

442431

27 NOV. 1975

P.- 61.531

W.E. Case No.
45 719

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl. H03K

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
Unidos de América

por: "UN METODO DE CONVERTIR ELECTRICAMENTE UNA SEÑAL
ANALOGICA EN UNA REPRESENTACION DIGITAL"

27.10.75.

- 1 -

**POOR
QUALITY**

Este invento se refiere en general a métodos para convertir señales analógicas a la forma digital y, más particularmente, a métodos de conversión de analógico en digital que hacen máximo el rechazo del ruido.

5 En muchas aplicaciones, se vigilan señales eléctricas analógicas como indicación de sucesos que ocurren en lugares alejados. Con frecuencia, es necesario transportar las señales analógicas a través de ambientes contrarios, que contribuyen al ruido en la señal que se está transportando. Con frecuencia, las contribuciones de ruido oscurecerán la información que se está comunicando. Si bien están disponibles varias técnicas para el rechazo del ruido en forma de filtros, los tiempos de respuesta lentos exhibidos son frecuentemente objetables. Los problemas con el ruido se hacen más agudos cuando se requiere el tratamiento ulterior de las señales analógicas para obtener datos que puedan ser entendidos. Los cálculos aritméticos sobre la información comunicada amplificarán en ciertos casos la proporción efectiva de ruido a señal. En varias aplicaciones, tales cálculos se obtienen de manera más eficaz proporcionando primero una representación digital de la entrada analógica. Sin embargo, en un ambiente con ruido elevado, las muestras digitales se verán severamente afectadas por las componentes de ruido superpuestas.

10

15

20

25

Los problemas de rechazo de ruido, así como los problemas asociados con la conversión de señales analógicas a la forma digital se ha agudizado en muchos sistemas industriales en los que se emplean mini ordenadores para enlazar con señales analógicas generadas a distancia. Un ejemplo de un sistema de esta clase es el sistema de vigilancia de distribución de energía axial empleado como parte de varios sistemas de vigilancia de reactores de agua a presión. Un ejemplo de un sistema de esta clase se describe en la solicitud de patente norteamericana nº 379.159, titulada "Un método para vigilar automáticamente la distribución de energía de un reactor nuclear que emplea detectores de núcleo interior móviles", de James J. Loving, Jr., presentada el 13.7 de 1973. El propósito del sistema es explorar periódicamente el núcleo del reactor utilizando detectores móviles de representación del flujo en el interior del núcleo. El flujo de neutrones en toda la altura axial del núcleo es registrado, normalizado e investigado en busca de máximos desusados que superen límites aceptables. Los máximos desusados en el flujo axial indican, en general, la existencia de anomalías en el núcleo tales como espacios libres entre pastillas de combustible provocados por la densificación. Los aumentos localizados de potencia que se tienen como resulta

do deben mantenerse dentro de límites aceptables con el fin de asegurar la efectividad de los sistemas de emergencia de refrigeración del núcleo en el caso im probable de que se produzcan condiciones de accidente importantes.

5

Para conseguir una eficacia máxima, es necesario comparar datos normalizados, tales como el flujo de neutrones dividido por la media en toda la altura del núcleo, con un umbral variable. Entonces se determinan los máximos aceptables en función de la posición axial. Pueden tolerarse máximos más elevados en la parte inferior del núcleo de lo que pueden tolerarse en la parte superior del núcleo. Por tanto, el umbral de la alarma se reduce de manera monótona al aumentar la altura del núcleo. Para realizar esta función en forma apropiada, los datos en bruto deben ser muestreados y almacenados a través de toda una exploración, ya que la media real solamente puede calcularse al término de cada exploración. Debe generarse una curva normalizada y comparársela con un umbral de alarma variable. Una ejecución en forma analógica de esta función sería muy cara y compleja en comparación con un enfoque digital con gran número de muestras. Para conseguir este resultado, es deseable emplear un sistema de miniordenador orientado por barra colectora. Sin embargo, la conversión y

10

15

20

25

transferencia de datos resulta complicada debido al severo ambiente eléctrico que se experimenta en las condiciones ambientes asociadas con las instalaciones de reactores nucleares.

