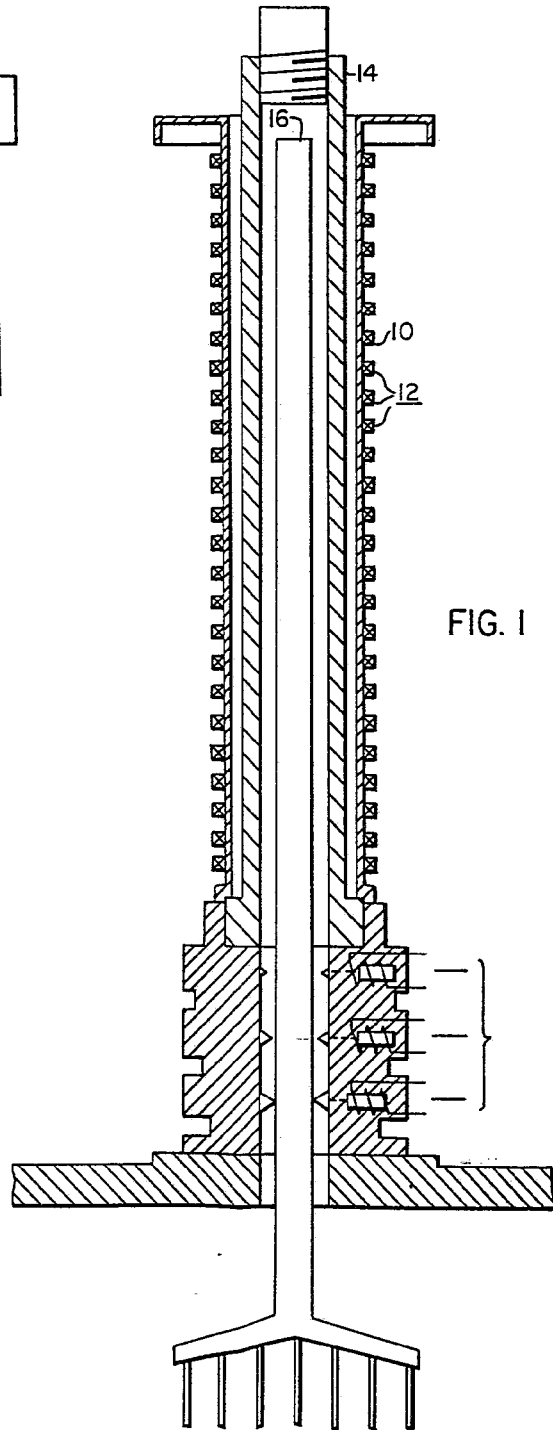
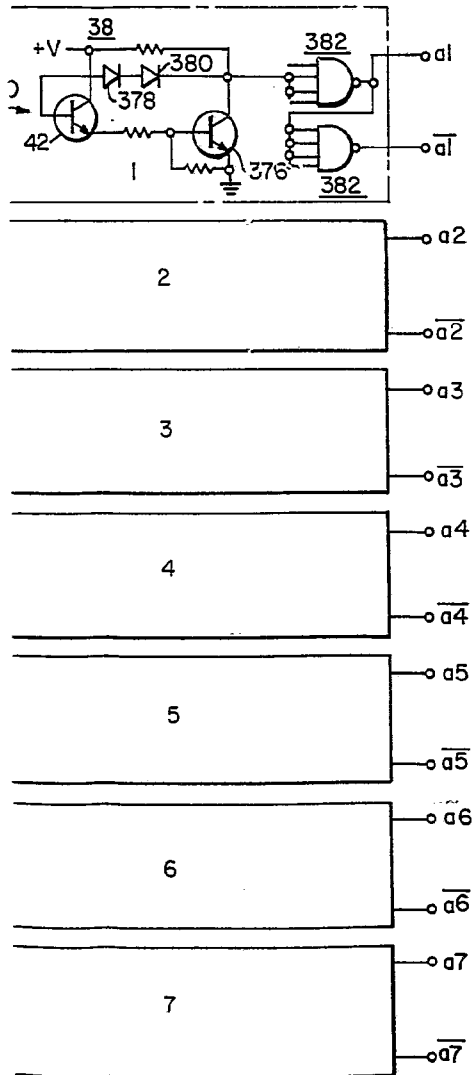
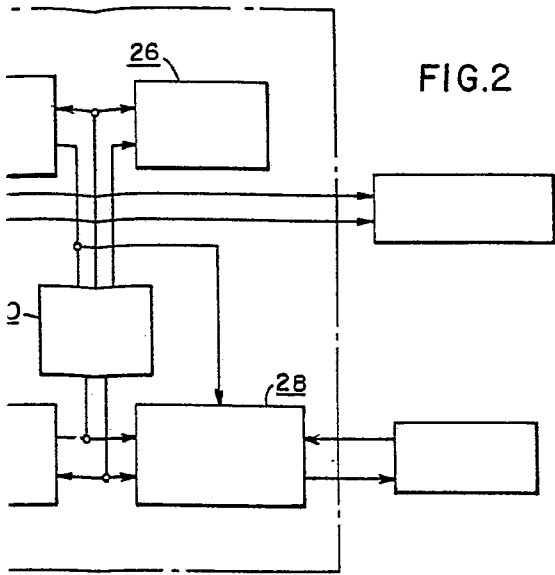
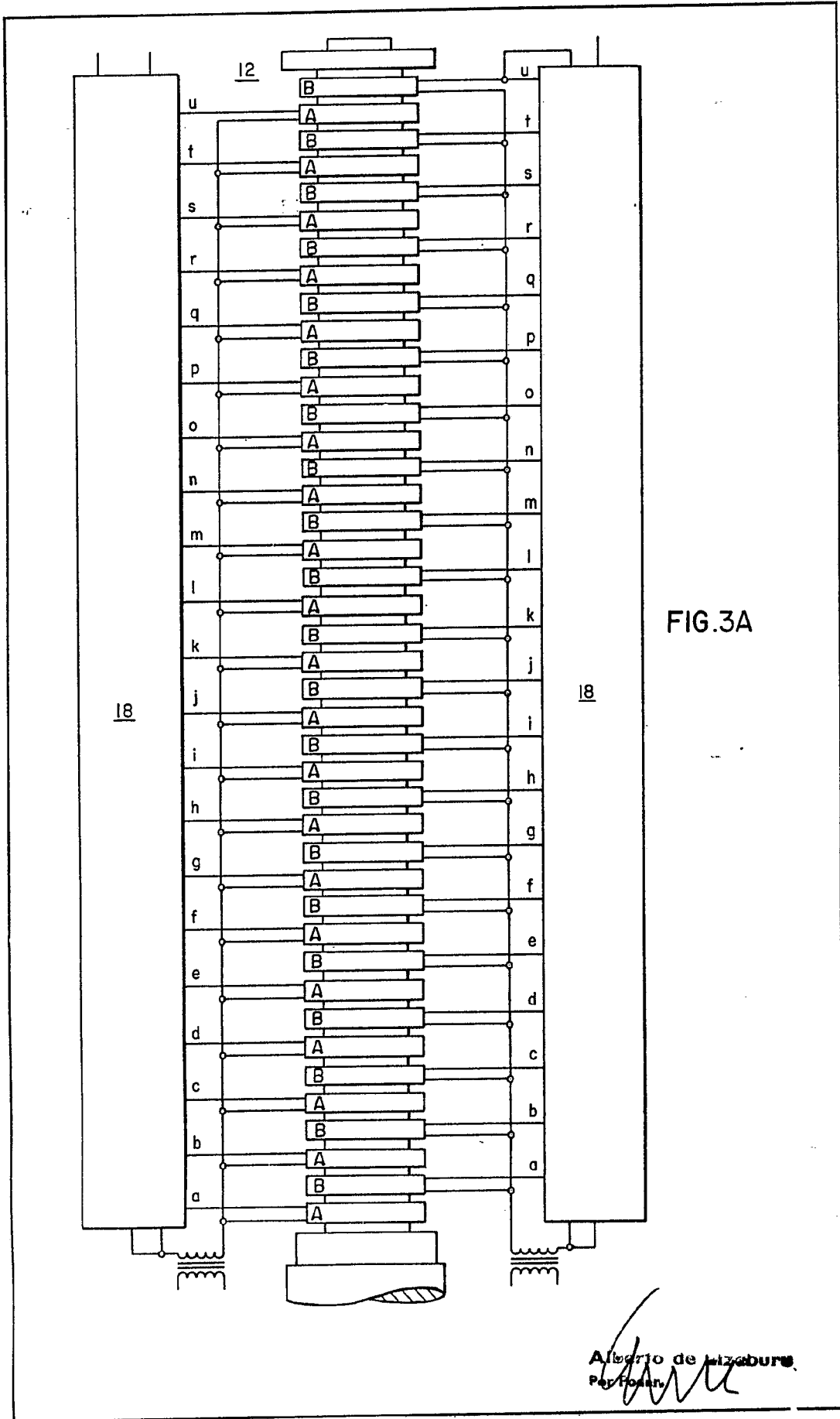


FIG5A



Approved for Release  
 For Foreign



Alberto de Mazaris  
Per. P. 10/11/51

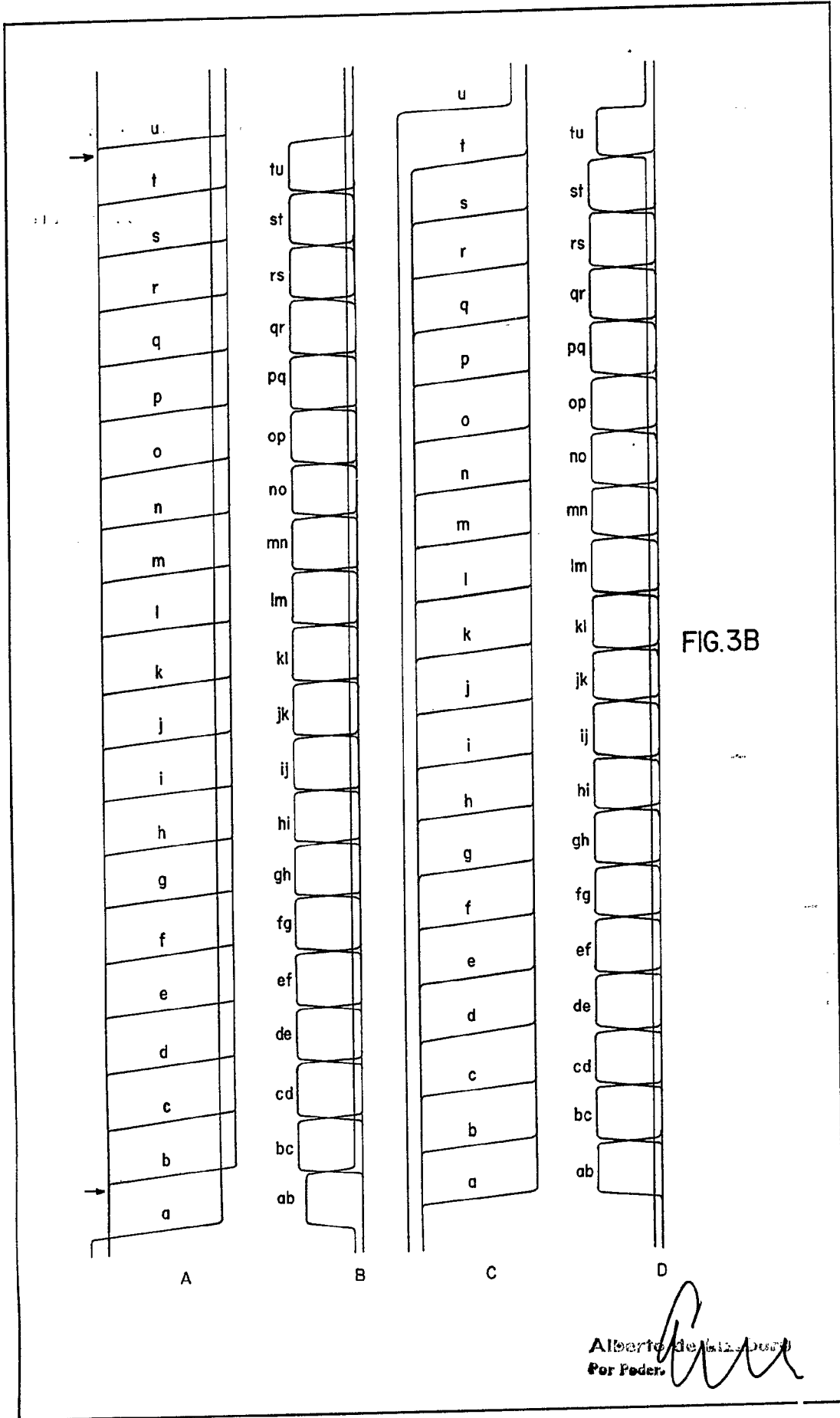


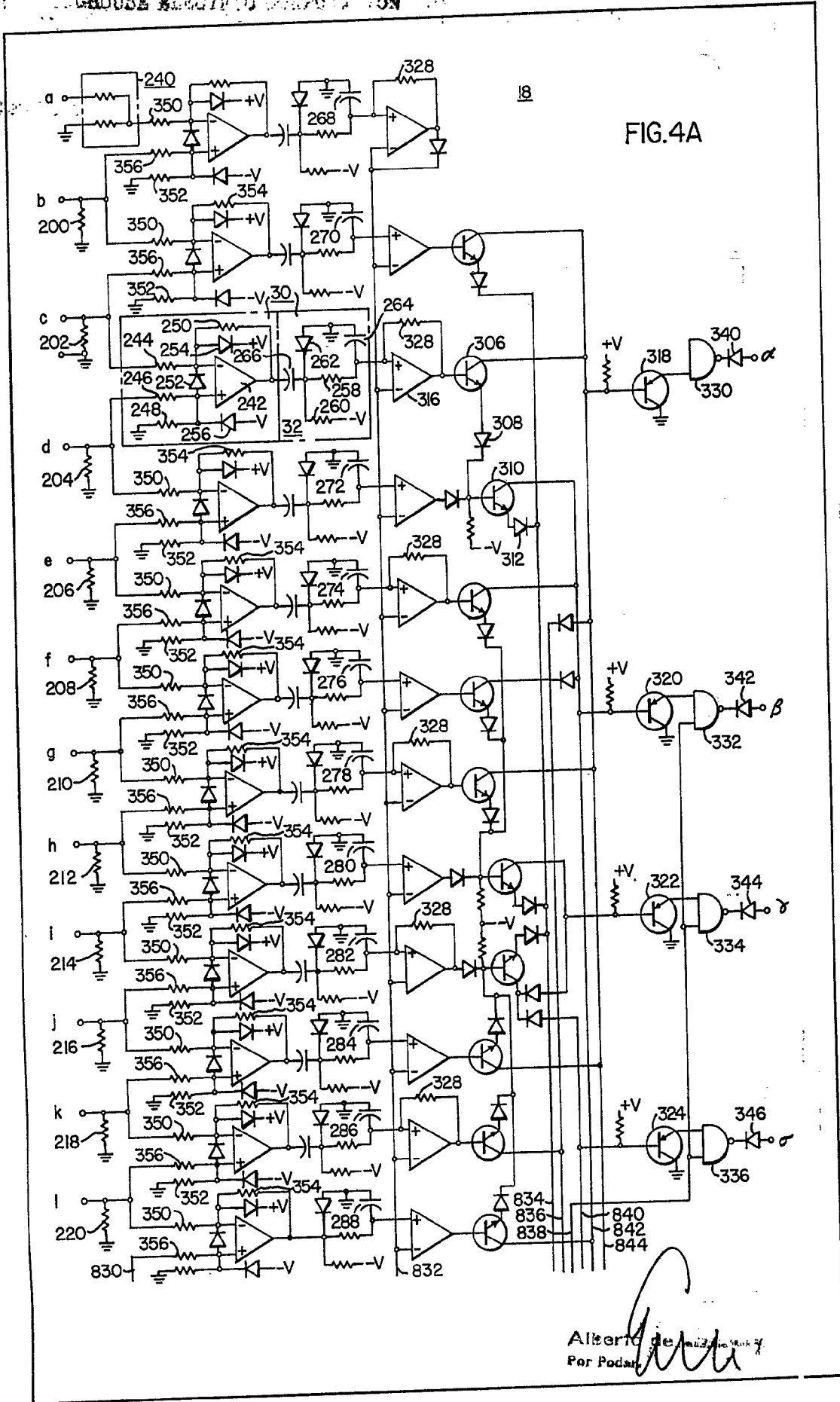
FIG. 3B

Alberto de la Cruz  
Por Poder.

