



P- 30.723

Docket 10.743

25 ENE 1960

321214

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

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

formulada el 28 de Diciembre de 1.965, con el núm. 321.214

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

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

"UNA MAQUINA CALCULADORA"

=====

La presente invención se refiere a un sistema cal-
culador que permite una gran flexibilidad en las posibi-
lidades de tratamiento de sub-rutinas (rutinas subordina-
das) del lenguaje de programación. Más especialmente, se
5 refiere a un sistema de este género en el cual se siga -
el rastro de las sub-rutinas y sus parámetros mediante -
el uso de un plan de exámen de tablas y registros de de-
volución.

La presente invención está relacionada y particu-
10 larmente destinada al uso con el sistema expuesto en la



321214

patente francesa número 1.405.517. Constituye un perfeccionamiento o una adición de posibilidades de funcionamiento respecto al sistema general revelado en esta patente francesa. Ahora bien, se sobrentiende que los conceptos aquí expuestos pueden utilizarse también con independencia de otros sistemas ya existentes.

En la mayoría de las calculadoras electrónicas de hoy en día, cuando se va a efectuar una operación aritmética o de otro género, es preciso dar a la máquina unas instrucciones específicamente organizadas para que ésta pueda ejecutar automáticamente los cálculos en sucesión partiendo de tales instrucciones. En la mayoría de los casos el suministro de tan detallada instrucción secuencial a una calculadora no es natural ni conveniente, sino que trae consigo unos grupos de instrucciones de máquina o programas extremadamente complicados.

El método que en las actuales calculadoras se suele emplear, buscando la aproximación a lenguajes de máquina razonables, a utilizar por el operador o programador de la máquina, trae consigo lenguajes de máquina especiales, tales como los de FORTRAN, COBOL y LISP, por citar sólo unos pocos. Utilizando lenguajes de máquina tales como el FORTRAN, el programador puede llegar a utilizar instrucciones que se asemejen algo a una expresión algébrica normal. Sin embargo, hay en el caso de este lenguaje gran número de reglas especiales, que es preciso recordar y que complican su empleo, limitando en la práctica el número de problemas, y el número y tipo de expresión parentética (encerrada entre paréntesis) que puede ser convenientemente resuelta en una operación cualquiera de la máquina.

321214



Asímismo, cuando se utiliza el lenguaje FORTRAN, es preciso efectuar la compilación y el ensamble de la instrucción real en lenguaje de máquina, todo lo cual exige invertir un tiempo de máquina considerable y disponer de una gran capacidad de memoria, para el almacenaje del programa FORTRAN y también de los diversos programas de compilación y montaje o ensamble. Así, pues, y como puede verse, aún usando tan especializado lenguaje de máquina se ponen al programador muchas limitaciones en cuanto a los tipos de operaciones que es posible efectuar, necesi-
5 tándose mucho tiempo de máquina y equipos especiales para llevar a efecto tales programas de lenguajes especiales.

La patente francesa más arriba citada como referencia simplifica algo los problemas de los programadores, ya que puede enunciarse una instrucción matemática, y dársela a la calculadora, en forma algébrica más o menos natural, sin seguir las detalladísimas y complicadas reglas que exigen los lenguajes de programación arriba mencionados.

Ahora bien, otro problema principal de la programación de las calculadoras es aquél en que la máquina debe ejecutar procesos matemáticos particularmente complicados, tales como la multiplicación de matrices, la extracción de raíces cuadradas, la elevación a potencias y ciertas ecuaciones iterativas. Como en toda expresión dada en la que se pida uno de estos métodos o procesos particulares de cálculo la mecánica efectiva de la operación es la misma, para llevarlos a la práctica se "escriben" unos subprogramas o subrutinas especiales, que se almacenan permanentemente en la máquina para tener acceso a ellos cuando
20
25
30



haga falta. Los parámetros o números particulares implicados en la operación, naturalmente, se especifican en la petición o solicitud de operación, cuando se necesiten estas operaciones. Tales operaciones se conocen en la técnica de las calculadoras con el nombre de sub-rutinas, y son un poderoso auxiliar para muchos de los lenguajes de calculadoras. Ahora bien, la mayoría de las actuales calculadoras son bastante limitadas en cuanto al número de sub-rutinas que pueden ejecutarse en un punto dado y dentro de un determinado bucle en particular. En la mayoría de los sistemas, este número quedaría limitado a la unidad. Es más, tampoco suele ser posible el empleo de una sub-rutina dentro de otra, es decir, el caso en que uno de los parámetros o números de una determinada sub-rutina sea en realidad el resultado de otra, o aquél en que se utilicen los resultados de una sub-rutina durante la ejecución de otra. En este caso, es preciso detallar, al escribirla, la sub-rutina interna o "contenida". Tampoco es posible con los presentes sistemas hacer la conveniente referencia a diversos parámetros dentro de un grupo o juego de sub-rutinas jerárquicas, ya que cada parámetro debe ser específicamente deletreado y citado como referencia. Se simplificaría el problema de programar una calculadora si pudiera tenerse acceso a estos parámetros simbólicamente, o en un orden numérico ascendente a partir del primer parámetro, dentro del determinado programa de una máquina, porque entonces podría especificarse un parámetro cualquiera sin que ello afectara en modo alguno al programa de la sub-rutina en sí.

Es evidente que existe, tanto en los sistemas calcu

321214



ladores que exigen lenguajes completos de programación -
de máquina, tales como el FORTRAN, como también en la or-
ganización de calculadora con secuencias automáticas de -
instrucciones expuesta en la patente francesa nº 1.405.517
5 antes citada, una gran necesidad de que la flexibilidad -
de los bucles y las sub-rutinas sea mayor.

Según se ha visto ahora, pueden habilitarse equipos
de usos especiales, capaces de aumentar grandemente la --
flexibilidad de las calculadoras de hoy en día para mani-
10 pular complicados enunciados de sub-rutinas. Mediante el
uso de este sistema pueden utilizarse, en un determinado
enunciado, niveles múltiples de sub-rutinas: esto es, unas
sub-rutinas dentro de otras. Es más, puede hacerse refe--
rencia convenientemente a diversos parámetros utilizados
15 de manera recurrente en diferentes partes de una sub-ruti-
na, sin más que utilizar un indicador de parámetro carac-
terístico, y una indicación del parámetro a que se haga -
referencia en un caso dado: por ejemplo, el primero, el -
segundo, el tercero, el cuarto, etc.

20 Por todo ello, es objeto principal del presente in-
vento un sistema de calculadora capaz de ejecutar sub-ru-
tinas automáticamente.

Otro objeto de la invención es uno de estos siste--
mas de calculadora, capaz de efectuar automáticamente - -
25 unas sub-rutinas dentro de otras.

Otro objeto más de este invento es el de ejecutar -
automáticamente unas estructuras de sub-rutina jerárqui--
cas, en las cuales los parámetros están designados simbó-
licamente y pueden especificarse una pluralidad de veces
30 utilizando dicha representación simbólica.

321214

23



Otro objeto más de la invención reside en uno de ta
les sistemas de calculadora, en el cual puede utilizarse
una sub-rutina bajo su propia definición.

Otro objeto más de este invento consiste en uno de
5 tales sistemas, construido a base de bloques o grupos de
elementos usuales en las calculadoras.

Los precedentes y otros objetos, rasgos caracterís
ticos y ventajas de la invención se irán desprendiendo de
la descripción pormenorizada que sigue en algunas formas
10 preferidas de realización del invento, ilustradas en los
dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es un esquema funcional de conjunto -
que representa un sistema de calculadora con programa ge-
neral almacenado, e ilustra de manera general el modo de
15 utilizar el presente sistema;

- la figura 2 es un esquema funcional orgánico o de
circulación que ilustra las operaciones de principio efec-
tuadas por el presente sistema, y el orden de su ejecu- -
ción; y

20 - la figura 3 es un esquema lógico detallado de los
componentes principales del presente sistema, necesarios
para poner en práctica la invención, sistema que podría -
incorporarse a cualquier calculadora de uso general.

Los objetos de la presente invención se consiguen -
25 en general mediante un sistema para la manipulación de --
sub-rutinas en una calculadora de uso general, la cual in-
cluya un dispositivo unitario de instrucciones y control,
unos dispositivos aritméticos, una memoria, y un disposi-
tivo de identificación o envío de "direcciones" a la me--
30 moria. El presente sistema comprende medios para detectar

321214

25 EN



la aparición de una sub-rutina en la instrucción de la cal
culadora, medios para valorar y almacenar la totalidad de
los parámetros dados en la instrucción, para uso en el --
particular programa, medios para ejecutar la sub-rutina --
5 tan pronto como se haya valorado por completo la llamada
o petición de sub-rutina, medios para retirar o hacer vol
ver los parámetros de dichos medios de valoración durante
la ejecución de la sub-rutina y medios para devolverlos a
la posición primitiva en la instrucción del programa, al
10 terminarse dicha sub-rutina.

Otro rasgo característico adicional del presente in
vento incluye los controles automáticos necesarios para --
ejecutar unas sub-rutinas dentro de otras, al ir surgien-
do cada una de ellas. Los controles del sistema exigen --
15 conocer forzosamente o marcar de modo especial el final --
de cada sub-rutina. Así, el final de la sub-rutina es re-
conocido al llegarse a la dirección del final conocido o
alcanzarse la marca especial. En las instrucciones de sig
temas en las que haya jerarquías de sub-rutinas, o unas --
20 sub-rutinas dentro de otras, la más interior de ellas, na-
turalmente, se ejecutará por completo en primer lugar, an
tes de ejecutarse por completo las exteriores. No obstan-
te, la ejecución de cada sub-rutina da comienzo inmediata
mente de ser pedida o designada. Como se observará por el
25 estudio y los ejemplos que siguen, no existe otra limita-
ción que la de la cantidad de contadores y equipo de memo-
ria a habilitar, para fijar las dimensiones de una deter-
minada jerarquía de instrucciones de sub-rutinas. Asímis-
mo, puede utilizarse una sub-rutina en una instrucción de
30 bucle de una sub-rutina grande, y ser repetida hasta sa--

321214



tisfacerse una determinada condición particular. Tales -
bucles o instrucciones son los comúnmente denominados bu-
cles iterativos, en los cuales se ejecuta una determinada
operación, se obtiene el resultado y se compara con la
5 cantidad deseada; y de no satisfacerse el requisito parti-
cular pedido por la instrucción se modifican los paráme-
tros de partida primitivos y se repite la instrucción has-
ta llegar de hecho a la condición deseada, o al grado de
exactitud que se quiere para el particular problema, o --
10 bien se confirma que es imposible llegar a ello.

Con arreglo a otro aspecto más de la invención, se
prevén medios para que un parámetro particular no necesi-
te ser denominado o identificado específicamente sino --
una sola vez en una determinada jerarquía de sub-rutina -
15 particular. Trás esta específica identificación del mismo
en la memoria, sólo hay que hacer referencia al parámetro
simbólicamente en los bucles sucesivos, y dicho parámetro
será extraído automáticamente y utilizado en los cálculos
de las sub-rutinas interiores.

20 El sistema aquí descrito presenta un método median-
te el cual las sub-rutinas pueden definirse y utilizarse
de manera completamente general. En este sistema se utili-
zan de manera particular unos registros de devolución - -
("push down") para guardar las direcciones para su retor-
25 no y para los puntos finales a cada nivel de la sub-ruti-
na. Esto permite la desaparición de toda restricción en -
el número de los niveles de sub-rutina que pueden ser con-
trolados por el sistema en una instrucción dada. Otra par-
te vital del sistema es la que incluye una parte o sección
30 de almacenamiento de la memoria, accesible mediante "di--

321214

22.5.ENE



recciones" de identificación especiales, y unos medios -
generadores de "direcciones" o señales de identificación,
para la misma. Por este medio se genera una dirección que
depende del nivel de la sub-rutina y del particular núme-
5 ro secuencial de un parámetro, pudiendo guardarse en el --
lugar identificado por esta dirección los parámetros para
todos los niveles de una determinada instrucción de sub-
rutina en particular. La extensión de la utilidad gene--
ral del presente sistema queda demostrada por el hecho de
10 que una sub-rutina puede definirse recursivamente; o, di-
cho de otro modo, que una particular subrutina puede - -
usarse en su propia definición.

