

433.888



PATENTE DE INVENCION

USA. Ser. 433.439.

Case 1003. (APPARATUS)

Int. Cl. G 05 B 15/00

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE MANTENIMIENTO  
Y DIAGNOSTICO PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS CONTROLADAS POR CALCULADORA ELECTRONICA.

=====

*Solicitante:* KEARNEY & TRECKER CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 1100 Theodore Trecker Way, West Allis, Wisconsin, EE. UU. de A.

=====

La presente invención se refiere a máquinas herramienta controladas por calculadora, y más particularmente, un sistema para realizar el mantenimiento preventivo en dichas máquinas herramientas y para diagnosticar las condiciones anormales.



En los últimos años se han hecho cada vez más comunes las máquinas herramienta controladas por calculadora, denominándose en general a una gran familia de dichas máquinas herramienta máquinas controladas numéricas o CN.

5 Estas máquinas llevan típicamente una calculadora individual que desarrolla señales de control para hacer que las diversas funciones de la máquina de una forma prescrita en los momentos apropiados y para elaborar unas señales de realimentación derivadas de la máquina herramienta al desarrollar las señales de control. Estas señales de control se utilizan para controlar los diversos accionamientos de los distintos ejes de la máquina herramienta, incluyendo típicamente unos servobucles para controlar el funcionamiento de la máquina herramienta de acuerdo con un programa deseado o una serie de mandos.

10 En algunos sistemas, como el que se describe y se reivindica en la patente nº 3.777.128, concedida a Edward E. Kirtham para "Esquema de Muestreo de la Información de Entrada para máquinas herramientas controladas por calculadora", la recogida de las señales de realimentación procedentes de la máquina herramienta se realiza únicamente a tiempos separados, desarrollándose las señales de control durante los intervalos entre tales tiempos dejando de esa forma libre la calculadora durante gran parte del tiempo para realizar programas no prioritarios y ejecutar otras operaciones.

15 Estas máquinas han actuado con bastante éxito, pero debido a su creciente complejidad, su mantenimiento y el diagnóstico de unas condiciones anormales de funcionamiento, cuando ocurren, es mucho más difícil que con



máquinas herramienta más simples. Frecuentemente, es extremadamente difícil la identificación exacta de un componente averiado, en favor del personal y mantenimiento y servicio, y exige gran cantidad de tiempo por parte de personal altamente cualificado. El diagnóstico positivo de muchas condiciones anormales es costoso, no solo porque lleva mucho tiempo y exige los servicios de personal de altos salarios, sino también porque la máquina herramienta que se diagnostica queda fuera de servicio durante el diagnóstico y el mantenimiento. El desarrollo de procedimientos automáticos de diagnóstico y mantenimiento no es practicable para un usuario de pocas máquinas, debido al coste del desarrollo y del equipo adicional que se necesita, y la necesidad continuada de personal perfectamente entrenado para manejar dicho equipo.

Una condición anormal puede tomar la forma de un deterioro progresivo en uno u otro aspecto del rendimiento de la máquina, y ocurre a veces que este deterioro no se observa hasta que aparece por sí mismo en el fallo de una pieza totalmente mecanizada en responder a las especificaciones. Es pues muy conveniente proporcionar un sistema por el que puedan evitarse las anteriores desventajas.

Con el fin de facilitar el mantenimiento preventivo y el diagnóstico de las condiciones anormales de funcionamiento, un objeto principal de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento sistemático y un aparato para el mismo, que sirvan para iterar una máquina herramienta a través de una recuencia de finos elementos predeterminado y comprobar las características de funcionamiento de la máquina herramienta, comparando estas características con las características para una máquina idéntica, poner de re-



lieve los campos de cambio, y predecir las condiciones anormales incipientes antes de que ocurran, reconociendo unas - tendencias establecidas en dichas características.

5 Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un sistema de mantenimiento y diagnóstico que pueda accionarse a distancia del lugar donde esté situada la máquina herramienta, de manera que no se necesite ningún person al especialmente hábil en procedimientos de diagnóstico y mantenimiento situado en el lugar donde está la máquina herramienta.

10 Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un sistema de mantenimiento y diagnóstico - accionado a distancia que funciona comparando los parámetros actuales de la máquina con los parámetros recogidos durante un período de tiempo relativamente prolongado.

15 Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un aparato asociado con una máquina herramienta controlada por calculadora para mantener un registro de las características de prestaciones de dicha máquina herramienta, muestreada a intervalos de tiempo muy separados con el fin de presentar una historia de las características de prestaciones de dicha máquina herramienta, medios para hacer que dicha máquina herramienta repita a través de un ciclo predeterminado de operación después de cada uno de tales intervalos y medios para comparar las características de funcionamiento muestreadas a diferentes tiempos para indicar - una tendencia hacia un cambio o la falta de dicha tendencia.

20  
25  
30 Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento para realizar un mantenimiento preventivo en una máquina herramienta controlada por cal-



culadora que incluye los pasos de: hacer que la máquina herramienta repita a través de un ciclo predeterminado de funcionamiento, recoger señales derivadas de la citada máquina herramienta durante dicho ciclo de funcionamiento y analizar las prestaciones de la máquina comparando los parámetros representados por las señales recogidas con los parámetros de diseño de dicha máquina.

Estos y otros objetos y ventajas de la presente invención aparecerán con claridad cuando se estudie la siguiente descripción de los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un esquema funcional de bloques de un sistema que incorpora una realización ilustrativa de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de circulación del programa receptor de usuario permanente realizado por la calculadora de la máquina de la figura 1;

La figura 4 es un diagrama de circulación de programa de cargador de la máquina realizado inmediatamente después del programa de la figura 3 por la calculadora de la máquina de la figura 1;

La figura 5 es un diagrama de circulación de un programa de exploración de par realizado por la calculadora a distancia de la figura 1;

Las figuras 6a-c, tomadas juntas, representan un diagrama de circulación de un programa de comprobación de par realizado por la calculadora a distancia de la figura 1;

Las figuras 7a y b, tomadas juntas, comprenden un diagrama de circulación de una segunda fase de un programa de exploración de par realizado por la calculadora



de la máquina de la figura 1; y

La figura 8 es un diagrama funcional de bloques de un aparato que constituye una realización optativa de la presente invención.

5  
10  
15  
20  
25  
30

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra un esquema funcional de bloques de una realización ilustrativa del sistema. El aparato indicado en general con 10 se encuentra situado en el lugar de la máquina herramienta, mientras que el aparato indicado en general por 12 va alojado en un emplazamiento de análisis a distancia. El lugar de la máquina, y el lugar de análisis a distancia se encuentran interconectados por un enlace de comunicación que, tal como se representa, comprende las líneas telefónicas 14. Debe entenderse que, cuando se desee, en lugar de las líneas telefónicas 14 que se muestran a título de ejemplo podrían utilizarse sistemas inalámbricos u otros sistemas aéreos para la transmisión de señales. Aunque en la figura 1 se ilustran dos líneas telefónicas, debe entenderse además que podría emplearse una sola línea telefónica, a condición de que sea capaz de transmitir voz o información en ambas direcciones y al mismo tiempo, por técnicas apropiadas que son perfectamente conocidas de los entendidos de la técnica. Un dispositivo modem (o modulador-demodulador) 16 se dispone en el lugar de la máquina para conectar las líneas telefónicas 14 al otro aparato en el lugar de la máquina, y un dispositivo modem similar 17 se dispone en el lugar alejado para interconectar las líneas telefónicas con el otro aparato allí situado.

En el lugar de la máquina, el dispositivo modem 16 va interconectado con una calculadora de máquina 18, que realiza un cierto número de funciones en relación con



una máquina herramienta 24. La calculadora 18 se representa en la figura 1 con dos secciones separadas de entrada-salida 20 y 22 a efectos de ilustración. En la práctica real, solo se necesita una de tales secciones para realizar todas las funciones de ambas secciones 20 y 22. La primera sección de entrada 20 sirve para conectar el dispositivo modem 16 con la sección de control de la calculadora de máquina 18, mientras que la segunda sección de entrada - salida 22 sirve para conectar la sección de control de la calculadora 13 con una serie de dispositivos periféricos. Estos dispositivos periféricos son la máquina herramienta 24, un lector de cinta 26, una unidad de visualización de información 28 y una unidad manual de control 30. Cada uno de los dispositivos periféricos 24-30 se encuentra conectado por medio de la sección de entrada-salida 22 con la sección de control de la calculadora 18 para recibir en el momento apropiado unas señales de control y transmitir a la calculadora 18 la información y otras señales que utiliza la calculadora para efectuar la operación deseada de la máquina herramienta 24. A este respecto, la máquina herramienta 24 proporciona unas señales de realimentación a la calculadora 18 que indica el estado actual de la máquina herramienta 24, y estas señales se utilizan para desarrollar unas nuevas señales de control para controlar el funcionamiento de la máquina herramienta 24. De igual modo, la unidad de control manual 30 funciona para preparar señales a la calculadora 18 para controlar el funcionamiento de la máquina herramienta en un modo manual de operación.

Aunque no se ilustra específicamente la figura 1, la calculadora 18 tiene preferentemente su sección



de entrada-salida 22 conectada a la máquina herramienta 24 solo a intervalos periódicos predeterminados, para dejar libre la calculadora 18 para la ejecución de programas no prioritarios similares mientras la máquina herramienta 24 está funcionando. Con esta finalidad, se interconecta preferentemente entre la máquina herramienta 24 y la sección de entrada-salida 22 un esquema de muestreo como el de la anteriormente mencionada patente de los Estados Unidos 3.777.128, y se proporcionan unos medios de almacenamiento para manifestar las señales de control durante tales intervalos.

La máquina herramienta 24 es del tipo generalmente conocido en la técnica como una CN o máquina controlada numéricamente, adaptada para aceptar datos en forma numérica (a partir de los medios de almacenamiento), y ejecutar las operaciones deseadas en respuesta a dichos datos numéricos.

La sección de control de la calculadora 18 incorpora cuatro grupos distintos de programas. El primer grupo, ilustrado en la figura 1 por un bloque 32, contiene un programa para controlar el funcionamiento del modem 16 antes de que se proporcione la información por las líneas telefónicas 14 desde el lugar alejado, para recibir dicha información. El bloque 34 contiene un programa de comunicaciones, que permite la comunicación por el modem 16 y 18 y las líneas telefónicas 14 entre la calculadora 18 y el aparato situado en el lugar alejado, que incluye una calculadora 36.

El bloque 38 contiene programas diagnósticos temporales que están diseñados para hacer que la calculadora de máquina 18 recoja la información de la máquina herramienta 24 durante las pruebas, para obtener los parámetros



que indiquen el estado de la máquina herramienta. El bloque 40 contiene unos programas de sistema de funcionamiento de la máquina herramienta, que se utilizan habitualmente para hacer que la máquina herramienta 24 ejecute una secuencia - deseada de operaciones.

El programa contenido en el bloque 32 permanece alojado en la calculadora 18 en todo momento, y el espacio de la memoria de la calculadora que se necesita para almacenar los programas en los bloques 34 y 38 se encuentra ordinariamente libre para la utilización de la calculadora en el lugar de la máquina. Durante el funcionamiento de este sistema, el bloque 32 recibe por las líneas telefónicas 14 desde el lugar alejado una serie de programas diagnósticos que son almacenados en el bloque 38 y que se emplean para hacer que la máquina herramienta 24 repita el ciclo en una forma predeterminada para generar información para análisis en el lugar alejado. El programa de comunicaciones es también recibido por las líneas telefónicas 14 y se almacenan en el bloque 34. Además, se introducen algunas modificaciones de la información en los programas del sistema de funcionamiento almacenados en el bloque 40, para asegurarse de que la máquina herramienta realiza las mismas operaciones durante cada prueba diagnóstica.

La calculadora a distancia 36 incluye una sección de entrada-salida 42, que interconecta la unidad - modem 17 con la porción de control de la calculadora. También incluye una segunda sección de entrada-salida 44, por la que se conecta la sección de control de la calculadora a una serie de dispositivos periféricos. Como en la calculadora 18, en la práctica real solo se necesita una sección de entrada-



5 salida. Los dispositivos periféricos incluyen una impresora de teclado 46, una impresora a gran velocidad 48, una unidad de memoria de cinta magnética 50, una unidad de memoria de disco 52, un trazador digital 54 y una pantalla catódica de visualización 56. Todos los dispositivos periféricos representados en el lugar alejado de la calculadora en la figura 1 no son esenciales, pero son convenientes para alcanzar el máximo de eficiencia y flexibilidad de funcionamiento. Para poder proporcionar una base de información, se necesita como 10 mínimo al menos una unidad de memoria periférica o dispositivo de almacenamiento de gran capacidad, y la impresora de teclado 46 u otros dispositivos capaces de realizar funciones equivalentes, así como medios para proporcionar información a la calculadora 36 y para visualizar de manera impresa o de 15 cualquier otra forma la información generada por la calculadora 36.

20 La sección de control de la calculadora 36 incluye un bloque 58 que contiene programas que se denominan sistema de funcionamiento. Estos programas controlan el funcionamiento de la calculadora 36. El bloque 60 incluye programas diagnósticos ejecutables por la calculadora, los cuales se transmiten por las líneas telefónicas 14 al bloque 38 de la calculadora 18, y hacen que la calculadora de máquina 18 realice la secuencia deseada de operaciones para generar la 25 información para análisis.

30 El bloque 62 de la calculadora 36 contiene los programas analíticos que se utilizan para analizar la información recibida por las líneas telefónicas 14, y para imprimir los resultados de la impresora de teclado 46 o para visualizar los resultados en uno de los otros dispositivos



periféricos ilustrados en la figura 1. El bloque 64 contiene los programas diagnósticos ejecutables por la máquina herramienta, que son los programas transmitidos al bloque 40 de la calculadora 18 para controlar el funcionamiento de la máquina herramienta 24 durante el análisis.

Los programas de los bloques 60 y 64 se transmiten ambos por las líneas telefónicas 14 a la calculadora de máquina 18, y sirven a cada una de las funciones de controlar el funcionamiento de la calculadora de máquina 18 y de controlar el funcionamiento de la máquina herramienta 24, respectivamente, de la forma deseada. De esta manera, puede analizarse el funcionamiento tanto de la calculadora de la máquina 18 como de la máquina herramienta 24.

Ambos dispositivos modem 16 y 17 incluyen un conjunto ordinario micrófono-auricular telefónico. HS, de manera que las líneas telefónicas 14 pueden emplearse de la manera convencional para permitir una comunicación vocal entre el lugar de la máquina y el lugar alejado. Estos conjuntos micrófono-auricular son utilizados por el operador (en lugar de la máquina) y el analista (en el lugar alejado) durante las operaciones realizadas en el curso del presente sistema.

La secuencia de operaciones comienza típicamente por un enlace vocal establecido entre los dos conjuntos micrófono-auricular, de manera que el operador y el analista sepan ambos que está a punto de realizarse una prueba. El analista da al operador las instrucciones preliminares, después de lo cual se acondicionan por parte del operador y del analista ambos dispositivos modem 16 y 17 de forma similar para permitir el intercambio de información numérica en-



5           tre los dos dispositivos modem 16 y 17. Posteriormente, la  
calculadora a distancia 36, bajo el control del sistema de  
funcionamiento del bloque 58, transmite a la calculadora de  
máquina 18 la información de mprograma requerida, y la cal-  
10           culadora recibe dichos programas bajo el control del progra-  
ma de recepción almacenado en el bloque 32. Una vez que ha  
sido escrito el número de serie de la máquina que se prueba  
en la impresora de teclado 46, se realizan las operaciones  
siguientes bajo el control de los programas del sistema de  
funcionamiento contenidos en el bloque 58 de la sección de  
control de la calculadora a distancia 36.

