

P. 42.076

PO 9-68-006

3 0 0 0 0 3



Memoria descriptiva

| |
|------------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION I. P. C. |
| CLASE <u>G 06</u> |
| CLASE <u>F</u> |

para solicitar PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN DISPOSITIVO DE MEMORIA ASOCIATIVA"

(Clase Internacional 606 f)



Aún cuando las memorias asociativas son ya bien conocidas, la siguiente descripción de una memoria asociativa tipo resultará útil como introducción a las características y la terminología especialmente aplicables a la presente invención. Una memoria asociativa tipo tiene células de almacenaje dispuestas en filas y en columnas. Cada célula de almacenaje o de memoria puede ponerse (activarse) en uno u otro de dos estados, para guardar un "uno" o un "cero" binarios. En un circuito concreto y específico que se describirá más adelante, las células son unos circuitos de transistores biestables. Las células de una fila particular forman un vocablo de datos, y las células de una determinada columna en particular representan la misma posición de bitio de cada vocablo. Las células están interconectadas a lo largo de las columnas a unos hilos de bitio, y están interconectadas a lo largo de las filas a unos hilos de vocablo. (Como más adelante de explicaré, un hilo de bitio o un hilo de vocablo puede estar formado por un solo hilo que desempeñe varias funciones, o por varios hilos que desempeñen cada uno sólo unas funciones particulares.)

En una operación de almacenar o guardar, se activan o excitan los hilos de bitio con arreglo a las señales procedentes de un registro que contiene el vocablo de datos a almacenar. El hilo de vocablo correspondiente al vocablo de la memoria al que se ha tenido acceso se excita o activa, permitiendo que las células de almacenaje del vocablo al que se ha tenido acceso cambien o pasen a los estados de almacenaje representados por las señales presentes en los hilos de bitio asociados.

En una operación de búsqueda, hay un vocablo de



búsqueda guardado en el registro, y los hilos de bitio se activan con arreglo al valor binario de la correspondiente posición de bitio del vocablo de búsqueda. Cada célula de almacenaje que no concuerde con la posición correspondiente del vocablo de búsqueda da para el vocablo una señal de discrepancia, aún cuando el vocablo pueda concordar con el de búsqueda en otras posiciones de bitio. Cada vocablo de la memoria tiene un registro de concordancia que se activa en respuesta a una señal de discrepancia, y permanece re-
5 puesto o desactivado en ausencia de la señal de discrepancia, guardando así el resultado de la búsqueda.

En una operación de leer, se excita el hilo de vocablo correspondiente al vocablo al que se ha tenido acceso, haciendo que las células asociadas produzcan en sus hilos de bitio una señal que representa el estado de almacenaje de la célula. Estas señales se trasladan desde los hilos de bitio a unos registros y otros sistemas asociados a la disposición de memoria. La obtención del acceso se basa de ordinario de los resultados de una búsqueda precedente,
15 y viene controlada por los registros de concordancia. Para las operaciones que produzcan multitud de concordancias, se prevén medios de recorrer paso a paso la memoria y leer los vocablos concordantes de uno en uno, en una secuencia prefijada.

Tal como se ha descrito hasta aquí la memoria tipo, una búsqueda identifica uno o más vocablos de la memoria que concuerdan con un vocablo de búsqueda. Las memorias asociativas son útiles también en la realización de búsquedas para vocablos guardados que sean superiores al vocablo
25 de búsqueda (más bajos que éste). Es objeto de esta inven-
30



ción una memoria asociativa nueva y perfeccionada que presenta esta posibilidad o aptitud.

5 Conforme al presente invento, una memoria asociativa guarda un vocablo de n bitios en n+1 lugares de vocablo, en forma que facilita la búsqueda del superior, inferior o igual. La memoria hace uso de un tercer estado de almacenaje, que se designará con la letra X, y dá por resultado una concordancia sea con un "uno", sea con un "ce-
10 ro", en la posición correspondiente del vocablo de búsqueda. Por ejemplo, para guardar el vocablo 1010, la memoria almacenaría el vocablo primitivo 1010, un vocablo OXXX, un vocablo 11XX, un vocablo 100X y un vocablo 1011. Los vocablos OXXX y 100X definen dos juegos de vocablos inferiores ambos al vocablo primitivo, y el vocablo 11XX define un
15 juego de vocablos superior al vocablo primitivo. El vocablo restante del ejemplo (el 1011) es superior al original o primitivo.

Los cinco vocablos del ejemplo se guardan en una disposición de 4 por 5 células de almacenaje del siguiente modo:
20

0 X X X
1 1 X X
1 0 0 X
1 0 1 1
25 1 0 1 0

En esta formación, el vocablo más bajo es el primitivo. La disposición se relaciona con el vocablo primitivo según sus diagonales como sigue:

30

4.9.69



C 0 X X X
T 1 1 X X
1 0 0 X
1 0 1 1
1 0 1 0

5

La diagonal designada C es el complemento del vocablo primitivo. La diagonal de la derecha de la del complemento contiene sólo términos X. La diagonal designada T es el valor real y verdadero (de base) del vocablo primitivo. Las columnas de debajo de la diagonal de base repiten los valores de bitio de esta última.

10

La memoria asociativa de esta invención contiene líneas de vocablo en diagonal que controlan una operación de inscribir a efectuar a lo largo de las diagonales apropiadas del grupo de vocablos seleccionado para acceso. La operación de inscribir tiene lugar en dos pasos o escalones. En uno de éstos, se excitan los hilos de bitio con arreglo al valor verdadero o de base del vocablo primitivo, se excita la totalidad de los hilos de vocablo de fila, del grupo de vocablos seleccionado para acceso, y se excitan los hilos de diagonal para permitir la inscripción sólo a lo largo de la diagonal de base y a lo largo de las diagonales que hay a la izquierda de la de base. En la otra etapa o escalón, se excitan los hilos de bitio con arreglo al complemento del vocablo primitivo, se excita la totalidad de los hilos de vocablo, y se excitan los hilos de vocablo diagonal para permitir la operación de inscribir sólo a lo largo de la diagonal de complemento.

15

20

25

30

Durante una operación de búsqueda, uno y sólo uno de los vocablos de cada grupo dará concordancia. En la



forma preferida de realización del presente invento, este vocablo se toma o lee de la memoria de manera usual y se ensaya luego para determinar si es superior, inferior o igual que el vocablo de búsqueda.

5 En el ejemplo del vocablo primitivo 1010, la fila más alta es inferior al vocablo primitivo, la inmediata hacia abajo es superior, la que sigue es inferior y la penúltima es superior. Exceptuando el hecho de que la fila más baja es siempre el vocablo primitivo, no existe relación alguna en general entre la posición de una fila y que ésta signifique relación de superior o inferior respecto al vocablo primitivo. Por ejemplo, para el vocablo primitivo 0000 todos los vocablos con él relacionados serían superiores.