A	B (UNDEF)	C	D	E	F	G
UNDEF	---	UNDEF	---	UNDEF	UNDEF	---
11010	11010	10011	10011	100110	100110	100110 ←
---	11011	---	10010	100100	---	100100
11011	---	10010	---	100011	100100	---
---	11001	---	10001	100010	---	100010
11001	---	10001	---	100001	100010	---
---	11000	---	10000	100000	---	100000
11000	---	10000	---	011111	100000	---
---	01000	---	01111	011110	---	011110
01000	---	01111	---	011101	011110	---
---	01001	---	01110	011100	---	011100
01001	---	01110	---	011011	011100	---
---	01011	---	01101	011010	---	011010
01011	---	01101	---	011001	011010	---
---	01010	---	01100	011000	---	011000
01010	---	01100	---	010111	011000	---
---	01110	---	01011	010110	---	010110
01110	---	01011	---	010101	010110	---
---	01111	---	01010	010100	---	010100
01111	---	01010	---	010011	010100	---
---	01101	---	01001	010010	---	010010
01101	---	01001	---	010001	010010	---
---	01100	---	01000	010000	---	010000
01100	---	01000	---	001111	010000	---
---	00100	---	00111	001110	---	001110
00100	---	00111	---	001101	001110	---
---	00101	---	00110	001100	001110	---
00101	---	00110	---	001011	---	001010
---	00111	---	00101	001010	001010	---
00111	---	00101	---	001001	---	001000
---	00110	---	00100	001000	---	001000
00110	---	00100	---	000111	001000	---
---	00010	---	00011	000110	---	000110
00010	---	00011	---	000101	000110	---
---	00011	---	00010	000100	000100	---
00011	---	00010	---	000011	---	000010
---	00001	---	00001	000010	---	000010
00001	---	00001	---	000001	000010	---
---	00000	---	00000	000000	---	000000 ←
00000	---	00000	---	UNDEF	000000	---
---	UNDEF	---	UNDEF	UNDEF	---	UNDEF
UNDEF	UNDEF	UNDEF	UNDEF	UNDEF	UNDEF	UNDEF
$\epsilon\sigma\gamma\beta\alpha$	$\epsilon\sigma\gamma\beta\alpha$	$2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$	$2^4 2^3 2^1 2^0$	$2^5 4 3 2 1 0$	$2^5 4 3 2 1 0$	$2^5 4 3 2 1 0$

FIG.3C

Alberto  
Por Padani



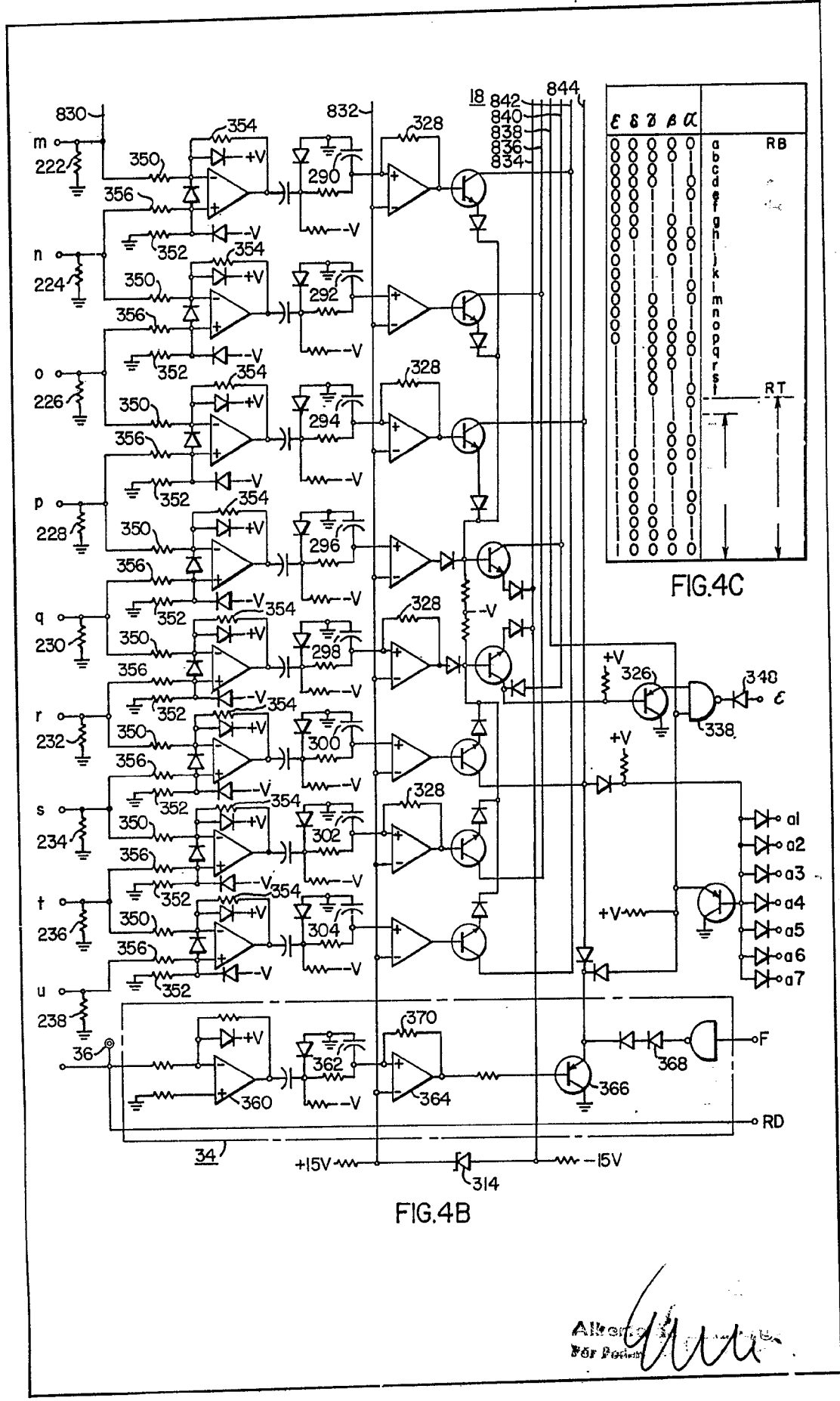
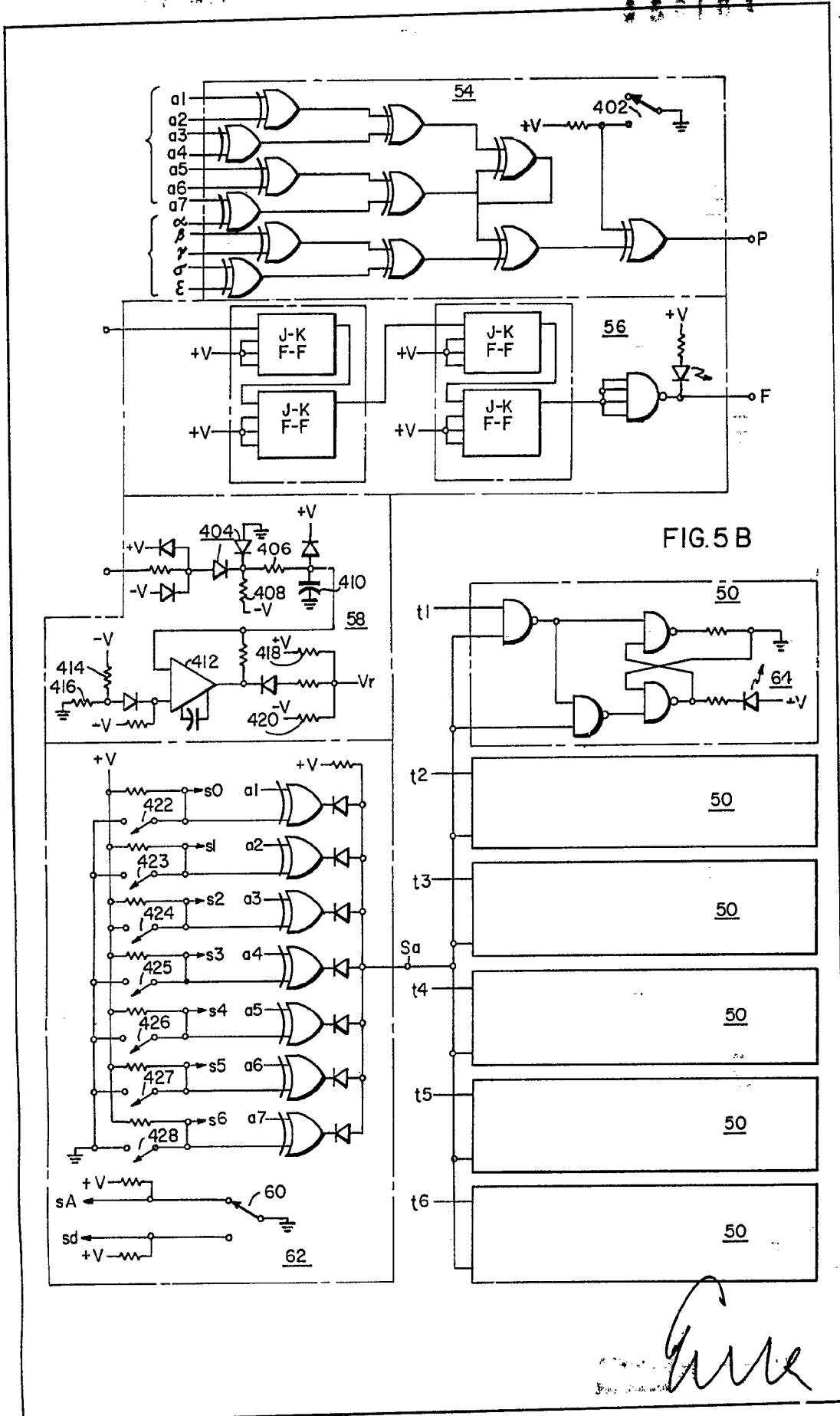


FIG. 4B

FIG. 4C

Albert J. ...  
 868 Patent





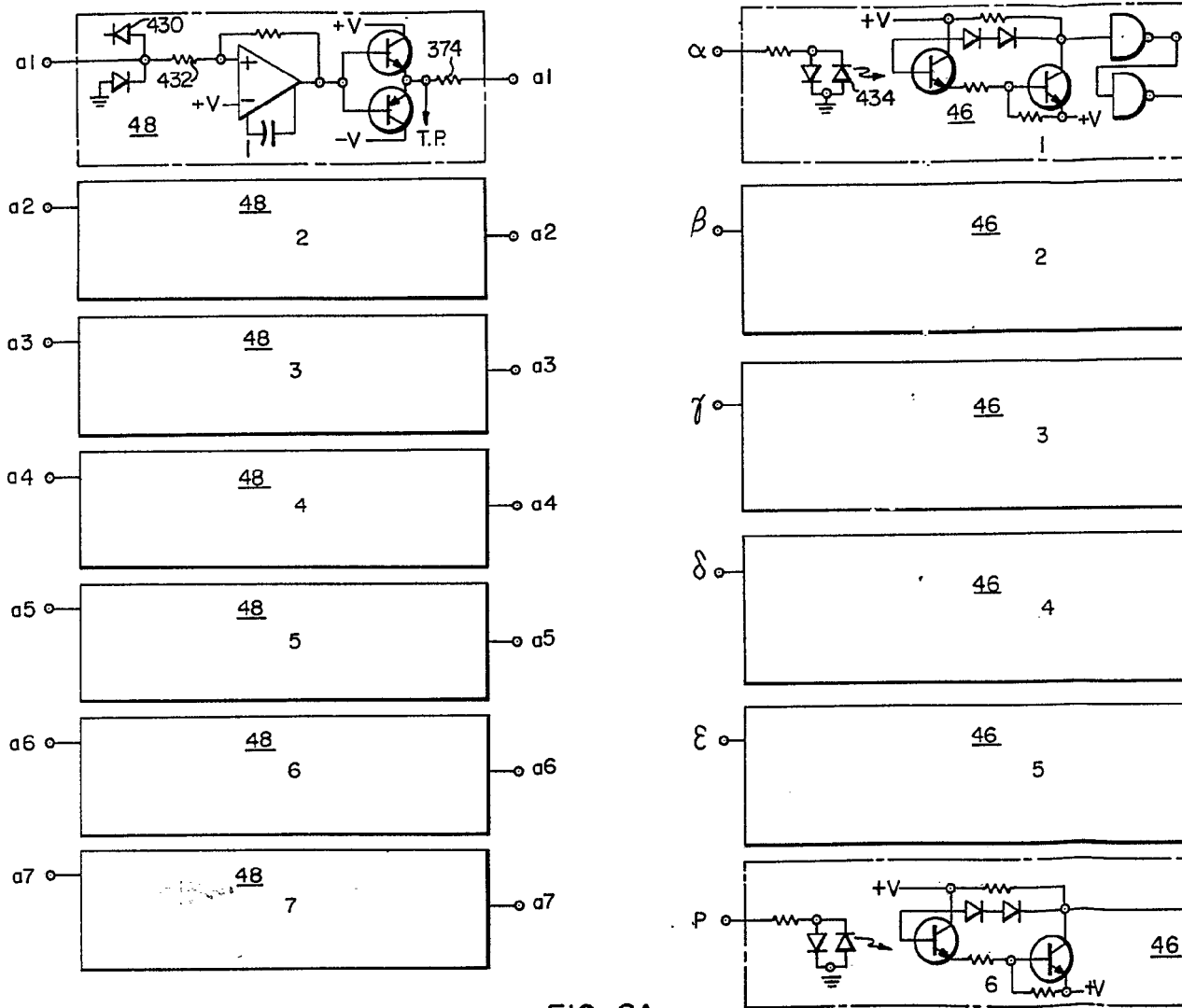


FIG. 6A

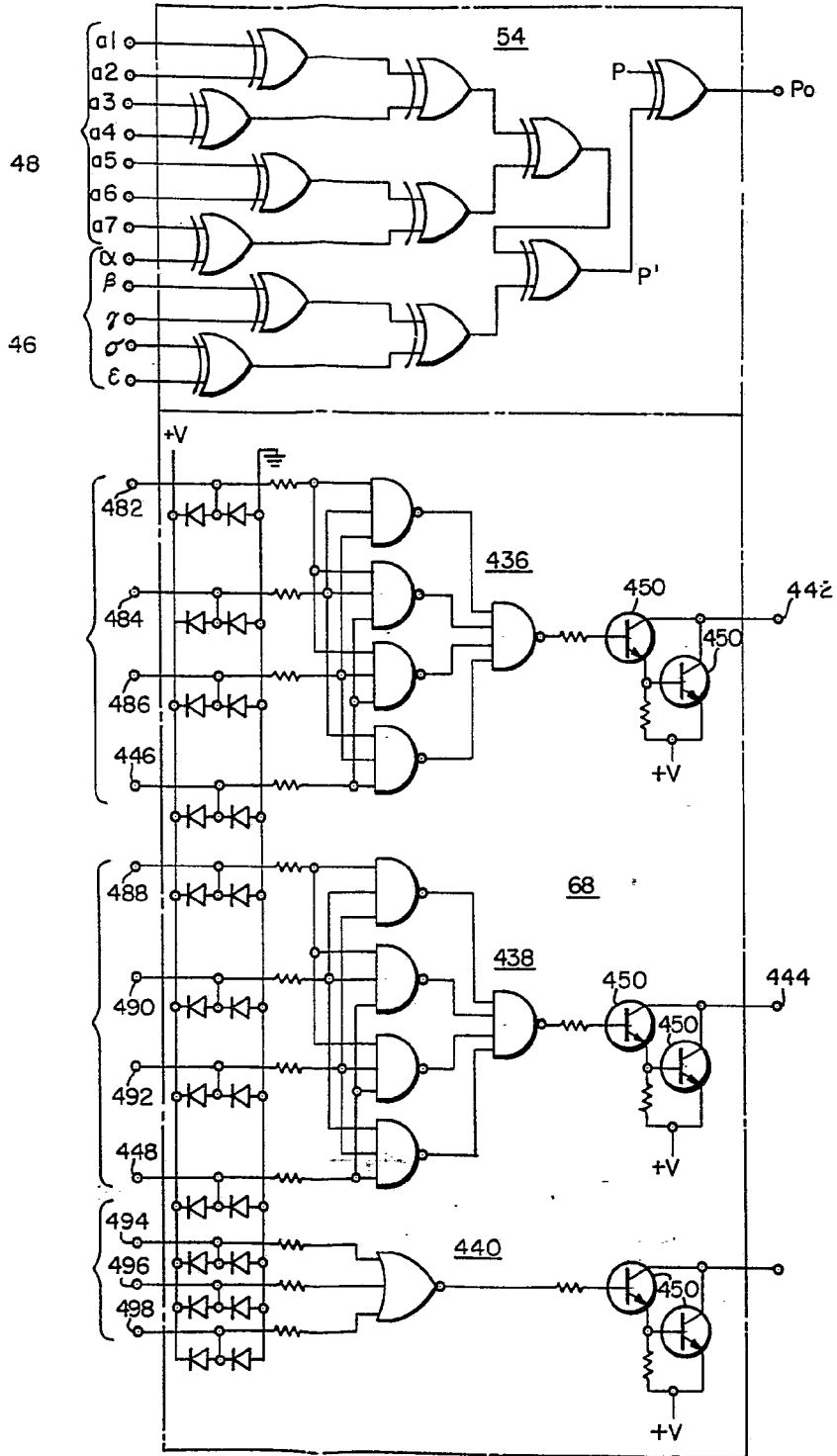
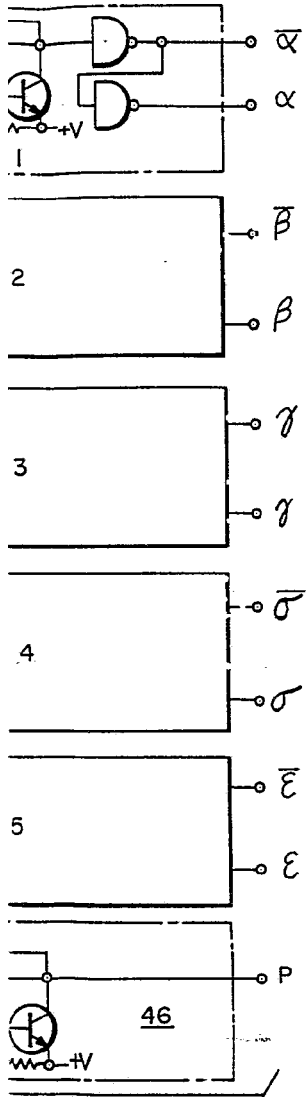