15           En una realización preferida del presente  
sistema, tanto la calculadora a distancia 36, como la cal-  
culadora de máquina 18 son calculadoras tales como la PDP8/E,  
fabricada por la Digital Equipmente Corporation, Maynard,  
Massachusetts, y los programas del sistema de funcionamiento  
en el bloque 58 comprenden el sistema de funcionamiento OS/8,  
que es un grupo de programas vendidos por la Digital Corpo-  
20           ration para utilizar especialmente con la PDP8/E y que se  
describe en el libro "Small Computer Handbook" (Manual de  
pequeñas calculadoras), publicado en 1973 por la Digital  
Equipment Corporation. Como estos programas de sistema de  
funcionamiento son perfectamente conocidos por los entendi-  
dos en la técnica, no se describirán aquí específicamente,  
25           aunque se describirán en líneas generales cuando se relacio-  
nen con la puesta en práctica de las operaciones necesarias  
para la explicación del presente sistema. Una función de los  
programas del sistema de funcionamiento es la de seleccionar  
la información y programas de los dispositivos periféricos  
30           y cargar estos programas en los bloques 60, 62, y 64 de la



calculadora a distancia 36. Típicamente, estos programas se  
almacenan en una memoria de disco 52, a la que tiene acceso  
la calculadora 36 a través de la sección de entrada-salida  
44. Optativamente, los programas pueden almacenarse en una  
5 o más cintas magnéticas 50, a las que tiene acceso la calcu-  
ladora 36 de la misma forma. Los bloques 60, 62 y 64 son to-  
dos ellos porciones de la memoria principal de la calculado-  
ra a distancia 36, que es fácilmente accesible de forma que  
los programas almacenados dentro de estos bloques están a  
10 disposición sin ningún retraso innecesario. El sistema de  
funcionamiento 58 incluye igualmente un programa de comuni-  
caciones para controlar el modem 18, que es similar al pro-  
grama de comunicaciones almacenado en el bloque 34 de la cal-  
culadora de máquina 18, por lo que ambas calculadoras 18 y  
15 36 funcionan del mismo lado en relación con los dispositi-  
vos modem 16 y 18.

Los programas del sistema de funcionamien-  
to almacenados en el bloque 58 funcionan para transmitir  
por las líneas telefónicas 14 los programas diagnósticos eje-  
cutables por la calculadora a partir del bloque 60 y los -  
20 programas diagnósticos ejecutables por la máquina herramien-  
ta a partir del bloque 64. El programa de comunicaciones se  
transmite también desde la calculadora 36 y se almacena en  
el bloque 34. La calculadora de máquina 18 hace entonces  
25 que la máquina herramienta 24 actúe de la forma acostumbra-  
da, realizando los programas diagnósticos almacenados en el  
bloque 38, y empleando los programas del sistema de funcio-  
namiento del bloque 40. No obstante, a excepción de la fuen-  
te de sus programas y datos, no hay ninguna diferencia en  
30 el funcionamiento de la máquina herramienta 24 o en la cal-



culadora de máquina 18 del funcionamiento normal.

5 Cuando se acciona la máquina herramienta  
24, unas señales de realimentación generadas por la máquina  
herramienta se transmiten a la calculadora de máquina 18 a  
través de la sección de entrada-salida 22 y a continuación,  
por los programas de comunicaciones almacenados en el bloque  
34, estas señales se transmiten en forma numérica por las -  
líneas telefónicas 14 a la calculadora a distancia 36. Esta  
información se procesa entonces utilizando programas analí-  
10 ticos de la calculadora a distancia 36 almacenados en el blo-  
que 62, con el resultado de que el análisis se imprime en la  
impresora de teclado 46 o se visualiza en uno de los otros  
dispositivos de visualización 48, 54 ó 56.

15 Cuando se ha terminado el funcionamiento de  
la máquina herramienta 24, el analista y el operador se comu-  
nican de nuevo vocalmente por las líneas telefónicas 14 de  
manera convencional, con lo que el analista puede comunicar  
oralmente al operador los resultados de las pruebas y asesora-  
rles sobre otros procedimientos que puedan estar indicados.  
20 Los otros procedimientos pueden incluir el mantenimiento de  
rutina de alguna parte de la máquina herramienta 24 o bien  
otras pruebas de la máquina herramienta, realizando una serie  
diferente de operaciones para obtener más datos para análi-  
sis, si así se necesita, para diagnosticar un estado o condi-  
25 ción anormal puesto de relieve durante las pruebas de ruti-  
na. Una vez terminadas todas las pruebas, tanto el operador  
como el analista cuelgan sus teléfonos, interrumpiendo el  
enlace telefónico de manera convencional.

30 La fase de análisis del presente sistema  
emplea la información almacenada en una memoria periférica



asociada con la calculadora a distancia 36, en un fichero  
identificado por el número de serie de la máquina herramien-  
ta que se pruebe. La información almacenada en este fichero,  
que se mantiene permanentemente en almacenamiento en una de  
5 las unidades periféricas de almacenamiento, contiene las ca-  
racterísticas de funcionamiento de la máquina herramienta 24  
cuando está nueva, y contiene igualmente las características  
derivadas de las tres pruebas diagnósticas más recientes de  
la máquina herramienta 24. Si, por el ejemplo, estas pruebas  
10 se realizan trimestralmente, el fichero de cada máquina man-  
tenido en el lugar alejado contiene un registro histórico de  
la información derivada de dicha máquina durante los nueve  
meses anteriores, además de la información comprable obteni-  
da de la misma máquina cuando estaba nueva. Comprando los  
15 datos actuales con los datos históricos, pueden detectarse  
fácilmente las tendencias de las características de funciona-  
miento, por lo que se pueden reconocer unas condiciones anor-  
males incipientes antes de que den como resultado una ave-  
ría o cualquier otro fallo. Por otra parte, la información  
20 actual de la máquina se compara con los límites mínimos y  
máximos aceptables mantenidos en almacenamiento en el lugar  
de análisis alejado que puede determinarse fácilmente si  
cualquier cambio en las características de funcionamiento  
ha progresado hasta un punto en el que se necesita una ac-  
25 ción correctiva inmediata.

A continuación haremos referencia a los  
diagramas de circulación que ilustran el funcionamiento de  
los programas de rutina que se realizan por las calculadoras  
18 y 36 durante el funcionamiento del presente sistema.

30 Con referencia a la figura 2, en ella se



ilustra el programa de la rutina de transmisión-recepción,  
que constituye el programa de bobinador de modem empleado en  
la calculadora a distancia 36. El programa se introduce cuando  
es solicitado por el programa de sistema ejecutivo o de fun-  
5 cionamiento a través de una terminal de iniciación 66, que  
pasa inmediatamente el control al paso 68, que identifica el  
emplazamiento del último paso de instrucción de la calculado-  
ra, por lo que una vez pasado el programa, el control puede  
devolverse al mismo punto en la secuencia ejecutiva. El paso  
10 68 transfiere el control al paso 70, donde la dirección de  
retorno se guarda almacenándola en la memoria donde se consul-  
tará más tarde o en relación con la salida del programa, pa-  
sándose entonces el control al paso 72, donde se efectúa una  
determinación sobre si se necesita una función de transmisión  
15 o de recepción. Si se necesita una función de transmisión, se  
selecciona la bifurcación 74 pasándose el control al paso 76,  
en el que se efectúa una determinación sobre si puede ocurrir  
una transmisión. Si no puede ocurrir transmisión en ese momen-  
to, el control espera en un bucle 78 entre una salida y entra-  
20 da del paso 76, hasta que pueda ocurrir la transmisión. El  
control se pasa al paso 80, que efectúa la transmisión de la  
información desde la memoria intermedia de modem a la línea  
telefónica, pasándose el control al paso 82, que establece  
la dirección de la instrucción de retorno en la cadena ejecu-  
25 tiva, cuya dirección fue almacenada por el paso 70. A continua-  
ción se devuelve el control al sistema por medio del paso 84.  
Si el paso 72 selecciona un programa de recepción, el control  
se pasa al paso 86, que establece un temporizador, identifi-  
cando un emplazamiento en la memoria donde se añaden impulsos  
30 en secuencia repetitiva, y a continuación se pasa el control





nado para transmitir y recibir información por las líneas telefónicas 14, comenzando y terminando con las unidades modem 16 y 17. Cuando se transmite el primer bit 20 de datos desde la calculadora a distancia 36 a la calculadora de máquina 18, es detectado por el programa del receptor del usuario permanente ilustrado en la figura 3. Este programa es introducido periódica y continuamente por el terminal 104 durante todos los modos normales de funcionamiento de la calculadora de máquina 18. Preferentemente se emplea un dispositivo del tipo de reloj para realizar la introducción periódica en el programa, por ejemplo, una vez durante cada periodo sucesivo de 8 milisegundos. Si no hay nada en la memoria intermedia del modem, el denominado indicador KL8/ de la memoria intermedia de modem permanece sin posicionar, mientras que dicho indicador se posiciona cuando se ha recibido en la memoria intermedia, como se describe en la Especificación Técnica de la unidad de control de datos asíncronos KL8/E vendida por la Digital Equipment Corporation para utilizar con la PDP8/E. El control pasa desde el terminal de entrada 104 al paso 106, donde se inspecciona la condición del indicador KL8. Si este indicador no está posicionado, indicando que no se necesita carga, se selecciona la derivación 108 y el control vuelve al programa o sistema ejecutivo por medio del paso 110. Si el indicador KL8 está posicionado, se selecciona el paso 112, a través de la derivación 113, que configura la sección de entrada-salida de la calculadora 18 para recibir caracteres de la memoria intermedia de modem. A continuación se pasa el control al paso 114, que funciona guardando la dirección del terminal 104 (figura 3), y acto seguido al paso 116, que congigura la calculadora 18 para pro-

5  
10  
15  
20  
25  
30



cesar caracteres cargándolos en las porciones apropiadas de almacenamiento de la calculadora de máquina 18. Esto se realiza, en efecto, por el programa de la figura 3, cancelando la introducción periódica en este programa, y exigiendo en su lugar una entrada periódica en el programa de la figura 4, que funciona para recibir y dirigir el almacenamiento de otra información recibida por la línea telefónica. A continuación se pasa el control al bloque 122, que sirve para recibir un solo carácter de la memoria intermedia de modem a la memoria intermedia de entrada-salida y almacenarlo en la memoria. El control se devuelve entonces al paso 124 desde donde pasa al programa ejecutivo. El primer carácter es un carácter de cabeza. Después de haberse ejecutado una vez el programa de la figura 3, no se necesita de nuevo hasta que ha concluido la secuencia de prueba diagnóstica, después de lo cual funciona de nuevo para investigar un carácter en la memoria intermedia de modem. El programa de la figura 4, denominado mprogramad de carga de máquina, se introduce periódicamente a través del terminal 126, una vez ejecutado el programa de la figura 3. El control se pasa a un paso 128 en el que se inspecciona la condición del indicador KL8. Si no está posicionado el indicador KL8, indicando que no existe información en la memoria intermedia del modem 16, se selecciona el paso 130 a través de la derivación 129 para devolver el control al sistema. De otro modo, se selecciona la derivación 132 y el control se hace pasar al paso 134, en el cual lee de la memoria el último carácter recibido de la memoria intermedia de modem y pasan control al paso 136, que inspecciona dicho carácter para determinar si es un código de cabeza. Si lo es, se selecciona, la derivación 138 y el

5

10

15

20

25

30



control pasa al paso 140, que funciona para ignorar dicho carácter y pasar el control al paso 142 para recibir un carácter de la memoria intermedia de modem. A continuación el paso 144 devuelve el control al sistema.

5 Si el paso 136 determina que el carácter no es un código de cabeza, se selecciona la bifurcación 146 y se inspecciona el carácter en el paso 148 para determinar si es un código de sector. Si es un código de sector (indicando una porción extendida de la memoria principal de la  
10 calculadora de máquinas), se selecciona la bifurcación 150, y se realiza el paso 152 por el cual se modifica el destino de sector del carácter, después de lo cual se pasa el control a los pasos 142 y 144 como se ha descrito anteriormente. Si el carácter no es ni un código de cabeza ni de un código de  
15 sector, se selecciona la derivación 154 por parte del paso 148 y se transfiere el control al paso 156, que sirve para almacenar el carácter leído en un lugar de la memoria que se denomina como "palabra 1". El control se transmite entonces al paso 158, que sirve para realizar una operación de lectura para la obtención del siguiente carácter. Acto seguido  
20 el paso 160 actúa para almacenar el siguiente carácter en un emplazamiento de la memoria denominado "palabra 2" y el control se pasa al paso 162, que provoca otra operación de lectura.

25 El siguiente carácter es inspeccionado en el paso 164 para determinar si representa un código final. Si no es así, se selecciona la bifurcación 166, y se inspecciona el carácter para determinar si representa un código de zona en el paso 168. En caso afirmativo, el paso 170 modifica la destinación de sector en el carácter, y de nuevo se -  
30



transfiere el control al paso 162, que efectúa otra operación de lectura.

Si el carácter no es ni un código final ni un código de sector, se selecciona la bifurcación 172 y el control se pasa al paso 174, que reúne el carácter almacenado en los emplazamientos de palabra "palabra 1" y "palabra 2" en una sola palabra compuesta del doble de longitud, y acto seguido pasa el control al paso 176. El paso 176 inspecciona la palabra compuesta para determinar si representa una declaración de origen, designando el emplazamiento en la memoria principal de la calculadora de máquina 18, donde debe almacenarse. En caso afirmativo, se selecciona la bifurcación 178 para pasar el control al paso 180, que almacena la palabra compuesta en el emplazamiento designado. Acto seguido se pasa el control al paso 182, que suma las palabras 1 y 2 y añade la suma al contenido de un emplazamiento de memoria identificado como "total", almacenando la suma en "total". Cualquier rebosamiento que ocurra durante dicha adición se ignora. El control es pasado entonces por una bifurcación 184 de nuevo al paso 134, y las operaciones subsiguientes se realizan de la forma anteriormente descrita. Si la palabra compuesta formada en el paso 174 no es una declaración de origen, el paso 176 selecciona la bifurcación 186 y pasa el control al paso 188, que almacena la "palabra compuesta en el emplazamiento de memoria indicado por la última palabra de origen recibida, e incrementa dicha palabra de origen. Acto seguido se pasa el control al paso 182, que suma "palabra 1" y "palabra 2" al contenido del emplazamiento de memoria, "total", después de lo cual se devuelve el control al paso 134.



5 Cuando se identifica un código final en el  
paso 164, indicando la terminación de la transmisión, se  
selecciona la bifurcación 190 para transmitir el control al  
paso 192. El paso 192 sirve para reunir los caracteres alma-  
cenedados en "palabral" y "palabra 2" en una sola palabra com-  
puesta y transfiere el control al paso 194, que niega la -  
palabra compuesta. Acto seguido se transfiere el control al  
paso 196, donde la palabra negativa compuesta se suma a la  
palabra almacenada en "total", y a continuación se ejecuta  
10 el paso 198, en el que la suma resultante se transmite a la  
calculadora a distancia como una comprobación de los carte-  
les recibidos entre los códigos de cabeza y final. Esta suma  
debe ser cero. Si no lo es, se indica una condición de error.  
Los procedimientos que deben seguirse para indicar una con-  
15 dición de error se salen del ámbito de la presente invención,  
por lo que no se describirán aquí. Se supondrá que no ocu-  
rre ninguna condición de error.