15 Para las tres filas de más arriba que el término de más a la derecha sea uno o cero indica si el término es más alto o más bajo que el vocablo de búsqueda. Por ejemplo, en la fila OXXX, el término cero indica que los vocablos del juego definido por el vocablo OXXX son todos inferiores al vocablo primitivo. (El vocablo OXXX define un juego de números desde 0000 a 0111 y, por tanto, existe una relación definida de alto o bajo sólo con los números que caen fuera de este juego, en este caso con números superiores.) Así, la concordancia significa que el vocablo primitivo es más alto que el de búsqueda. Un uno en el extremo de la izquierda de una de las tres filas superiores (de más arriba) indica, de igual modo, que el vocablo primitivo es más bajo que el de búsqueda. La memoria asociativa de esta invención tiene medios de interrogar al término uno o cero de la extremidad derecha y detectar si el vocablo primitivo es más alto o más bajo que el de búsqueda.



La memoria tiene asimismo medios para distinguir entre el vocablo primitivo y el de la penúltima fila. Estos difieren solo en su posición de bitio de la extrema derecha, y los valores de bitio por sí solos no dicen si el
5 vocablo es el primitivo o el de la penúltima fila. Esta posición de bitio se compara con la posición de bitio extrema derecha del vocablo de búsqueda; si los términos concuerdan, el vocablo primitivo es igual al de búsqueda; si nó, un uno en el vocablo de búsqueda significa que el vocablo
10 primitivo es bajo o inferior, y el cero significa que el vocablo primitivo es alto o superior.

En resumen, esta invención da posibilidades de búsqueda de vocablo superior, inferior o igual en una memoria asociativa que tiene un mínimo de circuitos respecto
15 a otra de tipo usual. La memoria resulta especialmente útil como indicador de acceso asociativo a un vocablo de memoria más largo situado en una memoria adicional e identificado por el grupo de vocablos. La posibilidad de búsqueda en superior, inferior o igual es útil en otras funciones lógicas, y más adelante se describirá una memoria destinada a
20 la suma y resta.

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

- la figura 1 es una ilustración esquemática de la memoria asociativa preferida del presente invento;
 - la figura 2 es el esquema de una célula de memoria asociativa utilizable en la memoria preferida; y
- 30



- la figura 3 es una ilustración esquemática de la memoria de esta invención, en una forma de realización que ejecuta la suma y la resta.

La forma de realización preferida

5 Será provechoso considerar primero los rasgos
característicos usuales de la memoria asociativa del dibujo, con una referencia de presentación de las características que son nuevas, para luego estudiar la célula de almacenaje preferida de la fig. 2, y a continuación las características más concretas y específicas de la invención tal como se ilustra en la fig. 1 y como podría realizarse de otro modo.

Introducción

15 La memoria incluye una disposición o formación ordenada 12, encerrada en un recuadro de líneas de trazo interrumpido. En la formación, las células de almacenaje 13 están dispuestas en filas que definen vocablos y en columnas que definen posiciones de bitio. Las células de almacenaje de un mismo vocablo están conectadas a un hilo común 14 que funciona como hilo de percepción de vocablo y es portador de las señales de discrepancia o desigualdad que vienen de las células durante una operación de búsqueda. Las células del mismo vocablo están también conectadas a un hilo común 15 que funciona como hilo de excitación del vocablo, y lleva las señales para seleccionar un vocablo de la memoria para una operación de almacenaje o de leer. Los hilos de bitio, que se extienden en la dirección de las columnas, están formados por dos hilos 20, 21 para cada posición de bitio. Los hilos 20 están indicados con
25
30 "cero" en el dibujo, y durante una operación de lectura



los hilos 20 llevan una señal representativa de que la posición de bitio asociada del vocablo seleccionado para acceso se halla en el estado de almacenaje de cero. Los hilos 20 se activan bien para guardar un uno en la posición correspondiente, bien para buscar unos en la correspondiente posición de bitio. Los hilos 21 sirven, de igual modo, para guardar y buscar ceros y para leer un uno.

Para cada hilo 14 de percepción de vocablo hay un registro de concordancia 22 que tiene conectada una entrada de posición o activación para recibir una señal de discrepancia por su hilo de percepción de vocablo. Los registros de concordancia están asimismo provistos de entradas de reposición conectadas (por medio de hilos no representados) a unos circuitos usuales para reponer los registros de concordancia a fin de dar comienzo a una búsqueda. Cada registro de concordancia tiene dos terminales de salida en los cuales aparecen unas señales representativas del estado de almacenaje de uno o de cero del registro, y del resultado discrepante o concordante de una búsqueda.

Para cada vocablo hay conectado un excitador 23 a fin de dar tensiones eléctricas en el hilo de excitación 15 de un vocablo seleccionado, para operaciones de leer y almacenar. Cada excitador 23 tiene una entrada 24 conectada para recibir una señal procedente del registro de concordancia asociado, y una entrada 25 conectada para recibir señales de acceso y de marcación de tiempos. Estas entradas proporcionan una función lógica de coincidencia y controlan el excitador permitiendo la lectura de vocablos acordes o iguales en una operación de búsqueda precedente, y guardando datos en vocablos situados en lugares seleccionados por me-



5 dio de circuitos usuales (no representados) asociados a los terminales de entrada 25. A los terminales de entrada 25 hay también asociados unos medios usuales (no representados), para leer concordancias múltiples en una determinada secuencia.

10 Conforme a esta invención, la memoria está organizada con grupos de cinco vocablos por cada vocablo primitivo de cuatro bitios guardado en la memoria. El dibujo ilustra las células para un determinado grupo de cinco vocablos, y las células están marcadas con 1, 0 y X para poner de manifiesto el contenido de almacenaje para el vocablo primitivo 1010. Esta invención proporciona tres juegos de hilos de excitación de vocablo en diagonal 27, 28, 29 por cada grupo de vocablos. Cada hilo diagonal está conectado con un excitador 30, 31, 32. Unos hilos 33 conectan el hilo diagonal 27 a otras células, formando una disposición u ordenación triangular. Unos hilos 34 conectan el hilo diagonal 29 a otras células, formando otra disposición u ordenación triangular. El dibujo ilustra asimismo dos vocablos del grupo siguiente, para indicar las interconexiones entre grupos de vocablo.

15 Las operaciones de almacenar tienen lugar en los cinco lugares de vocablo de un grupo de vocablos, y tal como se ilustra la invención en la fig. 1 existe una entrada común 37 para suministrar señales de almacenar y de inscribir a los terminales 25 de un grupo correspondiente de excitadores de vocablos. Durante una operación de leer, sólo el vocablo que presenta concordancia es el que recibe señales por sus dos terminales 24 y 25. Durante una operación de guardar (cuando los registros de concordancia están to-



dos repuestos), cada uno de los excitadores del grupo de vocablos seleccionado para acceso se pone en acción, siendo seleccionados los lugares de almacenaje por los hilos de vocablo diagonales.