5 El sistema de vigilancia por distribución de potencia axial, al igual que muchos otros sistemas que hacen uso de miniordenadores digitales, exige que todas las entradas y salidas estén enlazadas por una circuitería de entrada/salida situada fuera del ordenador. Además, las señales analógicas deben ser convertidas en una representación digital por la circuitería de entrada/salida, antes de ser comunicadas al ordenador. Si bien las partes internas del miniordenador están libres de interferencia electromagnética debido a técnicas de blindaje y de filtrado apropiadas, los aparatos electrónicos de entrada/salida soportan un ambiente más severo, ya que en el resto del sistema se emplea muy poco blindaje o muy pocos filtros. Los económicos convertidores de analógico en digital por aproximación sucesiva utilizados generalmente con tarjetas de entrada/salida son particularmente sensibles a interferencias en las señales analógicas entrantes. Aun cuando las señales analógicas sean tratadas en medida suficiente como para liberarlas de interferencias, y/o se emplean convertidores de analógico en digital de doble pendien

10

15

20

25

te, la lógica y el conexionado desde el convertidor al ordenador continúan siendo susceptibles de sufrir interferencias bien a partir de las líneas de alimentación de energía o bien por radiación a partir de otras líneas de señales.

5 En consecuencia, el objeto principal del presente invento es proporcionar una técnica sencilla y económica para aceptar señales analógicas de baja velocidad, y para convertirlas y transferirlas dentro de un ambiente eléctricamente ruidoso, a un miniordenador separado, con una susceptibilidad mínima a la interferencia electromagnética y sin blindaje ni filtrado costosos de todo el sistema.

10 Teniendo en cuenta este objeto, el presente invento reside en un método de convertir eléctricamente una señal analógica en una representación digital, caracterizado porque se generan muestras digitales representativas de la señal analógica en puntos independientes, preseleccionados, en número suficiente para proporcionar una reproducción representativa digital de la señal analógica, se toman, en un número predeterminado de puntos independientes a lo largo de la señal analógica, las coordenadas de valores de señal a uno y otro lado de los puntos independientes respectivos, se promedia el número determinado de coordenadas muestrea

das a uno y otro lado de cada punto independiente con el fin de obtener valores medios para los puntos independientes respectivos, y se sustituyen los valores de muestra respectivos en los lugares apropiados por dichos valores promedio en la representación digital de la señal analógica.

De preferencia, la distancia entre puntos independientes es sustancialmente mayor que el período comprendido entre las muestras de coordenadas independientes. Además, para reducir al mínimo los efectos de armónicos de la frecuencia de línea de energía, el período de tiempo en que se muestrean las coordenadas independientes para un punto independiente correspondiente, se selecciona de manera que sea sustancialmente igual a un número entero de ciclos de la frecuencia de línea de energía. Además, para reducir al mínimo el ruido de alta frecuencia que tiene un ciclo de trabajo bajo, se dispone que el período de tiempo durante el cual se muestrean coordenadas independientes para un punto independiente correspondiente, sea sustancialmente mayor que el período de ocurrencia de ruido de alta frecuencia.

El invento resultará más fácilmente evidente a partir de la siguiente descripción de una realización preferida del mismo, representada a modo de ejemplo so

lamente en los dibujos anejos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de vigilancia ilustrativo que emplea el método de este invento;

5 la figura 2 es un diagrama de bloques de los aparatos electrónicos de entrada/salida empleados en la práctica del método de este invento en el sistema ilustrativo de la figura 1;

10 la figura 3 es un diagrama de circuitería esquemático del convertidor analógico/digital y el enlace de acondicionamiento ilustrado en forma de bloques en la figura 2;

15 la figura 4 es un esquema de circuitería de una segunda parte del diagrama de bloques ilustrado en la figura 2;

la figura 5 es un diagrama de bloques de componentes de equipo físico individuales que pueden emplearse para poner en práctica el método de este invento; y

20 las figuras 6, 7, 8, 9 y 10 ilustran diagramas de flujo que corresponden a las diversas subrutinas que pueden emplearse para controlar el dispositivo de tratamiento de la figura 1 con el fin de realizar las operaciones del método de este invento.