20 Después del paso 198, se selecciona el  
paso 200, que sirve para modificar la sección de entrada de  
manera que se reconozca el siguiente código de cabeza reci-  
bido. Este paso es necesario porque los códigos de cabeza  
y final constituyen el mismo carácter. A continuación se pa-  
sa el control al paso 202, que sale al sistema.

25 Ejecutando repetidas veces el programa  
ilustrado en la figura 4, la calculadora de máquina 18 sir-  
ve para colocar en su memoria principal (o en su núcleo)  
los programas identificados en los bloques 34 y 38 de la -  
figura 1, por lo que la calculadora de máquina 18 se acondi-  
30 ciona para hacer que la máquina herramienta 24 realice  
las operaciones diagnósticas deseadas.



Una vez terminada la introducción a través de los programas de la figura 4, la máquina herramienta 24 está adaptada para funcionar de manera normal bajo el control de la calculadora 18, igual que si la calculadora 18 -  
5        hubiese recibido su información de control de la manera normal del lector de cinta 26 en vez de las líneas telefónicas 14. La figura 5 ilustra un programa ejecutado por la calculadora a distancia 36 con el fin de transmitir los programas e información apropiados a la calculadora de máquina para cargar a través del programa de carga de máquina de la figura 4.

Aunque podría seleccionarse un número de procedimientos de funcionamiento para su aplicación a la máquina herramienta 24, un ejemplo de uno de tales programas  
15        bastará para ilustrar la presente invención.

A efectos de este ejemplo, se hará que la máquina herramienta 24 se mueva a lo largo de uno de sus ejes a velocidad relativamente lenta, a continuación a velocidad media y a la velocidad máxima, y a la velocidad de desplazamiento rápido, que es superior a la velocidad máxima durante  
20        una operación de corte. El programa ilustrado en la figura 5 se denomina programa de exploración de par, porque su función es la de cargar la calculadora de máquina con programas que hagan que la máquina herramienta 24 mueva un carro a una serie de velocidades mientras que se muestrea el par requerido del accionamiento de la máquina, para permitir la comparación del par mando a varias velocidades con la información histórica y de diseño de dicha máquina.

El programa de exploración de par se introduce en el terminal 204 y se pasa el control a un paso 206,  
30



que hace que el sistema de funcionamiento almacenado en el  
bloque 58 de la calculadora a distancia 36 llame al programa  
diagnóstico ejecutable en calculadora a su núcleo. El paso  
206 es simplemente un paso de transferencia que transfiere  
5 los programas diagnósticos ejecutables de la calculadora al-  
macenados en uno de los dispositivos periféricos de memoria  
50 y 52 a la memoria principal de la calculadora 36. A con-  
tinuación se pasa el control al paso 208, que transfiere el  
control al programa del bobinador de modem (figura 2) para  
10 transmitir el programa de exploración de par a la calculado-  
ra de la máquina por las líneas telefónicas 14, donde es re-  
cibido por el receptor del usuario permanente (figura 3) y  
cargado por el programa de carga de la máquina (figura 4).  
El control pasa entonces al paso 210; que sirve para trans-  
15 ferir desde una memoria periférica a la memoria principal de  
la calculadora a distancia 36 los programas diagnósticos eje-  
cutables de la máquina necesarios para accionar la máquina  
herramienta 24. A continuación el paso 212 transfiere de nue-  
vo el control al bobinador de modem por lo que los programas  
20 parciales se transmiten a la calculadora de máquina 18, don-  
de son cargados por el programa de carga de máquina (figura  
4) en el bloque 40, como se representa en la figura 1. El  
control pasa entonces al paso 214, que envía los parámetros  
de partida a la calculadora de máquina 18, para acondicionar  
25 la máquina 24 para funcionamiento de la misma forma que se  
acondiona normalmente en respuesta a las señales extraídas  
del lector de cintas 26 (figura 1). A continuación se trans-  
fiere el control al paso 216 que transfiere a la memoria -  
principal de la calculadora a distancia 36 las instrucciones  
30 que constituyen el programa de comprobación de par, que se



realiza para analizar la información desarrollada por la máquina herramienta 24 durante la prueba, cuya información se transmite por las líneas telefónicas 14 bajo el control de los programas de comunicación y que es recibida por la calculadora a distancia 36 por medio del paso 228 (figura 6a).

5

En la figura 6 se representa el programa de comprobación de par. Se accede al mismo por el paso 218, que pasa el control, a través de un terminal 220 al paso 222. El control permanece en el paso 222 hasta que el número de serie de la máquina herramienta que se prueba es identificado por el analista escribiendo el número de serie en el teclado de la impresora de teclado 46. El control se transfiere entonces al paso 224, donde está situado el archivo de dicha máquina particular en la memoria periférica y se carga en la memoria principal de la calculadora a distancia 36. El control se transfiere entonces al paso 226, que sirve para localizar en la memoria principal los parámetros standards de la case de máquinas a la que pertenece la máquina que se prueba, y el archivo de parámetros standard se carga desde la memoria en la memoria principal de la calculadora a distancia 36. El control pasa entonces al paso 228, que sirve para recibir información de la unidad de modem 17 (por el programa bobinador de modem) a medida que es generada por la máquina herramienta 24 y transmitida por la línea telefónica por el programa de comunicaciones bajo el control de la calculadora de máquina. La calculadora de máquina realiza el programa de rutina representado en la figura 7a-c mientras que el control de la calculadora a distancia 36 permanece en el paso 228, como se describirá después con mayor detalle.

10

15

20

25

30

En los pasos siguientes se supondrá que la



máquina herramienta 24 está equipada con un motor de corriente alterna, en el que hay dos parámetros de control del motor a partir de los cuales puede calcularse el par. Estos dos parámetros se identifican como FREQ y TRIG. Son, respectivamente, representantes de la frecuencia de la corriente alterna aplicada al motor de accionamiento, y el punto durante cada ciclo de corriente alterna en el que se disparan los SCR para controlar la aplicación de la corriente al motor.

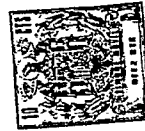
Después del paso 228, el paso 230 sirve para convertir la información obtenida FREQ y TRIG en un parámetro representativo del par. Esto puede realizarse por un cálculo aritmético sencillo. El control pasa al paso 232 en el que la información representativa del par que se acaba de obtener de la máquina se compara con los límites máximos superior e inferior de diseño para el par bajo las mismas condiciones de funcionamiento, que se enumeran en el archivo de parámetros standard cargados por el paso 226. El control pasa entonces al paso 234, en el que se toma la determinación de si se exceden los límites del par. Si se exceden los límites, se selecciona una bifurcación 236 y el control se transfiere al paso 238, en el que una impresora asociada a la calculadora a distancia 36 imprime los límites superior e inferior del par, junto con el valor actual del par y el último valor anterior registrado (que, por ejemplo, es la cifra obtenida para el par en la última prueba de rutina realizada algún tiempo antes). El control se transfiere entonces al paso 240, que determina si es excesiva la cantidad en la que el parámetro de par supera los límites proporcionados en el archivo de parámetros standard. Si la cantidad en la que se supera el límite no es excesiva, se selecciona la bifurcación



242, mientras que si el error es excesivo, se selecciona la bifurcación 244.

Si en el funcionamiento del paso 234 no se comprueba que se superen los límites, se selecciona la bifurcación 246 que pasa el control al paso 248 (figura 6b). En el paso 248, se compara la información actual con la información anteriormente recogida mantenida en el archivo de la máquina, que se carga en el paso 224. La primera comparación se hace con el valor original del par en las mismas condiciones cuando la máquina estaba nueva se hace una comparación similar con relación a cada valor correspondiente de par mantenido en el archivo para cada una de las tres pruebas periódicas anteriores de la máquina. Si el valor actual es mayor que el valor original y dos de los tres valores muestreados anteriormente, o si la lectura actual es inferior al valor original y dos de los tres valores anteriormente tomados, se establece una tendencia, que puede ser una tendencia hacia más o una tendencia hacia menos. El paso 250, que se realiza cuando ha terminado el paso 248, inspecciona si se ha reconocido o no una tendencia más o menos. En caso negativo, se selecciona la bifurcación 252 y el control se transfiere al paso 254 que hace que la impresora situada en la calculadora a distancia 36 imprima que la prueba ha tenido éxito. En este caso el control pasa al paso 256, que establece una lista de programa para programar la ulterior prueba de la máquina herramienta en el siguiente período normal de tiempo.

Después del paso 256, el control se transfiere al paso 258, que sirve para localizar en una unidad periférica de memoria, asociada a la calculadora distancia 36, el archivo de restauración de sistema, después de lo cual



5 el control se transfiere al paso 260, que controla el programa de bobinador de modem (figura 2) para transmitir el archivo de restauración de sistema a la calculadora de la máquina 18 para reponerla en su condición original como antes de que se realizara la prueba.

10 Acto seguido el paso 262 recibe el control y borra las entradas más antiguas registradas en el archivo de par e introduce los valores actuales en su lugar de forma que se mantenga en el archivo de la máquina resultados de las pruebas puestos al día. A continuación el control se transfiere al paso 264, donde espera hasta que se realicen otras operaciones de teclado que pueden ser bien una llamada para otras pruebas, o bien la terminación de la prueba.

15 Si se reconoce una tendencia, el paso 250 selecciona la bifurcación 266, que pasa al control al paso 268. El paso 268 compara la magnitud de la tendencia calculada por el paso 248 con un número que representa la tendencia máxima permisible, y de esta forma determina si la tendencia es o no excesiva. Si se determina que la tendencia no es excesiva, se selecciona la bifurcación 270 y se transfiere el control al paso 254, después de lo cual los pasos son similares a los descritos anteriormente. Si se comprueba que la tendencia es excesiva, se selecciona una bifurcación 272 que pasa el control al paso 274. El paso 274 determina si la tendencia es hacia más o hacia menos y, si es hacia más, selecciona la bifurcación 276 que pasa el control al paso 278. El paso 278 sirve para aumentar la lubricación de la máquina que se prueba, por ejemplo, aumentando el caudal del lubricante, y pasa el control al paso 280, que inspecciona el valor límite anteriormente establecido para la lubricación má-

20

25

30



xima como, por ejemplo, el caudal máximo. Si no se supera el límite de lubricación aumentando la lubricación exigida en el paso 278, se selecciona la bifurcación 282, pasando el control al paso 284, donde se establece la lista de programación para volver a programar la prueba de la máquina herramienta 24 en un plazo relativamente corto. A continuación se transfiere el control al paso 258. Los pasos subsiguientes son similares a los anteriormente descritos.

Si se supera el límite de lubricación con el aumento exigido en el paso 278, se selecciona la bifurcación 244. De igual modo, si el resultado 274 es la identificación de una tendencia hacia menos, también se selecciona la bifurcación 244. La bifurcación 244 puede así introducirse bien desde el paso 240, al reconocer un error excesivo, o desde cualquiera de los pasos 274 y 280.

El aumento de lubricación es exigido cuando aumenta la tendencia en el par, para contrarrestar la creciente fricción en el accionamiento mecánico, que puede ser responsable de la tendencia en el valor del par. También pueden tomarse otras medidas, según la característica individual de la parte de la máquina que se prueba.

Si la derivación 242 es seleccionada por el paso 240, en respuesta a una indicación de que el error no es excesivo, el control se pasa al paso 274, siendo los pasos sucesivos los mismos descritos anteriormente.

La bifurcación 244 transfiere el control al paso 286, que inspecciona la tendencia para determinar si es más o menos. Si la bifurcación 244 se introduce a partir del paso 274, el paso 286 simplemente realiza de nuevo la misma función, y se selecciona la bifurcación 2888, ya que



la tendencia permanece menos. Si se introduce la bifurcación 244 desde el paso 280, se selecciona la bifurcación más 290.

Si la bifurcación 288 es seleccionada por el paso 244, el control se transfiere al paso 292, que es un paso optativo que funciona para hacer que la calculadora analice la información para una indicación de pérdida de movimiento, que se reconoce inspeccionando los parámetros relativos a la posición del carro accionado de la máquina, y la posición programada exigida por el programa, ambos de los cuales son función del tiempo durante el funcionamiento de la máquina herramienta. El control se transfiere entonces al paso 294, en donde el movimiento perdido se compara con un límite predeterminado. Si la indicación del movimiento perdido no es superior a un límite predeterminado, se selecciona la bifurcación 296, de manera que el control pasa por la bifurcación 290 al paso 298. Si la indicación del movimiento perdido es elevada, se selecciona la bifurcación 299, y el control pasa al paso 300, que hace que la impresora de la calculadora a distancia 36 imprime los resultados del análisis de movimiento perdido, después de lo cual el control se transfiere a un paso 315, que se describirá más adelante.

Si se selecciona una de las bifurcaciones 290 ó 296, el lado 298 extrae los valores recibidos del parámetro TRIG y los inspecciona para determinar si puede reconocerse un fallo en la generación de la información TRIG. Una vez terminada dicha inspección, el control se transfiere al paso 320, que determina si los circuitos que generan el parámetro TRIG pueden reconocerse como defectuosos. En caso afirmativo, se pasa el control a una bifurcación 304. Si no es así, el control pasa por una bifurcación 306 al paso 308, que



inspecciona los valores del parámetro GREQ para intentar re-  
conocer un circuito defectuoso de generación FREQ, después  
de lo cual el control se transfiere al paso 310, que decide  
si se reconoce una avería en un circuito de generación TRIG.  
5 Si es así, el control pasa a la bifurcación 312. Si no, el  
control pasa por la bifurcación 314 al paso 316, que hace que  
la impresora situada en el lugar alejado imprima una indica-  
ción de que ha ocurrido una avería mecánica. Entonces el  
control se pasa al paso 315, que acciona una señal, de que el  
10 archivo contiene los resultados de la prueba de una máquina  
que presenta una avería mecánica. Esta señal, o indicador,  
impide la puesta al día del archivo de la máquina porque la  
información actual no se utilizará para sustituir una infor-  
mación anterior. Entonces el control se transfiere al paso  
15 318, que prepara un programa según el hecho de que la máqui-  
na, según se ha comprobado, tiene una avería mecánica, des-  
pués de lo cual el control pasa por una línea 319 al paso  
258 (figura 6b). Cuando se introduce el paso 258 en la línea  
319, no se utiliza el paso 262 y el control se transfiere del  
20 paso 260 al paso 264 a través de una derivación 261.

Si el paso 320 selecciona la bifurcación  
304, el control se transfiere al paso 318, lo que hace que  
la impresora imprima la identificación de la tabla de cir-  
cuito impreso que es responsable del cálculo del parámetro  
25 TRIG, junto con una lista de posibles averías en la tabla  
que pudiera explicar un valor TRIG incorrecto. El control se  
transfiere entonces al paso 320, que es realizado bien por  
una impresión o por activación de uno de los dispositivos  
periféricos de visualización, mostrando el analista las prue-  
30 bas disponibles que podrían realizarse en un intento por lo-



calizar la avería en la tabla de circuito impreso sospecho-  
sa. Después del paso 320, el control pasa al paso 315, y la  
operación subsiguiente es la misma anteriormente descrita.  
Pueden seleccionarse pruebas ulteriores accionando el tecla-  
do, mientras que el control permanece en el paso 264.