5 Conforme a esta invención, se dispone un circuito lógico 38 para detectar si el vocablo leído o tomado de la memoria es más alto, más bajo o igual que el vocablo de búsqueda. Hay un registro 39 para aplicar los vocablos de almacenaje y de búsqueda a los hilos de bitio y destinado a proporcionar selectivamente la base o el complemento de su contenido.

10 La célula de almacenaje de la fig. 2.

 La célula de memoria asociativa de la fig. 2 está basada en una célula de almacenaje que se describe con detalle en la patente de EE.UU. nº 3.354.440 concedida a A.S. Farber y E.S. Schlig. Hay unos transistores 40 y 41 interconectados con unas resistencias 42 y 43 entre dos puntos de potencial formando un circuito biestable. El transistor 40 conduce para guardar un uno binario, y el transistor 41 conduce para guardar un cero binario. En este circuito, el terminal de base de cada transistor está conectado a los terminales de colector del otro transistor; así, los terminales de colector son los terminales de entrada para recibir señales de los hilos de bitio 20, 21 para operaciones de búsqueda y para operaciones de almacenaje, y son terminales de salida para dar señales por los hilos 20 y 21 durante una operación de lectura.

 Los terminales de colector de los transistores 44 y 45 están acoplados a los hilos de bitio 20, 21, de tal modo que las señales presentes en los hilos de bitio permiten



a uno (seleccionado) de los transistores 44, 45 conducir durante las operaciones de búsqueda y ser puestos fuera de acción durante las operaciones de almacenaje, y de tal modo que las señales procedentes de la célula aparecen en uno de los hilos de bitio durante una operación de lectura.

5 Los terminales de emisor de los transistores 44, 45 están conectados entre sí y conductivamente conectados al hilo diagonal de excitación 27 (o 28 o 29) por medio de la combinación en paralelo del circuito de emisor-colector de un transistor 48 y del circuito de base-emisor de un transistor 49. El hilo diagonal de vocablo 33 se hace adecuadamente negativo para permitir el funcionamiento de la célula, o bien se hace adecuadamente positivo para inhibir el funcionamiento. El transistor 48 tiene su terminal de base conectado al hilo de excitación de vocablo 15, y durante una operación de almacenar o de leer recibe un potencial de base adecuado para conducir en circuito con uno u otro de los transistores 44 o 45.

10

15

Durante una operación de leer se activa el transistor 48, permitiendo la conducción del transistor 44 o 45. El transistor 40 o el 41, según cual de ellos esté desactivado y tenga su terminal de colector más positivo, controla a su transistor asociado 45 o 44, poniéndolo en acción y dando una señal por el hilo 20 o 21. Durante una operación de almacenar, uno u otro de los transistores 44, 45 recibe un potencial de colector adecuado para controlar el transistor asociado 41 o 40 de modo que entra en acción o sigue conduciendo, y desactivando o dejando que siga fuera de acción el otro transistor. Durante una operación de buscar se aplica una señal a uno u otro de los hilos 20 o

20

25

30



21. Si el transistor 44, 45 correspondiente está condicio-
nado para la conducción por el estado de los transistores
40, 41, el transistor del hilo de bitio seleccionado entra
acción y suministra corriente de base al transistor 49. El
5 transistor 49 se activa y produce una señal de discrepan-
cia en el hilo 14 de percepción de vocablo. Si el transis-
tor 44, 45 no está condicionado para la conducción, el
transistor 49 no se activa ni dá la señal de discrepancia.

La memoria de la fig. 1

10 La memoria preferida se comprenderá de modo más
complejo analizando los componentes de la fig. 1 tal como
funcionan en una secuencia de operaciones de almacenar,
buscar y leer.

Almacenaje

15 Supóngase que el grupo de cinco vocablos de la
fig. 1 va a guardar los datos que se indican en el dibujo.
Primero se reponen todos los registros de concordancia 22
(o bien su condicionan de otro modo los excitadores 23 pa-
ra que respondan a una señal de almacenar presente en la
20 línea 37). El vocablo primitivo 1010 se guarda en el regis-
tro 39, excitándose el hilo de bitio 20 o 21 apropiado para
cada posición de bitio, con arreglo a la etapa correspon-
diente del registro. Las señales de bitio aparecen en una
u otra de las entradas 50, 51 de cada célula de la memoria,
25 pero las células no responden a las señales de bitio en
ausencia de señales apropiadas en los hilos 15 de excita-
ción de fila y en los hilos diagonales de excitación 27,
28 y 29. Los cinco excitadores 23 para el grupo de vocablos
seleccionado para acceso se ponen en acción, y se activa el
30 hilo diagonal de vocablo 29, para permitir una operación de



almacenaje en la formación triangular de células conectadas a este hilo. El hilo diagonal 28 se controla para inhibir la operación de almacenaje a lo largo de su diagonal.

5 A continuación se pone en funcionamiento el registro para producir el complemento del vocablo original o primitivo en las líneas de bitio, se activan los hilos de excitación de fila y se controlan los excitadores de diagonal 28 y 29 para permitir que el complemento del vocablo sea guardado solamente a lo largo de la diagonal de hilo 28.

10 Con las células de almacenaje binarias comunes, las células X de almacenaje no funcionan en la memoria, siendo indiferente que almacenen unos o ceros.

Búsqueda

15 En una operación de buscar, se guarda un vocablo de búsqueda en el registro 39 y se activan los hilos de bitio 20, 21 dando una señal por la línea 14 de percepción de vocablo para toda célula que no concuerde con la correspondiente posición de bitio del vocablo de búsqueda. Se activan los hilos diagonales de vocablo 28 y 29 para permitir
20 la operación de buscar, y se activa el hilo diagonal 27 para inhibir las células X de almacenaje e impedir que produzcan señal de discrepancia en los hilos de percepción de vocablo. En respuesta a una señal de discrepancia, se activa el registro de concordancia 22 asociado por su salida de 1, desactivándose su salida de 0. En cada operación de buscar,
25 sólo uno de los registros de concordancia permanecerá en su etapa de reposición y de ese modo permitirá que el excitador 23 asociado funcione en una operación verdadera.

Lectura

30 En una operación de leer se activan en sucesión



los hilos 37 de acceso de cada grupo de vocablos, y se toman o leen individualmente de la disposición los vocablos concordantes. Se activa el hilo diagonal 27 para inhibir las señales procedentes de las células X de almacenaje, y se activan los hilos diagonales 28 y 29 para permitir la operación de leer en las células de almacenaje de uno y de cero. Así, en uno de los hilos 20 o 21 aparecen señales para dar a entender los estados de almacenaje de uno o de cero, y la ausencia de señales da a entender el estado de almacenaje X. Estas señales se suministran al circuito lógico 38, que detecta la condición de superior, inferior o igual.