Antes de seguir adelante con la descripción de una -
forma de realización del invento particularmente expuesta,
15 es de notar que se supone que el funcionamiento de una cal-
culadora de uso general, de programa almacenado, es ya bien
sabido en la técnica del ramo. Sin embargo, en la descrip-
ción de la figura 1 se incluyen unas ideas muy generales
acerca de las calculadoras de este tipo, aunque se dispo-
20 ne de gran número de referencias informativas de lugares
en los cuales se describen tales sistemas. Por ejemplo, -
en el "Manual técnico del cliente" correspondiente a la -
calculadora I.B.M. 7090, se describe uno de estos siste--
mas de calculadora, en el que las instrucciones se intro-
25 ducen en un dispositivo unitario de instrucciones que las
interpreta y gobierna las operaciones de almacenamiento y
extracción en y de la memoria, las operaciones en los dis-
positivos de tratamiento y, finalmente, el almacenamiento
de los resultados en la memoria al terminarse las operacio-
30 nes dadas. Otro texto bien conocido, en el que se descri-

321214



be el funcionamiento de las calculadoras modernas, es el libro "Arithmetic Operations in Digital Computers", de R. K. Richards, D. Van Nostrand Co., In., 1955. En las calculadoras de uso general, como las que se describen en las anteriores referencias, se suele recurrir simplemente a identificar una determinada sub-rutina especificando la dirección de comienzo de la misma en la memoria principal de la máquina, donde se guardan las etapas específicas de dicha sub-rutina. Así, dando la dirección específica de comienzo (método supuesto en la forma de realización que ahora se expondrá) o mediante un plan de identificación simbólica o indirecta de algún género, se puede tener acceso a la particular sub-rutina. Como antes se ha dicho, la forma de realización del invento que ahora se expone, está particularmente destinada a su empleo con el sistema indicado en la patente francesa número 1.405.517. El anio o marcador, de registro de instrucciones, el registro de direcciones de objeto, etc., del presente sistema son esencialmente iguales a los expuestos en la forma de realización arriba citada, con la excepción de que para el presente invento sólo las salidas del descodificador que con creta y específicamente se indican son aquellas a las cuales se refiere el presente sistema. Lo mismo que en la patente arriba citada, el descodificador funciona con arreglo al conocido principio de descodificación o descifrado de las instrucciones enunciadas en combinaciones de bitios binarios, en las cuales las sucesiones o secuencias particulares de bitios binarios dan por resultado la aparición de una salida en una determinada línea del descodificador. Así, con el presente sistema, como más ade--

321214



lante se expondrá, los símbolos especiales indicativos --
de la aparición de una sub-rutina, la aparición de un pa-
rámetro, el final de una sub-rutina y la sucesiva peti- --
ción de parámetro tendrían unas combinaciones de código --
5 particulares, detectables por el descodificador del pre--
sente sistema y que darían lugar en' éste a unas salidas
que pondrían en activo las diferentes secciones de control
del presente sistema. Se sobrentiende además que, en esta
forma particular de realización, se supone que las sub-ru-
10 tinas están guardadas en la memoria según la manera usual,
y pueden quedar disponibles a petición del sistema al apa-
recer la dirección de comienzo de la sub-rutina. Se so--
brentiende además que, con cada sub-rutina almacenada en
la memoria, la primera información guardada en la sub-ruti-
15 na es la dirección de final de la misma. Esta dirección -
de final se utiliza para detectar el punto en que se lle-
ga al final de una determinada sub-rutina. Este método --
particular de detección del final de una sub-rutina se dá
a título meramente ilustrativo, ya que con el presente --
20 sistema puede detectarse el final de dicha sub-rutina com-
parando la dirección "actual" o existente en un momento -
dado en el registro de direcciones de instrucción con la
dirección de final indicada para la sub-rutina. Ahora - -
bien, en muchos sistemas se utiliza un símbolo especial -
25 para indicar el final de una sub-rutina, y se sobrentiende
que el presente sistema funcionaría satisfactoriamente con
tal indicación de final, indicación que tendría por efec-
to volver el sistema a la dirección de retorno primitiva
guardada en el registro de devolución, como luego se des-
30 cribirá.

321214

25



Además de la memoria de direcciones especiales para guardar parámetros de sub-rutinas, y del registro de devolución de sub-rutinas, se utiliza cierto número de otros registros de retención o mantenimiento, y de clasificación, en unión de circuitos de barrera usuales, disyuntivos, de coincidencia, y de un "reloj" o base de tiempos de control, que comprende una serie de multivibradores monoestables de tipo ya conocido, conectados en la configuración lógica indicada de modo tal que el impulso de activación de dicho multivibrador proporciona una determinada función, o una operación particular de la máquina; en tanto que la desactivación de dicho circuito monoestable o de reloj hace que el sistema pase a un punto de control inmediato sucesivo, que vendrá determinado ya sea por conexión directa a una etapa de reloj sucesiva o bien por conexión a un circuito lógico, para determinar las condiciones de ramal necesarias. Todos los bloques o recuadros funcionales indicados en el esquema lógico de la figura 3 son de tipo usual, y puede encontrárseles en gran número de fuentes de información fácilmente obtenibles; tales como, por ejemplo, el libro de R.K. Richards titulado "Digital Computer, Components and Circuits" ("Calculadoras numéricas, sus elementos componentes y circuitos"), editado por D. Van Nostrand Co., Inc., 1957. Ahora bien, la descripción específica del esquema lógico se presentará más adelante en esta Memoria, al hablar en general de la figura 3, y también se describirá después el ejemplo concreto que la aclara.

Antes de hacer referencia a la forma concreta de realización del presente sistema, se describirá la estruc

321214



tura general de una instrucción de máquina que pida la --
ejecución de una sub-rutina. Fundamentalmente, una sub-ru-
tina es una operación especial, no necesariamente matemá-
tica, de una calculadora, operación que se presenta con --
5 una frecuencia considerable cuando se están efectuando --
cálculos matemáticos u otras operaciones con la calculado-
ra. Además, la sub-rutina es a menudo bastante complicada,
por exigir un número de operaciones de máquina demasiado
laboriosas para que el programador las escribiera en for-
10 ma de serie de instrucciones independiente, cada vez que
quisiera efectuar una determinada operación. La extrac- --
ción de raíces cuadradas es un ejemplo corriente de opera-
ción matemática que ha llegado a alcanzar la categoría de
sub-rutina en la mayoría de los sistemas de calculadoras.
15 Otras sub-rutinas comunes podrían ser las de seno, coseno,
logaritmo, antilogaritmo, conversión a binario, conver- --
sión a decimal, entrada, salida, etc.

Según el particular sistema de calculadora que se --
esté utilizando, la sub-rutina puede guardarse en lamemo-
20 ria normal de leer-escribir, o formando parte de una es--
tructura de cuasi-máquina si el sistema es del género mi-
croprogramado. En todo caso, la sub-rutina guardada con-
tiene una lista concreta de instrucciones de máquina que,
tomadas en sucesión, dan lugar a que se ejecute una deter-
25 minada operación necesaria. Entre estas instrucciones pue-
den estar las de bucle, o simplemente el grupo o juego nor-
mal de etapas o escalones de secuencia a ejecutar por el
sistema. La petición de sub-rutina, esto es, la especifici-
cación de que ha de ejecutarse una sub-rutina y el nombre
30 o dirección de la misma, y sus parámetros en la instruc--

321214

25 ENP-303



ción de la máquina, adopta la forma general (sub-rutina, A, (B + C), D), donde "sub-rutina" quiere decir el nombre de una determinada sub-rutina, y A, (B + C) y D son unos parámetros de la misma. Estos parámetros, por su orden, normal, serían el primero, el segundo y el tercero, pedidos por la sub-rutina. Así, como puede verse, especificando una sub-rutina más una lista de los parámetros, es posible que la instrucción de máquina se conecte o "enganche" a la sub-rutina y la ejecute. Los sistemas usuales son capaces de ejecutar tales sub-rutinas cuando se presentan en una instrucción de máquina; sin embargo, no es posible que los sistemas usuales utilicen una sub-rutina como instrucción particular dentro de una sub-rutina dada; es decir, cuando una de las etapas dentro de una sub-rutina particularmente especificada sea en sí una sub-rutina adicional. Esto es debido al hecho de que los presentes sistemas tienen pocas aptitudes especiales para la ejecución de sub-rutinas (llegando por lo general a guardar -- tan sólo una dirección de retorno). En el estado actual de la técnica del ramo, se ha dado por supuesto que el equipo necesario para cubrir un sistema general de sub-rutinas sería tan extenso y laborioso de manejar que resultaría impracticable.

En general, la manera de trabajar con el presente sistema se divide en dos secciones. La primera es la petición de sub-rutina, que especifica cual es la que hay que ejecutar, dándose usualmente el lugar o situación de la sub-rutina en la memoria; además, da la lista de parámetros. Durante esta primera operación, o petición de sub-rutina, el presente sistema evita o economiza direcciones --

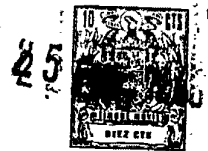
321214 25 EN



de instrucción actual tales como las necesarias para volver al punto deseado en la instrucción, y determina también a dónde tiene que ir el sistema cuando empiece a ejecutar la sub-rutina, y ajusta los controles para detectar en qué momento se completa la sub-rutina. Esta parte o --
5 sección del sistema, además, valora los parámetros y proporciona las direcciones de los mismos para identificarlos en la memoria, en un lugar de direcciones especialmente preparado y desarrollado, parámetros que pueden extraerse mientras el sistema está ejecutando la sub-rutina,
10 como se describirá con detalle más adelante.

La segunda parte del sistema se relaciona en realidad con la ejecución de la sub-rutina, el acceso a los parámetros en la memoria y, finalmente, la devolución del control del sistema a la secuencia primitiva de instrucciones, una vez terminada de efectuar la sub-rutina. Esta
15 parte del sistema tiene además controles para extraer un parámetro de una sub-rutina de nivel superior, o que haya estado almacenado durante la valoración de una sub-rutina de nivel superior, cuando dicho parámetro hace falta en una de las sub-rutinas de nivel inferior.
20

A este punto, quizá hay que hacer notar de manera resumida que, al hablar del nivel de la sub-rutina, y de la instrucción general de la máquina, el nivel de la instrucción normal de la máquina se considera el 0 (el más --
25 alto). La primera sub-rutina que se presente se considerará de nivel 1, y toda sub-rutina sucesiva, dentro de otra, tendría indicadores de nivel correspondientemente inferiores. Así, por ejemplo, si la primera sub-rutina contuviera una segunda sub-rutina, y ésta a su vez una tercera --
30



sub-rutina, esta última sub-rutina sería de nivel 3.

Antes de seguir adelante con la descripción del invento, se utilizará el formato general siguiente, para describir la manera de designar las diversas instrucciones en la presente descripción. Es de notar que los símbolos utilizados lo son por mera conveniencia a los fines de la mecanografía, y no poseen otro significado. En efecto, alguno de estos símbolos se utilizaría para preparar una operación de máquina con el rasgo característico significativo de que cada uno tendría una particular designación en código binario que sería reconocible por el decodificador del presente sistema.

§ = Las dos posiciones de carácter sucesivas en el registro de instrucciones, esto es, la petición de sub-rutina, son la dirección de comienzo en la memoria de una particular secuencia de sub-rutina.

J = El final de la sub-rutina en la instrucción de petición.

┘ = Las dos posiciones de carácter que siguen son la dirección, en la memoria, de un parámetro de la instrucción de petición.

par = Petición de un parámetro particular que hace el sistema durante la ejecución de la sub-rutina.

Adaptación o igualación de direcciones especiales = Final de la sub-rutina durante la ejecución de la misma.

Como se desprende de la descripción que sigue, el presente sistema es capaz de reconocer los símbolos indicados cuando aparecen en el registro de instrucciones de la calculadora, conectando entonces sus controles de acuerdo con ellos para hacerse cargo de la particular situa-

321214

25



ción o instrucción pedida. En lo que sigue se da un ejemplo de sub-rutina, para ilustrar el lenguaje indicado. Se trata de definir la sub-rutina denominada "iterar", que ejecuta la operación siguiente:

5

(1) $1/2$ par 1 - par 2)
par 1

En este enunciado matemático, "par 1" y "par 2" son los dos parámetros de la sub-rutina, o números sobre los cuales se van a ejecutar los cálculos indicados. Esta sub-rutina iría escrita en los siguientes términos, como petición de sub-rutina en el juego de instrucciones del sistema:

10

(2) §IT,NN,QQJ .

En la expresión que antecede, el (§) indica que las dos posiciones de carácter sucesivas son la dirección, en la memoria, del comienzo de la sub-rutina. El grupo (IT) representa esta dirección concreta. La (,) indica que las dos posiciones de carácter sucesivas representan la dirección, en la memoria, del primer parámetro. El grupo (NN) representa esta dirección del primer parámetro en la memoria. La segunda (,) indica también que las dos posiciones de carácter siguientes representan la dirección de un segundo parámetro, y el grupo (QQ) designa esta particular dirección. Y finalmente la (J) designa el final de la sub-rutina en la petición de sub-rutina de la instrucción primaria de la máquina. Este enunciado de sub-rutina indicado en lo que antecede daría lugar al cálculo:

20

25

(3) "iterar" = ,5(NN-QQ)
NN

30 Como se comprenderá, naturalmente, las designaciones de -

321214

225-EM



dirección necesitarían realmente números, en un ejemplo -
de trabajo, como más adelante se describirá.