FIG. 6B

Albert G. Ziebur  
Per Ford

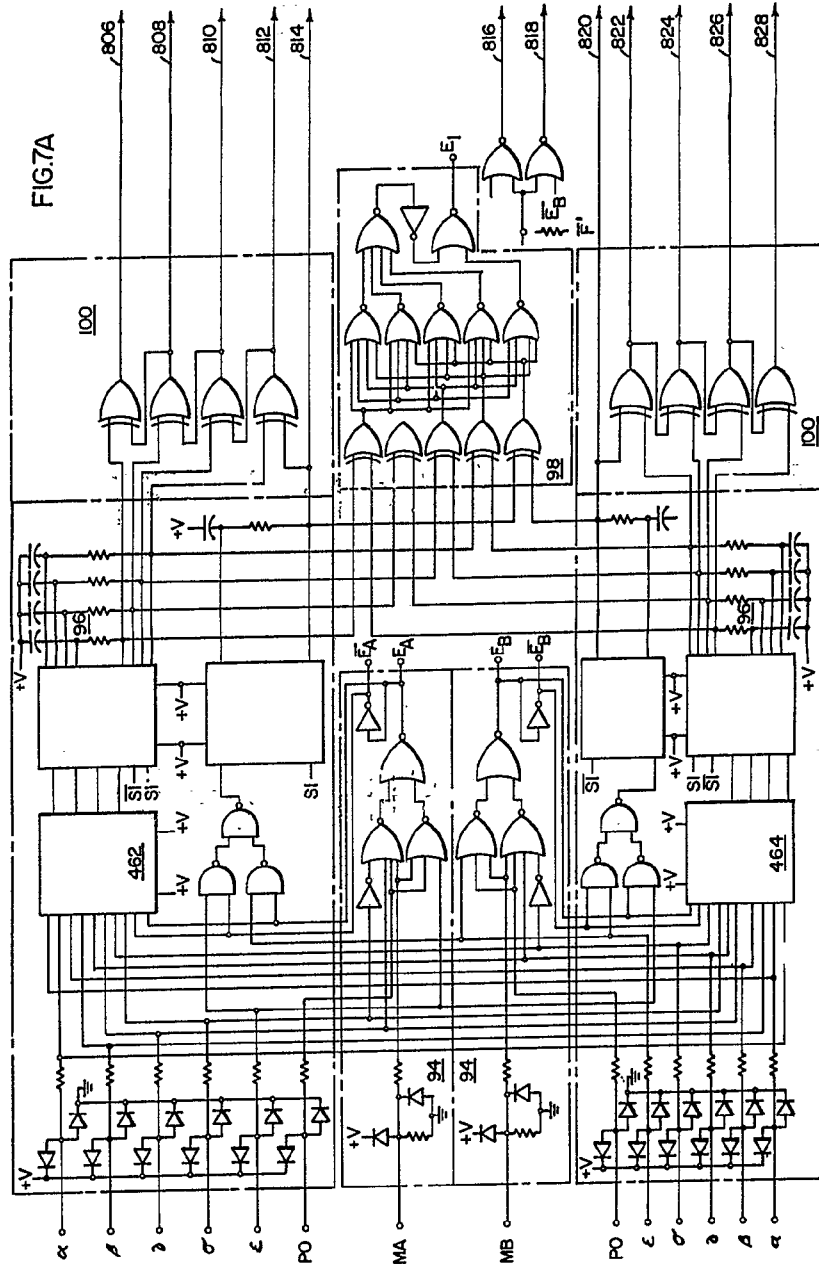
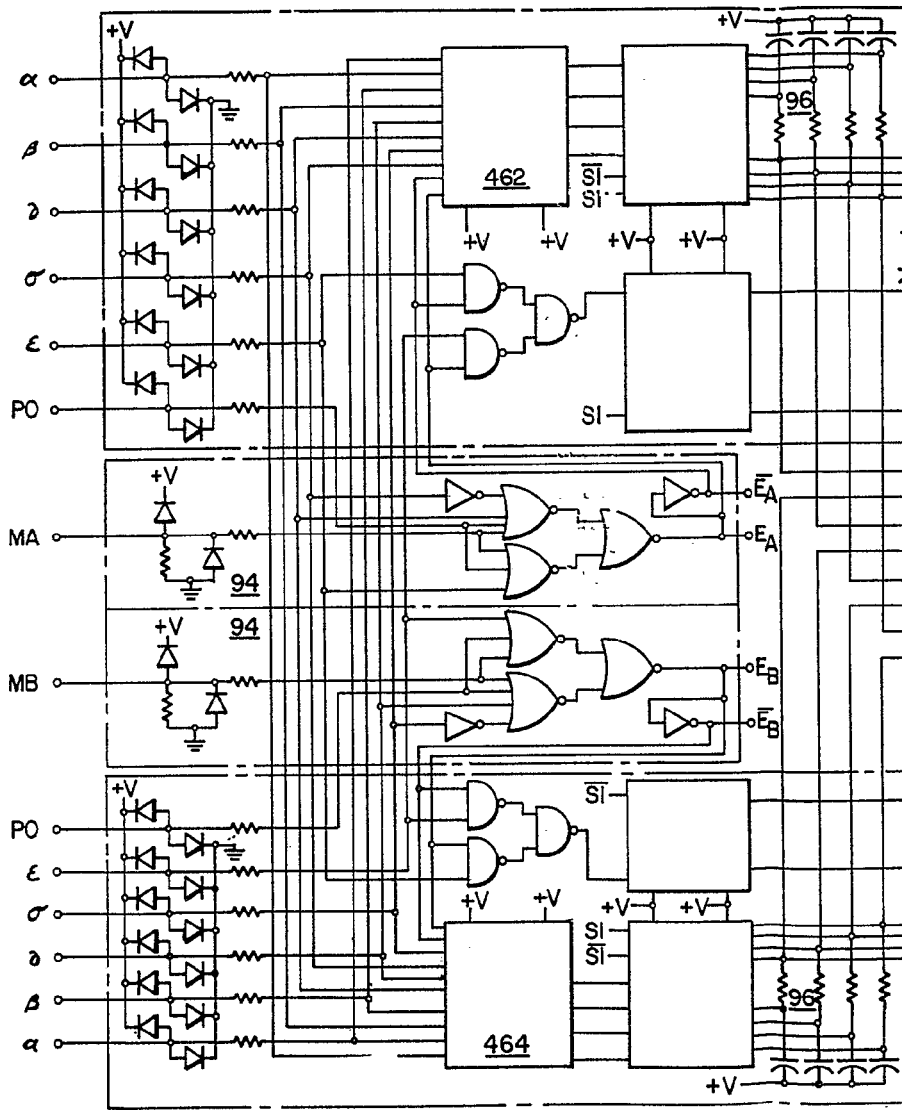
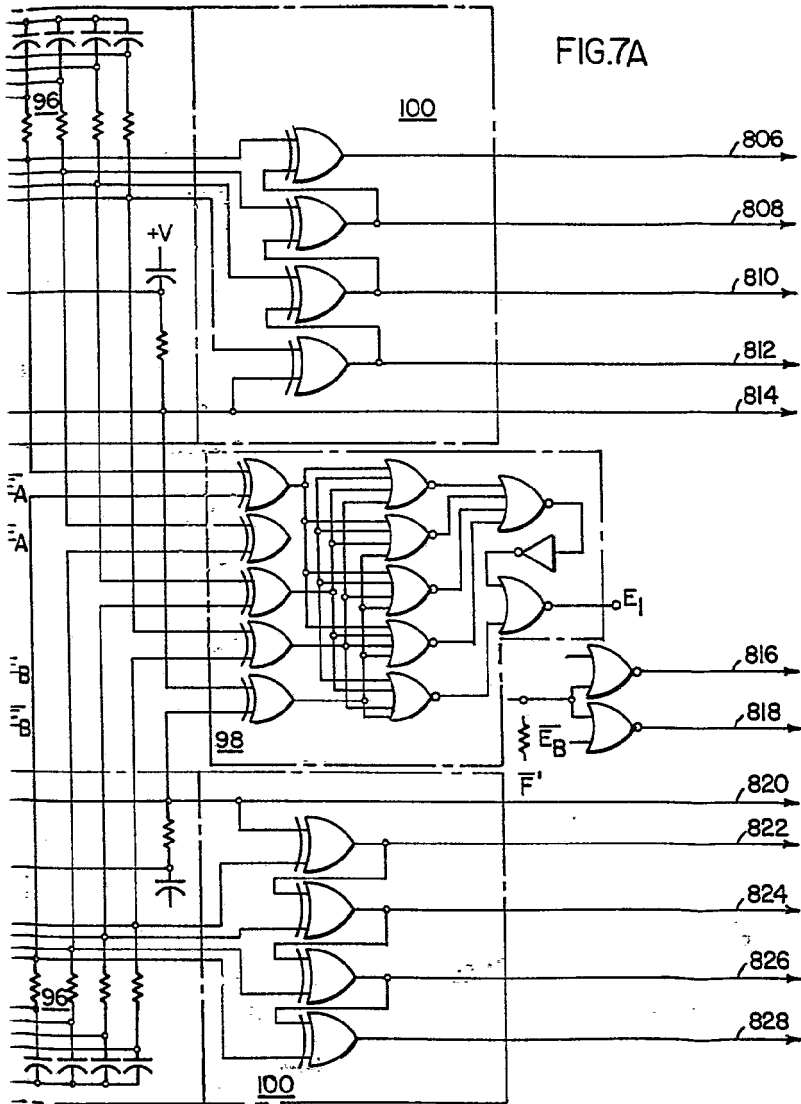


FIG.7A

Approved by *[Signature]*  
Per Project





ALSO SEE  
Per Page

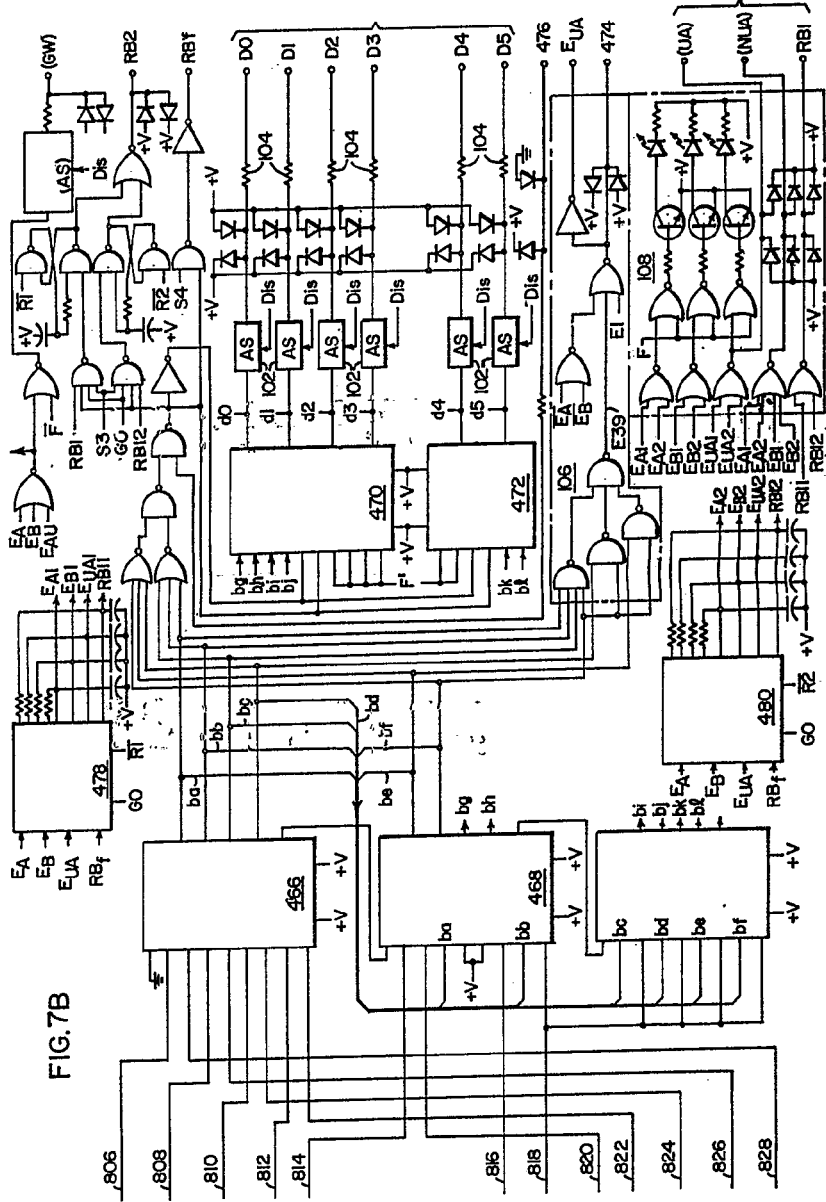
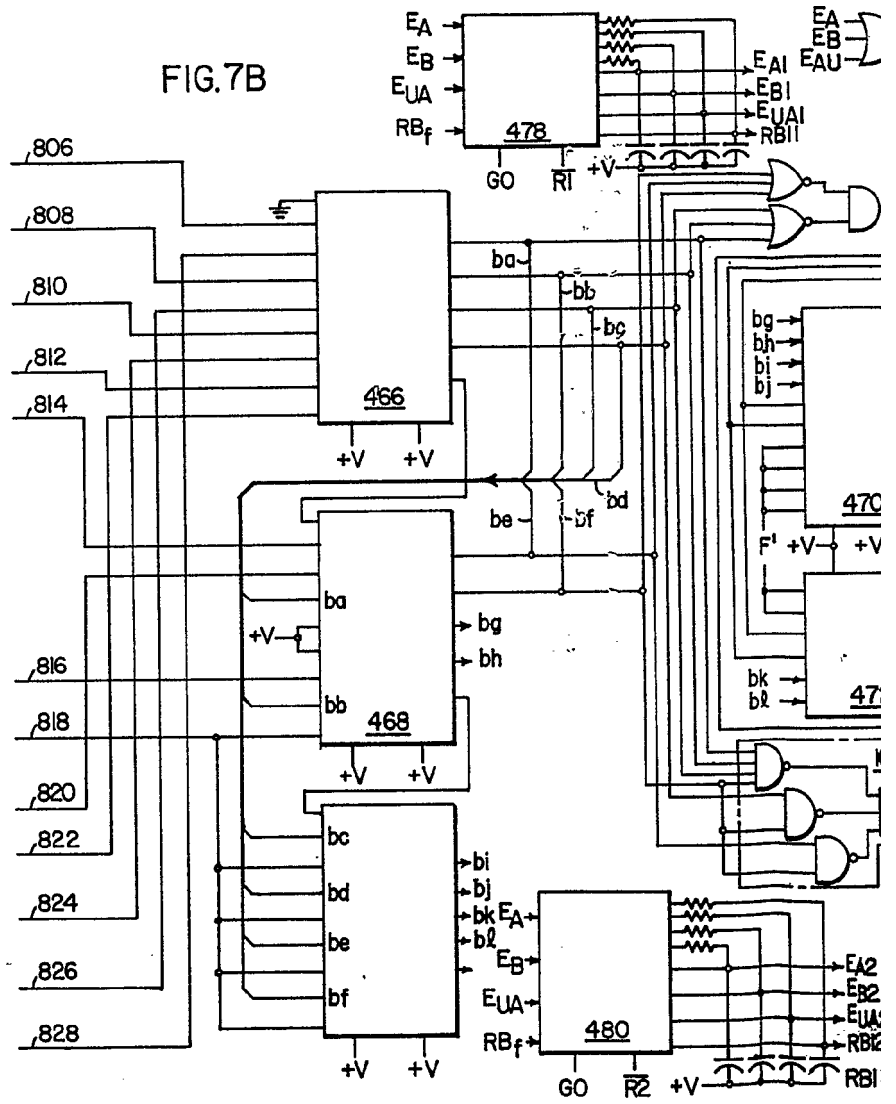