Si se selecciona la bifurcación 312, el  
paso 322 recibe el control que hace que la impresora asocia-  
da a la calculadora alejada 36 identifique la table de cir-  
cuito impreso responsable de un número FREQ incorrecto, des-  
pués de lo cual el control se transfiere al paso 324 que, -  
como el paso 320, informa el analista de las pruebas disponi-  
bles que pueden efectuarse para definir más específicamente  
la avería, y en última instancia devuelve el control al paso  
264.

En las figuras 7a-7c se ilustra el programa  
que realiza la calculadora de la máquina 18, durante la prue-  
ba. El programa se transmite a la calculadora de la máquina  
por el programa de la figura 5, y se introduce en el terminal  
326.

El control se pasa al paso 328, que cance-  
la el cargador de sistema para impedir la interrupción del  
programa con información adicional transmitida desde la cal-  
culadora lejana 36. A continuación se pasa el control al pa-  
so 330, que indica a la calculadora de máquina que introduz-  
ca el programa de prueba del ciclo (en el terminao designado  
A) a intervalos periódicos. A continuación se transfiere el  
control al paso 332, que establece un indicador, que muestra  
que el ciclo está en funcionamiento (es decir, que la máquina  
está bajo prueba) y el control se transfiere al paso 334 que  
dispone un indicador para determinar si la prueba ha termi-



nado ya.

El control se pasa acto seguido al paso 336 para realizar una bifurcación, según que la prueba se haya o no terminado. Si se ha terminado la prueba, se selecciona la bifurcación 338, pero si la prueba aún no se ha terminado, se selecciona la bifurcación 340, que transfiere el control al paso 342, que sirve para programar la entrada periódica del programa en el paso 334 (a través del terminal B) a intervalos relativamente largos, comparados con los intervalos entre las entradas al terminal A, después de lo cual se pasa el control al paso 344, devolviéndose el control al sistema. A continuación se introduce periódicamente el paso 334, desde el terminal B a lo largo de la bifurcación 346, y se realiza el paso 336 para determinar si se ha terminado la prueba. Si no es así, se selecciona de nuevo la bifurcación 340 y el control sale al sistema en el paso 344, seleccionándose de nuevo algo más tarde la bifurcación 346.

Los intervalos a los que se selecciona la bifurcación 346 son relativamente largos, por lo que después de haberse introducido la bifurcación 346 una o dos veces, por lo general se ha terminado la prueba. La misma prueba se realiza por ejecuciones repetidas del programa tal como se representa en la figura 7b, que se introduce periódicamente desde el terminal A sobre la bifurcación 348 como resultado del paso 330. Cada vez que se introduce la bifurcación 348, se transfiere el control al paso 350, que prueba para determinar si el ciclo está conectado. Si el ciclo está desconectado (porque ha terminado) se selecciona la bifurcación 352, pasando el control al paso 354, que devuelve el control al sistema. Si el paso 350 determina que el ciclo está todavía



conectado, es decir, que se sigue realizando todavía la prueba, se selecciona la bifurcación 355, transfiriendo el control al paso 356, que incrementa un contador de reloj, y acto seguido el control se transfiere al paso 358, que efectúa una lectura de los parámetros de FREQ y TRIG, generados por la realización de las rutinas habituales que generan FREQ y TRIG en respuesta a los mandos de los programas diagnósticos recibidos de la calculadora a distancia 36 y almacenados en el bloque 38 (figura 1). Estos programas son ejecutados por la calculadora de máquina 18 entre las entradas al programa de la figura 7 a través del terminal A. A continuación se transfiere el control al paso 360, lo que hace que se almacene el estado del contador de reloj y los parámetros FREQ y TRIG después de lo cual el paso 362 establece un dispositivo de almacenamiento de intervalo al estado de corriente del contador de reloj, más un intervalo que representa el tiempo entre muestreos sucesivos de FREQ y TRIG. A continuación el paso 364 realiza una prueba para determinar si la prueba ha terminado o no. Si ha terminado, se selecciona la bifurcación 366 y el paso 368 establece el indicador "Arealizado" para indicar que la prueba ha terminado y se devuelve el control a los pasos 386 y 354. Si el ciclo aún no ha terminado, se selecciona la bifurcación 370 y el control se transfiere al paso 372, que cancela la entrada periódica al terminal A, la sustituye por una entrada periódica al terminal D del programa, y a continuación sale al sistema a través del paso 376. A continuación, la línea 374 se introduce periódicamente a través del terminal D, transfiriendo el control al paso 378, que incrementa el contador de reloj y a continuación pasa el control al paso 380.

5

10

15

20

25

30



El paso 380 compara el estado del contador de reloj con el intervalo almacenado en el paso 362, que señala que ha llegado el momento de leer VREQ y TRIG. Si no es así, se selecciona la bifurcación 382, que selecciona el paso 364, con los mismos pasos subsiguientes descritos anteriormente. Cuando el contador de reloj llega al intervalo almacenado, se selecciona la bifurcación 384 para devolver el control al paso 358. De esta manera, cada vez que el contador de reloj iguala el intervalo, según determina el paso 380, el reloj, y los parámetros FREQ y TRIG son todos leídos y almacenados, por lo que están disponibles para transmisión a la calculadora a distancia una vez terminadas las pruebas, y la información que debe compararse con el estado del contador de reloj es puesta al día por el paso 362. Cuando se termina la prueba, la salida del paso 364 se efectúa por la bifurcación 366, que establece el indicador "A realizado" en el paso 368 y transfiere el control al paso 386, que cancela al entrada periódica en el terminal D, y solicita una entrada periódica al terminal A. Acto seguido se devuelve al control al paso 354, que sale al sistema. La siguiente entrada periódica introduce entonces la línea 384 desde al terminal A y sale a través de la bifurcación 352 y el paso 354. Esto continúa hasta que ha terminado el programa, lo cual ocurre - cuando la línea 346 se introduce posteriormente a partir del terminal B. En este momento el paso 336 selecciona la bifurcación 338, dado que está establecido el indicador "A realizado", que transfiere el control al paso 388, con lo cual se cancelan las entradas a los terminales A y B, se pasa el control el paso 390, que hace que la calculadora de máquina 18 transmita a la calculadora a distancia 36 la table prepa-

5

10

15

20

25

30



5 rada con los tiempos de reloj y los parámetros FREQ y TRIG significando que la transmisión ha terminado. A continuación el paso 394 vuelve a programar el programa de receptor permanentemente que estará dispuesto para el siguiente programa enviado a la calculadora de máquina por la calculadora a distancia. El control se transfiere entonces al paso 396, que sale al sistema.

10 Como se ha descrito anteriormente, preferentemente se emplean dos calculadoras, una para la máquina y la otra para el aparato a distancia; las dos están adaptadas para comunicarse entre sí y controlar el funcionamiento de la máquina herramienta 24, analizando los resultados de la prueba. Cuando termina la prueba, el analista puede determinar si conviene que se realicen pruebas adicionales según  
15 los resultados visualizados en relación con las primeras pruebas. En este caso, se continua la operación proporcionando programas adicionales a la calculadora de la máquina de la forma anteriormente descrita, que se condiciona para recibirlos por medio del paso 394. Una vez terminadas todas esas  
20 pruebas, se restablece el enlace vocal entre el analista y el operador para confirmar que la prueba ha terminado y para devolver el control de la máquina herramienta al operador y a la calculadora de la máquina. El operador situado en el lugar de la máquina puede ser el operador normal de la máquina, pero  
25 suele ser por lo general un encargado de mantenimiento que puede realizar cualquier procedimiento de mantenimiento de rutina que puede ser conveniente en relación con la prueba. En cualquier caso, para el presente sistema no es necesario en absoluto que sea un especialista en procedimientos diagnósticos.  
30



Por medio del sistema de la presente invención puede ejecutarse un mantenimiento preventivo en máquinas situadas en lugares muy apartados con relación al lugar de análisis a distancia, sin afectar al tiempo o a la eficiencia con la que se realizan dichas pruebas.

Por otra parte, en el lugar de la máquina no se necesita personal muy capacitado. El personal perfectamente experimentado se necesita únicamente en el lugar del análisis, especialmente durante el período en el que se adquieren por primera vez las informaciones correspondientes a una nueva familia de máquinas herramientas, ya que al principio hay una menor cantidad de datos disponibles en relación con el cambio con el tiempo de las características de funcionamiento. De este modo, el uso de personal totalmente capacitado se hace mucho más eficiente y estas personas pueden utilizarse con gran ventaja para solucionar problemas para los que se necesitan en vez de tener que encargarse de asuntos generales de rutina.

Por el análisis de los parámetros y valores derivados de la ejecución de los programas diagnósticos, puede realizarse un mantenimiento preventivo en la máquina herramienta y pueden indicarse partes de la máquina para procedimientos especiales de mantenimiento, con el fin de prevenir cualquier condición importante de fallo y sustituir las piezas desgastadas antes de que se presente la avería. En caso de que ocurra fallo u otra avería, el uso de los programas diagnósticos del presente sistema para permitir una localización rápida del lugar del fallo, permitiendo una pronta reparación.

Aunque el presente sistema se ha descrito



en particular utilizando calculadoras numéricas para todo uso tales como la PDP8/E, es evidente que la presente invención no se limita al uso de tales calculadoras, siempre que el aparato esté habilitado para realizar los pasos necesarios del proceso. Las características esenciales que se exige a un sistema de "hardware" para ejecutar el sistema de la presente invención (en contraposición a las calculadoras de programación para todo uso) se muestran en forma diagramática en la figura 8, que ilustra en forma de esquema funcional de bloques el "hardware" adaptado para llevar a la práctica una realización alternativa del sistema de la presente invención.

Haciendo ahora referencia a la figura 8, los componentes esenciales 12 en el lugar a distancia se conectan por medio de líneas telefónicas 14 a los componentes 10 situados en el lugar de la máquina. La calculadora 36 situada en el lugar a distancia incluye un generador de reloj 400, que se conecta para accionar una unidad de control de programa 402. A partir de la unidad de control de programa 402 se dispone de una serie de salidas en forma de señales de temporización, que están adaptadas a las operaciones de tiempo requeridas para realizar el sistema en secuencia adecuada, según se explicó en relación con los diagramas de circulación de las figuras 2-7. La unidad de control de programa, en un caso extremadamente simple, puede tomar la forma de un contador, contado por el generador de reloj 400, por el que los impulsos se aplican individual y separadamente a cada una de las distintas salidas de la señal de temporización 403. Las salidas 403 están conectadas a los terminales de control de los diversos aparatos, de manera que hagan que cada función ocurra sucesivamente cuando se activa una deter



minada línea de salida. De esta manera, puede hacerse que las funciones deseadas actúen en la sucesión correcta conectando las líneas apropiadas 403 de la unidad de control de programa 402 con los terminales adecuados de control para efectuar las funciones que se desea que ocurran cuando se activa ficha línea particular. Se proporciona una unidad modificadora 404 - para modificar la velocidad y secuencia de operación de la unidad de control de programa 402 en respuesta a la información proporcionada a la misma por una línea 406. En un caso simple, la unidad modificadora puede funcionar impidiendo que el reloj 400 cuente el contador de programa 402 hasta que se haya efectuado una condición dada, cuya presentación es señalada por una señal en la línea 406, por lo que el contador de programa puede reanudar su funcionamiento. De esta manera, la unidad de control de programa 402 puede ser accionada a velocidad variable, según la velocidad a la que se ejecuta cada paso sucesivo del programa, permitiendo la terminación de cada paso la ejecución del siguiente.

Las señales de temporización procedentes de la unidad de control de programa se conectan para controlar el otro aparato ilustrado en la figura 8 en forma de esquema de bloques. El equipo periférico se indica en la figura 8 por un bloque 408 y las líneas 401 se activan por medio de las líneas apropiadas procedentes de la unidad de control 402 con el fin de seleccionar la unidad adecuada entre el equipo periférico para funcionamiento y para seleccionar un archivo dado u otra información dentro de una memoria, o para accionar de otro modo el equipo periférico 408 de la manera deseada. El equipo periférico se conecta al resto del aparato a través de una memoria intermedia de entrada-salida 444, que



reciben las líneas 412 señales que dirigen la transferencia en ambas direcciones entre el equipo periférico y la memoria intermedia de entrada-salida. La memoria intermedia de entrada-salida se conecta también a una serie de puertas 414, controladas por las líneas 416 con el fin de transferir información a la memoria intermedia de entrada-salida y desde ella. La información puede ser transferida desde una unidad aritmética 418 por medio de las puertas 414, o bien transferida a la unidad aritmética 418 o a la unidad modificadora 404. Además, la unidad aritmética 418 puede servir para condicionar la unidad modificadora 404 por señales en la línea 420. Las líneas 422 se conectan a la unidad aritmética 418, y sirven para controlar la unidad aritmética para que realice sus funciones aritméticas en la secuencia de temporización apropiada. La unidad aritmética realiza todas las operaciones aritméticas necesarias, tales como sumar, restar, comparar, etc., de la manera convencional.

Entre la memoria intermedia de entrada-salida 444 y la memoria intermedia de modem 42 se encuentran interconectadas una serie de puertas 424 controladas por señales procedentes de la unidad de control de programa 402 por las líneas 426 y 428 para transferir caracteres desde la memoria intermedia a la calculadora de la máquina (a través de la memoria intermedia de entrada-salida 444) o para transferir caracteres desde la calculadora de la máquina a la memoria intermedia de modem 42. Estas señales se derivan igualmente de la unidad de control de programa 402. Todo el aparato 12 situado en el lugar de análisis a distancia es conocido per se y por lo tanto no se describirá separadamente con detalle. La interconexión del aparato y la secuencia de ope-



raciones controladas por las señales desde la unidad de control de programa 402 se efectúan de acuerdo con la descripción del sistema que se ha efectuado anteriormente.

5 El aparato situado en el lugar de la máquina 10 incluye una memoria intermedia de modem 20 conectada a una unidad 428, adaptada para reconocer la presencia de un carácter en la memoria intermedia de modem. La unidad de reconocimiento de caracteres 428 acciona una serie de puertas 430 para transferir el carácter desde la memoria intermedia de modem y a la memoria intermedia de entrada y salida 432. 10 Las puertas 430 trabajan también bajo control de una unidad de reconocimiento de caracteres 434 para transferir caracteres desde la memoria intermedia de entrada-salida 432, a través de las puertas 430 a la memoria intermedia de modem 420, 15 cuando un carácter se encuentra en la memoria intermedia de entrada-salida.

La memoria intermedia de entrada-salida 432 es controlada también por otras porciones de la calculadora de la máquina 18, que se representa en la figura 8 por 20 el núcleo de calculadora de la máquina 346. El núcleo 436 de la calculadora de la máquina contiene todos los programas e información necesarios para el funcionamiento del presente sistema, porque se encuentran insertados en el núcleo de la calculadora de la máquina 436 en el lugar adecuado a través 25 de la memoria intermedia de entrada-salida 432. Junto con la memoria intermedia de entrada-salida 432 se encuentra una unidad de reconocimiento de dirección 438, una unidad de reconocimiento de instrucción 440 y una unidad de reconocimiento de datos 442. Las tres unidades 438-442 controlan cada 30 una una unidad de selección de dirección 444, para seleccio-



nar una dirección particular en el núcleo de la calculadora de la máquina para entrar los datos procedentes de la memoria intermedia de entrada-salida 432. De esta manera, se introducen instrucciones y datos en el núcleo de la calculadora de la máquina 436 con las direcciones correctas para el mismo, según determina la unidad 438. El núcleo 436 de la calculadora de la máquina se encuentra conectado al equipo periférico 446 por medio de una memoria intermedia de entrada-salida 222, y las señales de lectura y de escritura se aplican a las líneas 448 para controlar la operación de la memoria intermedia de entrada-salida 22, en ambas direcciones. La máquina herramienta 24 y el lector de cinta 26 (que no se utiliza durante la ejecución del presente sistema, se encuentran ambos conectados al equipo periférico 446.