Volviendo a la fórmula (2), esto es, la petición de
sub-rutina, lo que el sistema tiene que hacer al ser reco-
necida la señal (S) de petición de sub-rutina, es poner -
5 en funcionamiento el mecanismo para conservar la direc-
ción de sub-rutina, con lo cual ésta puede ser ejecutada
una vez que el sistema haya determinado que se ha detec-
tado el final (J) del enunciado de petición de sub-rutina;
10 esto es, que la petición de sub-rutina ha sido valorada -
por completo. Así, al detectarse el símbolo S, los dos ca-
racteres siguientes (IT) son transitoriamente colocados -
en un registro de retención, y los parámetros NN y QQ son
valorados y guardados en las posiciones primera y segunda
15 de la memoria especial de direcciones de parámetros. Al de-
tectarse el símbolo J, el sistema sabe que el enunciado -
de petición de sub-rutina está completamente valorado; y
a este punto hace uso de la dirección de sub-rutina para
extraer la sub-rutina de la memoria y colocarla en el re-
20 gistro de instrucciones del sistema, y luego extrae la --
dirección de la (J) que hay en el registro de instruccio-
nes y la coloca en el lugar correspondiente del registro
de devolución, poniendo la dirección de final de la sub-ru-
tina en un registro especial de trabajo (SER) de modo que
25 al ejecutar la sub-rutina puede hacerse una verificación
continua de direcciones contra esta dirección, para deter-
minar cuándo se llega al final de la sub-rutina. Al ser -
ejecutada la sub-rutina, y pedirse el primer parámetro, -
el sistema extraerá la dirección NN, y la utilizará para
30 extraer los datos deseados. E igualmente, cuando se pida

321214



el segundo parámetro, se extraerá la dirección QQ, la --
cual será utilizada a su vez para obtener el segundo gru-
po de datos necesario para ejecutar la sub-rutina. Una vez
ejecutada la sub-rutina y alcanzado el final, se extrae --
5 del registro especial de devolución la dirección de retor-
no de la instrucción, y la propia instrucción principal -
se saca de nuevo y se coloca en el registro de instruccio-
nes, devolviéndose el control al grupo de instrucciones -
usual hasta que se presentan las sucesivas sub-rutinas.

10 Lo que antecede fué un caso sencillo de petición de
sub-rutina simple. Veamos ahora la situación en que una -
sub-rutina particular contiene efectivamente una sub-ruti-
na adicional, cuya ejecución es necesaria para ejecutar a
su vez aquella. Considérese, por ejemplo, la sub-rutina -
15 de "raíz cuadrada", que se escribiría de la forma:

(4) §SR,NN,QQJ.

Lo indicado constituye una petición de sub-rutina para --
la sub-rutina de "raíz cuadrada", en la cual el (§) indi-
ca que los caracteres siguientes son la dirección de esta
20 secuencia de sub-rutina en la memoria y la coma y los gru-
pos NN y QQ son los dos parámetros necesarios para ejecu-
tar esta sub-rutina, mientras la (J) indica el final de -
la petición de sub-rutina. Esta sub-rutina está efectiva-
mente guardada en la memoria, y consta de los escalones -
25 siguientes:

(SR:) EN:0,5^H(par 1)→ XX

(bucle:) §IT,XX,par 1 J → XX' .

Si XX-XX' < par 2 va al final

(5) XX' → XX va al bucle

30 XX'

(EN:)

321214.25 ENE



En esta sub-rutina, "par 1" indica el número cuya raíz -
cuadrada se va a extraer, y "par 2" indica la precisión a
aproximación hasta donde ha de proseguir esta sub-rutina
de "raíz cuadrada". Es de notar que en la sub-rutina de
5 "raíz cuadrada" aparece el uso de otra sub-rutina, la de
"iterar". La propiedad importante del sistema es que per-
mite una completa libertad en el número de sub-rutinas a
incluir dentro de otras, y también en el uso de parámetros.
Siempre se dispondrá del parámetro deseado para la sub-ru-
10 tina conveniente. Es de notar, en el ejemplo que antecede,
que el "par 1" de la sub-rutina de "raíz cuadrada" se con-
vierte en realidad en el "par 2" de la sub-rutina de "ite-
rar".

En la indicada sub-rutina de "raíz cuadrada", el --
15 primer paso o escalón que se pide es la modificación de --
"par 1", multiplicándolo por 0,5. Este resultado se tras-
lada luego a un registro de resultados, denotado por la --
dirección XX. El segundo escalón (el de bucle) de la sub-
rutina de "raíz cuadrada" es el de ejecutar la sub-rutina
20 de "iterar", en la cual el "par 1" de la sub-rutina de --
"iterar" viene dado en la forma usual de una dirección de
la memoria, esto es, la de XX. Al segundo parámetro de la
sub-rutina se le da la dirección simbólica "par 1" que, --
como puede apreciarse, es el "par 1" de la sub-rutina de
25 "raíz cuadrada". El presente sistema, al valorar esta --
sub-rutina interior, pone la dirección XX en el lugar de
almacenamiento especial destinado al primer parámetro de
esta particular sub-rutina; y para obtener la dirección --
correcta, en la memoria, del "par 1" que se ha guardado an-
30 tes, el "par 1" se valora como si hubiera aparecido nor--

321214



malmente en el programa de la sub-rutina de "raíz cuadrada", y coloca esta dirección en aquella parte de la memoria destinada a la colocación del segundo parámetro (esto es, el "par 2") de la sub-rutina interior. Así, pues, es -
5 evidente que el presente sistema simplifica grandemente - la manera de efectuar la petición de unas sub-rutinas que contengan a otras, ya que el sistema permite enunciar la sub-rutina interior de manera completamente general, independiente del nivel al que pueda usarse, y no exige su --
10 devolución al programa principal para extraer los parámetros particulares de dicha sub-rutina.

El resto de las instrucciones de la sub-rutina de - "raíz cuadrada", es, por lo demás, bastante usual. El tercer escalón es una operación condicional ("si") corriente,
15 en la cual se comparan dos números respecto a una situación particular, y el resultado de la comparación conecta o enlaza la operación bien a su final o bien, de nuevo, a la parte de "bucle" de la operación.

Los objetos y ventajas del sistema se apreciarán más
20 claramente por la siguientes descripción del invento en relación con los dibujos adjuntos. En la figura 1 de éstos se da un esquema funcional del sistema de calculadora usual por programa almacenado, que ilustra la relación mutua entre el sistema del presente invento y este tipo general de calculadora. La parte representada dentro de la -
25 línea de trazo interrumpido indica la parte del sistema - incluida en la presente invención. Como se observará, tales calculadoras de uso general constan de un dispositivo unitario de instrucciones y control que, naturalmente, re-
30 cibe las instrucciones de la calculadora y proporciona a

321214



los controles de acceso a la memoria las señales para extraer de ésta tanto las instrucciones como los datos, y además da instrucciones al dispositivo unitario aritmético, que ejecuta las diversas operaciones matemáticas con los datos. La unidad de instrucciones y control hace luego que los resultados de las diversas operaciones matemáticas sean repuestos en la memoria, en el lugar deseado para el almacenamiento de los resultados. La parte del presente sistema designada como "controles de acceso y valoración de sub-rutinas" representa aquella parte del presente sistema que, activada por una petición de sub-rutina que aparece en la secuencia de instrucciones, hace que el control general del sistema de cálculo se conecte a los controles del presente sistema. Como se ha dicho ya de modo general, esta parte del sistema valora la sub-rutina en cuanto al almacenamiento y la obtención de las direcciones necesarias para extraer y ejecutar la sub-rutina, y también valora los parámetros y hace que éstos sean guardados en la memoria, en un lugar apropiado de almacenamiento.

El segundo recuadro, dentro de la parte circundada con línea de trazo interrumpido en la figura 1, está designado como "controles de acceso a los parámetros", y tiene por efecto regular el acceso a los parámetros efectivos, tomándolos de la memoria, mientras se está ejecutando la sub-rutina misma. Esta sección es también la que principalmente reconoce si la petición de parámetro simbólica, en una sub-rutina interior, indica que la dirección efectiva del parámetro ha de obtenerse de una rutina de sub-rutina de nivel superior y da efecto a los controles

321214



del sistema para distinguir esta instrucción de una peti-
ción de extraer la sub-rutina de la memoria, reconociendo
la como rutina de valoración. Ahora bien, esta última ope-
ración se hará más comprensible por el ejemplo concreto -
5 que se describirá más adelante.

De la descripción de la figura 1 que acaba de darse,
se desprende fácilmente que el sistema de la presente in-
vención resulta fácilmente adaptable para su empleo con -
cualquier calculadora de uso general; y aún cuando el apa-
10 rato ilustrado es muy semejante al de la patente francesa
número 1.405.517 arriba citada, por lo que concierne a --
ciertos registros y conceptos de idea general, es obvio -
que el sistema podría emplearse de modo igualmente idóneo
con cualquier calculadora de uso general que tenga dispo-
15 sitivos usuales de instrucciones y de control, etc.

Con referencia ahora a la figura 2, se da en ella -
un esquema general orgánico o de circulación, que ilustra
la sucesión de operaciones ejecutada mediante el presente
invento. Cada uno de los recuadros de este esquema contie-
20 ne en el ángulo superior derecho un pequeño número, que -
se utiliza simplemente para mayor facilidad de referencia
a las diversas partes de este esquema. En la figura 2, --
pues, se observará que el recuadro 1 titulado "unidad de
valoración de instrucciones" es el punto de arranque de -
este sistema, que recibe la carga del programa. Esto indi-
25 ca el registro de instrucciones y sus descodificadores, -
que valoran cada carácter de un sistema y determinan si -
se trata o no de un carácter que dé lugar a que el con- -
trol del sistema sea desplazado al presente mecanismo de
30 valoración de sub-rutinas. El recuadro o rectángulo 2, ti

321214

25



tulado "sub-rutina hallada" indica que en este punto el -
indicador (§) de sub-rutinas ha sido hallado, el cual se
conecta al presente sistema de control. Asimismo, este re-
cuadro indica que se toman ciertas medidas preliminares -
5 tales como, por ejemplo, la colocación de la dirección --
de arranque (iniciación) de sub-rutina en un lugar transi-
torio de almacenamiento de retención, hasta que la sub-ru-
tina es completamente valorada y se quiere extraerla real-
mente de la memoria para empezar a ejecutarla. Inmediata-
10 mente después de hallar la sub-rutina, se valoran los pa-
rámetros, según el recuadro marcado con el número 3. Como
se indica en el texto de este recuadro, el parámetro es -
valorado y su dirección guardada en la memoria principal,
en la dirección determinada por o derivada de la "direc-
15 ción de nivel de parámetros "(LPA). Como se explicará más
adelante, la dirección LPA está derivada del contador de
niveles y también del contador de parámetros, que se acti-
van ambos con arreglo al nivel particular de la sub-ruti-
na que se esté valorando en ese momento, y también con --
20 arreglo al número del parámetro que se esté valorando en
el mismo instante. Al terminarse la valoración del paráme-
tro y la detección del final (J) de la sub-rutina, el sis-
tema se conecta al recuadro 4. En este recuadro, se extrae
del registro de almacenamiento transitorio la dirección -
25 de comienzo de la sub-rutina, y esta dirección se utiliza
para extraer realmente la sub-rutina de la memoria. Como
antes se ha explicado, para este ejemplo particular, la -
dirección de final de esta sub-rutina se extrae de la me-
moria y se coloca en el registro especial de direcciones -
30 de final de sub-rutina, en el cual es comparada con la --

321214

25



dirección que en ese momento hay en el registro de direcciones de instrucción, al proseguir este sistema la valoración de la instrucción de la sub-rutina. Asimismo, en el registro especial de devolución (SPDS) se guardan la -
5 dirección "actual" del registro de direcciones de instrucción (IAR) y la que también en ese momento hay en el registro de direcciones de final de sub-rutina (SER). La --
parte inferior de este recuadro indica conexión de retorno al recuadro 1, en el cual la instrucción de sub-rutina
10 es llevada a cabo, o valorada y ejecutada en la función normal, de igual manera en que se realizaría cualquier --
otra parte del programa; y al terminarse el programa, como se indica en el recuadro 5, la máquina señalará "final",
dando a entender que se ha terminado el programa usual, o
15 bien, de estar en ese momento en una sub-rutina, dará señal de ir al recuadro 6 que se indica debajo del recuadro
5 en la figura. Esta conexión se efectúa comparando el --
contenido del registro de direcciones de instrucción con el contenido del registro de direcciones de final de sub-
20 rutina. Cuando estas dos direcciones sean iguales, y se haya dejado un tiempo suficiente para completar la ins-
trucción "actual" (de ese momento) en el registro de instrucciones, el control del sistema revierte al programa -
de instrucciones usual (por la razón de que esta instruc-
25 ción es de carácter múltiple, y debe ejecutarse de carácter en carácter bajo el control del anillo o marcador asociado). Si se utiliza una marca especial para dar a enten-
der el final de la sub-rutina, es entonces la detección -
de esta marca, más que la adaptación o igualación de di-
30 recciones, quien señalará dicho final de la sub-rutina. -

321214

25



El recuadro 6 indica que, al terminarse la sub-rutina, el sistema debe retirar la dirección del registro especial de devolución que indica la posición, en la instrucción primitiva del sistema, a la cual éste está mirando, en el --
5 instante en que se detectó el final de la sub-rutina "actual"; y esta dirección se utiliza para volver a cargar - el registro de instrucciones con la adecuada instrucción - del sistema general, y también para ajustar el anillo marcador a la adecuada posición de caracteres del mismo. Así-
10 mismo, la dirección del final de una sub-rutina "actual" - de nivel inferior, si es que la hay, se coloca en el registro de direcciones de final de sub-rutina, en el caso de - que la sub-rutina recién completada sea de nivel inferior, y está dentro de otra sub-rutina. Y al mismo tiempo se re-
15 duce en 1 el registro contador de niveles, de modo que las sucesivas peticiones de parámetros sacarán los parámetros del lugar adecuado de la memoria. Al completarse la operación del recuadro 6, el sistema vuelve de nuevo a la uni-
dad de valoración de instrucciones, donde el sistema pro-
20 seguirá con el programa que en ese momento haya en el registro de instrucciones.