FIG. 7B

Per Roscoe  
*Roscoe*

FIG. 7B





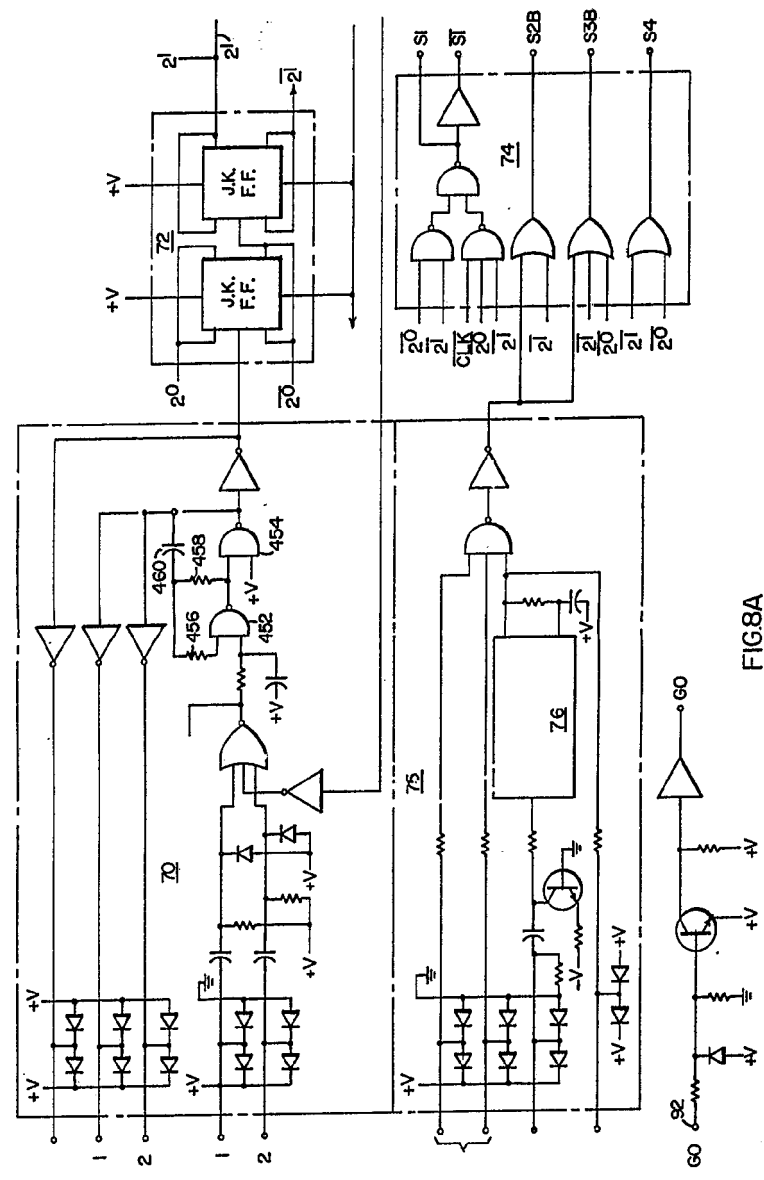


FIG. 8A

Alberto Heinz & Co.  
Per Rodolfo

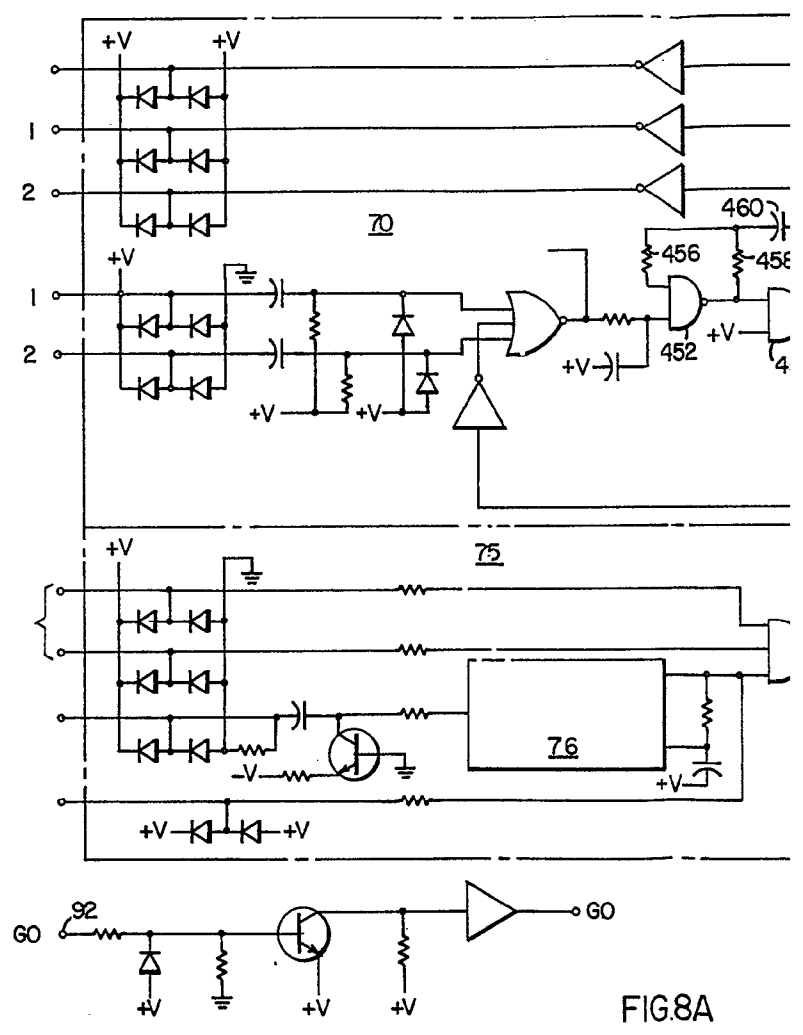


FIG. 8A

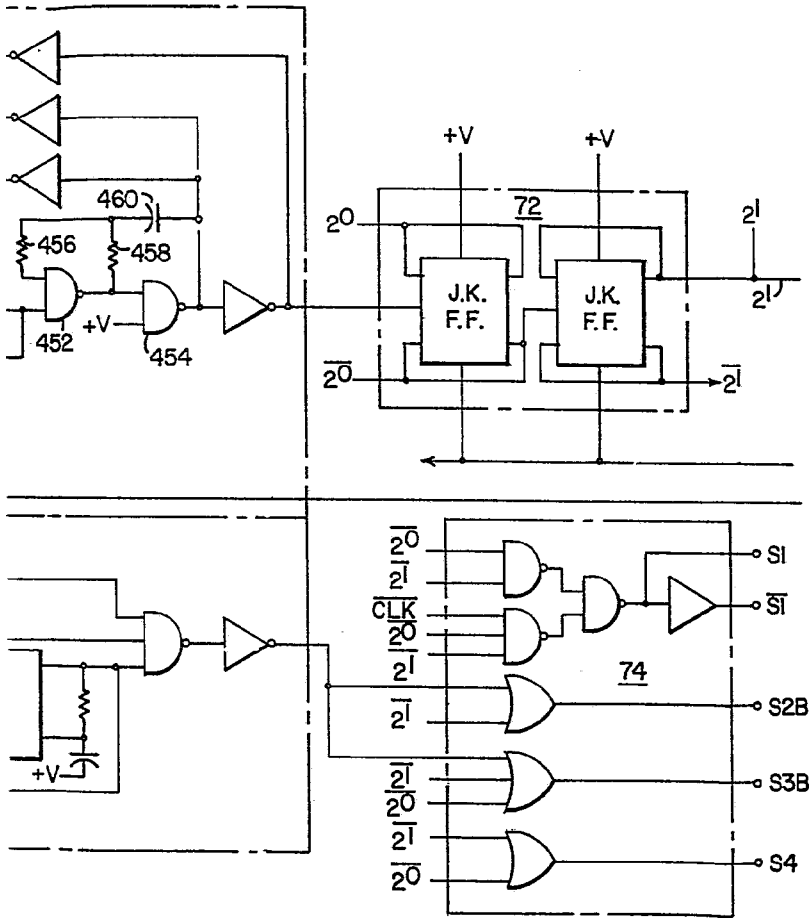


FIG.8A

Alberto De Fezobunt  
Per Foder

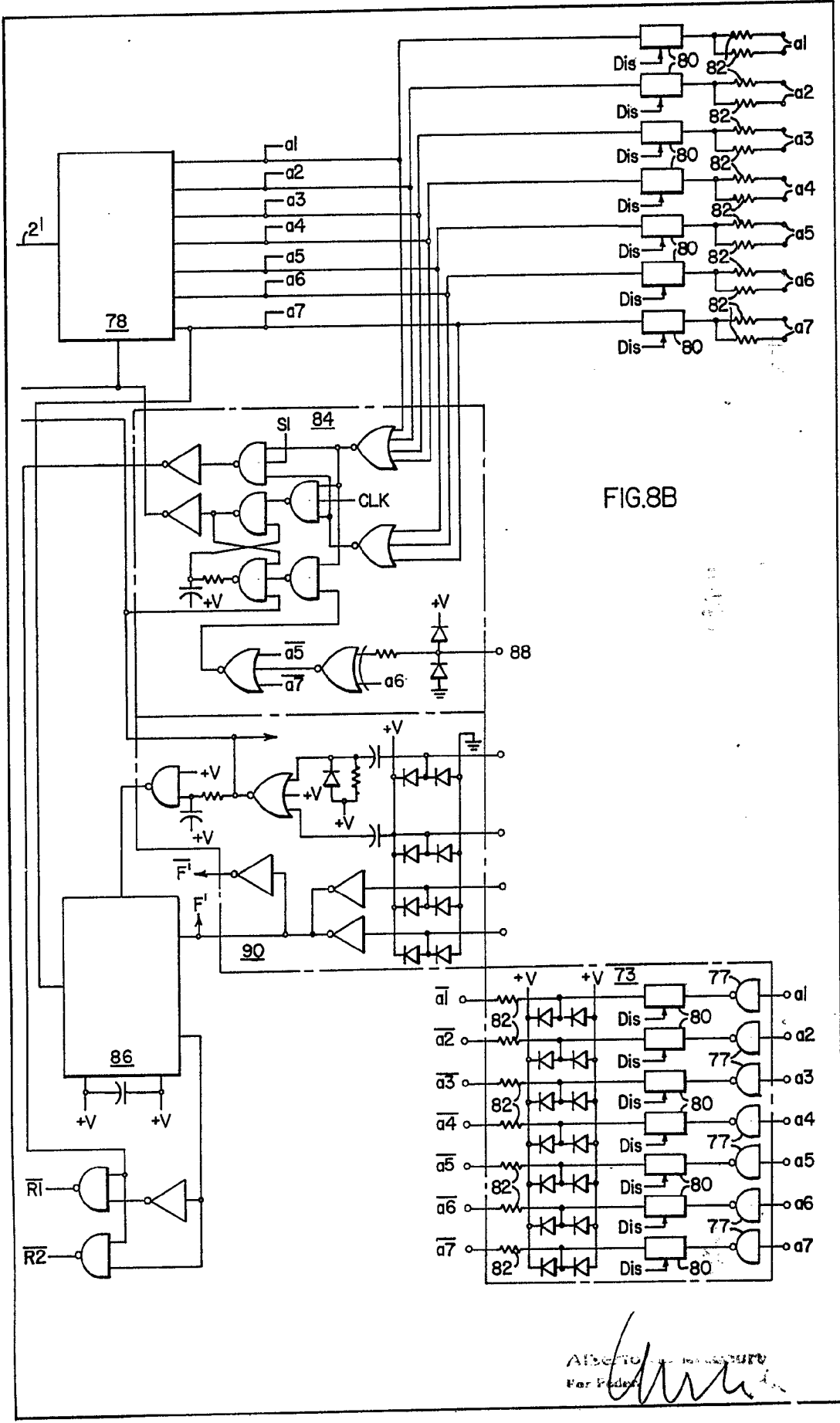
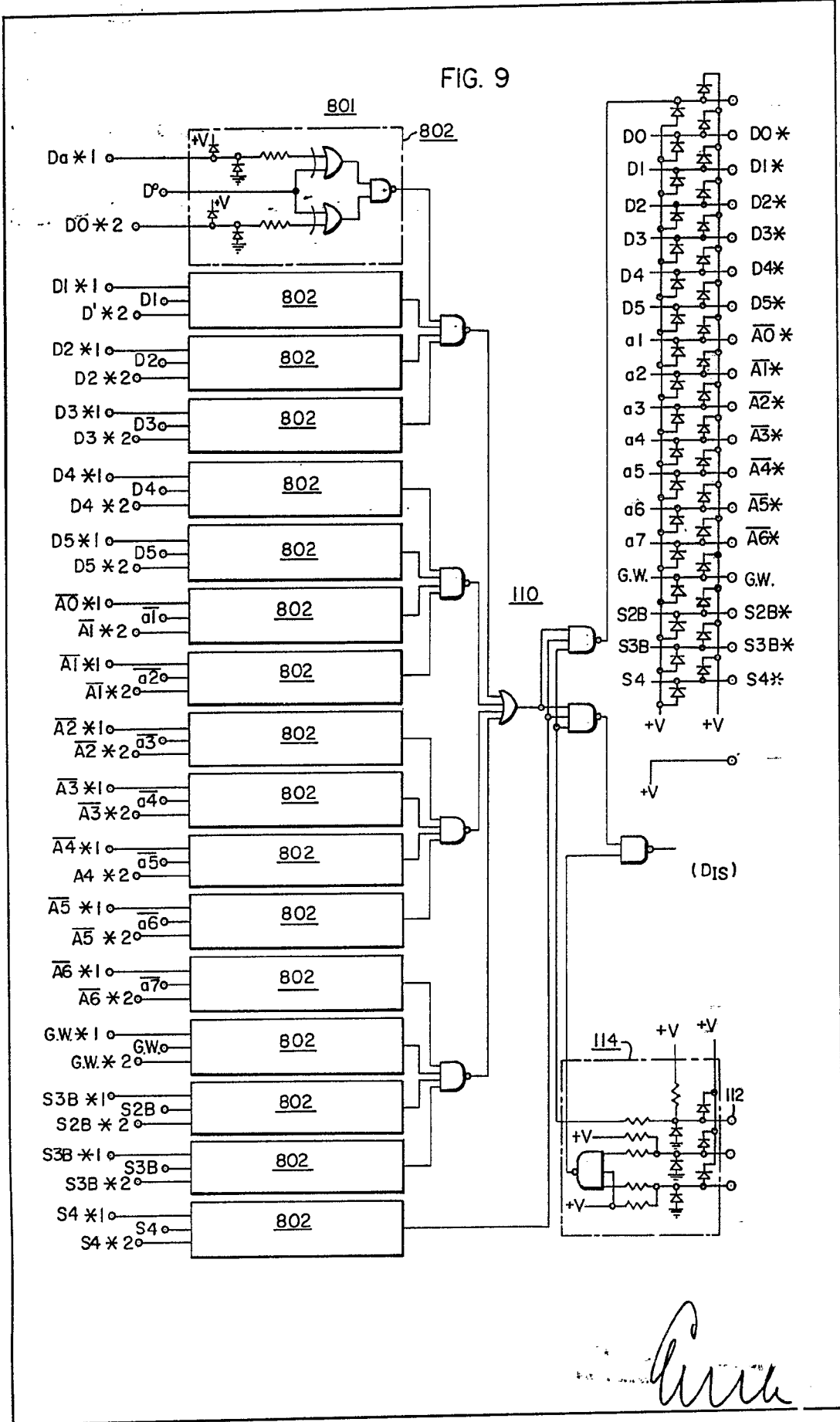


FIG. 8B

Albert G. ...  
For Patent

FIG. 9



*Handwritten signature*

FIG. 10

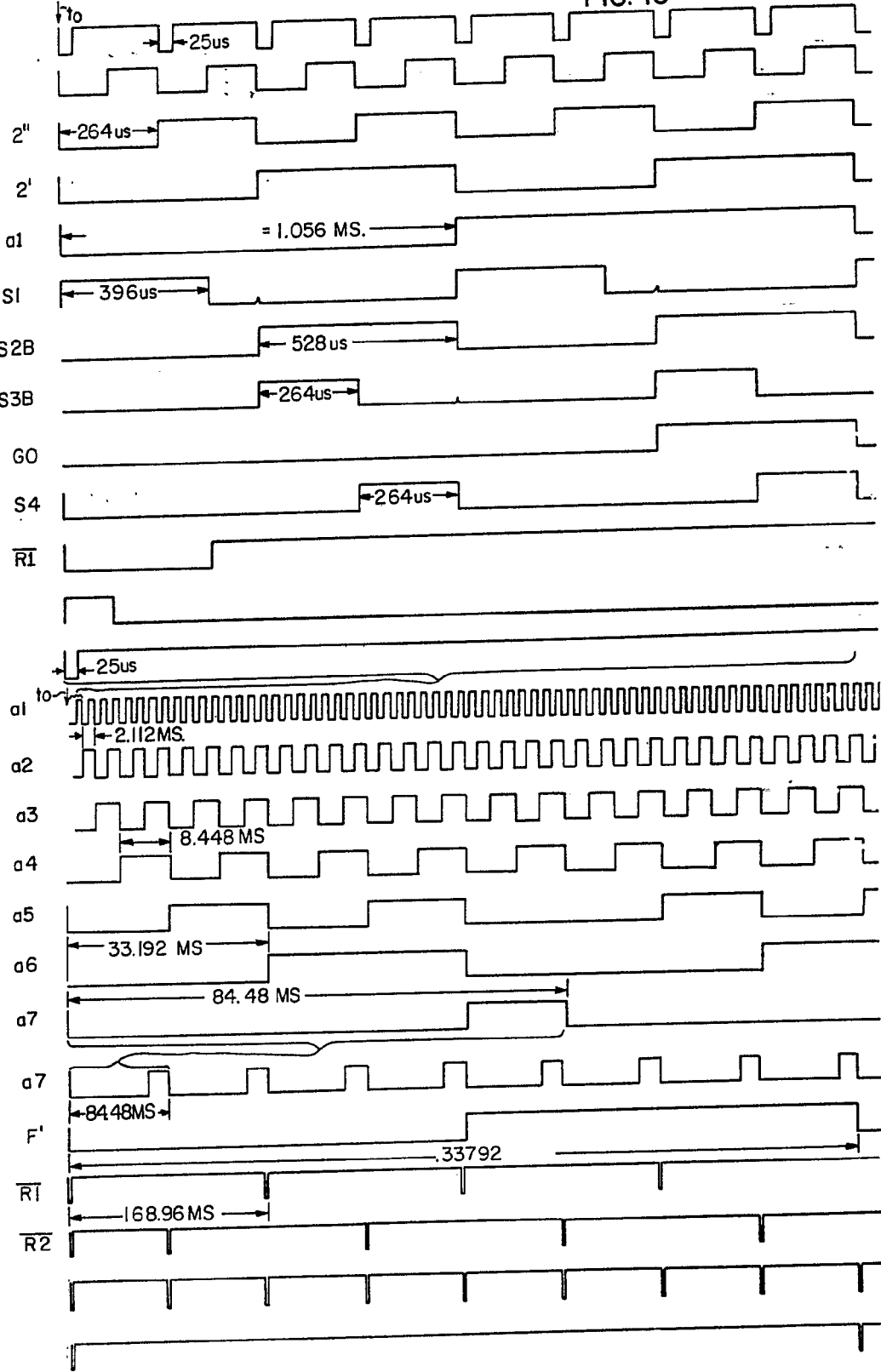
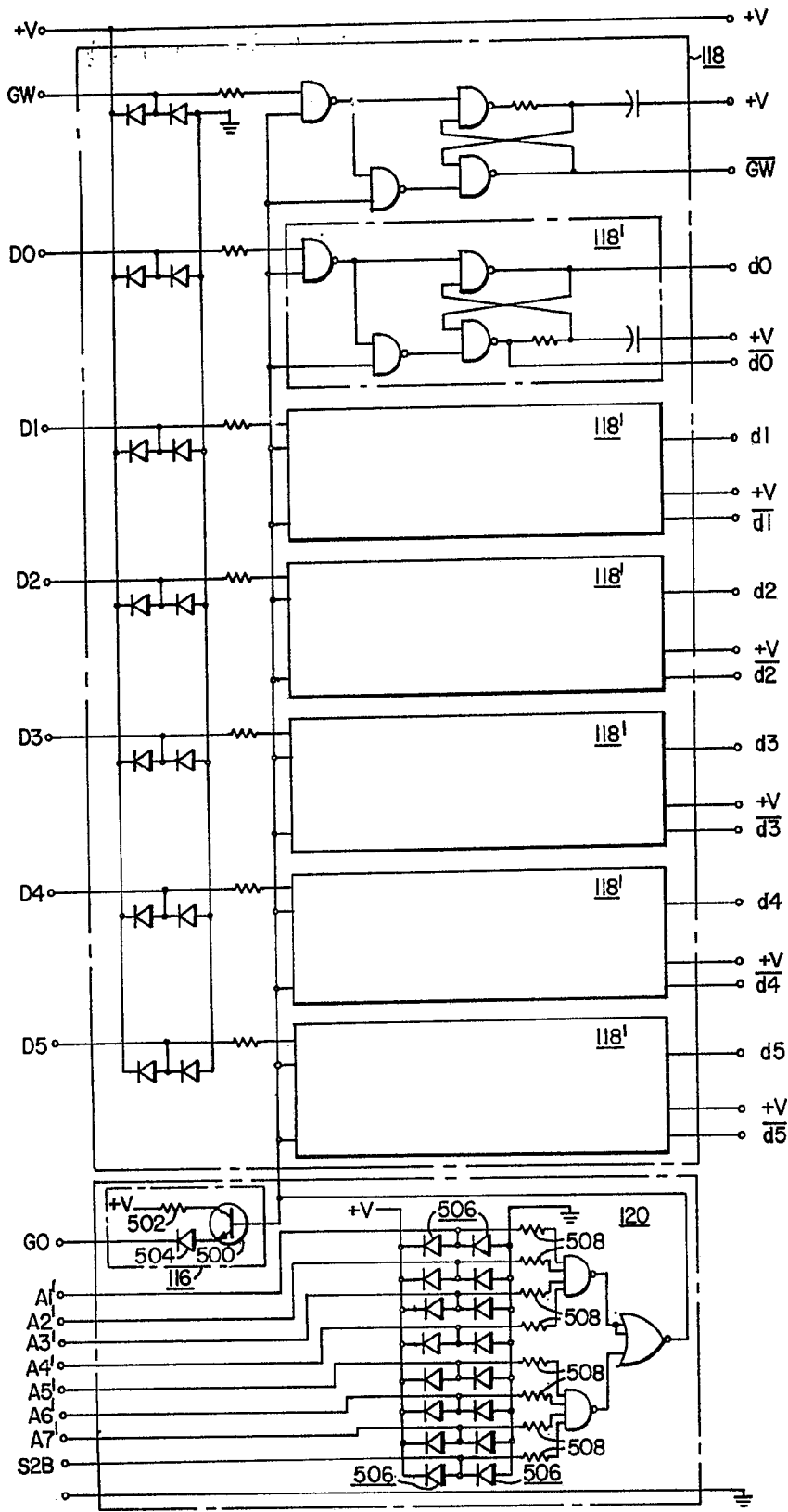