Los detalles del circuito lógico 38 se ilustran en forma algébrica, por ser ya conocidos los circuitos lógicos individuales adecuados para la función lógica o su equivalente. Los hilos de bitio están designados con los símbolos A a H inclusive. Desde la posición de bitio extrema derecha del registro 39 se suministran dos hilos designados J y K, activándose uno u otro de estos hilos para dar a entender que el bitio de más a la derecha del vocablo de búsqueda es un uno o un cero.

Una señal presente en uno u otro de los hilos G o H significa que el vocablo acorde o contrastado es o el último del grupo de vocablos o el penúltimo del grupo de vocablos. Si el bitio de más a la derecha de ambos vocablos el de búsqueda y el acorde o concordante son idénticos, el vocablo concordante es el primitivo. Así, la función lógica $GJ + HK = 1$ significa que el vocablo concordante es igual al buscado. Al detectarse esta condición, el circuito 38 activa su línea de salida de "igual".



Si en el hilo G o el H existe una señal, pero con-
cuerda con la señal existente en el hilo J o el K, el voca-
blo acorde es el penúltimo del grupo de vocablos, y el pri-
mitivo es o superior o inferior al vocablo de búsqueda. Co-
mo se ilustra en el ejemplo, un uno en la posición de bitio
extrema derecha del vocablo concordante significa que el vo-
cablo concordante es superior al primitivo (1011 es más al-
to que el vocablo primitivo 1010) o, recíprocamente, que el
vocablo primitivo es inferior al de búsqueda. Así, el cir-
cuito lógico para activar la salida "baja" o inferior del
bloque 38 contiene el término $G\bar{J}$, y el circuito lógico pa-
ra la salida superior o "alta" contiene el término $H\bar{K}$.

Una señal presente en el hilo G o en el H signi-
fica también que la salida del bloque 38 va a ser indepen-
diente de las señales que aparezcan en los hilos A a F in-
clusive. La lógica para la salida "baja" o inferior contie-
ne el término $\overline{(G + H)}$, que se combina lógicamente con cada
uno de los términos E, C y A inhibiéndolos e impidiendo que
den una salida falsa por el terminal de salida "alta". De
igual modo, el término $\overline{(G + H)}$ se pone en coincidencia con
los términos E, C y A para impedir una salida falsa por el
terminal de salida "baja".

Así, en respuesta a una concordancia con el últi-
mo o el penúltimo vocablo de un grupo de vocablos, el cir-
cuito lógico 38 dará una salida de superior, inferior o
igual. Supóngase que el vocablo acorde contiene una X en la
posición de más a la derecha (extrema derecha), y un uno o
un cero en la inmediata contigua (en el ejemplo, el vocablo
100X). Ninguno de los hilos G o H lleva señal. Si el hilo F
lleva señal (como en el ejemplo 100X), el vocablo primitivo



es más alto que el de búsqueda. Los circuitos lógicos re-
presentados por la expresión $(G + H)E$ dan señal por el ter-
minal de salida "alta" del circuito 38. Los circuitos re-
presentados por la expresión $(G + H)F$, de igual modo, dan
5 salida por el terminal de salida "baja" del circuito 38
cuando el bitio inmediato al de más a la derecha es un uno.

Una señal en el hilo E o en el F significa tam-
bién que se ha de inhibir la operación sobre los términos
A, B, C y D para prevenir una falsa salida, y aparece el
10 término $(E + F)$ en todos los términos que tengan entradas
precedentes de estas posiciones de bitio. El circuito para
generar una salida de superior o inferior cuando la concor-
dancia tiene lugar con los demás vocablos del grupo se des-
prende del dibujo y de la precedente descripción de cómo
15 se opera con el vocablo acorde 100X.

Operaciones sucesivas

Al final de una operación de leer, el bloque ló-
gico 38 da una salida que significa que el vocablo primiti-
vo del grupo es superior, inferior o igual al de búsqueda.
20 Los circuitos para producir la señal de acceso en el hilo
37 indican cual es el particular grupo de vocablos al que
tiene aplicación la salida del detector. Como se ha expli-
cado en la introducción aclaratoria al presente invento,
esta información es útil para identificar un lugar de alma-
25 cenaje adicional no indicado en el dibujo, y para operar
con el vocablo almacenado en ese lugar. Una operación con
este vocablo de almacenaje adicional puede conducir a una
operación de guardar o almacenar que modifique el vocablo
seleccionado de la memoria asociativa, o bien la memoria
30 puede proceder a leer el vocablo acorde inmediato sucesivo



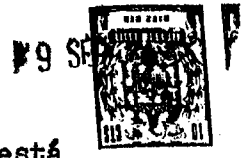
y dejar sin modificar el vocablo acorde precedente.

Otras formas de realización

5 En la forma de realización preferida, la disposición difiere de la usual lo menos posible en la práctica, previéndose circuitos y operaciones adicionales para lograr la búsqueda en superior, inferior o igual. Dentro del espíritu de la invención y del ámbito de las reivindicaciones es posible obtener diversas variantes de esta memoria asociativa, construyendo la formación o disposición de manera que ejecute algunas de las funciones lógicas que en la memoria preferida son desempeñadas por circuitos exteriores a la disposición.

10 En la memoria del dibujo, la función de habilitar los valores tanto verdadero o básico como complementario del vocablo primitivo viene desempeñada por el registro 39, y regulando en el tiempo la operación de almacenar para que ésta tenga lugar en escalones por separado para los valores de base y de complemento. Con una célula de almacenaje algo modificada, la función de almacenar los valores de base y de complemento puede efectuarse en la célula, y la operación de almacenar puede ejecutarse en un solo paso o escalón. Por ejemplo, puede hacerse que las células respondan a los hilos diagonales de vocablo 32 y 33 guardando selectivamente en el registro 39 el valor de complemento o el valor verdadero del vocablo.

20 En la memoria preferida, la función de detectar si el vocablo acorde es el superior, inferior o igual, se efectúa fuera de la formación o disposición ordenada, por medio del circuito lógico 38. La formación puede desempeñar esta función directamente: el vocablo más bajo del grupo



de vocablos es siempre igual al primitivo, cuando está acorde; el vocablo inmediato al más bajo es superior o inferior al primitivo según su bitio extremo de la derecha sea un uno o un cero; de modo semejante, los restantes vocablos del grupo son superiores o inferiores al primitivo según lo indique el estado de almacenaje (de uno o de cero) de una célula específica y concreta que puede estar permanentemente conexionada de manera que produzca una señal apropiada, indicativa de superior o inferior. Cuando la lógica de detección vaya prevista en la formación o disposición de memoria, ésta puede modificarse todavía para que dé una concordancia o una operación sucesiva de lectura solamente cuando el vocablo primitivo tenga una relación prefijada de superior, inferior o igual respecto al de búsqueda.