El recuadro 7 efectúa la operación de extraer un parámetro de la memoria bajo el control de la LPA (dirección de nivel de parámetro) cuando en un programa de sub-rutina
25 se tropieza con una petición de parámetro. Como antes se - dijo, la ejecución del programa de la sub-rutina es diferente de la valoración de la petición de sub-rutina. En el primer caso es necesario extraer primero la dirección del lugar especial de almacenamiento de los datos, y luego -
30 extraer los datos para que puedan efectuarse las operacio-

321214

28



nes particulares. En la descripción de sub-rutinas típicas que antecede y en el ejemplo que sigue, el símbolo "par" que, como se ha explicado, significa normalmente la petición de un parámetro particular durante la ejecución de una sub-rutina, está representado en tres posiciones de carácter para mayor facilidad de la descripción; no obstante, se sobrentiende que este símbolo solamente tomaría una posición de carácter, como particular combinación de bitios binarios en la instrucción. Los controles del recuadro 7 y del 3 cooperan en realidad detectando el momento en que aparece el símbolo "par" en una petición de valoración de parámetro durante la valoración de una sub-rutina, y distingue esta situación del caso en que se está ejecutando en realidad la sub-rutina, y se está pidiendo un parámetro. Ahora bien, este es un detalle de control que se desprenderá de modo más evidente del ejemplo que sigue, en el cual se produce esta situación.

Con referencia ahora en general al esquema lógico de la figura 3, así como al correspondiente cuadro de sucesión o secuencia de tiempos y, al mismo tiempo, al esquema orgánico de la figura 2, es de notar que los escalones indicados en general en el recuadro 2 son ejecutados por medio de los pasos o escalones de reloj SS2 a SS4B inclusive.

Los escalones indicados por el recuadro 3 de la figura 2 son efectuados por los pasos de reloj SS6 a SS12 inclusive.

Las operaciones efectuadas por el recuadro 4 son ejecutadas en general por medio de los pasos de reloj SS14 a SS20 inclusive.

321214

25 EN



Los escalones indicados en el recuadro 6 de la figura 2 se efectúan en general por medio de los pasos de reloj SS22 a SS26 inclusive. Las operaciones indicadas en el recuadro 7 de la figura 2 son efectuadas mediante los pasos de reloj SS28 a SS38 inclusive.. Como se observará, naturalmente, las operaciones efectuadas por el recuadro 5 del esquema orgánico de la figura 2 son las ejecutadas por un registro de instrucción y un circuito de control, de tipo usual en las calculadoras, que automáticamente ejecutan la particular secuencia normal de instrucciones.

Con referencia ahora a la figura 3, que se compone de los tres dibujos de las figuras 3A, 3B y 3C, puestos uno a continuación de otro, se ilustra un esquema lógico detallado que pone de manifiesto las principales unidades funcionales del presente sistema, así como la sección primaria de control. Como se observará, la sección primaria de control que aparece en la mitad inferior de la figura consta de una pluralidad de etapas de reloj monoestables, que están numeradas de SS2 a SS38. Cada una de estas etapas consiste en un tipo ya conocido de multivibrador monoestable o de disparo único que, al ser disparado, produce un primer impulso, o de salida, y un instante después produce un segundo impulso, de desactivación. Estos sencillos elementos de regulación de tiempo se utilizan en el sistema de control de la presente invención, sobrentendiéndose no obstante que podría utilizarse también adecuadamente cualquiera de entre un número de distintos métodos de regulación de tiempos sin por ello apartarse del espíritu ni salirse del ámbito de la invención.

Una descripción de detalle del invento es la que se

321214



desprende del ejemplo que sigue, en el que se explicará -
una instrucción que consta de una sub-rutina, la cual con-
tiene a su vez una sub-rutina adicional. No obstante, la
descripción general que sigue de las unidades funcionales
5 pondrá bien en claro el uso y objeto de éstas. El "regis-
tro de instrucciones" (IR) es uno de tipo usual, que se -
utiliza para introducir la instrucción en el sistema, don-
de es valorada carácter por carácter bajo el control de -
su anillo o marcador asociado. Las instrucciones pueden -
10 introducirse o sacarse del registro de instrucciones ca-
rácter por carácter, bajo el control de su anillo asocia-
do, o bien por vocablos de instrucción completos, uno - -
tras otro, bajo el control del circuito de barrera desig-
nado G18, que carga el registro de instrucciones desde la
15 memoria cuando así lo exige el programa. El recuadro de--
signado "registro de direcciones de sub-rutina" (SAR) sir-
ve al objeto de almacenar transitoriamente la dirección -
del comienzo de la sub-rutina en la memoria, una vez de--
tectada la sub-rutina por el sistema. Esta dirección se -
20 extrae después de este registro, y se coloca en el "regis-
tro de direcciones de la memoria" (MAR), para obtener - -
efectivamente la sub-rutina y ejecutarla. El "registro de
direcciones de instrucción" (IAR) se utiliza para obtener
la dirección de las instrucciones de la memoria.
25 El "registro de direcciones de objeto " (OAR) se --
utiliza principalmente para guardar las direcciones de da-
tos (como, por ejemplo, de parámetros) que luego se guar-
dan en la memoria durante un proceso de valoración de pa-
rámetros, o bien se utilizan para extraer datos de la me-
30 moria bajo el control del "programa de instrucciones - - -

321214



usual" (CIP). El "registro contador de niveles" (LCR) y -
el "registro contador de parámetros" (PCR) componen la --
llamada "dirección de nivel de parámetros" (LPA), que se
utiliza para guardar las direcciones de parámetro durante
5 las rutinas de valoración de los parámetros. El registro
contador de niveles sigue el rastro de la particular je--
rarquía de sub-rutinas en la cual se halla asentado el --
sistema en un momento dado, y el registro contador de pa--
rámetros hace lo mismo con la colocación de las direccio--
10 nes efectivas de parámetro en sucesivas posiciones, duran--
te la valoración de los parámetros. Se utiliza además pa--
ra recibir directamente un número del registro de instrucc--
ciones, durante una operación efectiva de búsqueda de pa--
rámetro, cuando se está ejecutando la sub-rutina, y este
15 nuevo número se utiliza para tener realmente acceso a la
dirección de datos de la memoria, dirección de datos que -
se utiliza luego para extraer los datos a fin de ejecutar
la operación necesaria.

El "registro de direcciones de final de sub-rutina"
20 (SER) se utiliza para guardar la dirección final de una -
determinada sub-rutina que se esté ejecutando, dirección
que se utiliza y se comprueba o verifica de modo continuo
confrontándola con el contenido del registro de direccio--
nes de instrucción, de manera que el sistema es capaz de
25 descubrir el momento en que llega el final de una sub-ru--
tina, que hace que el sistema vuelva a la instrucción an--
terior, la cual puede ser una sub-rutina de nivel en dis--
yuntiva o bien un programa principal de calculadora. Como
antes se ha dicho, pueden utilizarse otros sistemas detec--
30 tados al final de una sub-rutina, sin que ello afecte ma--

321214

25



terialmente al concepto del presente sistema, aquí expues
to.

El "registro o almacén de devolución" (SPDS) se uti-
liza para conservar el punto de reintroducción de direccio
5 nes en una secuencia de instrucción antes de introducir -
una sub-rutina, así como la dirección del final de cual--
quier sub-rutina que pueda estar en proceso de ejecución
en el instante de tropezarse con una sub-rutina adicional.
Si la instrucción "actual" con que se tropieza fuera el -
10 programa principal de la calculadora, la dirección de fi-
nal guardada en el SPDS sería un 0, lo que naturalmente -
indicaría que el siguiente nivel superior es el programa
principal.

El registro de direcciones de la memoria, y la me--
15 moria propiamente dicha, son de tipo tridimensional y ac-
ceso aleatorio mediante vocablos de dirección, e inclui--
rían como es obvio un registro de direcciones de la memo-
ria, la memoria misma, un registro de datos de la memoria,
los excitadores, amplificadores de inhibición y amplifica-
20 dores de percepción ya conocidos en tales sistemas de me-
moria.

Los diversos registros recién mencionados son del -
todo usuales en la técnica del ramo, y se ilustran de mo-
do funcional. Por ejemplo, los cables bidireccionales que
25 entran por la parte inferior en los recuadros que repre--
sentan los registros y que contienen circuitos únicos de
barrera para la introducción o extracción por lectura, --
como se comprenderá, están muy simplificados, ya que como
es obvio las líneas de entrada y salida a un grupo cual--
30 quiera de registros sería en realidad diferente. Pero en

321214



vista del hecho de que tales registros y circuitos de activación y lectura son ya bien conocidos, se considera que la comprensión del presente sistema viene muy facilitada por esta simplificación.

5 El recuadro designado "descodificador", representa un descodificador binario usual, en el cual se descifra o descodifica el código binario de entrada guardado en un carácter del registro de instrucciones; y según el carácter que en particular se detecte, se activará una de las

10 líneas que salen del descodificador. Las cuatro únicas -- líneas significativas para el presente sistema son: la de (J), que indica el final de una sub-rutina; la de (\$), que indica el comienzo de una sub-rutina; la de (par), que indica la petición de un parámetro durante la ejecución de

15 una sub-rutina; y la de (,), que indica que durante una sub-rutina, y durante la rutina de valoración de un parámetro, lo que va a seguir es un parámetro. Como se apreciará evidentemente, la señal que aparezca en estas líneas inicia las diversas etapas de reloj o base de tiempos, indicadas en la figura 3, a las cuales están conectadas dichas líneas.

20

El "registro de comparar direcciones" (ACR) es un registro de comparación que funciona bajo el control del sistema, y que se indica como conectado a la etapa de reloj SS22 cuando se descubre que el IAR es igual al SER. -

25 Esto indica que se ha llegado al final de la sub-rutina que en un momento dado se esté ejecutando. También se representa una línea que sigue hasta el recuadro del programa de instrucciones usual, lo que indica que la ejecución

30 de cualquier instrucción, o el intento de proseguirla en



el registro de instrucciones, se inhibe al activarse esta línea particular.

Los detalles específicos de funcionamiento del presente sistema se irán desprendiendo del siguiente ejemplo
5 concreto de una sub-rutina que aparece en un programa -- principal de instrucciones a ejecutar. Como se observará, se trata de la misma instrucción que se describió anteriormente.

El cuadro de sucesión de tiempos que sigue indica -
10 las operaciones que deben tener lugar durante cada ciclo de reloj o base de tiempos, e indica asimismo, por medio del enunciado condicional ("si"), los ensayos que se efectúan para determinar en qué dirección irá una determinada
15 secuencia de control. Haciendo referencia a este cuadro - de sucesión de tiempos, en unión del esquema orgánico de la figura 2 y del esquema lógico de la figura 3, se puede comprender con facilidad el funcionamiento general de este sistema.

CUADRO DE SUCESION DE TIEMPOS

20 CL-2 Reponer a 1 el registro contador de parámetros
→ CL-4
CL-4 Incrementar registro contador de niveles
→ CL-4B
CL-4B Hacer avanzar el registro de instrucciones, y dar -
25 paso a los dos caracteres siguientes hasta el registro de direcciones de sub-rutina:
Si el carácter siguiente es (,) → CL-6
Si el carácter siguiente es (J) → CL-14
CL-6 Dar paso a los dos caracteres siguientes del registro
30 de instrucciones hasta el registro de direcciones

321214

25



nes de objeto.