25 Con el fin de apreciar mejor el modo preferido de poner en práctica este invento, las operaciones

individuales se describirán aplicadas a un sistema de
vigilancia de reactor por distribución de potencia axial
tal como el descrito previamente e ilustrado en forma
de bloques en la figura 1. En general, en este tipo par
5 ticular de sistema, se emplean dos detectores para explo
rar el núcleo del reactor. Las salidas de los detectores
se comunican, respectivamente, a bloques 10 y 12. Lími-
tes de alarma, denominados en general desplazamientos
de umbral, se seleccionan antes del funcionamiento del
10 sistema y se introducen en el sistema a través de los
bloques 14 y 16. Unos relojes 18 y 20 de tiempo real
suministran una indicación del tiempo de cada explora
ción. Salidas tratadas de los dos detectores se comuni
can respectivamente a través de bloques 22, 24, 26 y 28.
15 Los módulos 10, 14, 18, 22 y 26 tratan la información
generada por uno de los dos detectores de exploración,
identificado como el perceptor A, y los módulos 12, 16,
20, 24 y 28, tratan las señales presentadas por el se-
gundo detector de exploración, el perceptor B. Cada uno
de los módulos individuales se encuentra en comunica-
20 ción con una barra colectora 34 común de entrada/sali
da que transporta datos hacia una unidad de tratamiento
central 30 y desde ella, la cual puede ser uno cualquie
ra de varios ordenadores de propósito especial, tales
25 como el miniordenador "Data General 1220", fabricado

por la Data General Corporation de Southboro, Massachusetts. El dispositivo de tratamiento comunica con los módulos individuales a través de una disposición preseleccionada de direcciones correspondientes, que son reconocidas por los módulos respectivos a los que se llama al transmitir o recibir datos. Además, el dispositivo de tratamiento 30 comunica con una impresora 32 para suministrar una presentación visual de los datos deseados. La relación de los diversos bloques ilustrados en la figura 1 con las operaciones del método de este invento se apreciará a partir de la siguiente explicación que indica en detalle las partes pertinentes del sistema.

La figura 2 proporciona una ilustración más detallada de las diversas funciones de los módulos individuales identificados en la figura 1 que son particularmente pertinentes a las operaciones del método de este invento. El diagrama de bloques de la figura 2 está dividido en dos disposiciones distintas, 36 y 38, que muestran respectivamente las funciones de entrada y de salida del sistema. La función de entrada está representada en la figura 1 por los módulos 10, 12, 14, 16, 18 y 20, mientras que la función de salida corre a cargo de los módulos 22, 24, 26 y 28. Las funciones de entrada y de salida no están completamente aisladas en

la figura, como se muestra, porque con el fin de reducir el coste de circuitería, se emplea un descodificador común 42 para descifrar las líneas de dirección para ambas funciones de entrada y de salida. La comunicación entre las dos funciones se establece mediante los conductores 40, si bien se mantiene un aislamiento merced a los enlaces 62 y 78. La circuitería para las disposiciones de entrada 44 y 46 se muestra con mayor detalle todavía en las figuras 3 y 4, como se apreciará a partir de la descripción correspondiente señalada en lo que sigue.

Al aplicar el método de este invento a esta aplicación particular, se utilizan métodos normales de rechazo de ruido para aceptar las señales analógicas en las entradas del perceptor a la tarjeta de entrada 36. El rechazo en modo común se realiza en primer lugar, como se representa mediante el bloque 48, para evitar el ruido inducido por potenciales de tierra diferentes. A continuación, se emplea un filtro activo 50 para hacer máxima la relación señal a ruido. Un convertidor 52 de analógico a digital económico, normal, de velocidad media, trata una salida digital correspondiente a intervalos disparados por el reloj 54. Como se explicó previamente, se inician nuevas versiones sobre una base periódica mediante el reloj

54 de marcha libre a un régimen mucho más elevado de lo que sería necesario de otro modo normalmente para generar una reproducción digital. Cada conversión es introducida por lectura en el miniordenador 30 cuando el contador 56 de estado intermedio de entrada identifica que está lista para ser transferida una nueva muestra. El selector 58 de datos responde a una dirección apropiada procedente del ordenador para transmitir la muestra a la barra colectora de entrada/salida. El enlace 64 de barra colectora lógica de transistor a transistor, funciona como memoria intermedia entre la barra colectora de entrada barra salida y el selector de datos. Los desplazamientos de umbral, que determinan los límites de alarma, se programan inicialmente a través del selector de datos directamente en el dispositivo 30 del tratamiento de datos mediante órdenes de dirección apropiadas. Después de que se han transferido un gran número fijo de muestras al miniordenador, se computa una media para determinar un único punto de dato independiente.