Tal como hasta aquí se ha explicado el funcionamiento de esta memoria, cada grupo de vocablos no representa datos útiles fuera de ella, sino que identifica un lugar de vocablo en almacenaje adicional, accesible al ser leído el vocablo acorde del grupo de vocablos. Esta invención resulta asimismo útil cuando se vaya a leer el propio vocablo primitivo. El vocablo original o primitivo puede estar duplicado en el lugar de almacenaje adicional, o bien la formación puede estar construída para lectura directa tomada del vocablo primitivo del grupo de vocablos acorde.

La forma de realización de la fig. 3

La capacidad de búsqueda de superior, inferior o igual de esta memoria es útil para restar el vocablo de búsqueda de cada vocablo de la memoria. La operación de

restar progresa bitio a bitio desde el orden superior al inferior (o en cualquier orden arbitrario), y en la operación hay en efecto dos pasos o escalones en cada posición de bitio. Uno de los pasos es la operación de disyuntiva exclusiva en una particular posición de bitio, que se denominará posición de trabajo. En el otro paso se efectúa la operación de búsqueda de superior, inferior o igual ya descrita, de manera que diga si las posiciones de bitio de la derecha de la posición de trabajo producen una toma o apropiación de orden superior en la posición de trabajo. Si se produce la apropiación, se complementa el resultado de la operación de disyuntiva exclusiva, obteniéndose el resultado para la posición de trabajo.

Como las células de almacenaje y sus interconexiones con los hilos de bitio y de vocablo se han explicado ya en la descripción de la memoria de la fig. 1, estos elementos componentes están representados en la fig. 3 por una formación correspondiente de números que representan un vocablo primitivo 1001. El grupo de cuatro por cinco vocablos para el vocablo primitivo está guardado por duplicado en las formaciones 12a y 12b. Por cada vocablo de cuatro bitios de las formaciones 12a, 12b hay un vocablo de cinco bitios en las formaciones 60a, 60b, conectado al mismo hilo 14 de percepción de vocablo para registrar las discrepancias en el mismo registro 22. Los bloques o recuadros que encierran estas disposiciones representan distinciones funcionales, pero no necesariamente estructurales, entre las cuatro disposiciones o formaciones. Las formaciones 12a, 12b se escrutan (se someten a búsqueda) para efectuar la operación de apropiación o toma de orden superior, y en



las formaciones 60a, 60b se efectúa la búsqueda para efectuar la operación de disyuntiva exclusiva. Los demás componentes que cooperan con las formaciones se explicarán a medida que aparezcan en el siguiente ejemplo de una operación de restar.

5

En el ejemplo del dibujo, en un registro de búsqueda 39a se contiene un vocablo de búsqueda 0110, que se va a restar del vocablo 1001 y de otros vocablos de la memoria que no se representan. A la izquierda de las formaciones de la fig. 3 se indica una tabla de esta operación particular. La columna de resultados muestra el resultado de toda sustracción o resta que produce concordancia en la fila correspondiente. Este resultado aparece en la salida de un circuito 67, que se describirá más adelante. La columna de concordancia muestra la posición de bitio del resultado, para el particular ejemplo de la fig. 3, en la misma fila que el vocablo concordante de las formaciones. En este ejemplo ocurren concordancias sucesivas en diferentes vocablos, pero las concordancias sucesivas pueden tener lugar en el mismo vocablo.

10

15

20

Como la lista de concordancias de la fig. 3 indica, el resultado de restar dos números de cuatro bitios es un número de cinco bitios. En la quinta posición de bitio, un uno significa que el resultado es negativo y está en la forma de complemento a doses, y un cero significa que el resultado es positivo, y está en su forma real y verdadera. (Como se explicará más adelante, la quinta posición de bitio de las formaciones 60a, 60b da un signo positivo o negativo para el vocablo del registro de búsqueda.)

25

30

Para transmitir un número elegido de posiciones



de bitio de la extrema derecha del vocablo de búsqueda a las formaciones 12a, 12b se dispone de un registro de protección o enmascaramiento (registro separador) de tipo usual. En la operación de hallar el bitio de apropiación en la

5 quinta posición de bitio, todas las posiciones están desprotegidas, y la operación es similar a la descrita para la memoria de la fig. 1. En el ejemplo del dibujo, el vocablo almacenado 1001 es mayor que el de búsqueda 0110, no habiendo apropiación a la quinta posición. En la búsqueda,

10 se produce concordancia con el vocablo OXXX (en la formación 12a, como se explica más adelante). El vocablo OXXX es leído y detectado en el circuito 38, como dando a entender que el vocablo primitivo es superior al vocablo de búsqueda. Una concordancia de igualdad, naturalmente, tiene

15 la misma significación en la operación de apropiación o toma, y una concordancia en inferior indicaría que hay apropiación de orden superior. La salida del circuito da a entender la existencia o no de la apropiación de orden superior como resultado de esta búsqueda, y en la lógica específica de la fig. 3 la presencia de un uno en la salida del

20 circuito 38 significa que hay tal apropiación.

Hay un circuito disyuntivo exclusivo 67 conectado para recibir la señal de apropiación, y para recibir los resultados de la operación de disyuntiva exclusiva realizada en la posición de trabajo de las formaciones 63a, 63b, y para producir el resultado para la posición de trabajo.

25

Durante la operación en las formaciones 12a, 12b que acaba de describirse, un registro de protección 63b y un registro de búsqueda 39b cooperan efectuando una búsqueda en sólo la quinta posición de bitio de las formaciones

30



60a, 60b. El registro de búsqueda 39b contiene el vocablo de búsqueda 00110, en el cual el cero de la quinta posición de bitio significa que el número es positivo, y las demás posiciones son iguales a las del vocablo de búsqueda del registro 39a. La formación superior 60a contiene, en parte, el vocablo primitivo. Así, una concordancia en las formaciones superiores 12a, 60a significa que la función disyuntiva exclusiva del vocablo de búsqueda y el vocablo guardado es cero. La disposición o formación inferior 60b contiene, en parte, valores complementarios, de manera que una concordancia significa que la función disyuntiva exclusiva es uno, para la posición no protegida.

Se prevén circuitos para suministrar una entrada significativa de "uno" al circuito disyuntivo exclusivo 67 en respuesta a la activación de un registro de concordancia 22 para cualquier vocablo de las formaciones superiores 12a, 63a. Cada excitador 23 tiene su salida acoplada por medio de un elemento separador 65 a una línea de entrada común al circuito 67. Como esta entrada es el complemento de la función disyuntiva exclusiva, el circuito 67 está dispuesto para efectuar la operación de disyuntiva exclusiva. Así, la salida del circuito 67 es el resultado de la resta para la posición de trabajo.