Hacer avanzar el registro de instrucciones:

Si el carácter siguiente es (par) → CL-36

Si el carácter siguiente no es (par) → CL-8

5 CL-8 Pasar el contenido de la dirección de nivel de pará
metros al registro de direcciones de la memoria
→ CL-10

CL-10 Pasar a la memoria la dirección de dos caracteres -
guardada en el registro de direcciones de objeto
10 → CL-12

CL-12 Incrementar el registro contador de parámetros:

Si el carácter siguiente es otra (,) , volver a CL-6

Si el carácter siguiente es (J) → CL-14

CL-14 Pasar la dirección de la siguiente posición de ca-
15 rácter del registro de instrucciones al registro de
direcciones de final de sub-rutina
→ CL-16

CL-16 Pasar la dirección del registro de direcciones de -
final de sub-rutina al de devolución de sub-rutina
20 → CL-18

CL-18 Pasar la dirección del registro de direcciones de -
sub-rutina al registro de instrucciones
Entrar en la memoria, en la dirección del registro
de direcciones de instrucción, para dar paso al pro
25 grama hasta el registro de instrucciones
→ CL-20

CL-20 Pasar la dirección de final de la sub-rutina, del -
registro de instrucciones al registro de direccio--
nes de final de sub-rutina

30 Volver el sistema al control del programa de ins- -



trucciones usual, hasta que el sistema detecta que -
la dirección existente en el registro de direcciones
de instrucción es igual a la que hay en el re-
registro de direcciones de final de sub-rutina

5 En este punto, seguir a CL-22

CL-22 Dar paso del registro de devolución de sub-rutina -
al registro de direcciones de final de sub-rutina
→ CL-24

CL-24 Reducir el registro contador de niveles
10 → CL-26

CL-26 Dar paso del registro de devolución de sub-rutina -
al registro de direcciones de índice a colocación
→ CIP

(A este punto, el sistema se hace cargo de nuevo --
15 del programa de instrucciones usual, y seguirá in-
terpretando la instrucción normal hasta que el des-
codificador detecte uno de los cuatro caracteres an
teriormente enumerados.)

Si del descodificador sale un parámetro (par) y
20 CL-6 ha pasado ya, → CL-28

CL-28 Hacer avanzar el registro de instrucciones
→ CL-30

CL-30 Pasar el indicador numérico del parámetro desde el
registro de instrucciones al registro contador de -
25 parámetros
→ CL-32

CL-32 Pasar la dirección desde el LPA al MAR
→ CL-34

CL-34 Pasar el contenido de la memoria en la dirección --
30 del MAR al OAR (registro de direcciones de objeto)

321214

25 FEB



Si la etapa de reloj CL-6 no inició este ciclo,-
volver al control por el programa de instruccio-
nes usual (CIP)

Si CL-6 inició CL-28 → CL-38

5 CL-38 Incrementar el registro contador de niveles

Pasar SPR a PCR

Volver al CL-8

CL-36 Reducir el registro contador de niveles

10 Pasar el contenido del registro contador de paráme-
tros (PCR) al registro contador de conservación de
parámetros (SPR)

→ CL-28

EJEMPLO

El presente ejemplo describirá claramente el fun-
15 cionamiento del presente sistema en relación con una sub-
rutina específica que se supone fué colocada en el regis-
tro de instrucciones del sistema y detectada. Este ejem-
plo es el mismo anteriormente indicado, y expone en gene-
ral el funcionamiento del sistema. Como antes se ha dicho,
20 la petición de sub-rutina comprende la detección del si-
guiente enunciado en la secuencia de instrucción:

$\$SR, NN, QQJ \rightarrow RR$

Según se explicó anteriormente, es ésta una petición de -
sub-rutina para la de "raíz cuadrada", la sub-rutina es -
25 guardada en la memoria, y la dirección que empieza en SR
comprende lo que sigue:

(SR:) EN: 0, 5^{ta} par 1 → XX

(LP:) $\$IT, XX, \text{par } 1J \rightarrow YY$

Si $XX-YY < \text{par } 2$, va a EN

YY → XX va a LP

YY

(EN:)

30

321214

22



En la indicada secuencia de sub-rutina, como se observará, la segunda línea contiene la sub-rutina de "iterar", indicada por su enunciado de petición. Como antes se ha dicho, esta sub-rutina está realmente guardada en la memoria como sigue:

(IT:) TE:0,5(par 1-par 2/par 1)

(TE:)

Como se observará, al ejecutarse la sub-rutina, el parámetro "par1" de esta sub-rutina es XX y el segundo parámetro "par 2" es el "par 1" de la sub-rutina principal o de nivel superior, o la cantidad representada por la dirección NN.

Supóngase que se quiere hallar la "raíz cuadrada" del número 22 con una exactitud de 0,005; que estos dos números están guardados en los lugares NN y QQ de la memoria, respectivamente, y que el resultado de esta sub-rutina quiera guardarse en el lugar de almacenamiento RR. -- Arriba se ha indicado la manera en que se escribiría esta petición de sub-rutina. Sigamos ahora la ejecución de esta instrucción. Bajo los controles normales de instrucción, la que antecede estará en el registro de instrucciones y se ejecutará normalmente hasta llegar a \$SR. Esto indica que en el registro de instrucciones aparece una sub-rutina, que envía una señal apropiada a SS2. El multivibrador monoestable SS2 prosigue a SS4B, lo que indica esquemáticamente que la dirección de comienzo de la sub-rutina SR está guardada en el registro de direcciones de sub-rutina (SAR), del cual se tomará cuando se quiera extraer realmente la sub-rutina de la memoria. Lo que hará a continuación el sistema es valorar los parámetros. Para

321214

25



indicar el número del parámetro se utiliza el registro -
PCR, que es repuesto a 1 por SS2. El registro LCR indica
el nivel de sub-rutina que se está introduciendo. Como se
está a punto de introducir una sub-rutina, este registro
5 se incrementará en 1. Al comenzar el programa, este re-
gistro se repone siempre a 0. A continuación se hace - -
avanzar en un carácter el registro de instrucciones, o -
sea a la ",", después de dar paso al SSR hasta el desco-
dificador. Se envía una señal tanto a A2 como a A4. En -
10 cambio, como la señal está en la línea "," de salida del
descodificador, se envía señal solamente a SS6. Esto ha-
ce que en el registro de direcciones de objeto sea colo-
cada la dirección del parámetro. En este sencillo ejem-
plo, dicha dirección consta de dos caracteres, que pueden
15 hacerse pasar directamente desde el registro de instruc-
ciones. En un caso más general, lo mismo podría tratarse
de una expresión aritmética que de un simple operando. En
este caso, los controles de instrucción normales valora-
rían la expresión bajo sus propias reglas normales y su-
20 ministrarian la dirección del resultado al registro de di-
recciones de objeto. A continuación, como el parámetro no
es de por sí de la sub-rutina de nivel superior, el SS8 -
hace que el contenido del registro LPA, que es una conca-
tenación de los registros LCR y PCR, pase al MAR. De esta
25 manera, se deriva una dirección del cómputo "actual" en -
los contadores de niveles y de parámetros. En este lugar
se colocará la dirección del parámetro particular corres-
pondiente a este nivel. En este caso, se coloca NN en el
lugar 11, lo cual es efectuado por SS10. A continuación,-
30 se incrementa el PCR, y vuelve el control a las entradas

321214



de A2 y A4. En este instante, el registro de instruccio--
nes está dando paso a la coma (,) hasta el descodificador,
después de NN, volviéndose a seguir de ese modo el camino
desde A4. Esto pone la dirección QQ en el lugar 12, devol
5 viéndose de nuevo el control a las entradas de A2 y A4. -
Esta vez son los paréntesis que siguen a QQ los que se pa
san del registro de instrucciones al descodificador, si--
guiéndose el camino que va desde A2. En primer lugar, se
hace avanzar el registro de instrucciones de modo que el
10 anillo marcador está dando paso al carácter que hay más -
allá de los paréntesis. La dirección de este carácter - -
(una "→ ") es pasada a continuación al registro de de
volución de sub-rutina (SPDS). Esto se hace para que, una
vez valorada la sub-rutina, pueda llevarse de nuevo el -
15 control normal al lugar de donde salió. A continuación se
pasa al SPDS el contenido "actual" del registro de final
de sub-rutina (SER). En este caso, se envía un 0 al SPDS.
De estar ya en una sub-rutina, se conserva la dirección -
de final de ésta para poder llevarla de nuevo al IAR cuan
20 do el control vuelva al lugar de donde salió. Finalmente,
se lleva al registro de direcciones de instrucción la di
rección de comienzo de la sub-rutina SR, y se coloca en -
el SER la dirección de final de sub-rutina (EN), que en -
este sencillo caso está disponible inmediatamente después
25 de la dirección SR de la sub-rutina. Entonces vuelve el -
control a depender de la instrucción normal, que puede --
ejecutar acto seguido la instrucción que comienza en SR.

Esto proseguirá normalmente hasta llegar al "par 1",
lo cual hará que le llegue una señal a SS28. Aquí se nece
30 sita la dirección de los datos correspondientes al pará--

321214

25



metro 1: En primer lugar se hace avanzar el IR hasta el -
número 1. A continuación, el SS30 da paso a este número -
hasta el PCR. Luego, el SS32 hace que el contenido de LPA,
que ahora es el número 11, sea enviado al registro de di-
5 recciones de la memoria (MAR). Finalmente, el SS34 hace -
que el contenido del lugar 11 sea enviado al registro de
direcciones de objeto (OAR). El contenido del lugar núme-
ro 11 es NN, que es la dirección del primer parámetro. --
Así, y de tan sencilla manera, se ha suministrado la di--
10 rección de los datos "actuales". El control vuelve enton-
ces a manos de la unidad de control de instrucciones, pa-
ra la ejecución normal.

La situación especial siguiente se produce al lle--
gar el nombre ^{IT}. Es éste el nombre de otra sub-rutina -
15 que debe ser ejecutada para valorar la sub-rutina SR. Lo
mismo que con la sub-rutina anterior, se envía el control
a SS2 después de colocada la dirección de la sub-rutina -
en un registro de retención adecuado. El PCR acaba de po-
nerse a 1, y el LCR es luego incrementado en 1, adquirien
20 do entonces el valor de 2. Acto seguido, se valorarán los
parámetros de esta sub-rutina. La dirección del parámetro
siguiente (XX) es colocada en el lugar especial número 21
por los procedimientos indicados por SS6 a SS12 inclusive,
y el PCR se incrementa a 2. El parámetro sucesivo es - -
25 "par 1 ". Así, se enviará una señal a los controles de va
loración de parámetros. Como de SS6 viene una señal, apa-
recerá una señal en la salida de A6, haciendo que SS36 re-
duzca el LCR. El LCR acaba de ser incrementado, pero en -
este momento debe ser reducido transitoriamente, para po-
30 der hallar la dirección de parámetro apropiada. Esta di--

321214

25



rección se encuentra en el lugar número 11, y es el valor del LPA. Asimismo, debido a la especial circunstancia indicada por una señal que proviene de SS6, el SS38 hará -- que el LCR se vuelva a incrementar a 2. Esta dirección --
5 que hay en 12 se coloca en el registro de direcciones de objeto (OAR) del modo indicado. A continuación se coloca en el MAR el valor del LPA (22), y el contenido del registro de direcciones de objeto se coloca en el lugar 22. De esta manera, la dirección del primer parámetro de la sub-
10 rutina SR se ha hecho disponible automáticamente como segundo parámetro de la sub-rutina IT.

Como a continuación viene un paréntesis, se pondrá en acción el control desde A2. Esto hace pasar del SER al SPDS la dirección de retorno, que es una combinación del
15 IAR y del anillo IR, y la dirección de final de sub-rutina "actual" (EN), y pone en IAR y en SER, respectivamente, las direcciones de comienzo y de final de la nueva sub-rutina obtenida del lugar de la memoria donde se guarda la sub-rutina. La nueva sub-rutina es entonces ejecutada por
20 el control normal. En esta sub-rutina se valorarán "par 1" y "par 2", obteniendo las direcciones en los lugares 21 y 22.

Se llega entonces al final de esta rutina. En este momento IAR = SER, y la señal resultante se envía desde -
25 CIP al SS22. La última dirección colocada en SPDS (EN) se restablece primero en SER. A continuación se reduce en 1 el LCR, ya que el contenido está a punto de volver al nivel de sub-rutina inmediato superior. Finalmente se coloca en el IAR la dirección siguiente del SPDS, que era el
30 punto de retorno de la sub-rutina de nivel inmediato su-

321214 25



perior, procediendo entonces el control normal a seguir -
la ejecución a partir de ese punto de retorno, que es el →
de después de \$IT,XX,par 1J.

Llegará el punto en que el control vuelva a LP, pun-
5 to en el cual se alcanza de nuevo la sub-rutina ^MIT, repi-
tiéndose otra vez el proceso entero, incluida la valora-
ción de parámetros. Finalmente, se llegará al punto final
de la sub-rutina SR, y se devolverá el control a la fle-
cha de detrás de \$SR,NN,QQJ de la misma manera que se de-
10 volvió el control desde \$IT a \$SR.