La mayor parte de las interferencias electromagnéticas que pueden afectar a los datos digitales en camino desde el convertidor de analógico a digital en la tarjeta de entrada, al miniordenador, serán de naturaleza de alta frecuencia, con bajo ciclo de trabajo.

En otras palabras, la relación de ocurrencia de ruido de alta frecuencia es pequeño en comparación con el período de no ocurrencia. Por tanto, el ruido de alta frecuencia, de bajo trabajo, afectará solamente a un pequeño número de muestras prefijadas para computar cada punto de datos. El efecto después de realizar el promedio de acuerdo con este invento, será mínimo.

Con el fin de reducir al mínimo los efectos de los armónicos de las frecuencias de línea de energía, se selecciona el período de promedio deseablemente de manera que sea un número entero de ciclos de la frecuencia de línea de energía. Para esta aplicación particular, se selecciona el período, de preferencia, para que sea de 100 milisegundos, de modo que sea representativo de un número entero de ciclos para 50 o 60 Hz. Si el período de muestreo es un múltiplo entero del período de interferencia, se produce un rechazo infinito del ruido. Para períodos que no son múltiplos exactos, pueden calcularse dos casos extremos para mostrar los efectos. El primer caso se produce cuando el período de promedio comienza en el cruce por cero de la frecuencia de interferencia, denominada normalmente condición de fase bloqueada. El valor medio para una muestra con un período T puede representarse mediante la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Promedio (fase bloqueada)} &= \frac{1}{T} \int_0^T V \sin \omega t \, dt \\ &= \frac{(1 - \cos \omega T)}{\omega T} V; \end{aligned}$$

5

donde ω es la frecuencia angular y V es la magnitud de la interferencia. En consecuencia,

$$\begin{aligned} \text{Atenuación (fase bloqueada)} &= 20 \log_{10} (\text{promedio}/V) \\ &= 20 \log_{10} \omega T - 20 \log_{10} (1 - \cos \omega T). \end{aligned}$$

10

Similarmente, puede calcularse un segundo caso cuando el período de promedio comienza en un máximo de la interferencia (señalado como el peor caso). El valor medio puede representarse mediante la ecuación

$$\begin{aligned} \text{Promedio (peor caso)} &= \frac{1}{T} \int_0^T V \cos \omega t \, dt \\ &= \frac{V}{\omega T} \sin \omega T. \end{aligned}$$

15

Así,

$$\text{Atenuación (peor caso)} = 20 \log_{10} \omega T - 20 \log_{10} (\sin \omega T).$$

20

De lo que antecede, puede apreciarse que a frecuencias próximas a las frecuencias de línea de energía, 50/60 Hz, y sus armónicos, la atenuación se aproxima al infinito y será limitada solamente por el número finito de muestras tomadas. Finalmente, el número de muestras que han de tomarse durante el período de promedio de 100 milise

25

gundos en este ejemplo particular se selecciona de manera deseable para que sea una potencia entera de dos, es decir, 2^9 , que es igual a 512, de manera que la división necesaria para computar la media se reduzca a un sencillo y rápido proceso de desplazamiento dentro del ordenador.

El lado de salida de la figura 2 ilustra cómo se distribuye la información tratada. El descodificador 42 interpreta las direcciones proporcionadas por el dispositivo 30 de tratamiento de datos y transporta la información correspondiente a biestables R-S dentro de enclavamientos 70, que almacenan los datos para proporcionar una salida continua a los dispositivos de salida apropiados. El convertidor 72 de binario a decimal codificado en binario, presenta la máxima salida F_2 muestreada en forma digital. El convertidor 74 de digital a analógico proporciona la misma salida en forma analógica. La circuitería 76 de alarma identifica cuándo se ha superado los desplazamientos de umbral y alerta al operario de la instalación. El receptor 62 de línea y el excitador 78 de línea funcionan para enlazar la sección de entrada 36 con la sección de salida 38.