El aparato situado en el lugar de la máquina incluye un generador de reloj 450 y la unidad de control de programa 452, que funciona para producir señales de temporización 454 que se utilizan para controlar el funcionamiento de los diversos elementos 10 en el momento apropiado. Una unidad modificadora 456 va conectada para modificar el funcionamiento de la unidad de control de programa 454 y, a su vez, es controlada por las señales obtenidas de la unidad de núcleo de calculadora de la máquina 436. La unidad modificadora 456 es controlada, evidentemente, de acuerdo con los programas almacenados dentro de la unidad de núcleo 436 de la calculadora de la máquina. Las señales de temporización 454 están también conectadas a líneas de control 460 para seleccionar las direcciones apropiadas para el material de acceso dentro de la unidad de núcleo de calculadora 436 y para almacenar la información transferida desde la memoria



intermedia de entrada-salida 22.

Se comprenderá que, en ambos aparatos situados en el lugar de la máquina y en el aparato a distancia, las diversas líneas simples de control son simplemente ejemplos y de hecho comprenden una serie de líneas de tiempos diferentes por las unidades apropiadas de control de programa para ejecutar todas las funciones que se les exige en los tiempos apropiados. Como el aparato situado en el lugar a distancia 12, todos los aparatos ilustrados en la figura 8 en el lugar de la máquina son ya conocidos, y por lo tanto no es preciso que se describan individualmente con detalle.

Se encuentran conectados y controlados para ejecutar las funciones apropiadas que se les exige de acuerdo con la anterior descripción del presente sistema.

El sistema se ha descrito con referencia particular a sólo una secuencia de prueba para controlar el par mandado durante el funcionamiento de la máquina herramienta. Es evidente que esto no es sino un ejemplo de una secuencia de prueba y que la presente invención puede utilizarse en una serie de otras secuencias de prueba, en las que se miden otros parámetros de la máquina, enviándose al lugar a distancia para su análisis. Por ejemplo, además del par accionado, otros parámetros que se comprueban preferentemente incluyen las velocidades de avance para velocidades baja, media y alta y para velocidad rápida de desplazamiento, el error de seguimiento por cada eje de la máquina, la servoes- tabilidad indicada por la velocidad instantánea y la posición del miembro movable de la máquina herramienta, en comparación con la velocidad y posición programada, el rebasamiento de posición a una serie de velocidades de avance y el tiempo



de inmovilización, si lo hay, que significa el tiempo que necesita el miembro móvil para alcanzar su posición final, medido desde el momento en que se alcanza por primera vez dicha posición. Además, este sistema puede utilizarse para comprobar el funcionamiento de un cambiador automático de herramientas asociado con la máquina herramienta y el funcionamiento de otras características de la máquina herramienta, como por ejemplo el funcionamiento del lector de cinta situado en el lugar de la máquina y el funcionamiento de la misma calculadora. En cada caso, este sistema contempla que los procedimientos diagnósticos y de prueba se originen en el lugar alejado, por lo que no se necesita que se tomen decisiones diagnósticas o de análisis en el lugar de la máquina. No obstante, un operador se encuentra preferentemente situado en el lugar de la máquina, con el fin de efectuar una función de parada de emergencia cuando se necesite, dejando a un lado los mandos de la calculadora a distancia. En caso de que se desee que se comprueben fallos o anomalías intermitentes, pueden efectuarse programas diagnósticos en una máquina herramienta durante las horas que está fuera de trabajo, por ejemplo durante la noche y en tales casos las pruebas pueden realizarse sin que esté presente el operador. Optativamente, cuando se proporciona comunicación visual desde la máquina herramienta al analista, por un sistema de cámara video y transmisión o similar, no se necesita siempre un operador en todos los casos. La adición de la comunicación visual podría ser también conveniente en otras situaciones de prueba para permitir al analista observar la máquina herramienta en funcionamiento.

Entra dentro también del ámbito de la presente invención utilizar el presente sistema para probar má-



quinas herramientas para su funcionamiento adecuado cuando se montan durante su fabricación, y para comprobar dichas máquinas herramientas cuando se instalan, para asegurarse de que la instalación se ha realizado satisfactoriamente.

5 Cualquier entendido en la técnica comprenderá que en los aparatos y procedimientos aquí expuestos podrán introducirse diversas modificaciones y cambios, sin apartarse por ello de las características esenciales de novedad del presente sistema, que se pretende definir y fijar por las  
10 reivindicaciones adjuntas.

NOTA .-

15 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar, que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica bajo el número 433.439 de fecha de 15 de enero de 1.974, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que  
20 conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE MANTENIMIENTO Y DIAGNOSTICO PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS CONTROLADAS POR CALCULADORA ELECTRONICA; caracterizándose por lo siguiente:

25 1. Perfeccionamientos en sistemas de mantenimiento y diagnóstico para máquinas herramientas controladas por calculadora electrónica, del tipo que incluye una máquina herramienta, una calculadora para la máquina herramienta y unos medios de accionamiento mecánico conectados para efectuar el accionamiento  
30



de la máquina herramienta en respuesta a señales de la calculadora, caracterizados porque se dota a cada sistema de; medios de control situados en un lugar alejado de la máquina y conectados a la calculadora para controlarla y accionar la máquina; medios que responden a la operación de la máquina herramienta para comunicar datos seleccionados procedentes del lugar de la máquina al lugar alejado; medios situados en el lugar alejado para comparar los datos seleccionados con datos predeterminados; y medios para manifestar una diferencia entre los datos seleccionados y los datos predeterminados.

2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque incluyen medios para interconectar la calculadora de la máquina a los medios de control por un enlace de comunicación.

3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª, caracterizados porque incluyen una primera unidad moduladora-demoduladora situada en el lugar de la máquina interconectada entre la calculadora y el enlace de comunicación, y una segunda unidad moduladora-demoduladora en el citado lugar alejado interconectada entre los medios de control y el enlace de comunicación.

4ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizados porque los medios de control comprenden medios para modificar los programas realizados por la calculadora con los medios de modificación, con lo que la máquina es accionada de acuerdo con señales procedentes del lugar alejado y no por señales procedentes del lugar de la máquina.

5ª.- Perfeccionamientos según la reivindi-



5 cación 4ª, caracterizados porque los medios de modificación comprenden medios de almacenamiento para almacenar un programa de prueba de calculadora que constituye una serie deseada de operaciones de la máquina, medios para transmitir el programa a la calculadora, y medios situados en el lugar de la máquina para introducir el programa en la calculadora, con lo que la calculadora queda adaptada para accionar la máquina-herramienta de acuerdo con el mencionado programa de prueba.

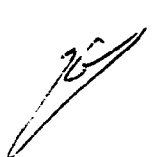
10 6ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3ª, caracterizados porque se incluyen medios para transmitir sobre el enlace de comunicación una señales representativas del funcionamiento de la máquina-herramienta mientras es controlado por la calculadora, y medios de almacenamiento situados en el lugar alejado para almacenar información correspondiente a las señales, con lo que la información está disponible para su comparación con otra información transmitida por el mencionado enlace de comunicación en un momento posterior.

15 7ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6ª, caracterizados porque los medios de almacenamiento comprenden medios para almacenar una serie de datos transmitidos por la línea telefónica en momentos separados, con lo que los datos están disponibles para su comparación con otros datos transmitidos por el enlace de comunicación en un momento posterior.

20 8ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizados porque se incluyen medios situados en el lugar alejado para almacenar información representativa de las características de funcionamiento nominal de diseño de la máquina-herramienta, sir-

25

30





5 viendo los medios de comparación, para comparar la información transmitida por la calculadora, cuya información representa las características reales de funcionamiento de la máquina-herramienta, con datos correspondientes que representan las citadas características nominales de funcionamiento de la máquina.

10 9ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque cuando el sistema esta adaptado para su utilización en un sistema de comunicación diagnóstica, que emplea un equipo diagnóstico y de análisis dispuesto en un lugar alejado de la máquina-herramienta, el sistema de herramienta incluye una máquina-herramienta, una calculadora para la máquina-herramienta, unos  
15 medios de accionamiento mecánico para efectuar el funcionamiento mecánico de la máquina-herramienta en respuesta a señales procedentes de la calculadora, medios capaces de responder al funcionamiento de la máquina-herramienta para desarrollar señales de datos seleccionados del lugar de la máquina, para transmisión al equipo diagnóstico y de análisis  
20 situado a distancia, y medios de desplazamiento de la señal conectados a la calculadora de la máquina y a los medios de desarrollo de la señal de datos seleccionados, y adaptados para conexión a través de un enlace de comunicación al equipo situado a distancia para la recepción de las señales de control de la máquina-herramienta a partir del mismo así -  
25 como para proporcionar dichas señales de datos seleccionados al equipo situado a distancia.

30 10ª.- Perfeccionamientos en sistemas de mantenimiento y diagnóstico para máquinas herramientas controladas por calculadora electrónica; tal y como queda sus-



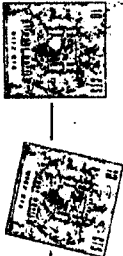
tancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 49 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 18 MAR. 1975  
KEARNEY & TRECKER CORPORATION

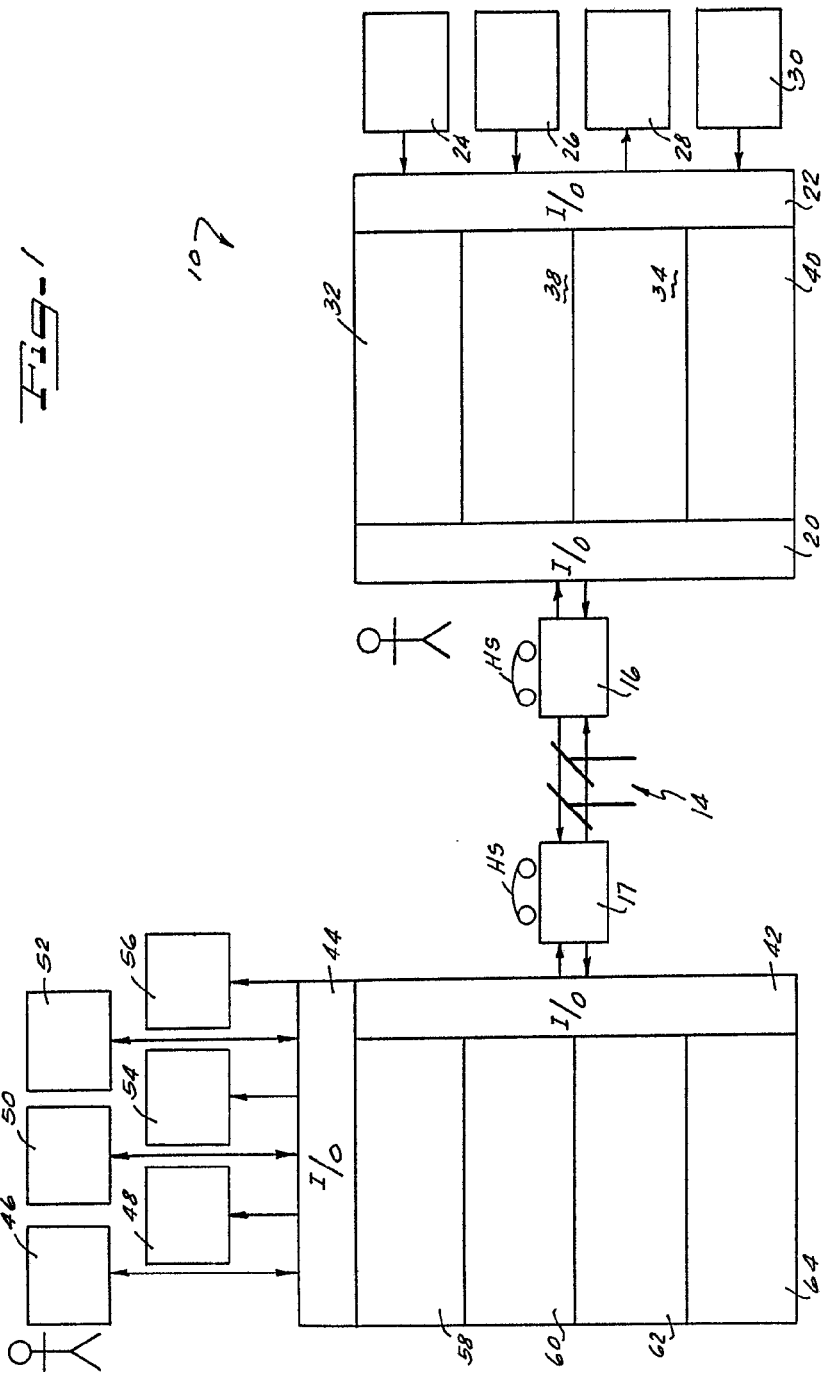
A. GONZÁLEZ  
Firmado: L. G. Ferrández  
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*