La quinta posición de bitio de la formación 60a contiene ceros en cada fila para dar concordancia cuando el vocablo de búsqueda es positivo, y la quinta posición de bitio de la formación 60b contiene unos en cada fila para dar concordancia cuando el vocablo de búsqueda es negativo.

En la operación para dar la cuarta posición de bitio del resultado, se hace funcionar la parte 63a del regis



tro de protección para buscar en las tres posiciones de bitio de más a la derecha, de las formaciones 12a, 12b. Como indica el cuadro de operación, esta operación da concordancia con la parte LXX del vocablo completo 11XX de la formación 12b. Al leerse este vocablo, el circuito 38 da a entender que los tres bitios de la derecha del vocablo primitivo son menores que los tres bitios de la derecha del vocablo de búsqueda, y que en la cuarta posición del resultado tiene lugar una apropiación de orden superior.

10 Los vocablos OXXX de las formaciones 12a, 12b están protegidos para prevenir la concordancia que, de lo contrario, ocurriría si sólo se escrutaran en la búsqueda los tres bitios de la derecha de estos vocablos. En las formaciones 63a, 63b, a la cuarta posición de bitio para estos
15 vocablos se le da un estado de discrepancia permanente, designado con la letra Z en el dibujo. Un estado de discrepancia puede habilitarse estableciendo un camino conductivo desde cada hilo de percepción de bitio al hilo de percepción de vocablo del mismo lugar. También puede habilitarse
20 una discrepancia mediante pares de circuitos biestables acoplados por separado a un hilo de bitio y puestos en estado de almacenaje, para producir señales de discrepancia cuando uno u otro hilo de bitio es interrogado. Los términos Z están situados en cualquier otro lugar de las formaciones 63a, 63b.
25

La tabla de operación de la fig. 3 muestra los pasos a recorrer para hallar los resultados correspondientes a las demás posiciones del resultado. Las operaciones para las posiciones tres y dos no son sino repetición de
30 la que se ha descrito para la posición cuarta. Como el re-



sultado para la posición primera es una simple función disyuntiva exclusiva del bitio de la extrema derecha del vocablo de búsqueda y del vocablo guardado, la operación para la posición primera tiene lugar con la parte 39a del registro completamente protegida. La salida de nivel de cero del circuito 38 da correctamente una entrada al circuito 68, para esta operación.

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

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 11 de Julio de 1.968, bajo el Nº 744.109, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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 siguientes:

1. Un dispositivo de memoria asociativa dotado de células de almacenaje dispuestas para formar vocablos, medios de buscar a lo largo de las posiciones de bitio de la memoria unas condiciones de concordancia o discrepancia con un vocablo de búsqueda, medios de percibir discrepancias en la dimensión del vocablo y medios de registrar dis-



crepancias para cada vocablo, dispositivo caracterizado por comprender, como perfeccionamiento: medios de almacenar cada vocablo primitivo de n bitios como grupo de vocablos de $n + 1$ lugares de vocablo usando estados de concordancia permanentes para determinadas posiciones de bitio a fin de definir juegos de números que sean superiores, inferiores o iguales al vocablo primitivo; y medios capaces de responder a una concordancia con cualquier vocablo de un grupo de vocablos, para señalar el estado de superior, inferior o igual del vocablo primitivo, con respecto al vocablo de búsqueda.

2. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 1, en el que dichos medios capaces de responder a una concordancia incluyen medios capaces de responder al bitio uno o cero de orden inferior de un vocablo acorde, para señalar el estado de superior, inferior o igual del vocablo primitivo respecto al vocablo de búsqueda.

3. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 2, en el que dichos medios capaces de responder al bitio uno o cero de orden inferior de un vocablo acorde incluyen medios capaces de responder a la posición de bitio de orden inferior del vocablo de búsqueda y de los vocablos que no tengan estados permanentes de concordancia, hasta distinguir un estado de igual respecto de un estado de superior o inferior.

4. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 3, en el que dichos medios capaces de responder a una concordancia incluyen medios de leer cada vocablo acorde por separado y medios de detectar el bitio



uno o cero de orden inferior de los vocablos que tengan es-
tados de concordancia permanentes, y medios de comparar la
posición de bitio de orden inferior de otros vocablos con
la posición de bitio de orden inferior del vocablo de bús-
queda.

5

5. Un dispositivo de memoria asociativa según la
reivindicación 1, en el que dichos medios de almacenar ca-
da vocablo primitivo incluyen un primer hilo de diagonal
que controla una operación de almacenaje de complemento a
tener lugar en n células dispuestas a lo largo de dicha
diagonal, y un segundo hilo de diagonal paralelo que con-
trola una operación de almacenaje de base (forma verdade-
ra del vocablo) a tener lugar en las n células dispuestas
a lo largo de dicha segunda diagonal y en otras células
que forman una disposición ordenada triangular.

10

15

6. Un dispositivo de memoria asociativa según la
reivindicación 5, en el que dichos elementos de almacenaje
son unos circuitos biestables de transistores dotados de
un par de hilos de percepción de bitios, que llevan por
separado señales significativas de uno y de cero, y que in-
dican el estado de concordancia permanente mediante la au-
sencia de señal en uno y otro hilo.

20

7. Un dispositivo de memoria asociativa según la rei-
vindicación 6, que incluye un tercer hilo de diagonal que
conecta las posiciones de estado de concordancia permanen-
te de una formación triangular, y puede hacerse funcionar
durante una operación de leer impidiendo que salgan seña-
les significativas de uno o de cero de dichas posiciones
de concordancia permanente.

25

30

8. Un dispositivo de memoria asociativa que compren-



de células de almacenaje dispuestas en filas y en n columnas, e interconectadas a lo largo de las columnas a unos hilos de bitio y de percepción, para recibir señales de bitio durante las operaciones de almacenaje y búsqueda y llevar señales desde las células seleccionadas para acceso durante una operación de lectura, e interconectadas a lo largo de las filas a unos hilos de acceso de vocablo y de percepción de concordancia, dispositivo caracterizado por comprender, como perfeccionamiento: para cada grupo de vocablos de $n + 1$ lugares de vocablo, un primer hilo de diagonal que interconecta las n células de almacenaje de la diagonal, para controlar las operaciones de leer e inscribir a lo largo de dicha diagonal en cooperación con los otros hilos; y un segundo hilo de diagonal paralelo que interconecta las n células de almacenaje de la diagonal, para controlar las operaciones de leer e inscribir a lo largo de dicha segunda diagonal en cooperación con dichos otros hilos.

9. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 8, que incluye además medios de interconectar otras células seleccionadas, de una formación triangular, con las células de dicha segunda diagonal a controlar por medio de dicho segundo hilo de diagonal.

10. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 9, que incluye un tercer hilo de diagonal que interconecta las otras células de dicho grupo de vocablos dispuestas en formación triangular, y medios de excitar o activar dicho tercer hilo de diagonal a fin de inhibir las discrepancias durante una operación de búsqueda.

11. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 9, que incluye medios de excitar dichos hi-



los de diagonal y dichos otros hilos, para inscribir un determinado vocablo primitivo en las posiciones de bitio de dicha formación triangular y para inscribir el complemento de dicho vocablo a lo largo de dicha primera diagonal, de tal modo que una operación de guardar establezca $n + 1$ vocablos definiendo juegos de vocablos superiores, inferiores o iguales a dicho vocablo primitivo.

12. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 11, que incluye un registro de protección que se puede hacer funcionar para buscar posiciones de bitio de orden inferior seleccionadas a fin de efectuar una operación de apropiación o toma de orden superior, y medios de formar la función lógica disyuntiva exclusiva de la posición de bitio de orden inmediato superior del vocablo de búsqueda y del vocablo primitivo, para restar el vocablo de búsqueda del vocablo primitivo.

13. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 12, en el que dichos medios de efectuar la operación de disyuntiva exclusiva comprenden: un primer y un segundo juego de $n + 1$ por $n + 1$ células de almacenaje para guardar en parte, respectivamente, dicho vocablo primitivo de un grupo de vocablos y el complemento de dicho vocablo primitivo, y conectados para formar vocablos con los lugares de vocablo de dicho grupo de vocablos; un registro de vocablos de búsqueda, de $n + 1$ bitios, para guardar dicho vocablo de búsqueda de n bitios y un bitio de signo; y un registro de protección para buscar o escrutar de una en una las posiciones de bitio, hasta dar concordancia en dichos juegos primero y segundo de células con arreglo a la función disyuntiva exclusiva de una posición de bitio de di



cho vocablo de búsqueda y dicho vocablo primitivo.

14. Un dispositivo de memoria asociativa según la reivindicación 13, que incluye, en dichos juegos primero y segundo de células, unas células de discrepancia permanente situadas para proteger los vocablos de dicha formación orde
5 nada de n por $n + 1$ que, funcionando bajo protección, presenten solo estados de concordancia permanentes.

15. Un dispositivo de memoria asociativa.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, y con los fines que se han especificado.
10

Esta memoria consta de 30 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

49 SEP. 1969

P. A.

15

20

25

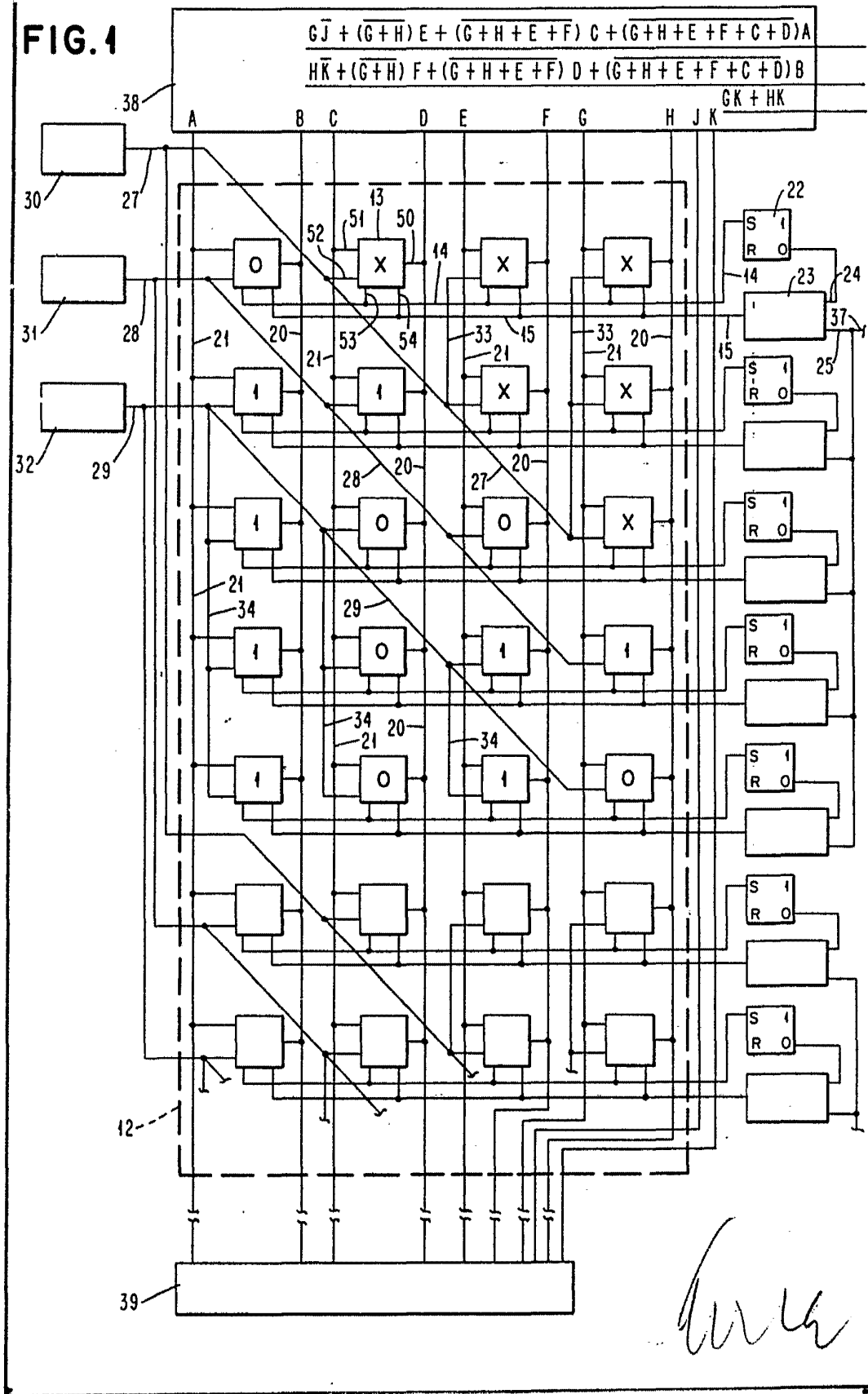
30

JQ.