Así, con sencillísimo mecanismo, se tiene un siste-
ma de sub-rutina completamente general. La generalidad de
este sistema queda indicada por el hecho de que una sub-
rutina dada puede usarse en su propia definición. Así, --
15 por ejemplo, la sub-rutina \$FACT,NJ puede definirse como
sigue:

(EN:) Si par 1 = 1, va a FI
\$FACT,(par 1 - 1)J^Mpar 1, va a EN

(FI:) 1

(EN:)

20 Por el ejemplo que antecede puede apreciarse clara-
mente de qué modo funciona el presente sistema en la va-
loración de sub-rutinas y en la ejecución de las mismas.-
Este ejemplo se ha mantenido dentro de límites más bien -
25 sencillos, a pesar de lo cual se consideran claramente ex-
puestas por él todas las características del sistema, y -
en particular aquellas que permiten al sistema pasar de un
nivel de sub-rutina a otro y seguir,dentro de las sub-ru-
tinas interiores, el rastro de los parámetros enunciados
30 simbólicamente en la particular instrucción de petición -

321214

25



dentro de la sub-rutina de nivel superior. Como se observará, ciertos detalles de regulación de tiempos están indicados de manera más bien general por algunas de las etapas de reloj determinadas, ya que ha de resultar obvio que
5 para dar paso a una dirección de dos caracteres desde el registro de instrucciones se necesitaría técnicamente más de una sola etapa de reloj. Por ejemplo, para hacer avanzar el anillo de registro de instrucciones se necesitarían dos etapas por separado, y lo mismo para hacer pasar en
10 realidad la dirección desde el registro de instrucciones hasta, por ejemplo, el registro de direcciones de objeto, después del particular desplazamiento de anillo o marcador. Ahora bien, ilustrar todas estas etapas de reloj como pasos o escalones independientes resultaría prolijo y
15 obvio, y mostrarlos concretamente en su totalidad en el esquema lógico sólo serviría para complicar éste y difuminar los conceptos básicos de la invención, por lo cual -- este esquema lógico se ha mantenido en su aspecto funcional en relación con estos puntos.

20 Como antes se ha dicho, el método de determinar el final de una sub-rutina, elegido en la presente forma de realización del invento que aquí se expone, es sólo una de las maneras de reconocerlo. Por ejemplo, para indicar tal aparición puede usarse un símbolo especial en el programa de la sub-rutina.
25

También ha de sobrentenderse claramente que los diversos símbolos utilizados para facilitar la descripción del presente invento (esto es, los símbolos de comienzo y final de la sub-rutina, los de parámetro y los de valoración de los parámetros) no son sino meramente ilustrativos;
30

321214



y que tales símbolos aparecen en la realidad en representación codificada binaria de bits múltiples, y puede incluso detectarse a partir de direcciones particulares. -- Por ejemplo, la dirección de una sub-rutina de la memoria puede contener la información relativa a su lugar específico de localización en la memoria, y puede contener también una indicación, reconocible por el descodificador, de que esta dirección es de modo singular y único una dirección de sub-rutina. En todo caso, el cambio en los controles de regulación de tiempos que se hacen cargo de esta situación se desprendería de modo obvio, para toda persona versada en la materia, de las enseñanzas del presente invento.

Como antes se ha dicho, y se explica con detalle en el ejemplo precedente, la presente invención es capaz de manipular sub-rutinas comprendidas dentro de otras, al encontrarse con dicha sub-rutina interna o de nivel inferior en forma de escalón particular de una sub-rutina de nivel superior. También es de notar que la sub-rutina interior podría aparecer también como parámetro en un enunciado de petición de sub-rutina tal como el siguiente:

$\$ZQ, NN, QQ, \$XR, \text{par } 1, \text{ par } 2JJ$

en el cual la sub-rutina interior ($\$XR, \text{par } 1, \text{ par } 2J$) se enuncia como parámetro utilizado directamente en la ejecución de la sub-rutina ZQ, con sólo una pequeña modificación del sistema expuesto, modificación que resultaría obvia para un proyectista de estos sistemas.

Asímismo, como antes se ha dicho, los medios particulares de regulación de tiempos (esto es, la serie de multivibradores monoestables interconectados) no es sino

321214

25-E



un ejemplo de entre un gran número de medios de este género de los que se emplean habitualmente para controlar el funcionamiento de los sistemas calculadores. Por ejemplo, en lugar del sistema esencialmente asíncrono que se ha -
5 expuesto podría emplearse un sistema completamente síncrono.

En resumen, la presente invención proporciona un --
equipo que simplifica grandemente la ejecución de sub-rutinas en programas de calculadoras, y permite además utilizar una sub-rutina dentro de otra de manera muy general,
10 así como la descripción simbólica de los parámetros utilizados dentro de las sub-rutinas interiores o de nivel superior, con referencia a los parámetros definidos en el enunciado primitivo de la petición de sub-rutina.

15 Así, el sistema de la presente invención representa una importante contribución en el área de los dispositivos de control de calculadoras, por la cual se simplifica considerablemente la programación de una sub-rutina complicada, y se reduce también el tiempo y la ejecución de
20 dicha sub-rutina en la máquina, merced al método mucho más directo por el cual la sub-rutina puede ser definida y ejecutada.

Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en particular con referencia a unas formas preferidas de --
25 ejecución de la misma, las personas versadas en la materia comprenderán fácilmente que los cambios indicados, -- así como otros de forma y de detalle, pueden hacerse en las mismas sin salirse del ámbito ni apartarse del espíritu de la invención.

30 La presente solicitud, que corresponde a la presen-

321214

25 EN



tada en los Estados Unidos de América, con fecha 30 de di
ciembre de 1.964, bajo el número 422.343, se acoge a los
beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Pro
piedad Industrial.

5

- N O T A -

Los puntos de invención, propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
de Invención en España por VEINTE años, son los siguien--
tes:

- 10 1.- Una máquina calculadora que incluye: un disposi
tivo de control de instrucciones con medios de registro -
de instrucciones para recibir el programa principal del -
sistema y ejecutar las instrucciones usuales en él conte-
nidas, unos controles de acceso a la memoria, una memoria
15 y un dispositivo aritmético para efectuar operaciones ma-
temáticas, caracterizada dicha máquina por: unos medios -
para reconocer una petición de sub-rutina en un programa
de instrucciones; unos medios para valorar dicha petición
y guardar las direcciones paramétricas de la misma en un
20 determinado lugar de almacenamiento; unos medios para -
guardar la dirección del final de dicha petición de sub-
rutina en dicho programa principal de instrucciones; unos
medios para extraer dicha sub-rutina de la memoria y co--
locarla en dichos medios de registro de instrucciones; --
25 unos medios para ejecutar dicha sub-rutina; unos medios,-
respondientes a las peticiones de parámetros durante la -
ejecución de dicha sub-rutina, para extraerlos de dichos

321214

25



determinados lugares de accionamiento; unos medios para -
devolver la instrucción al registro de instrucciones don-
de estaba almacenada cuando se halló la sub-rutina "ac- -
tual" (correspondiente a un momento dado), al detectarse
5 el final de dicha sub-rutina; y unos medios para devolver
el control del sistema a dicho programa original, al final
de dicha petición de sub-rutina.

2.- La máquina calculadora del punto 1, que incluye:
medios para generar dichas direcciones de memoria determi-
10 nadas para cada dirección paramétrica indicativa del ni-
vel de la particular sub-rutina cuya petición se esté va-
lorando en un momento dado, siendo dichas direcciones tam-
bién características del número sucesivo de dicho paráme-
tro, enunciado en dicha petición de sub-rutina.

15 3.- La máquina calculadora del punto 2, en la cual
dichos medios generadores de direcciones incluyen: un pri-
mer contador; unos medios para incrementar (hacer avanzar)
dicho primer contador cada vez que se introduce un nivel
de sub-rutina adicional en una jerarquía dada de sub-ruti-
20 nas; y unos medios para reducir o rebajar el cómputo en -
dicho primer contador cada vez que se completa una sub-ru-
tina de dicha jerarquía.

25 4.- La máquina calculadora del punto 3, en la cual
dichos medios generadores de direcciones incluyen además:
un segundo contador; unos medios para incrementar dicho -
segundo contador cada vez que aparece un nuevo parámetro
durante la valoración de un enunciado de petición de sub-
rutina; y unos medios para hacer pasar el número de pará-
metro específico a dicho segundo contador, cuando se de-
30 sea ir a buscar un parámetro durante la ejecución de la -

321214



sub-rutina.

5.- La máquina calculadora del punto 4, en la cual dichos medios para valorar automáticamente los parámetros representados de modo simbólico en las sub-rutinas de nivel superior, que se refieren a parámetros especificados en un enunciado de petición de sub-rutina de nivel inferior, incluyen: unos medios para reconocer un símbolo especial indicativo del hecho de que el parámetro particular simbólicamente representado que se va a valorar es un parámetro ya valorado procedente de una sub-rutina de nivel superior; unos medios sensibles a esta detección dando acceso a la memoria en el lugar especial de ésta desarrollado durante la valoración de dicho parámetro en dicha sub-rutina de nivel superior; y unos medios para desarrollar, en dicho lugar especial de almacenamiento, una dirección característica de la sub-rutina que se esté valorando en ese momento, y para guardar en él dicha dirección paramétrica.

6.- La máquina calculadora del punto 5, que incluye: unos medios para reducir o rebajar dicho primer contador cuando hay un parámetro simbólicamente representado en un enunciado de petición de sub-rutina de nivel inferior y es necesario obtener la dirección del parámetro del lugar especial de almacenamiento asignado durante la valoración de una sub-rutina de nivel superior.

7.- La máquina calculadora del punto 6, que incluye: unos medios para retener el ajuste o cómputo "actual" de dicho segundo contador en el instante en que aparece el parámetro simbólicamente representado; y medios para poner dicho segundo contador a su posición de ajuste prim-

321214



tiva después de haberse identificado desde dicho lugar especial de almacenamiento la dirección de dicho parámetro.

8.- La máquina calculadora del punto 1, en la cual dichos medios para devolver la instrucción al lugar primitivo al detectarse el final de una sub-rutina incluyen: unos medios que tienen por efecto, antes de lograr acceso efectivo a una sub-rutina detectada, guardar o almacenar una dirección de retorno determinada por el final del enunciado de petición de sub-rutina en el programa de instrucciones de nivel inferior al detectarla; y medios para -- extraer esta dirección al completarse la ejecución de dicha sub-rutina, y devolverla a dicho programa de instrucciones de nivel inferior.

9.- La máquina calculadora del punto 8, en la cual dichos medios de almacenamiento incluyen: un registro de devolución para guardar dicha dirección de retorno cuyo último bitio de información en él guardado es la primera información que sale.

10.- La máquina calculadora del punto 9, que incluye: medios para detectar el "final" de una sub-rutina, -- los cuales comprenden medios para extraer la dirección de dicho "final" guardada con dicha sub-rutina en la memoria, y para conservarla en un lugar de almacenamiento de "final" de sub-rutina y para comparar dicha dirección con -- las direcciones que en ese momento hay en el registro de instrucciones del sistema, de modo que la igualdad indica que se ha llegado al final de la sub-rutina.

11.- La máquina calculadora del punto 10, que incluye medios para guardar o almacenar el contenido "actual" (correspondiente a un momento dado) del lugar de almace--

321214

25



namiento de direcciones de "final" de sub-rutina en el -
registro de devolución, en unión de la dirección de retorn
no, de modo que la ausencia de tal dirección en el lugar
de almacenamiento de sub-rutina y dirección denota que la
5 dirección de retorno está en el programa principal.

12.- La máquina calculadora del punto 1 que incluye:
unos medios de control para dicho sistema, que comprenden
una serie de multivibradores monoestables interconectados,
con distinto impulso de activación y con un impulso de --
10 desactivación que tiene lugar al cabo de un tiempo prefi-
jado; y unos medios de circuito lógico conectados en la -
línea de salida de dichos multivibradores monoestables y
que funcionan al producirse determinadas condiciones, re-
gulando las conexiones o ramificaciones de dicho sistema.

15 13.- Una máquina calculadora, que posee un registro
de instrucciones y medios para tener acceso en sucesión -
a las instrucciones de máquina en él guardadas, que com--
prende un sistema de control y ejecución de sub-rutinas,-
la cual incluye: medios para detectar la aparición de una
20 petición de sub-rutina en la instrucción de la calculado-
ra; medios para valorar y almacenar la dirección de los -
parámetros dados en la instrucción para uso en la sub-ru-
tina, incluyendo estos últimos medios a su vez unos medios
para desarrollar direcciones en un lugar de almacenamien-
25 to especialmente destinado a guardar dichas direcciones -
paramétricas, pudiendo relacionarse dichas direcciones --
desarrolladas con el nivel de la sub-rutina particular, y
con el orden secuencial del parámetro enunciado; medios -
para ejecutar la sub-rutina tan pronto como ésta haya si-
30 do completamente valorada; medios para sacar los paráme--



321214

5 tros de dichos lugares especiales de almacenamiento duran
te la ejecución de la sub-rutina; y medios para volver au
tomáticamente a la posición del programa inmediatamente -
sucesiva a dicha petición de sub-rutina, al terminarse la
ejecución de esta última.