ERRORES  
VALORABLE

Mr. J. GOMEZ  
1957/11/10



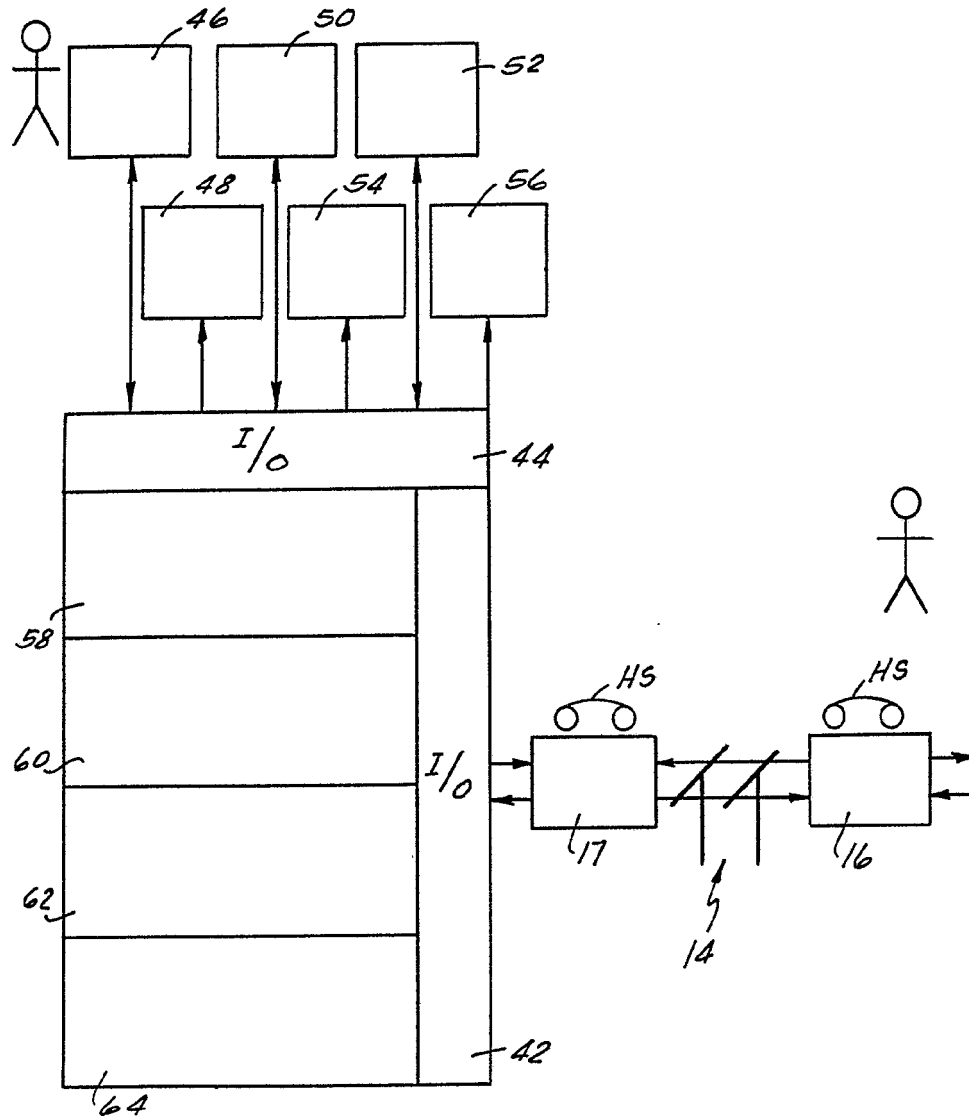
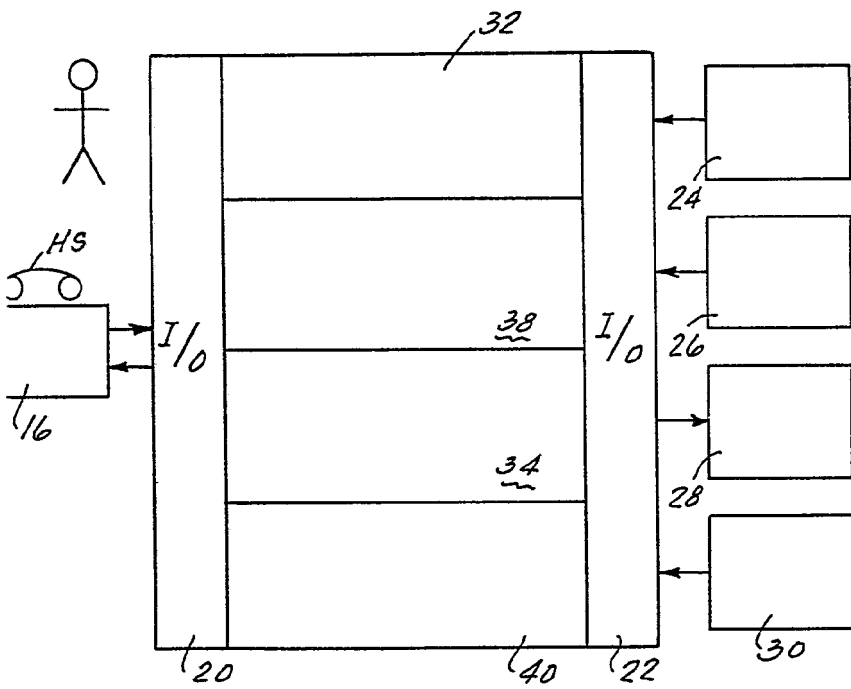




Fig-1

107



ESCALA  
VARIABLE

Made in  
J. GOMEZ (S.A.)  
P.R. 00909

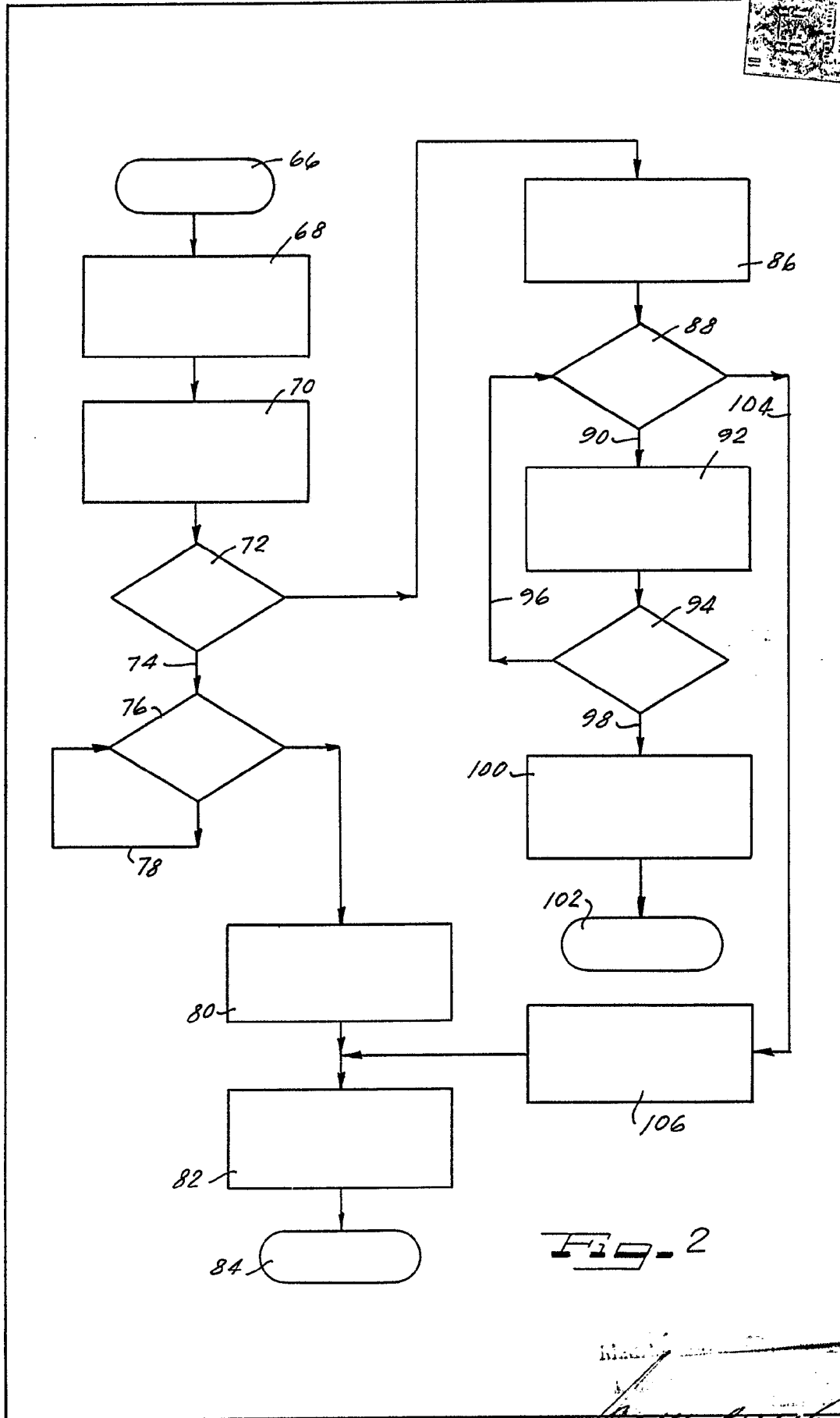
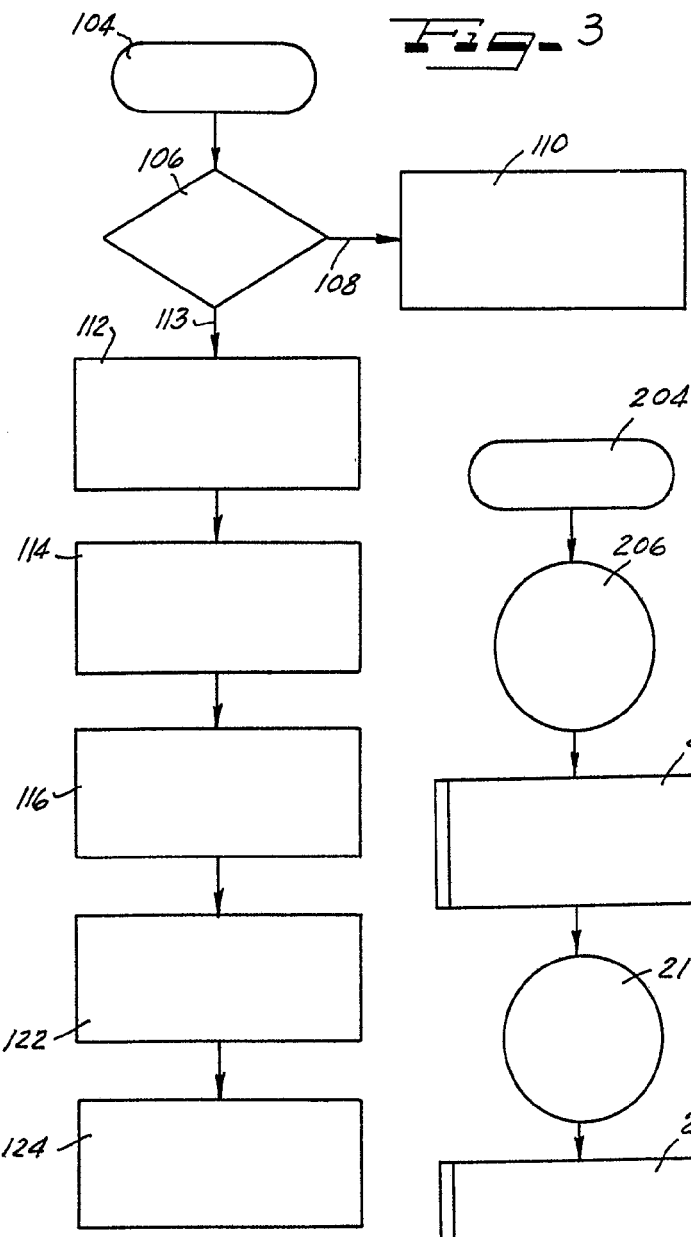