FIG. 11A



*Handwritten signature*

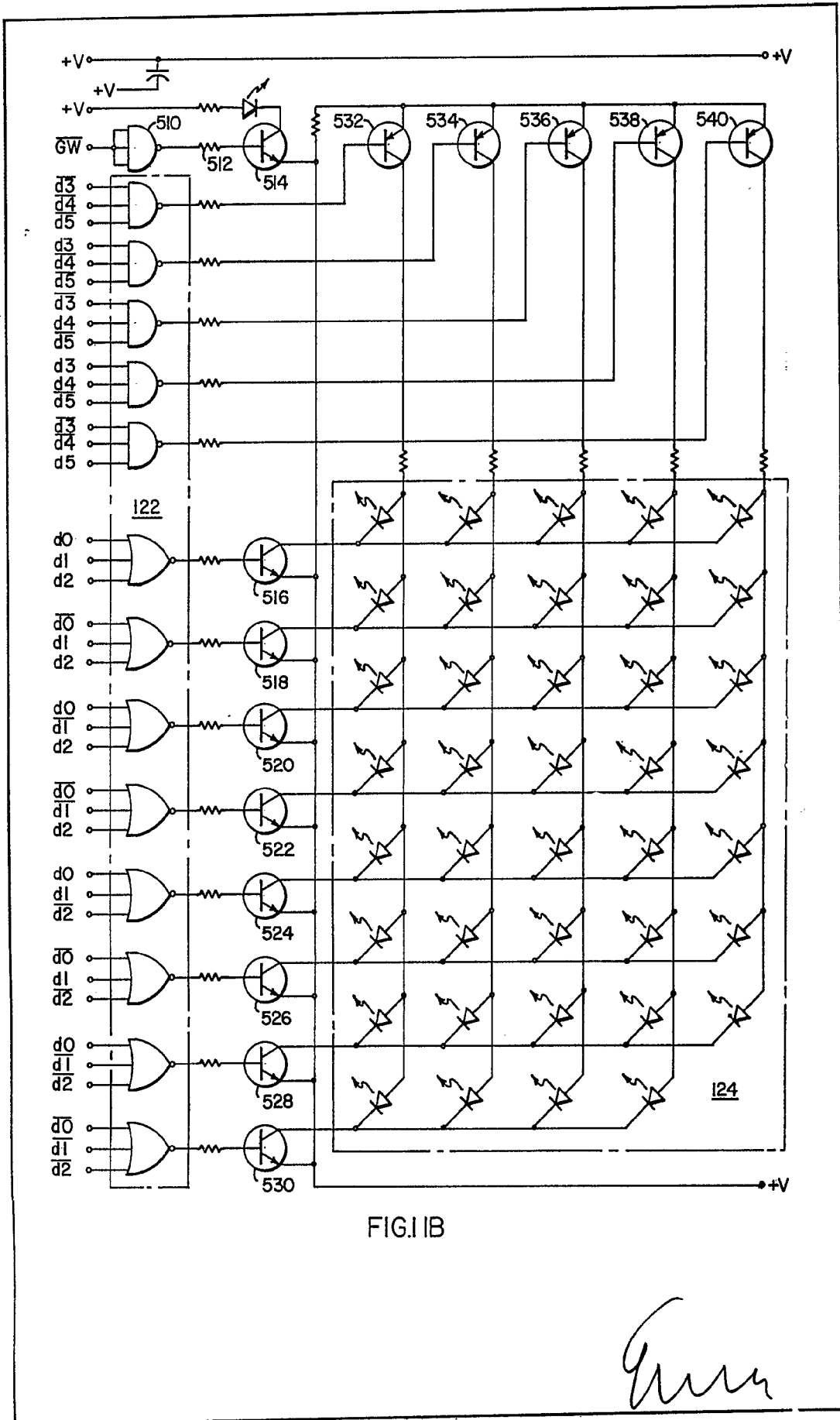


FIG. 1B

*[Handwritten signature]*

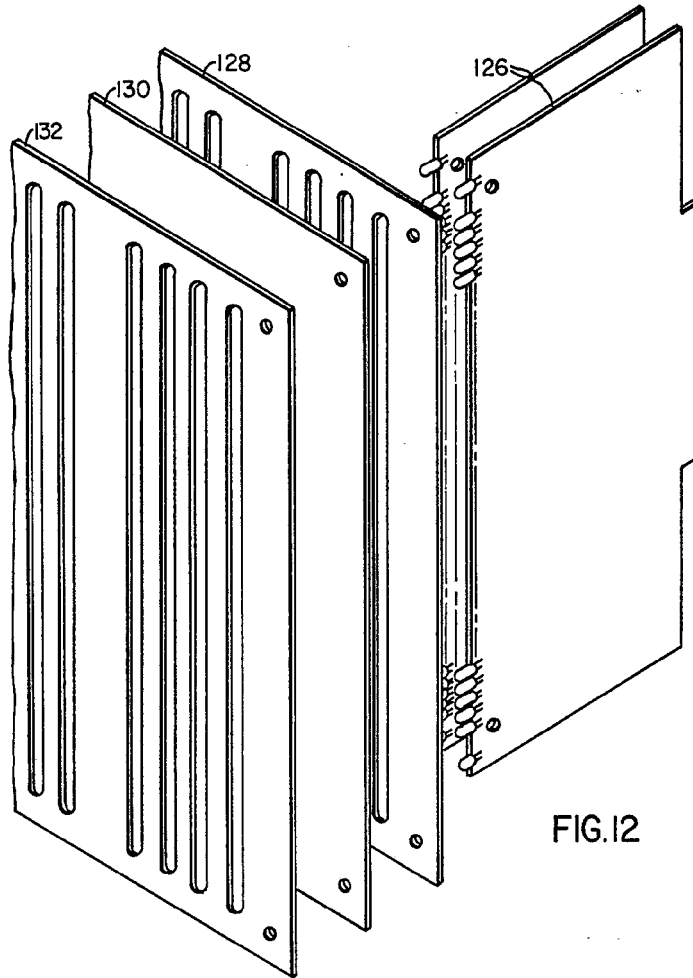


FIG. 12

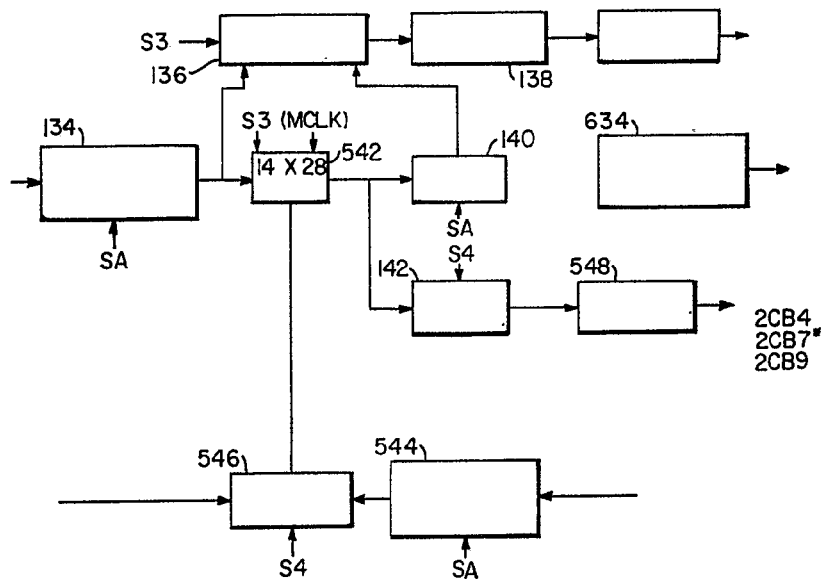


FIG. 13

*Gene*

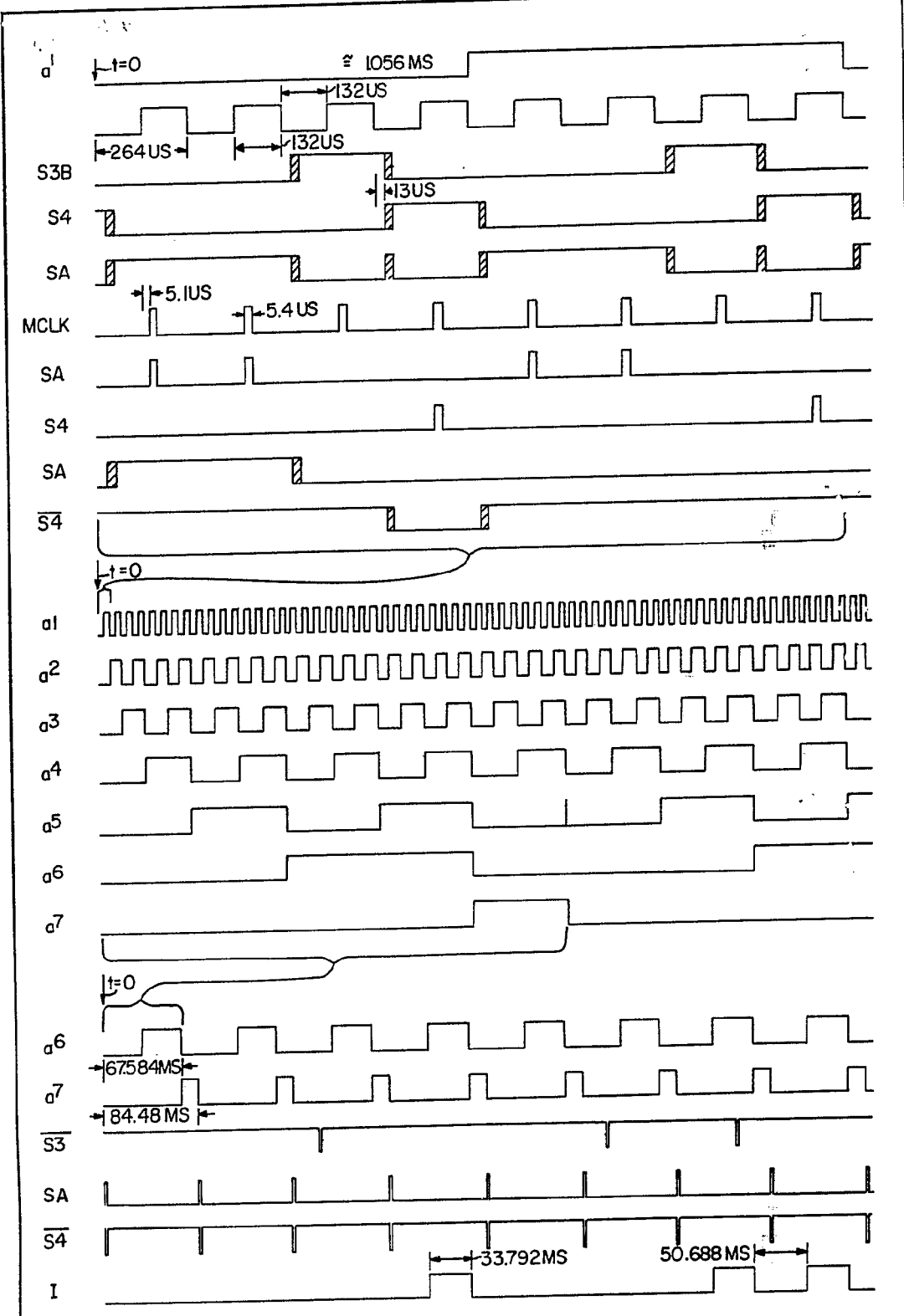
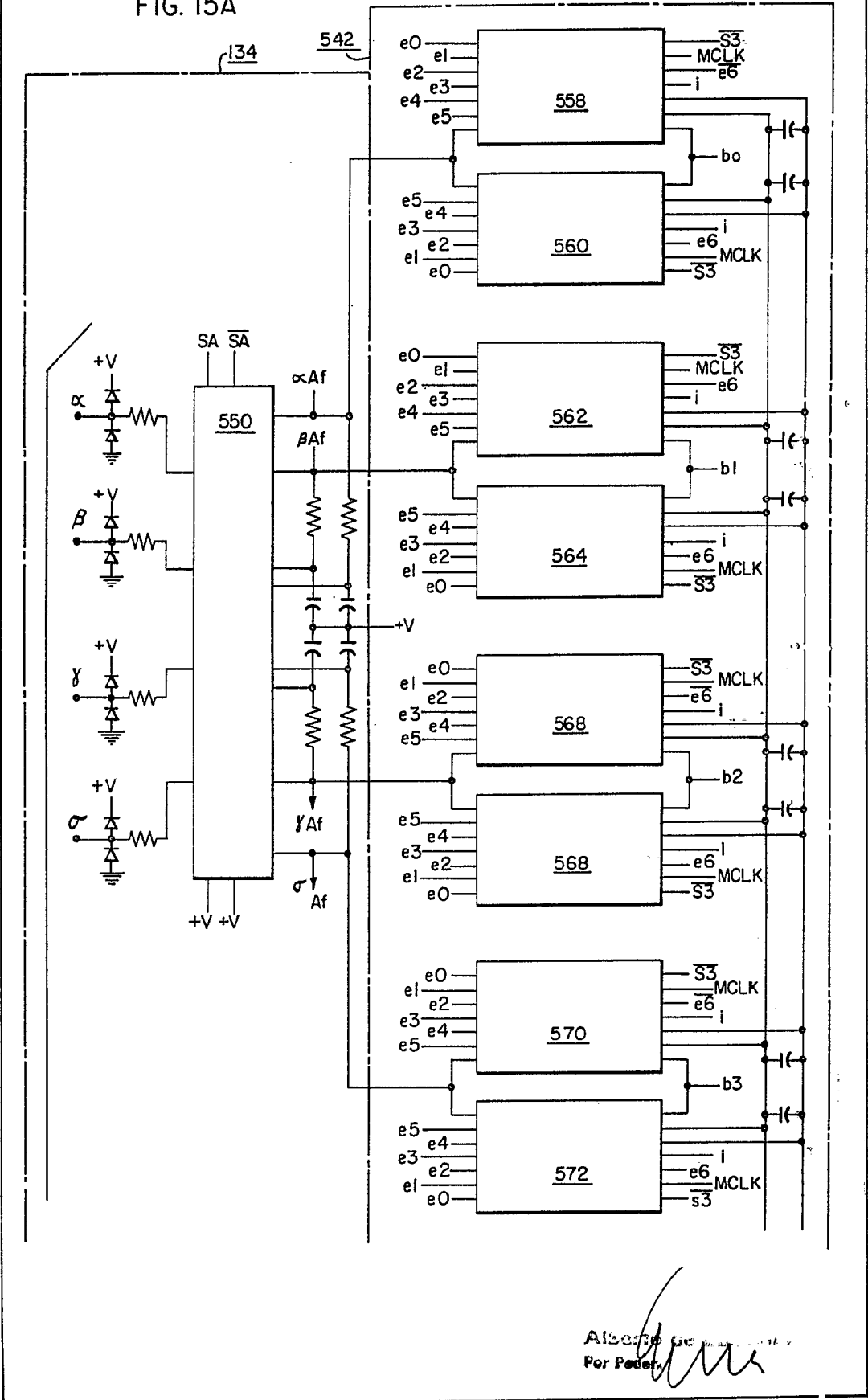


FIG. 14

Approved for release  
*[Signature]*

FIG. 15A



Albert G. ...  
For Peter...