10 14.- Una máquina calculadora, que posee un registro
de instrucciones y medios para tener acceso en sucesión a
las instrucciones individuales de máquina en él guardadas,
que comprende un sistema de control y ejecución de sub-ru
15 tinas, que incluye: medios descodificadores para detectar
el comienzo de una petición de sub-rutina, el final de --
una petición de sub-rutina, la aparición de una dirección
de parámetro en una petición de sub-rutina, y la solici--
15 ción de una dirección de parámetro en un programa de ejecu
ción de sub-rutina, dando dichos medios descodificadores
una salida específica y concreta según cuál de las cita--
das apariciones se detecte en una instrucción que se esté
ejecutando en dicho registro de instrucciones; medios sen
20 sibles a la detección del comienzo de la petición de sub-
rutina, para iniciar la valoración del enunciado de la pe
tición de sub-rutina y determinar el lugar de colocación
del programa de la sub-rutina en la memoria del sistema;-
medios sensibles a la detección de un parámetro en el --
enunciado de la petición de sub-rutina, para hacer que de
25 dicho enunciado de la petición de sub-rutina se extraiga
la dirección de dicho parámetro, para guardarla en un lu
gar especial de almacenamiento relacionado con el nivel -
de dicha sub-rutina y con el orden secuencial del paráme
tro; medios sensibles a la detección del final de una pe
30 tición de sub-rutina para determinar y conservar la direc



25

321214

ción "actual" en la memoria y el registro de instrucciones de la calculadora, y extraer y colocar el programa de la sub-rutina en dicho registro de instrucciones; medios -- sensibles a una petición de parámetro durante la ejecu-
 5 ción de una sub-rutina, para extraer de dicho lugar especial de almacenamiento la dirección de parámetro deseada, de modo tal que dicha sub-rutina puede ejecutarse; medios sensibles a la detección del final de un programa de sub-rutina, para volver al programa de instrucciones que se --
 10 estuviera ejecutando cuando la sub-rutina recién completa da se detectó en el registro de instrucciones; y medios -- para devolver el control del sistema al punto, de dicho -- programa de instrucciones, inmediatamente sucesivo al final del citado enunciado de petición de sub-rutina recién
 15 completado.

15.- Una máquina calculadora, que posee un registro de instrucciones y medios para valorar en sucesión o se-- cuencia el contenido del mismo, sistema que comprende a -- su vez un sistema de control y ejecución de sub-rutinas,-
 20 que incluye: medios para reconocer un enunciado de peti-- ción de sub-rutina en un programa de instrucciones; medios para valorar dicho enunciado de petición de sub-rutina y guardar las direcciones paramétricas del mismo en determi--
 25 nados lugares de almacenamiento, derivándose dichos lugares de almacenamiento de unos primeros medios de contador que poseen medios para incrementar los mismos cada vez -- que se introduce un nivel de sub-rutina adicional en una jerarquía dada de sub-rutinas y medios para reducirlos o --
 30 rebajarlos cada vez que se completa una sub-rutina de dicha jerarquía; un segundo contador; medios para incremen-

321214

25



tarlo cada vez que aparece un nuevo parámetro durante la
valoración de un enunciado de petición de sub-rutina; me-
dios para hacer pasar un número paramétrico concreto a di-
cho segundo contador durante la búsqueda secuencial de pa-
5 rámetros mientras se ejecuta la sub-rutina, cuando se de-
sea valorar una petición de parámetro, que simbólicamente
se relaciona con un enunciado anterior de petición de sub-
rutina de nivel inferior; medios para desarrollar una di-
rección, consistentes en la concatenación del ajuste "ac-
10 tual" de dichos dos contadores en todo instante en que se
desea guardar una dirección de parámetro durante la valo-
ración de una petición de sub-rutina; medios para guar-
dar o almacenar la dirección de retorno a dicha instruc-
ción, en que aparece una sub-rutina en un registro de de-
15 volución; medios para extraer de la memoria dicha sub-ru-
tina y colocarla en dichos medios de registro de instruc-
ciones, y para iniciar la ejecución de dicha sub-rutina;-
medios sensibles a la petición de parámetros durante la -
ejecución de dicha sub-rutina, para extraerlos de dichos
20 determinados lugares de almacenamiento bajo el control de
unas direcciones dadas por dichos dos contadores, en los
que el número de secuencia de un parámetro particular de-
seado durante la ejecución de una sub-rutina es suminis-
trado a dicho segundo contador, y dicha dirección paramé-
25 trica es obtenida del citado lugar especial de almacena-
miento, y el propio parámetro es a continuación extraído
de la memoria; medios para extraer la dirección de retor-
no, tomándola de dicho registro de devolución, al comple-
tarse un enunciado de sub-rutina; y medios para utilizar
30 dicha dirección de retorno a fin de extraer de la memoria

321214

25



el enunciado de instrucción que estaba en el registro de instrucción en el momento en que apareció la sub-rutina - recién completada.

5 16.- La máquina calculadora del punto 15, que incluye medios sensibles a la detección de una representación simbólica de un parámetro en un enunciado de petición de sub-rutina de nivel inferior relacionado con un parámetro ya enunciado en una sub-rutina de nivel superior, para -- tener acceso a la dirección paramétrica, tomándola del lugar especial de la memoria en el cual se guardó dicha sub-
10 rutina al valorar la citada sub-rutina de nivel superior; y medios para restablecer esta dirección paramétrica en -- la citada dirección especial de memoria, en un lugar que pueda relacionarse con la sub-rutina que en ese momento --
15 se esté valorando.

17.- Una máquina calculadora.

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

20 Esta Memoria consta de cincuenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

25 ENE 1960

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder

ARP. 11/1 63



321214

Explicación de las leyendas de los dibujos

Fig. 1

- 1' Unidad de instrucciones y control
- 2' Controles de acceso a la memoria
- 3' Controles de acceso y valoración de sub-rutinas
- 4' Controles de acceso a los parámetros
- 5' Unidad aritmética
- 6' Memoria