Fig. 2

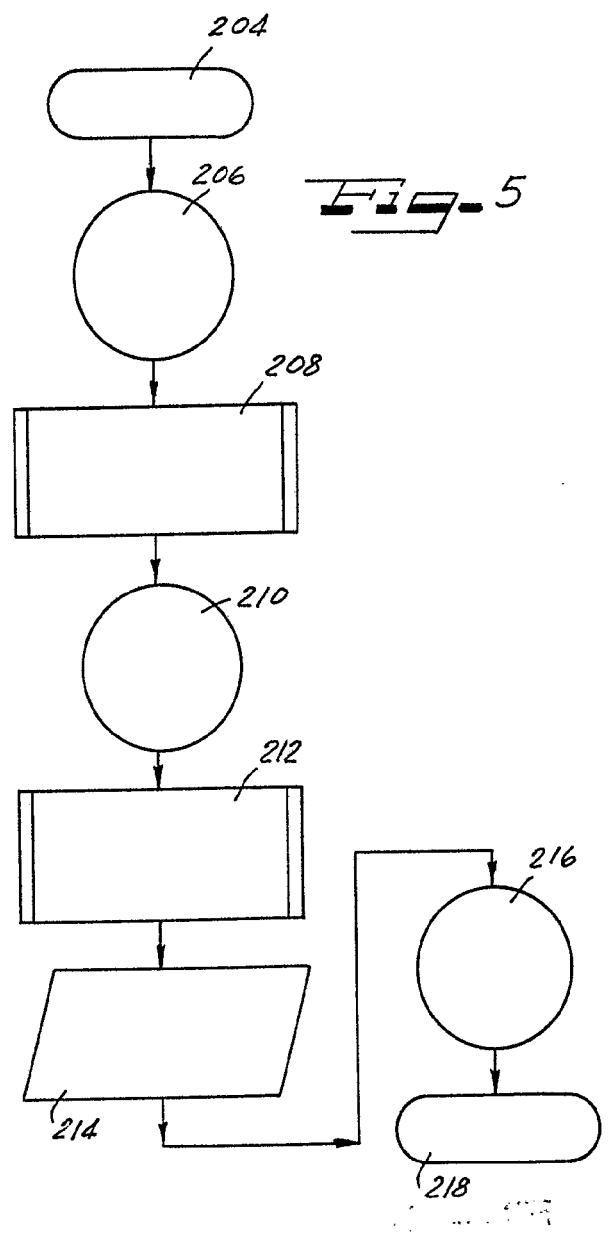
*[Handwritten signature]*



**Fig. - 3**



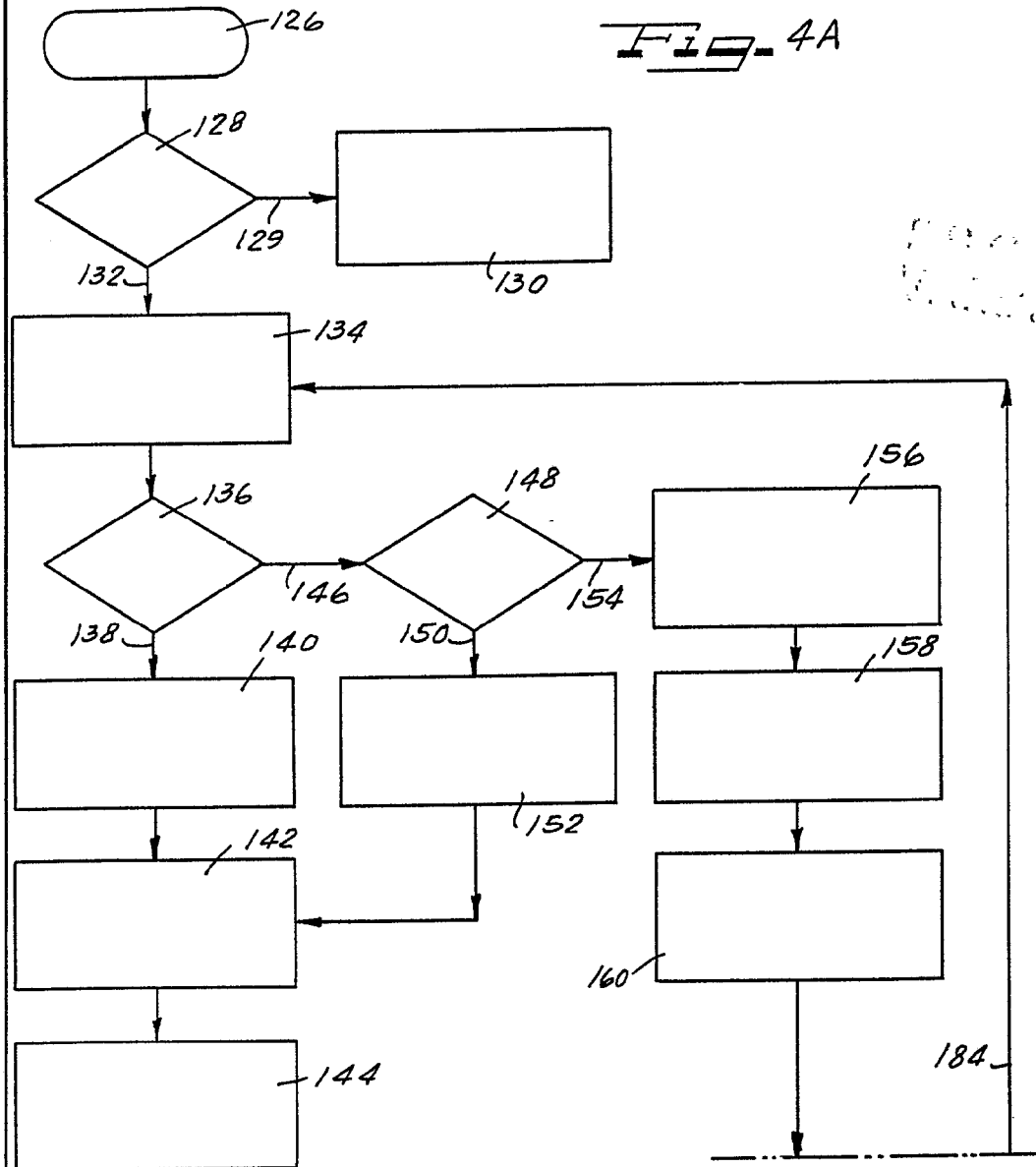
**Fig. - 5**



*Kearney*



Fig. 4A



RECEIVED  
MAY 1964

*[Handwritten signature]*

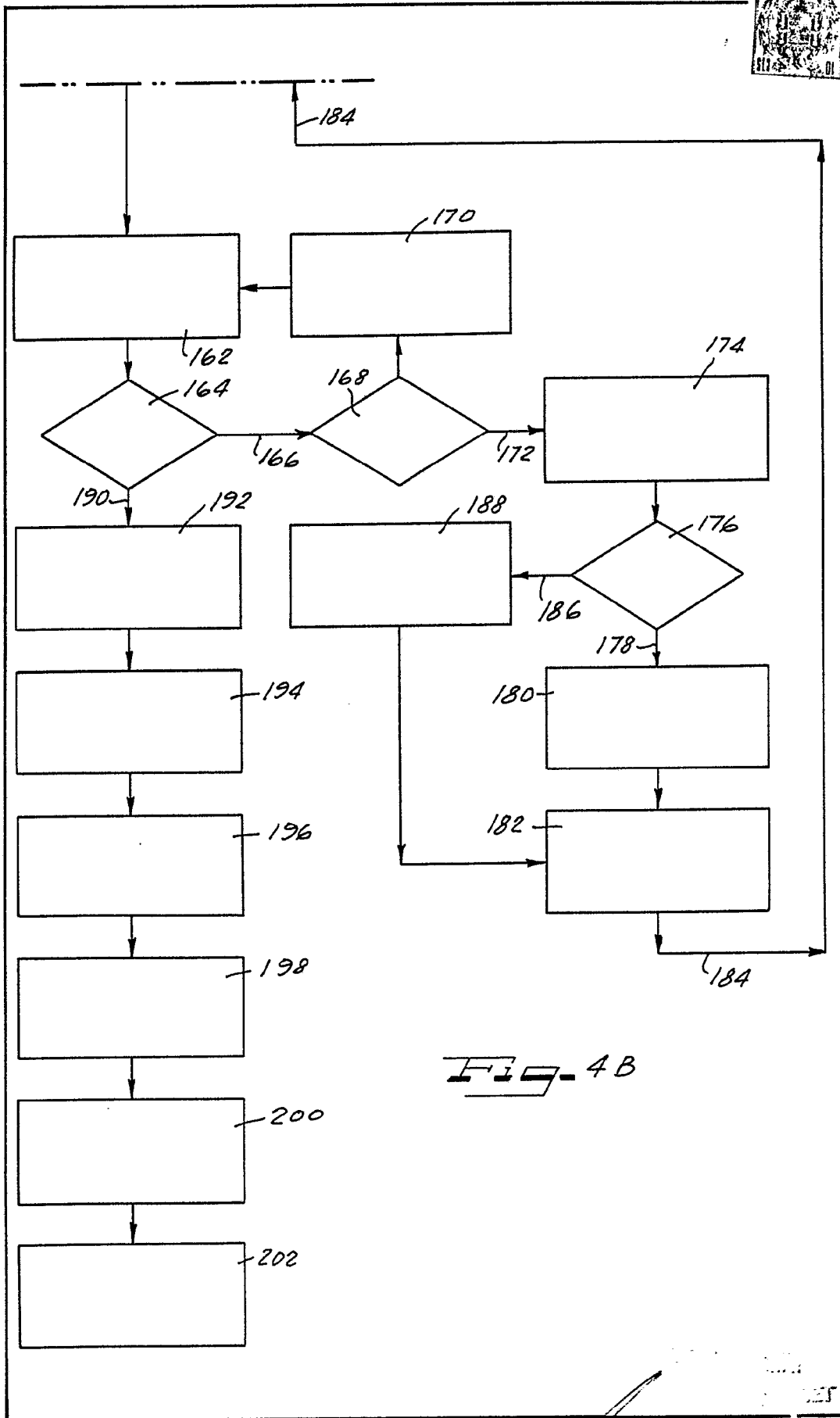
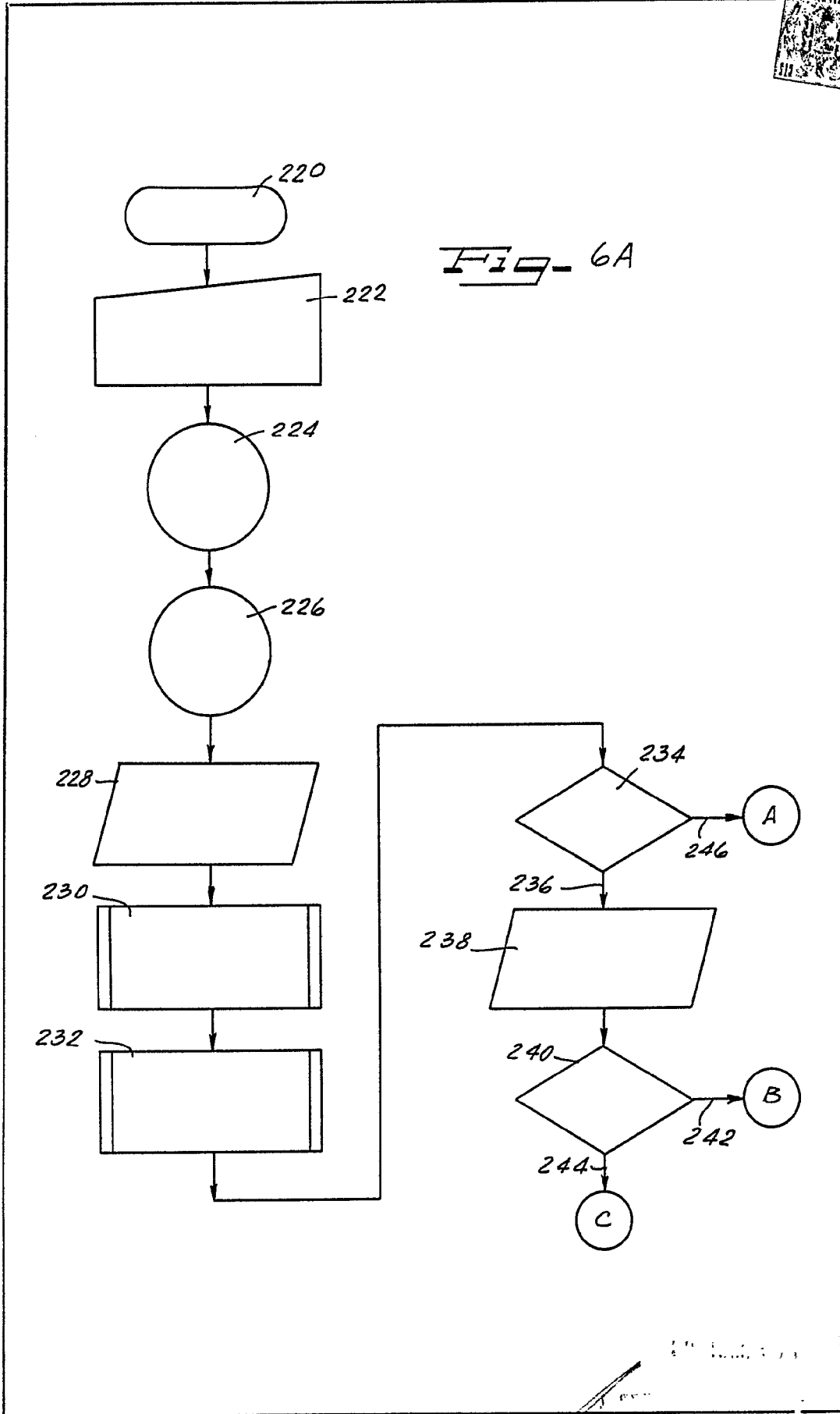


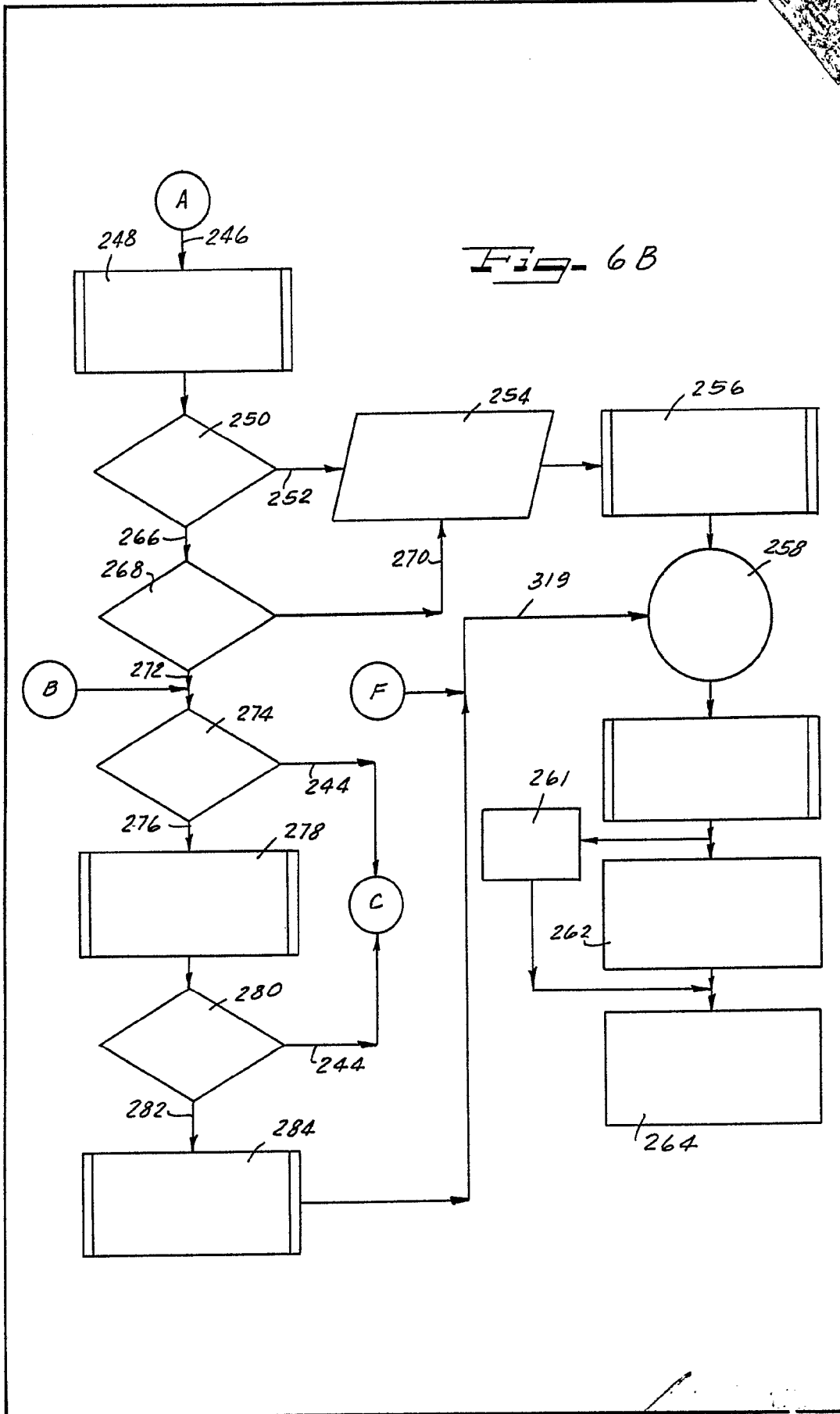
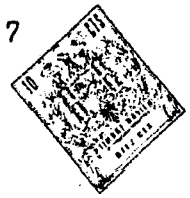
Fig. 4B