5811

5811

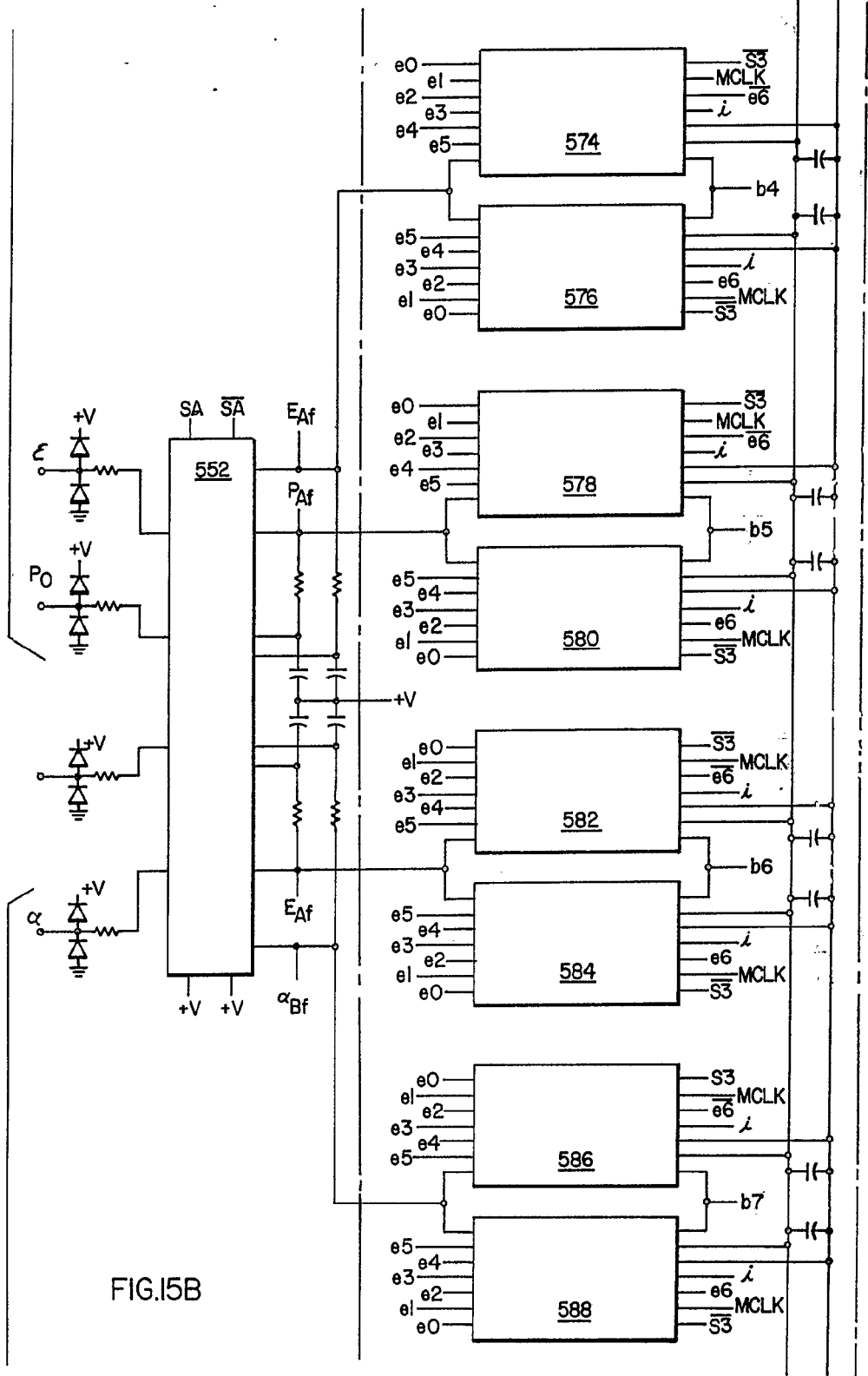
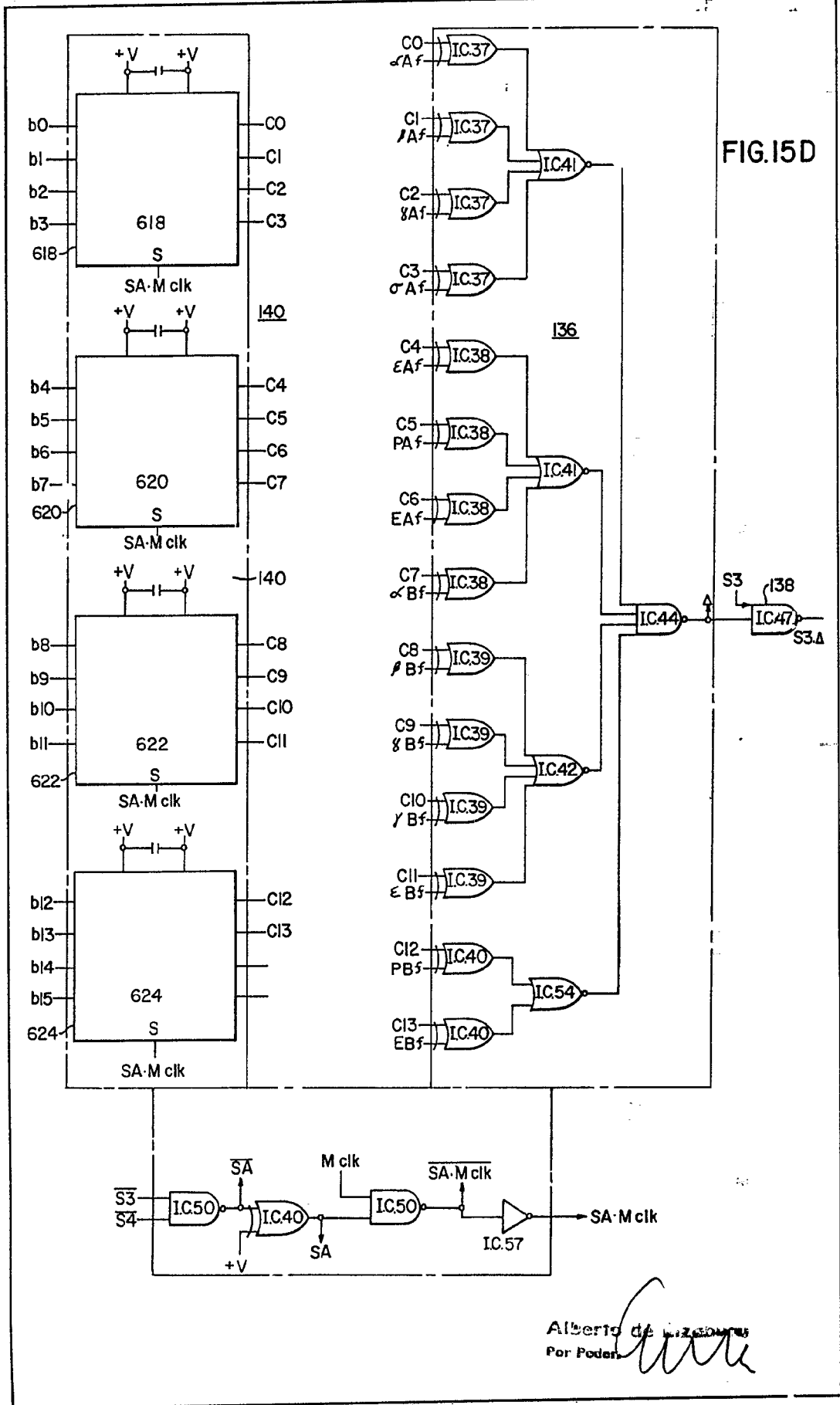


FIG.15B

Alfred  
For Pedar



FIG.15D



Alberto de Lazzaroni  
For Podes

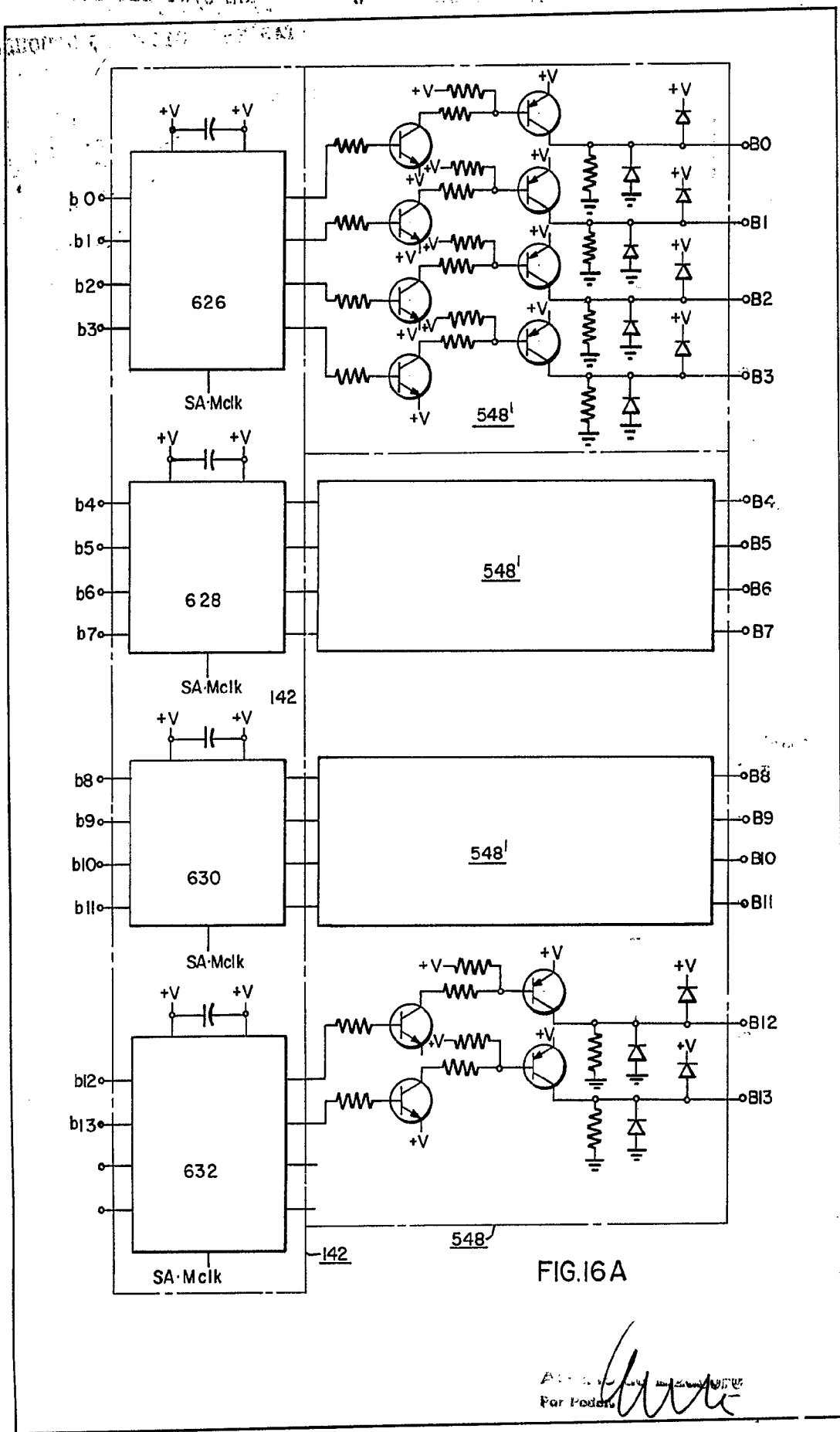


FIG. 16A

For Order

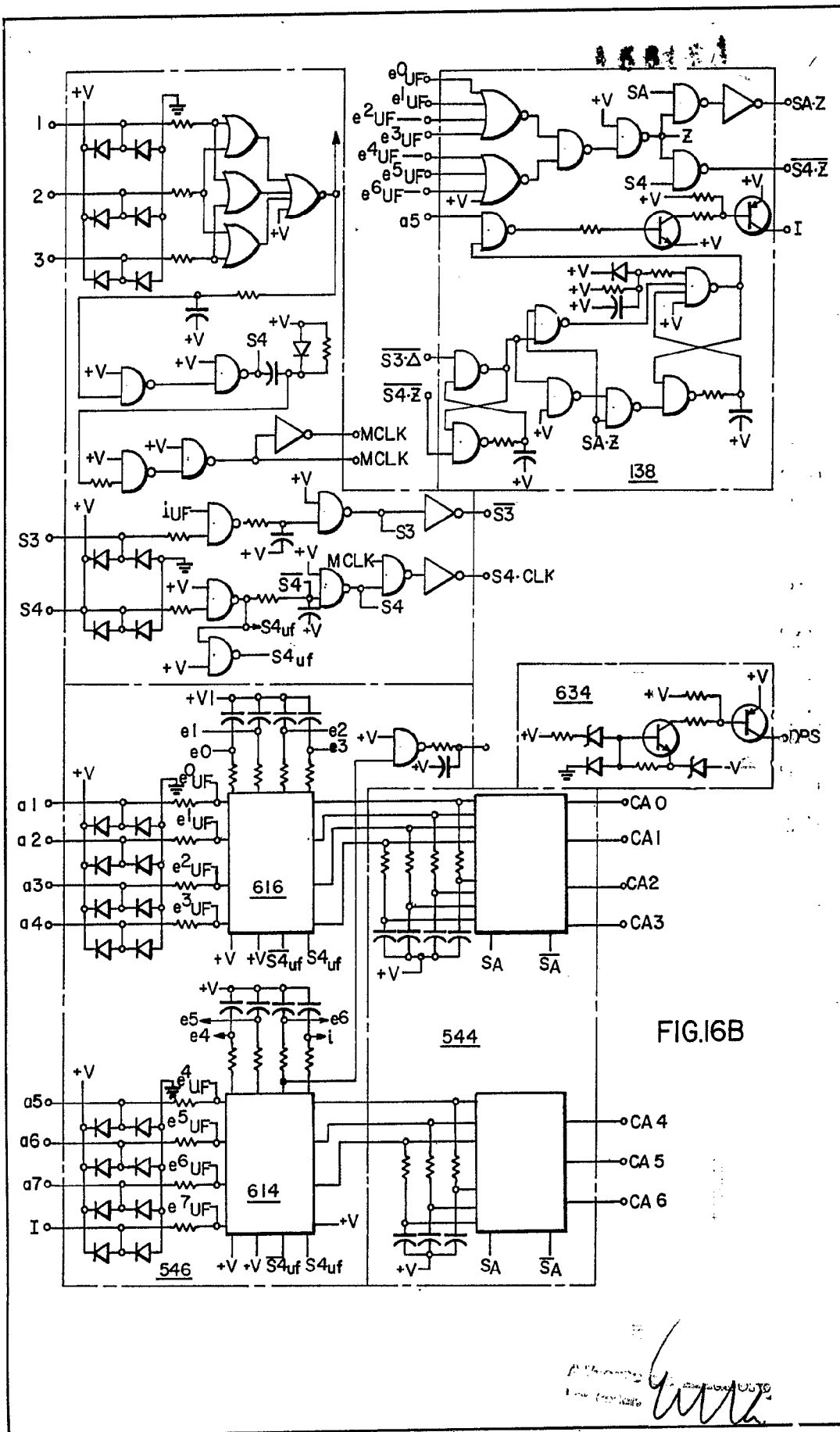
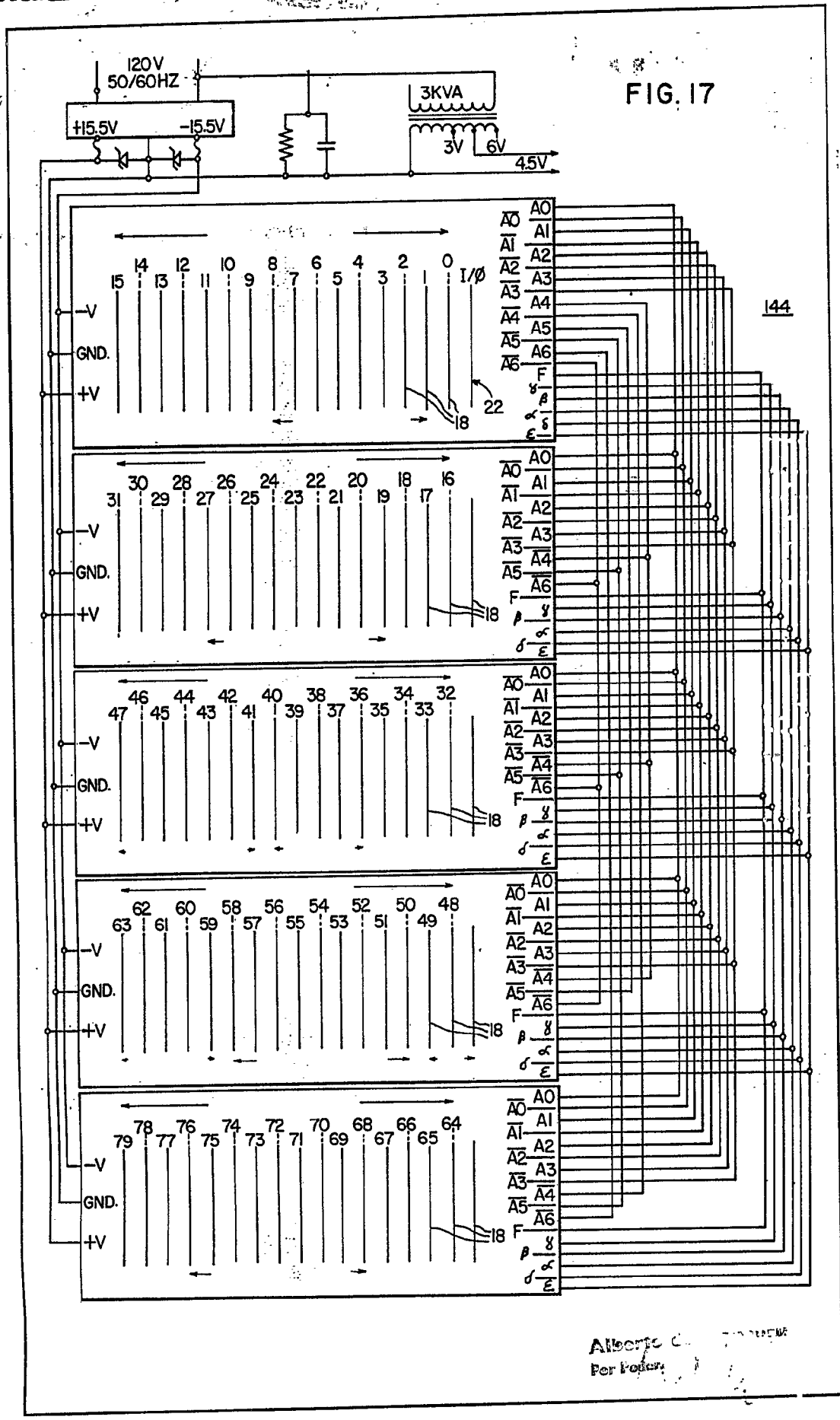
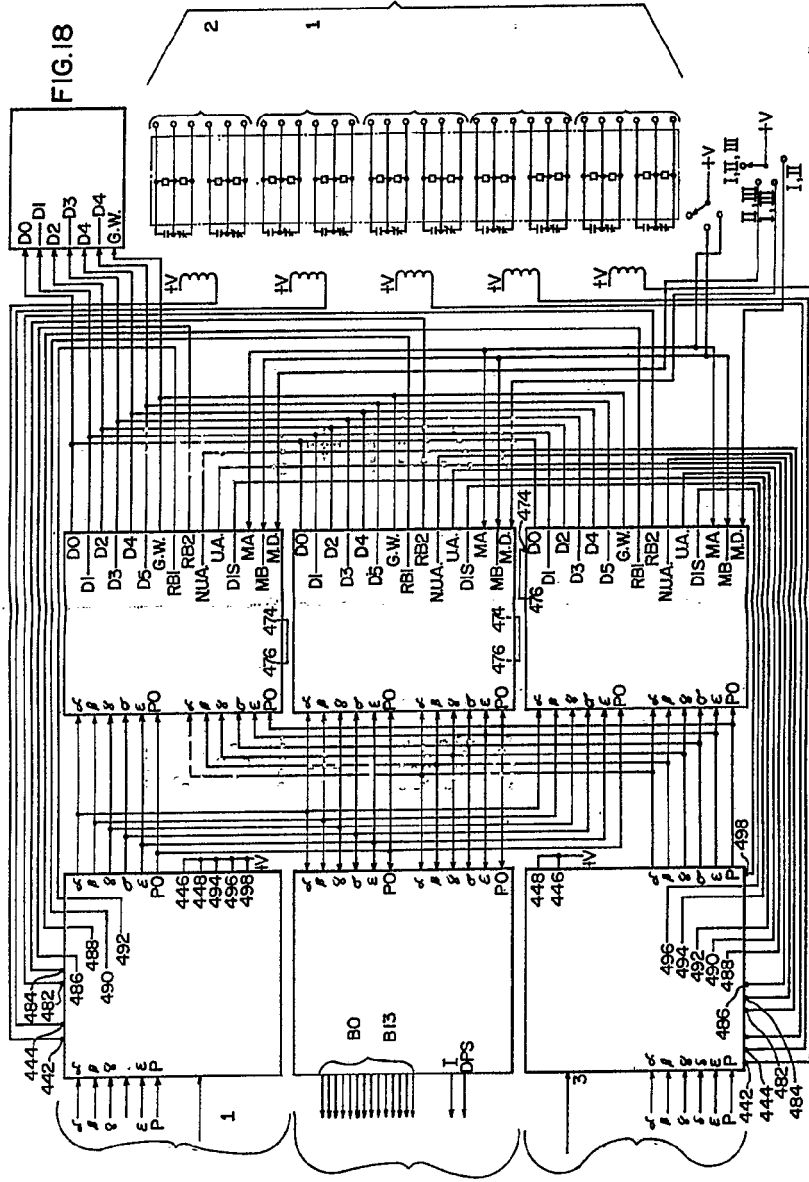