4.9.69



FIG. 1



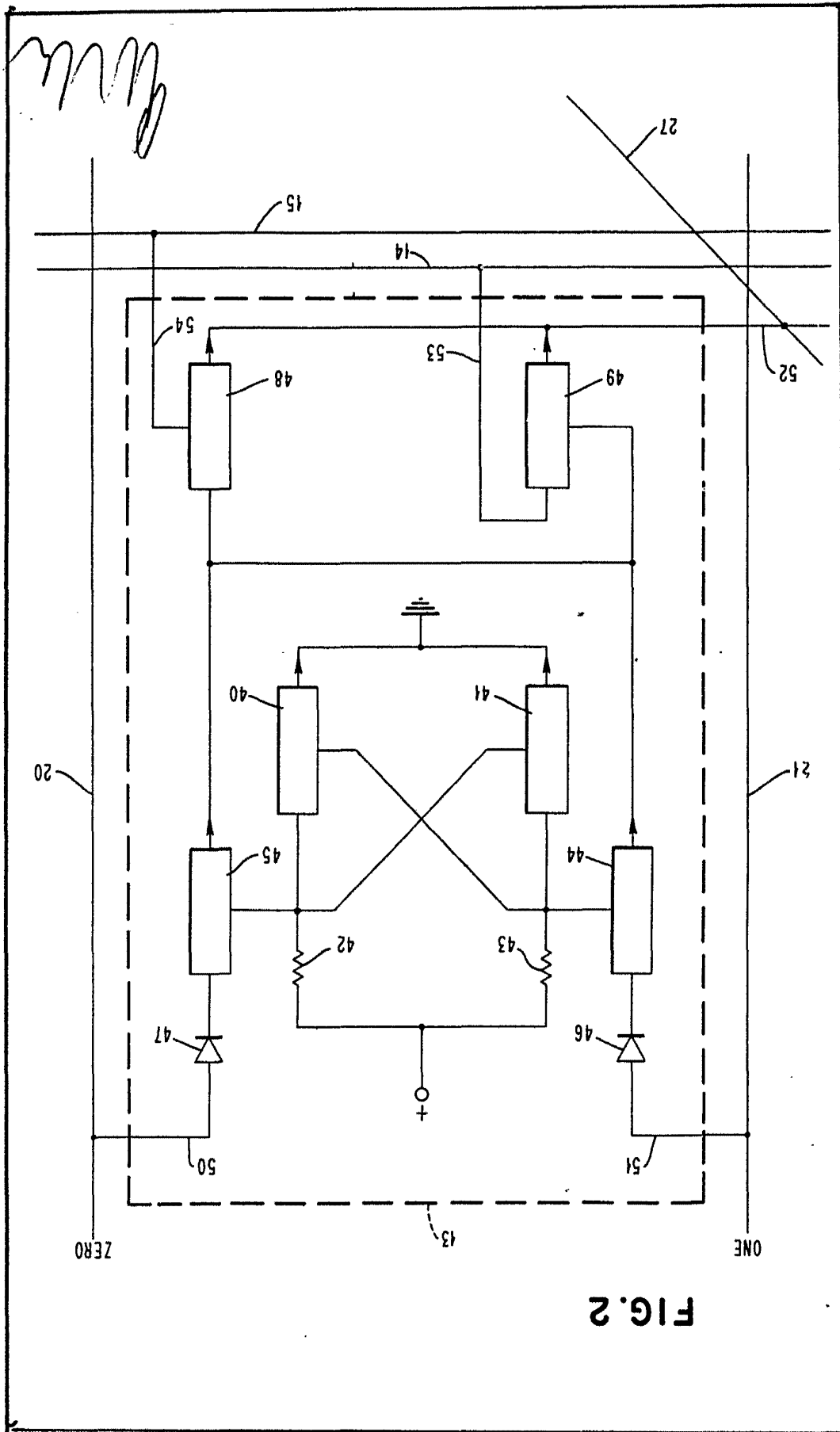


FIG. 2

Handwritten signature

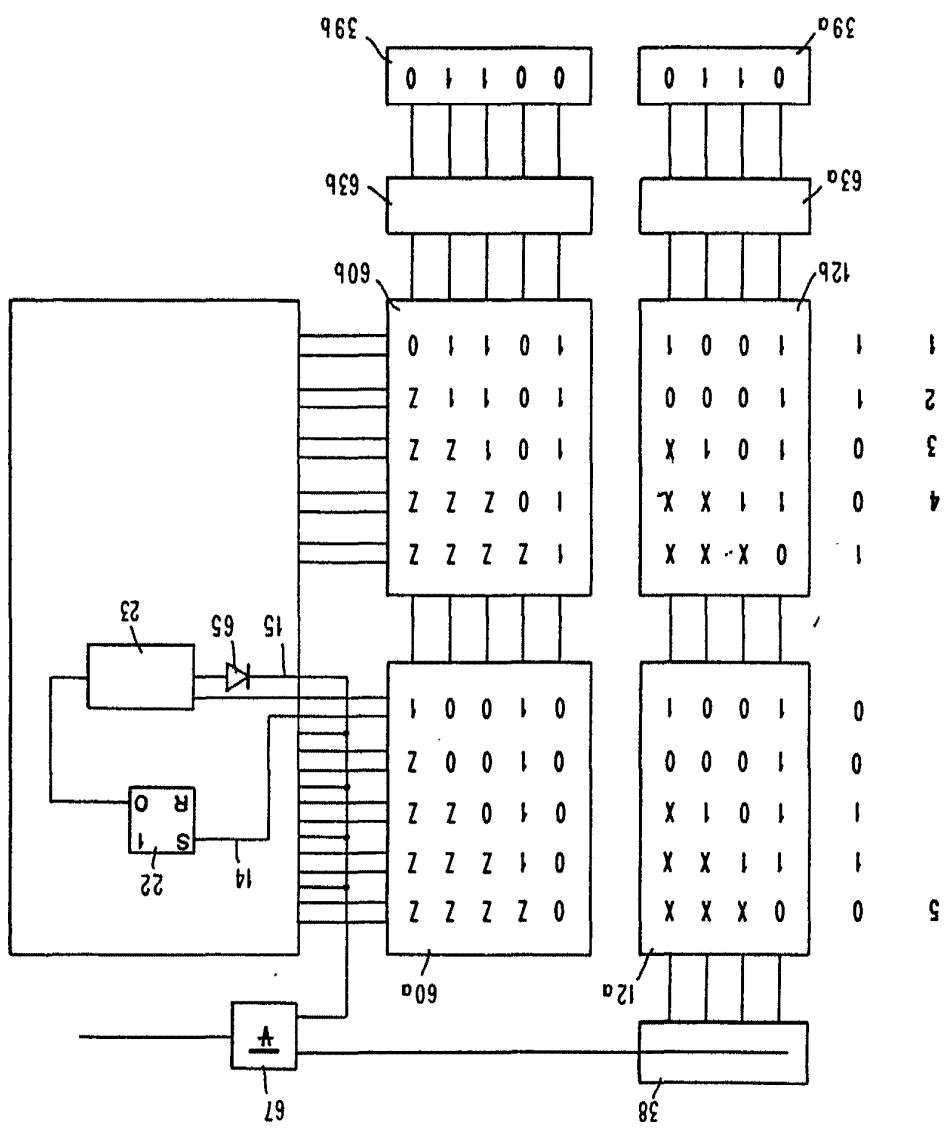


FIG. 3