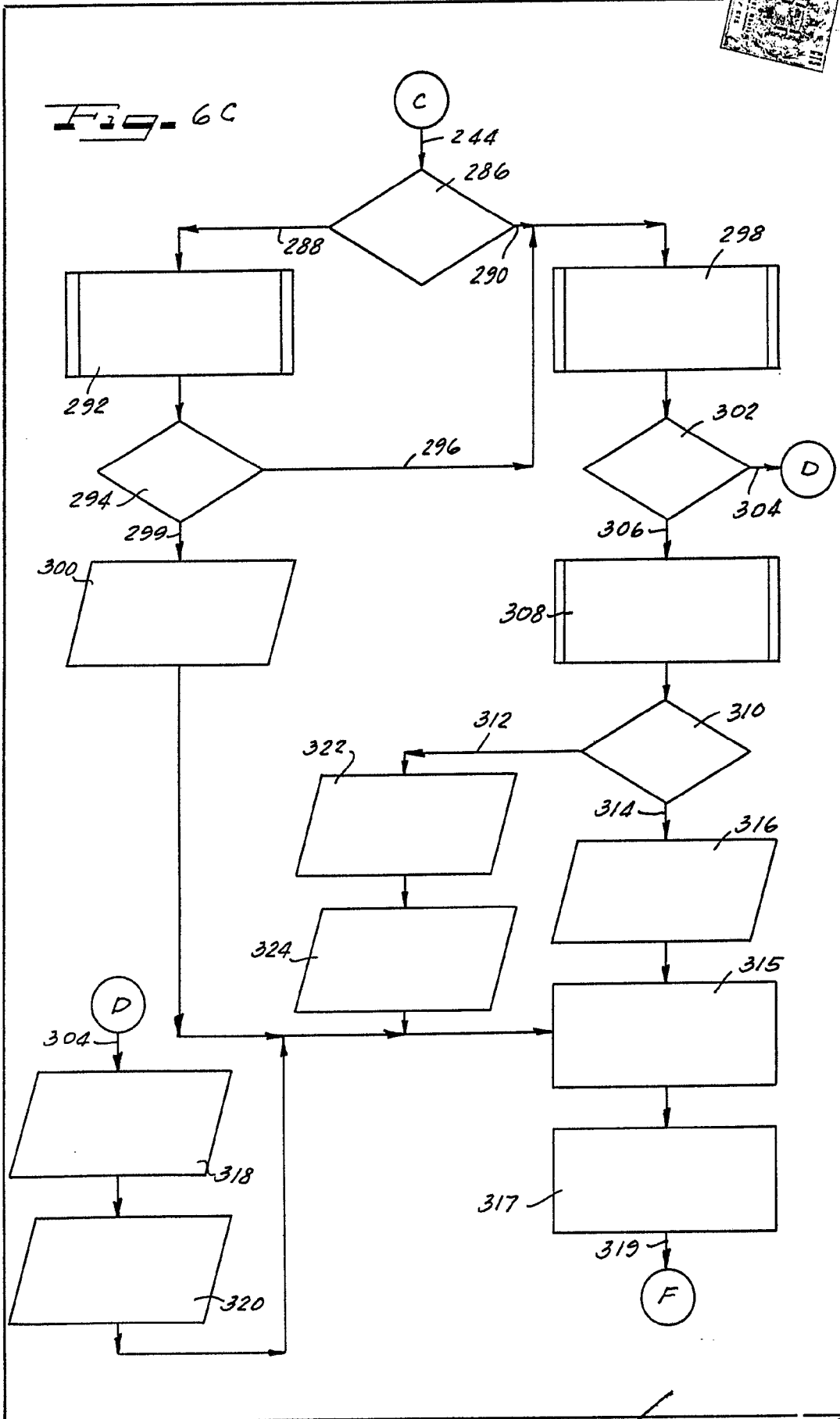
Fig- 6A



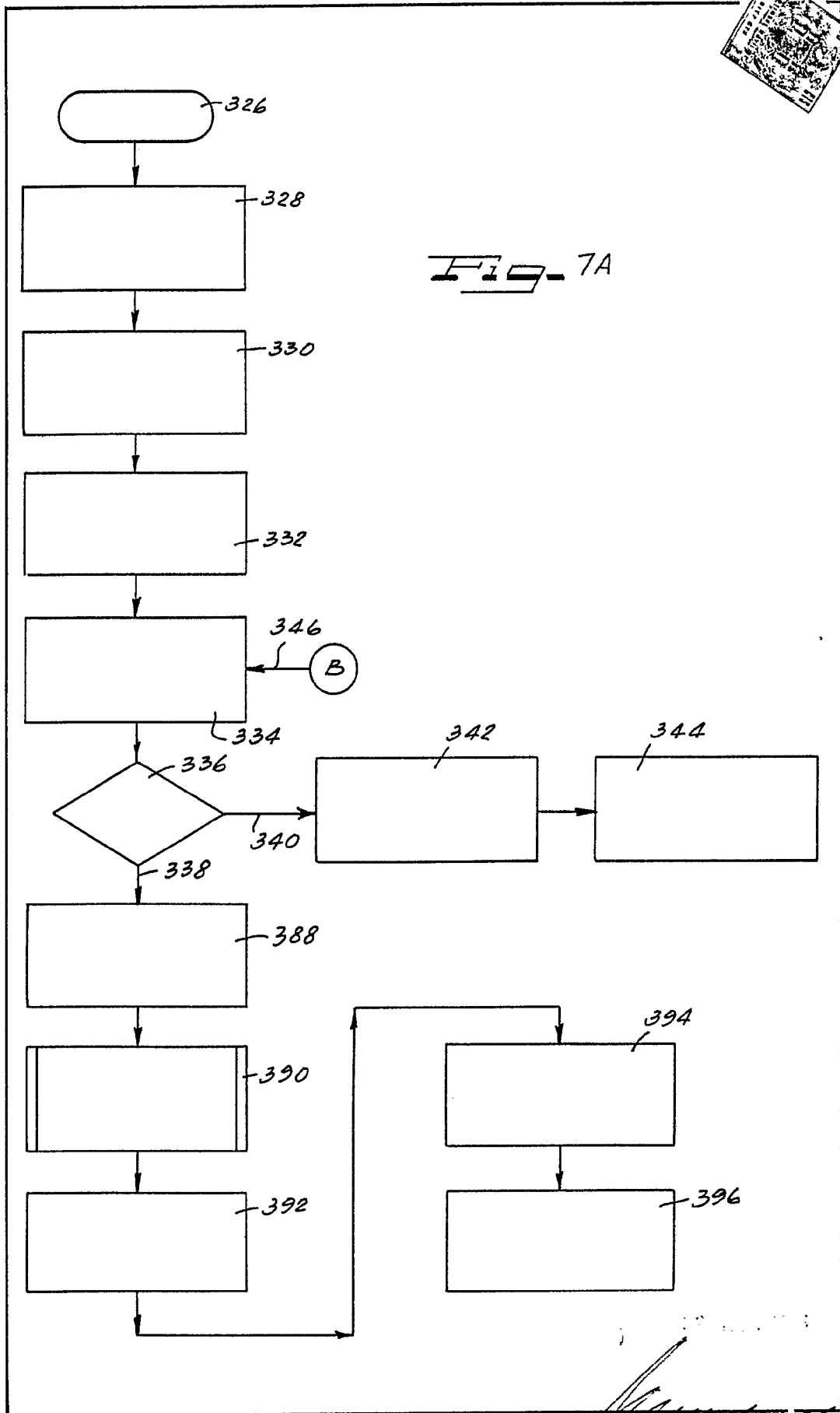
*[Handwritten signature]*  
1971



*[Handwritten signature]*



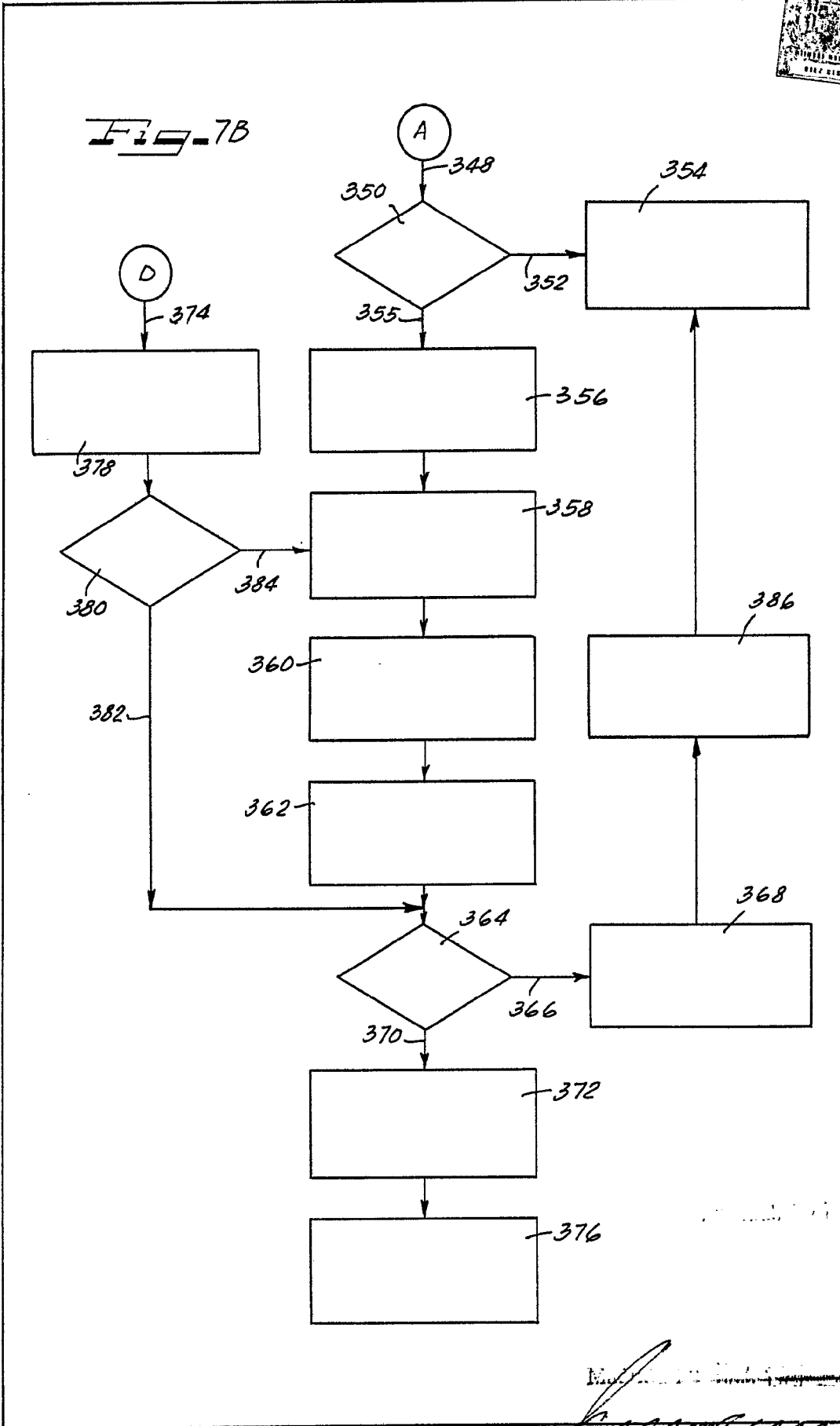
*Handwritten signature or initials at the bottom right of the page.*



*Handwritten signature or scribble at the bottom right of the page.*

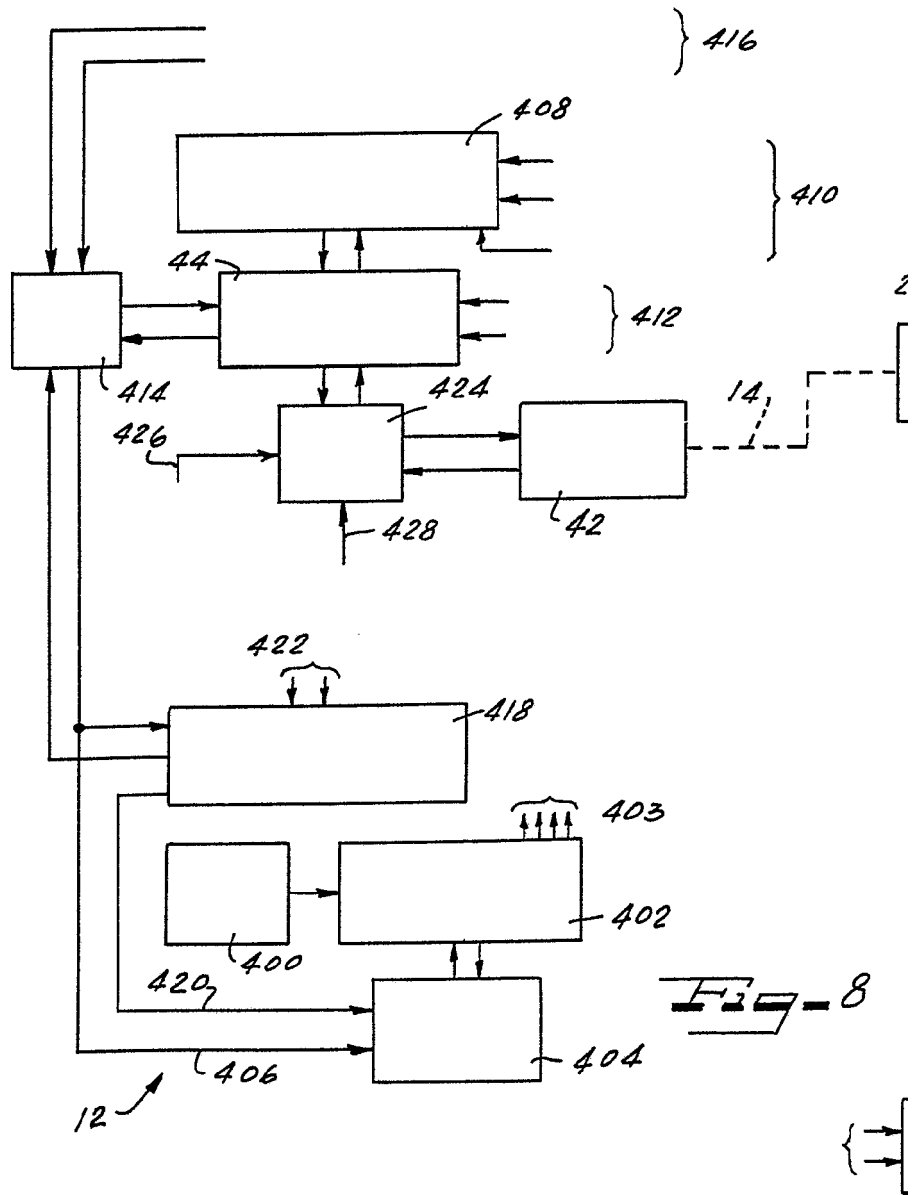


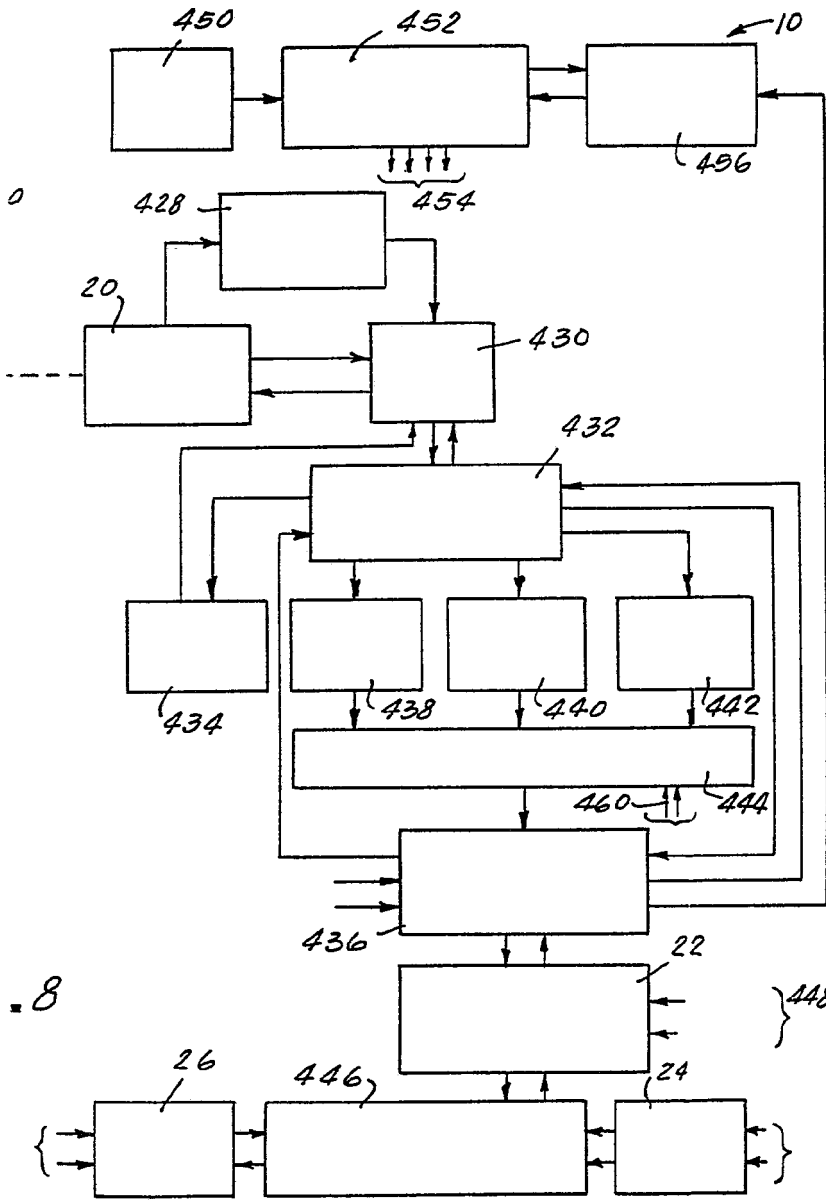
Fig. 7B



*[Handwritten signature]*







ESCALA  
VERTICAL

25 MAR 1975  
M...