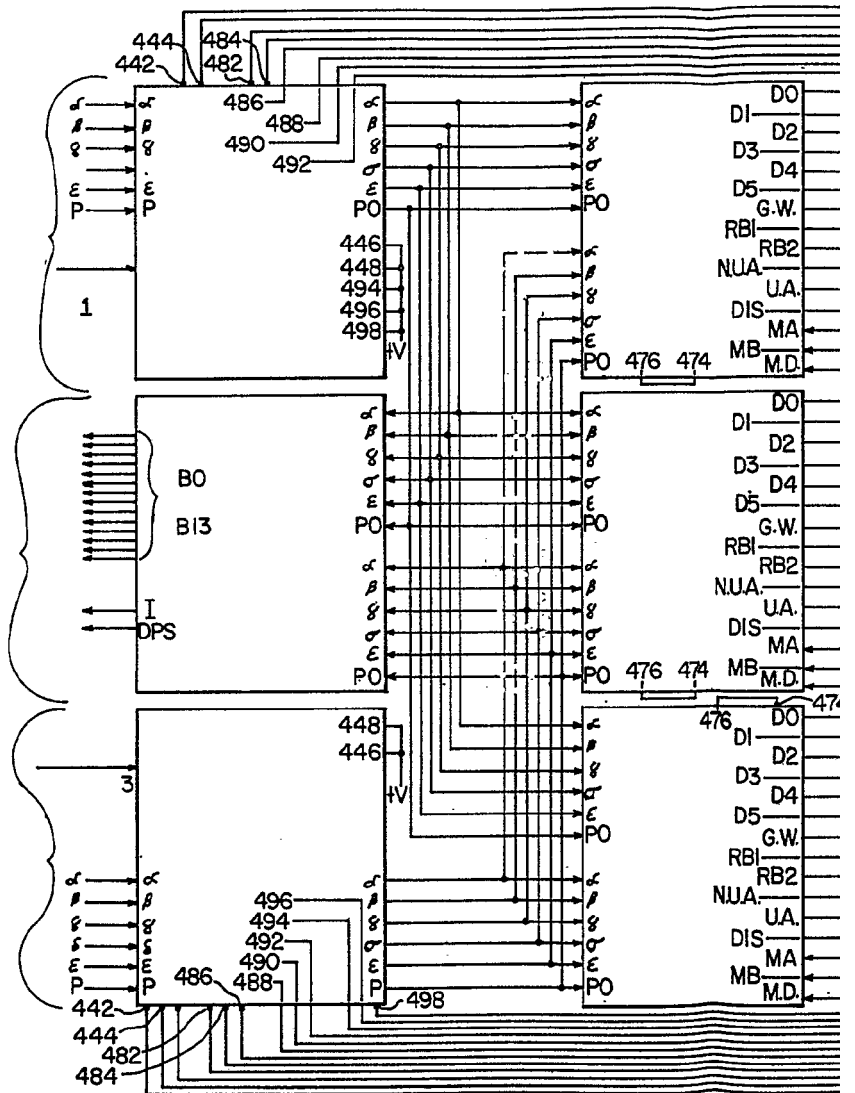
FIG. 17

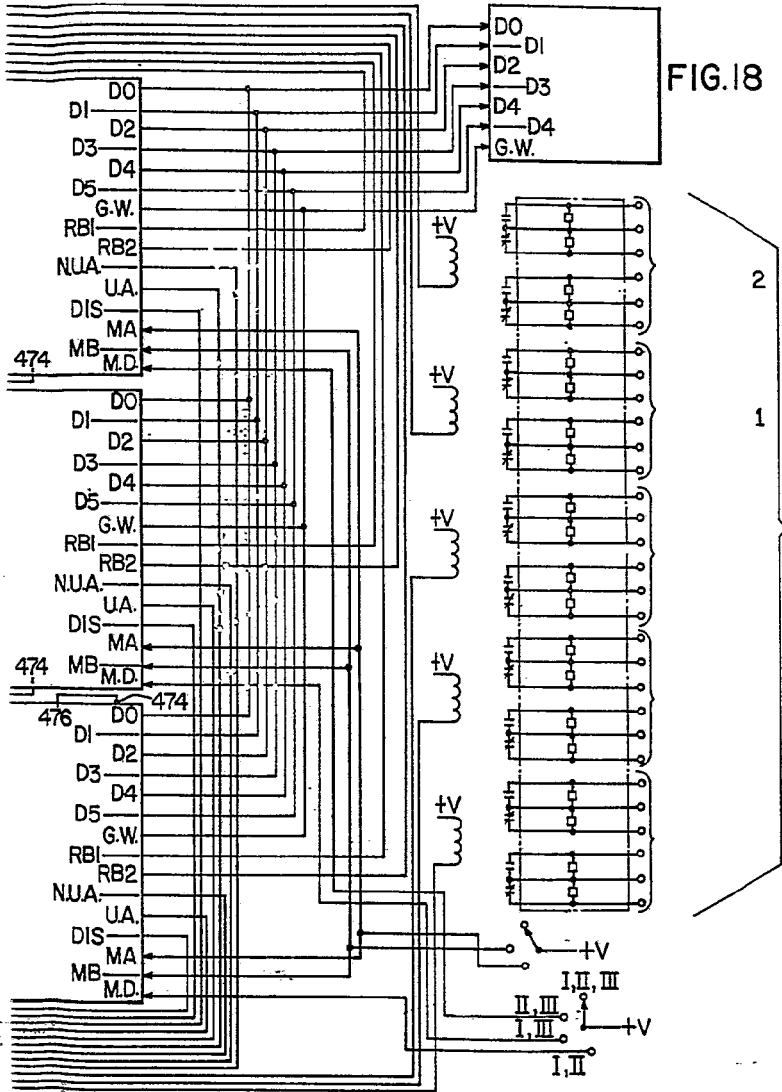


Alberto C. ...  
Per ...



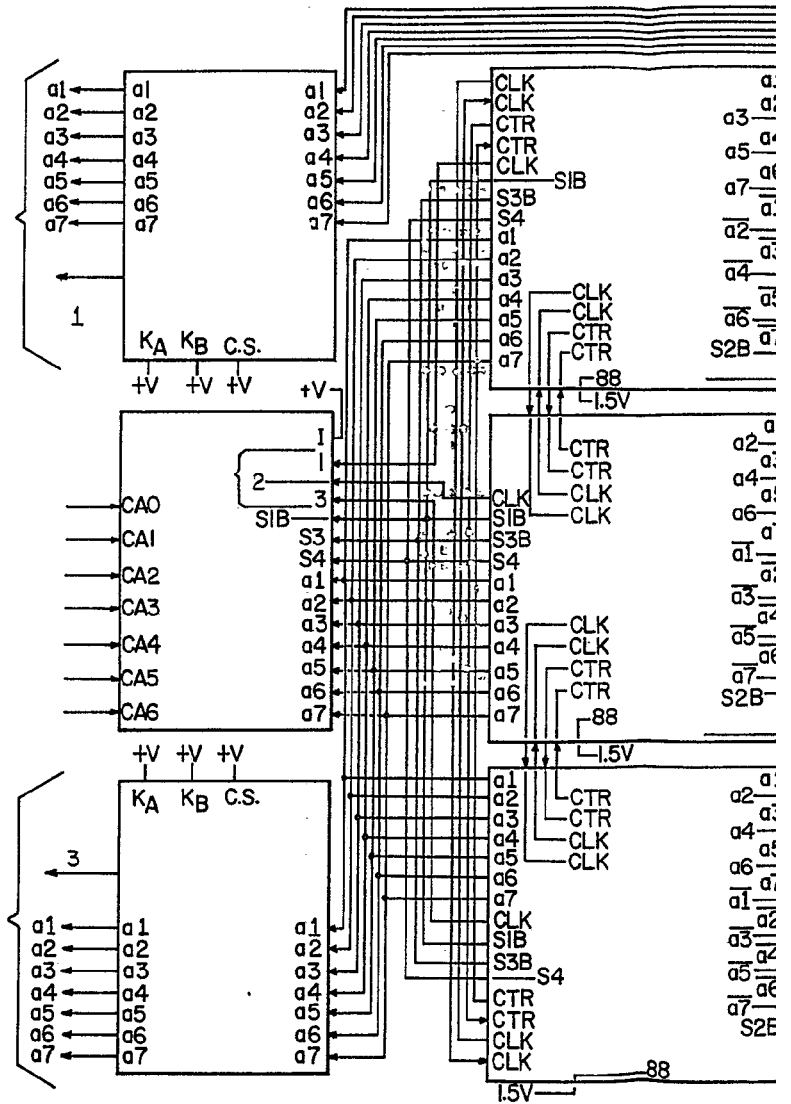
*Handwritten signature or initials*





*Handwritten signature or initials*





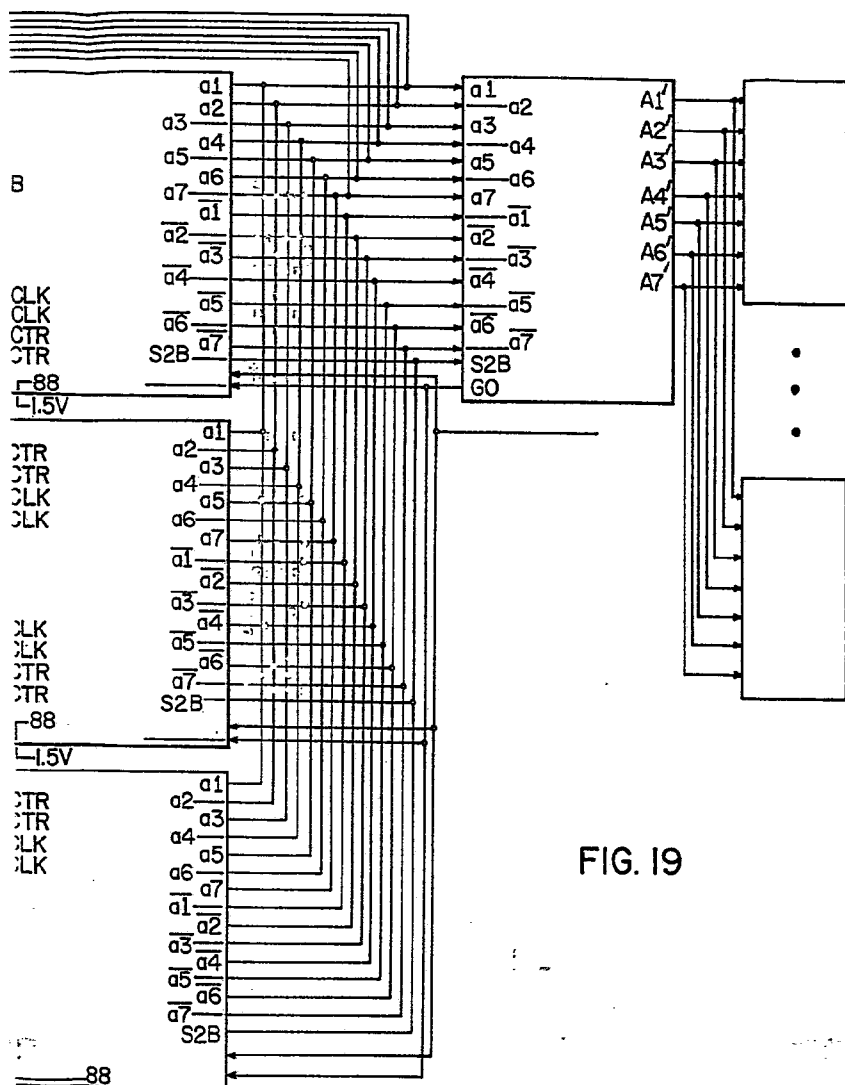


FIG. 19

*Am*

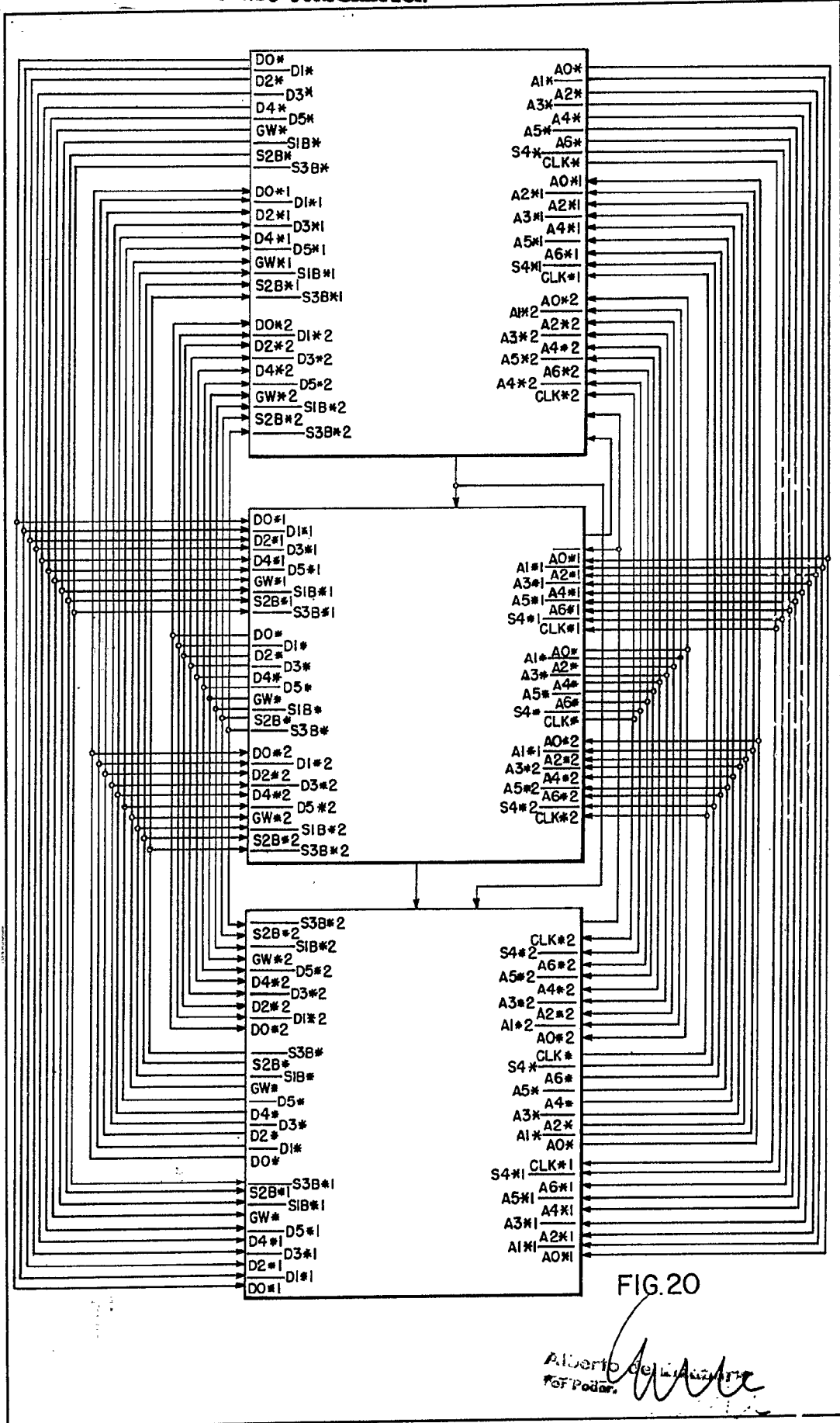


FIG. 20

Alberto de la Cruz  
For Poder.