Fig. 3a

- 7' Anillo
- 8' Descodificador

Fig. 3b

- 9' Retardo

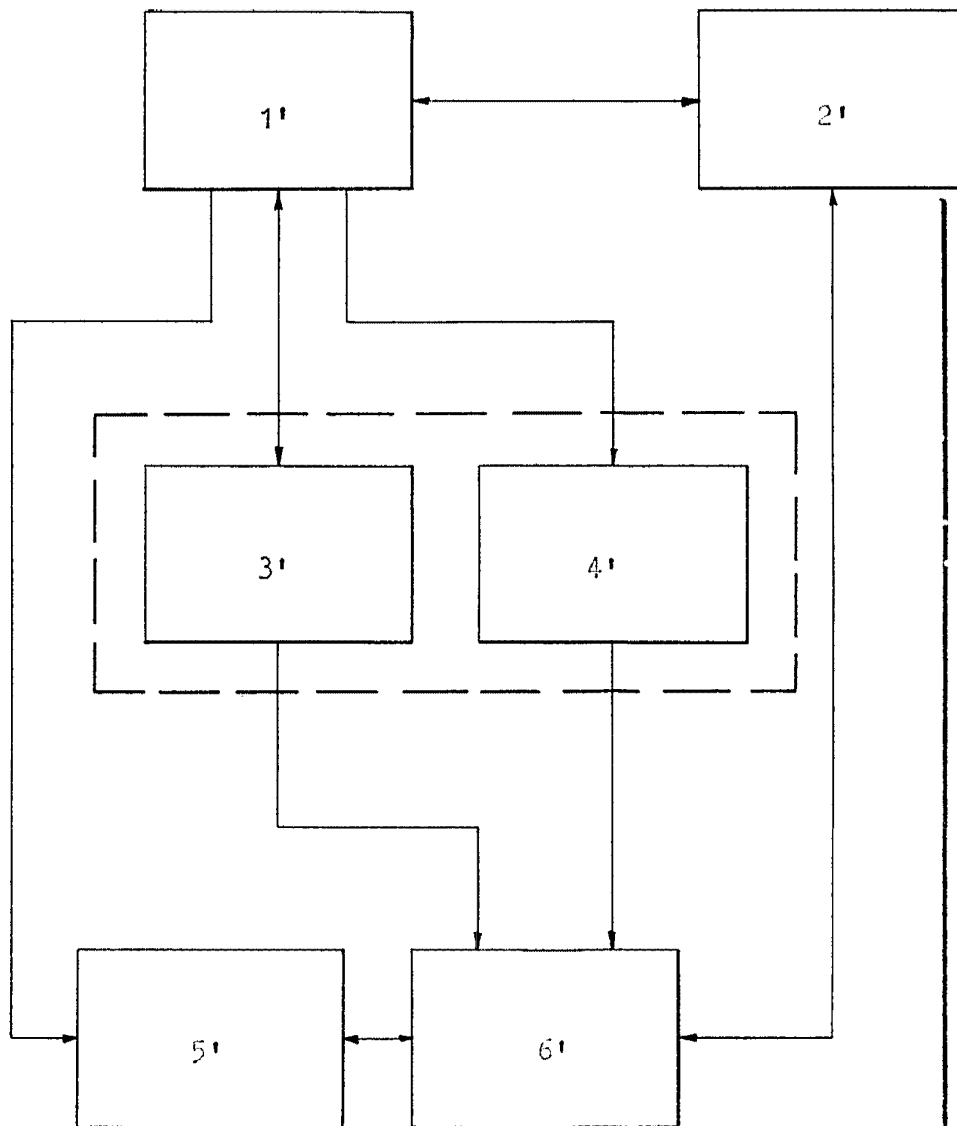
Fig. 3c

- 10' Memoria



321214

FIG. 1

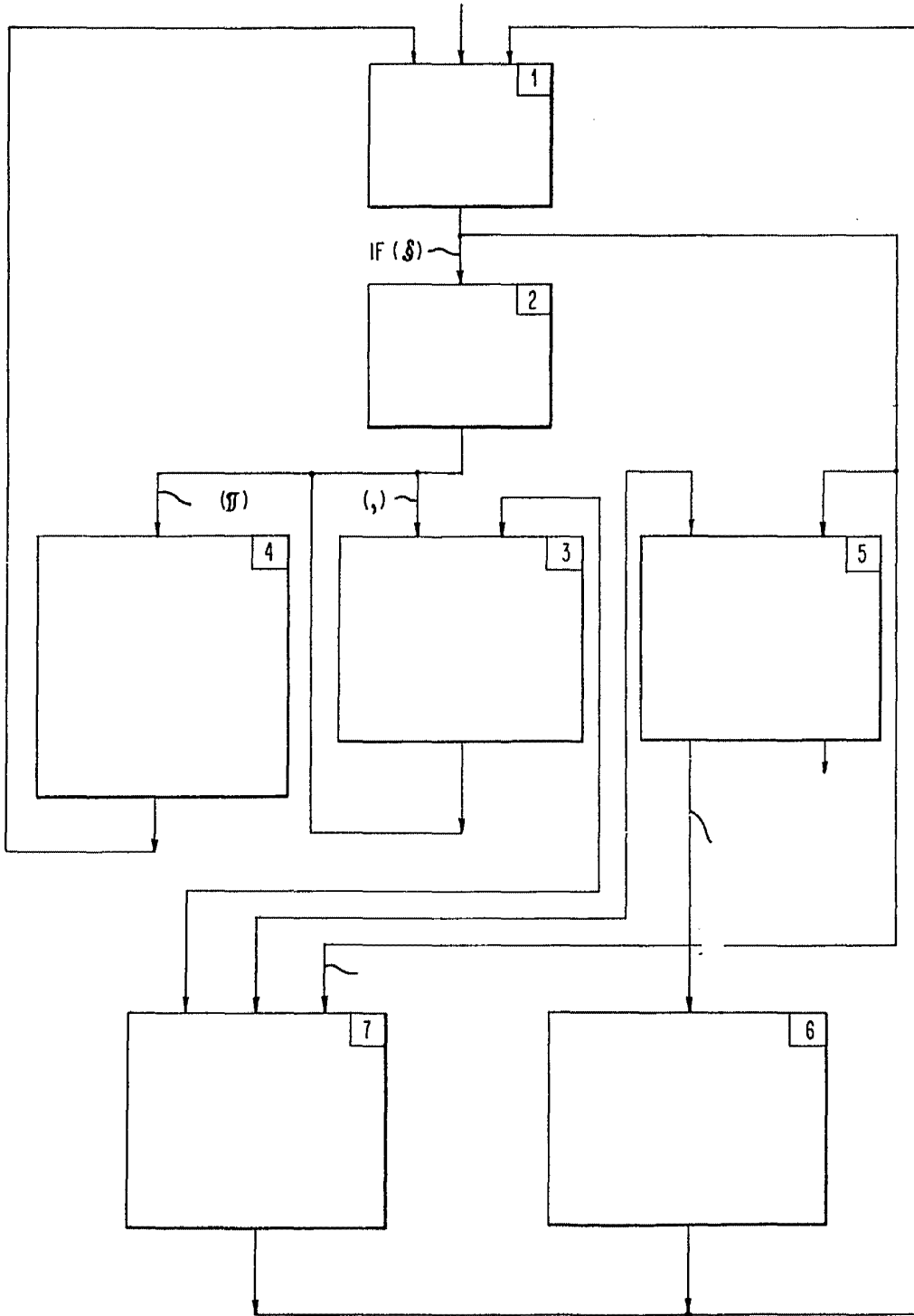


Alberto de la Cruz
Por Poder



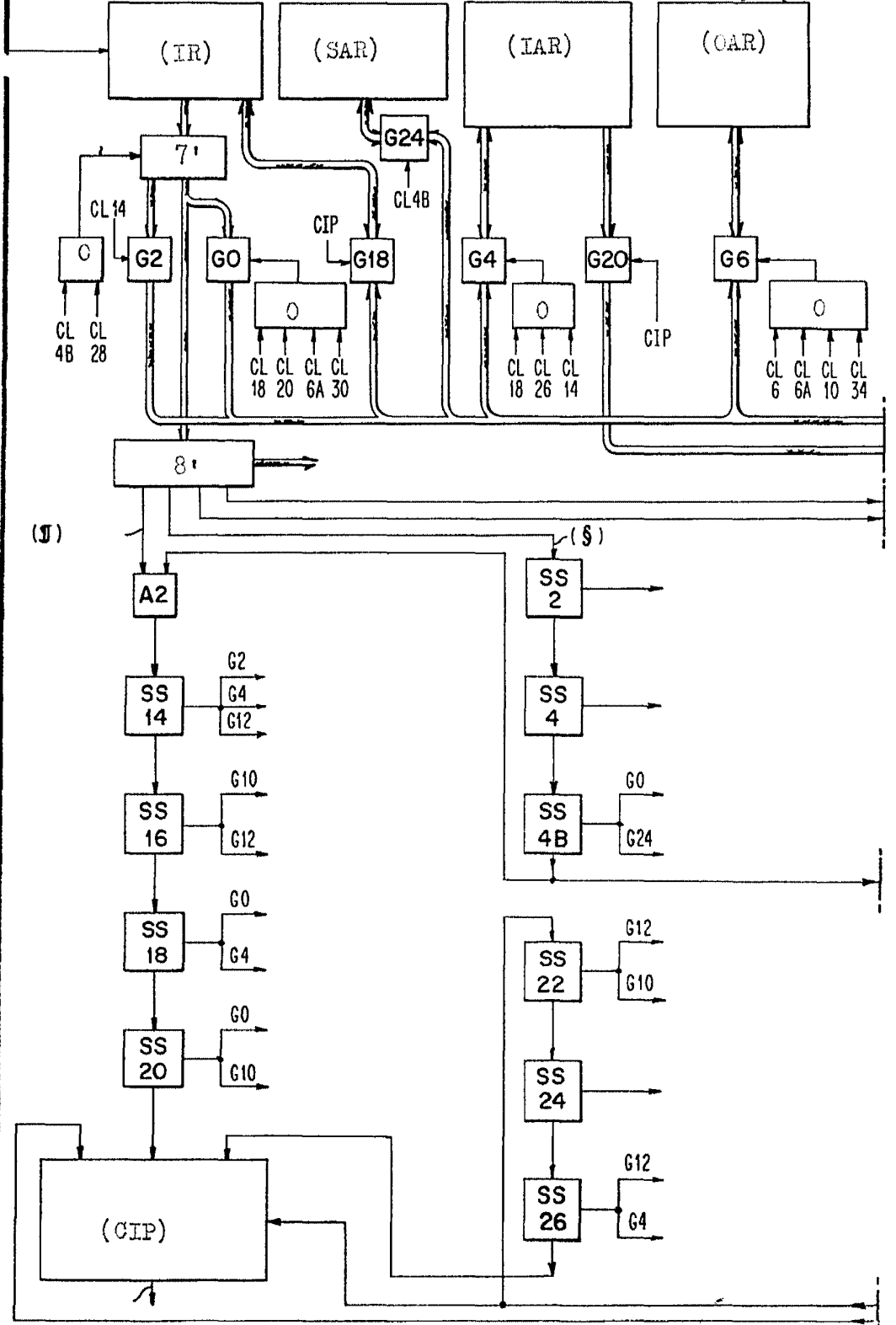
321214

FIG. 2



Alberto de Zayas
Por Poder

FIG. 3A 321214



Alberto de ...
Per ...

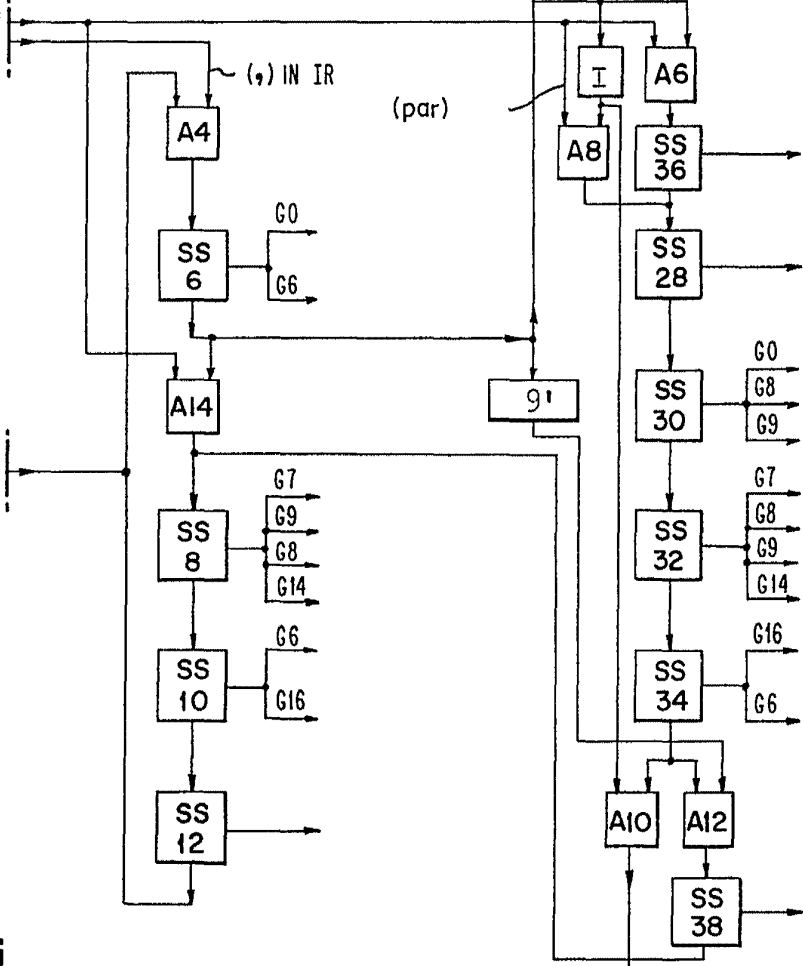
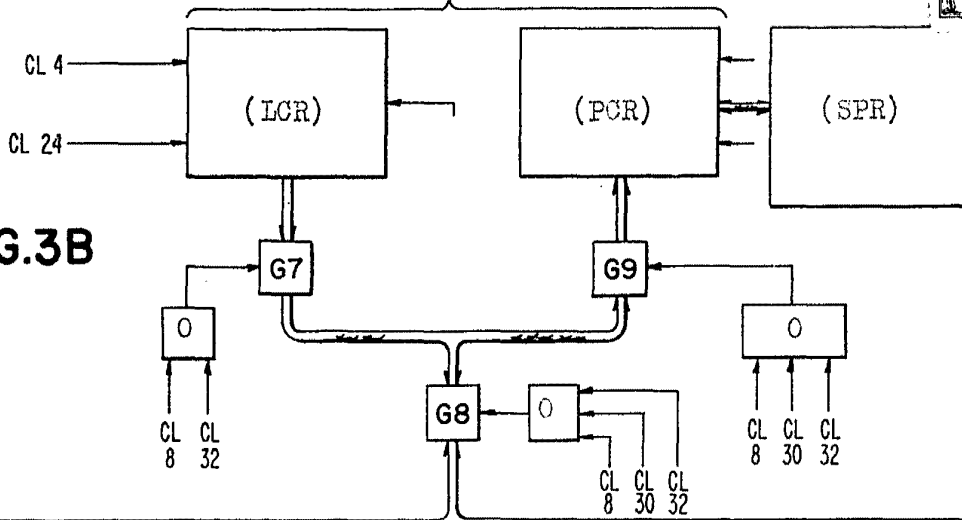
(LPA)

321214

25



FIG.3B



Alberto de ...
Por Favor

ESCALA VARIABLE

321214

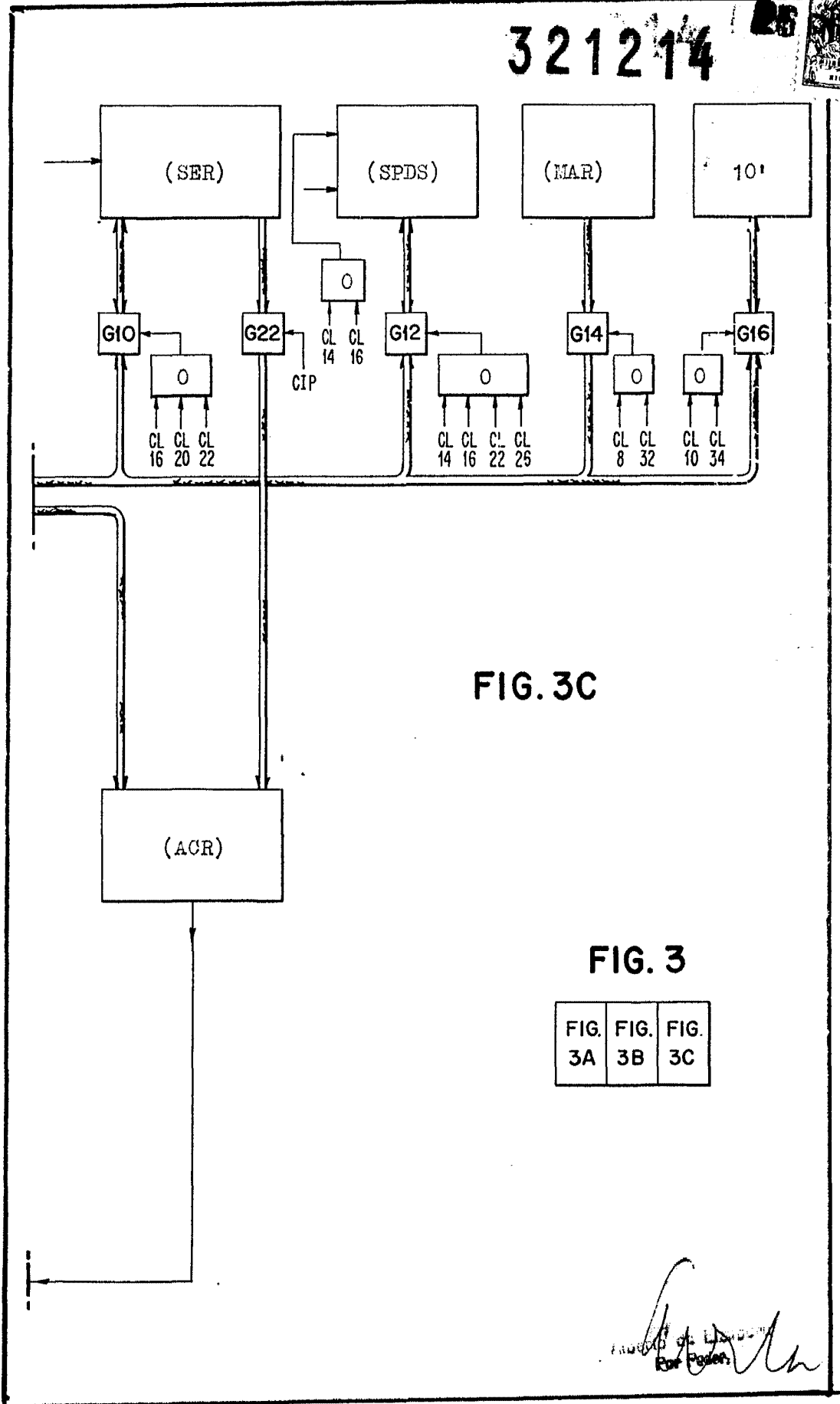


FIG. 3C

FIG. 3

FIG. 3A	FIG. 3B	FIG. 3C
------------	------------	------------