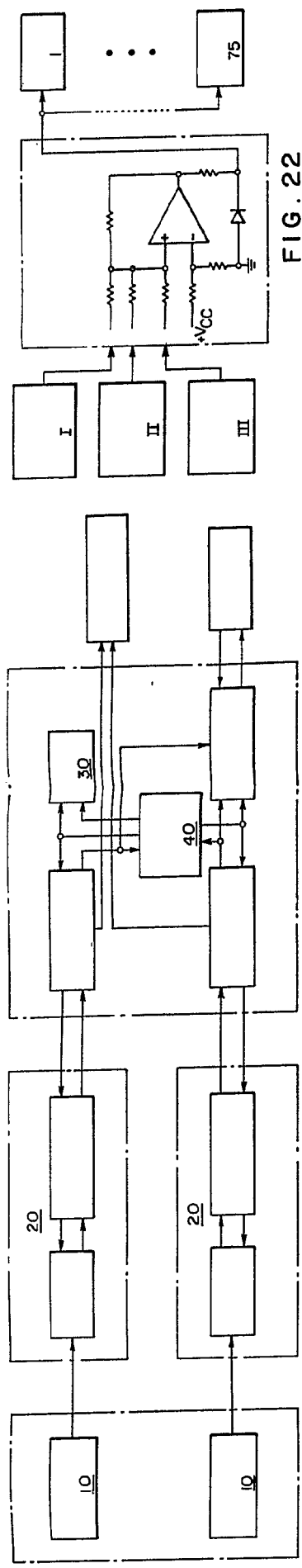


FIG. 21

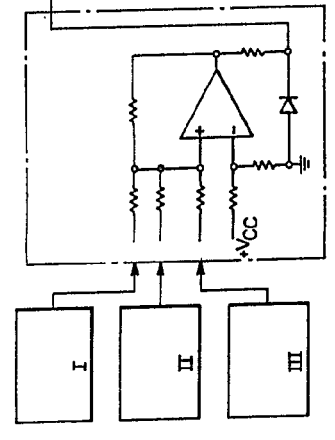


FIG. 22

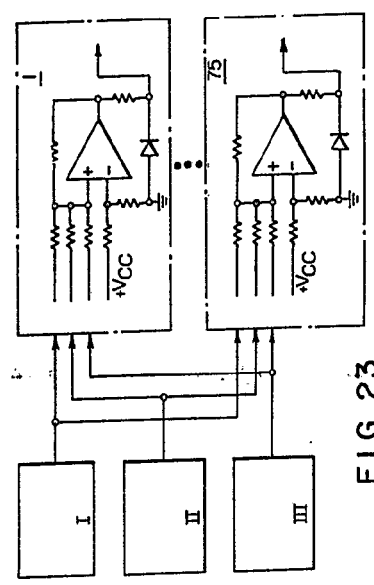


FIG. 23

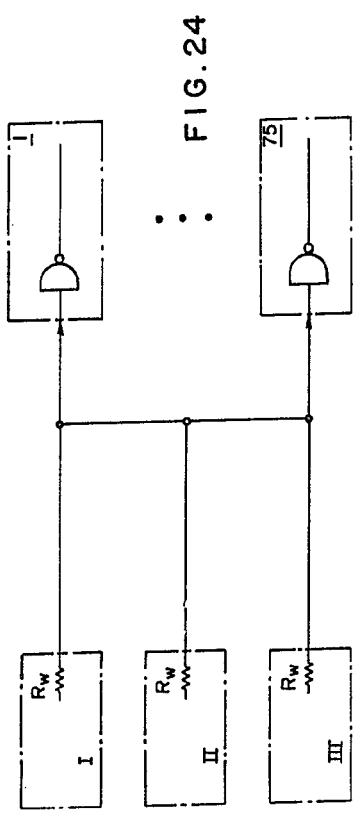


FIG. 24

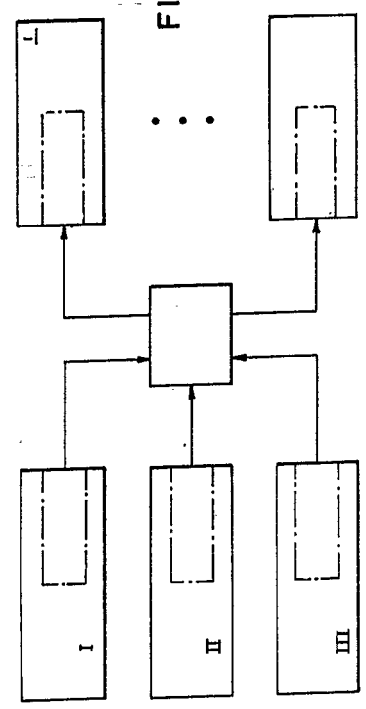


FIG. 25

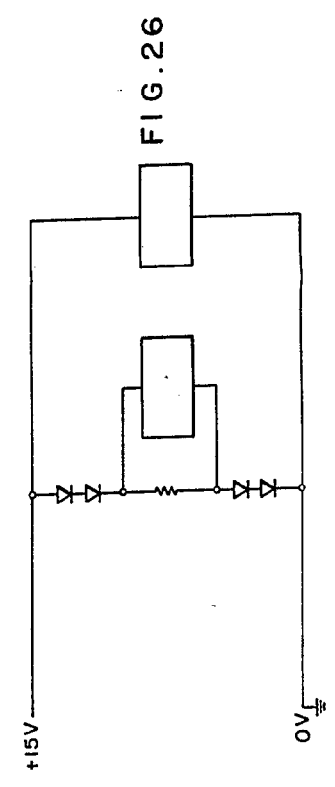


FIG. 26

*Handwritten signature or initials.*

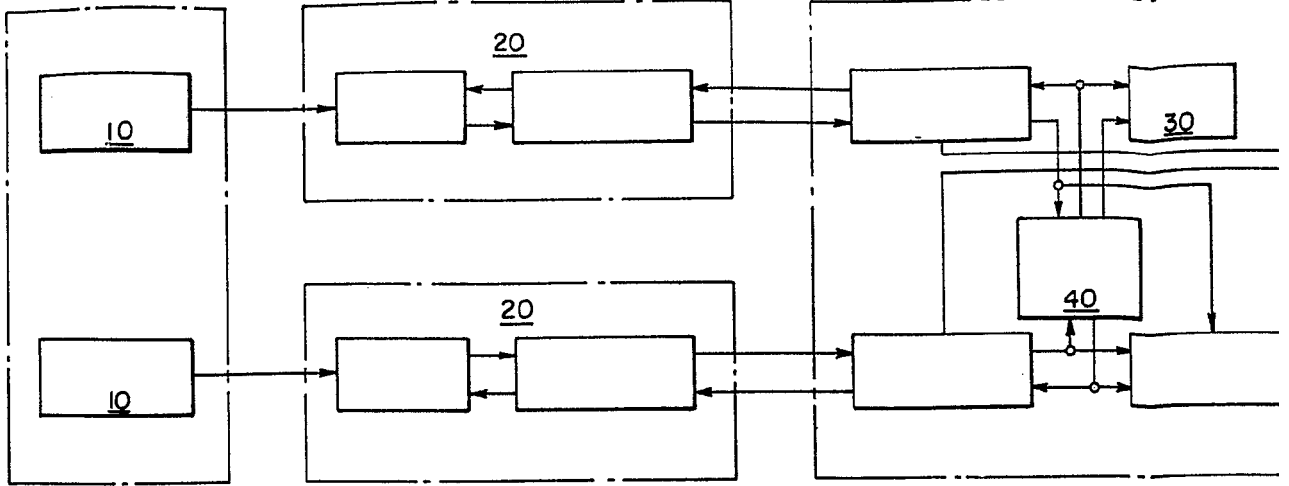


FIG. 21

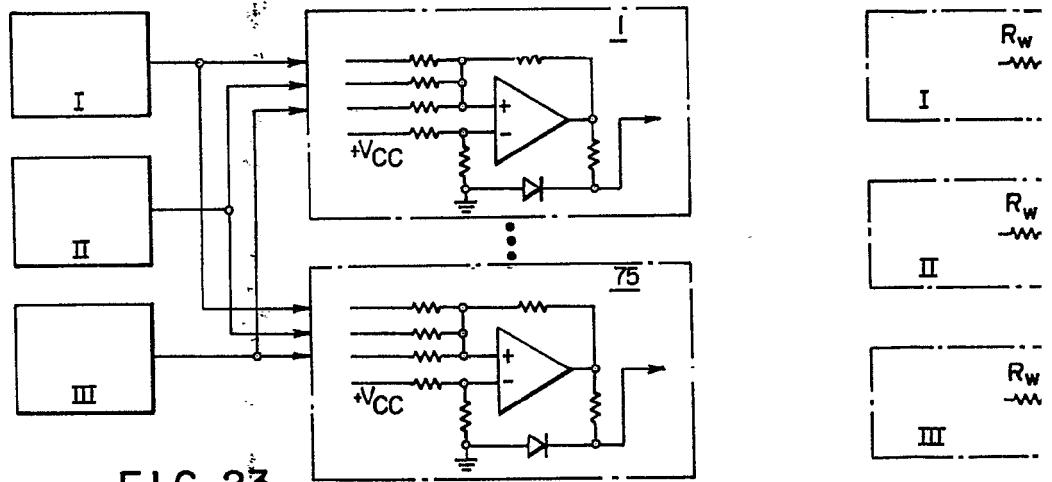


FIG. 23

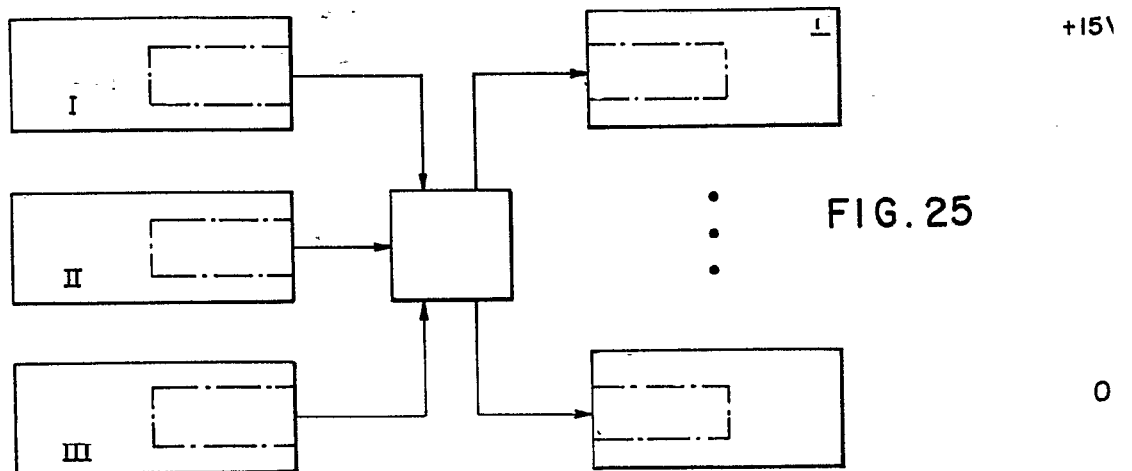
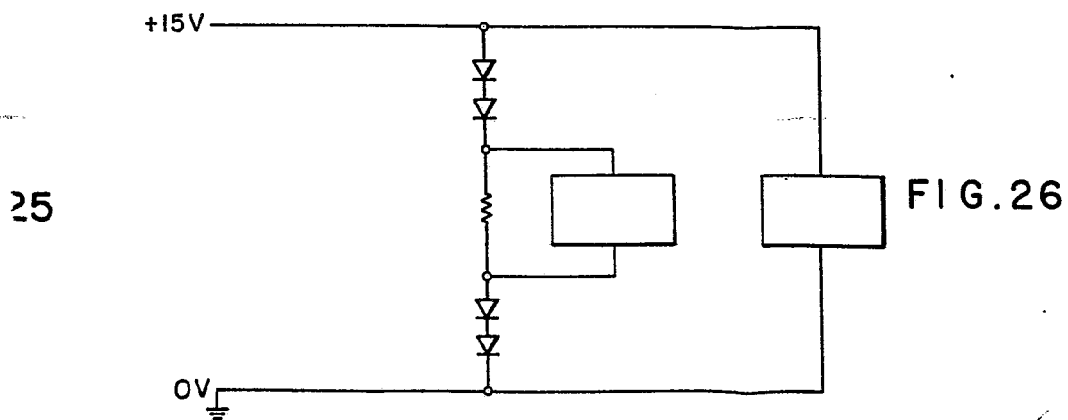
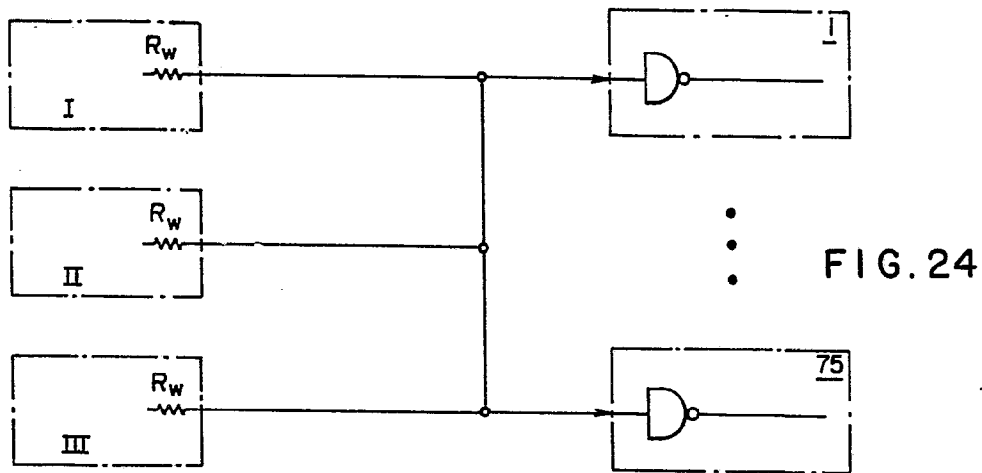
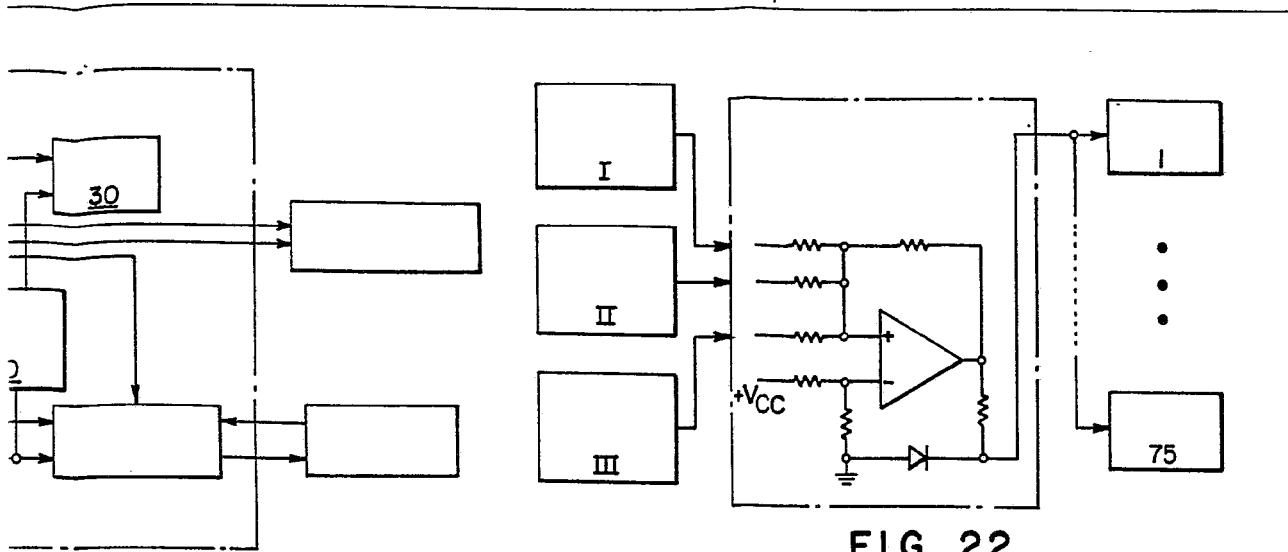


FIG. 25



25

*Handwritten signature*