Así, puede apreciarse en general que un dato de entrada es muestreado a una velocidad relativamente elevada y se promedia un número dado de muestras para

establecer un punto de datos independiente, fijo, que luego es almacenado en el dispositivo de tratamiento de datos. Cuando se han almacenado en el dispositivo 30 del tratamiento de datos un número dado de puntos independientes, se forma una representación digital de la señal analógica de entrada. El promedio empleado para establecer cada punto independiente mejora sustancialmente los esfuerzos de rechazo del ruido.

El circuito 48 ilustrado en la figura 3 será fácilmente reconocido por los expertos en la técnica como una sencilla disposición de rechazo de ruido en modo común, analógica, que recibe la entrada del detector en el terminal 82 y que proporciona una salida de tierra común 80 para el filtro activo 50. En forma similar, la disposición 50 de circuito filtra la señal entrante para eliminar el ruido adicional y comunica la salida filtrada 84 al convertidor 52 de analógico en digital. El convertidor trata la señal para proporcionar una representación digital correspondiente, D0 a D9, y genera una salida separada 86 para el circuito 56 de estado intermedio, identificando que se han establecido las salidas digitales. El componente principal del circuito de estado intermedio es un biestable 88 RS, que es ajustado por la salida 86. La señal de ajuste es comunicada al ordenador por un bitio D15, para hacer que

el ordenador acepte por lectura los datos tratados mue
treados. El régimen de muestreo es controlado mediante
un reloj 54 de marcha libre que tiene un oscilador 91,
el cual activa dos contadores 92 y 94, de cuatro bitios,
5 La salida 96 del reloj dispara al convertidor para pro
porcionar el período de muestreo deseado.

En consecuencia, cada vez que el reloj 54 dis
para al convertidor de analógico a digital, se estable
ce una salida digital apropiada y el circuito 56 de es
10 tado intermedio es ajustado para identificar que la in
formación se encuentra en forma apropiada para su trans
misión. El ordenador responde a la salida D 15 del cir
cuito de estado intermedio para aceptar y almacenar los
datos y reponer al circuito de estado intermedio median
15 te una dirección y una orden apropiadas comunicadas a
través del descodificador 42 al terminal 90. Como se
apreciará por la siguiente explicación operacional del
ordenador, éste almacenará 512 puntos digitales corres
pondientes a las muestras analógicas tomadas antes de
20 que se realice el proceso de promediado y antes de que
el punto independiente promedio resultante sea almace
nado en la memoria de acceso aleatorio del ordenador.
Durante todo el proceso de cómputo, se están aceptan
do continuamente datos adicionales procedentes del con
25 vertidor de analógico en digital para establecer el si

guiente punto independiente promedio después de que se han recogido las 512 muestras.

La figura 4 es un esquema de circuito de las funciones previamente identificadas por el carácter de referencia 46 en la figura 2. Los desplazamientos de umbral son programados en binario por el operario de la instalación abriendo y cerrando los interruptores 100 apropiados. Los desplazamientos de umbral son luego comunicados por las palabras de datos S_0 a S_{15} , cuando se proporciona el acceso apropiado por el ordenador. La unidad 58 selectora de datos, que es una disposición apropiada de puertas lógicas, recibe entradas procedentes de las líneas S_n , representativas de los desplazamientos de umbral; las líneas T_n , representativas del tiempo real en horas y minutos; y las salidas de datos D_n . Al recibir una dirección 110 descodificada, designada, procedente del descodificador 42, las salidas correspondientes son fijadas por las entradas 108 a la barra colectora de entrada/salida que comunica con el dispositivo 30 de tratamiento de datos. El enlace lógico 64 de transistor a transistor condiciona apropiadamente las salidas para transmisión a la barra colectora.

Hasta este punto, las operaciones del método de este invento se han descrito como realizadas por equi

po físico en combinación con operaciones de tratamien
to programadas de un miniordenador. Sin embargo, debe
apreciarse que aunque un miniordenador sirve como mo-
do preferido para poner en práctica el invento, el equi
5 po físico, sin ayuda de programación, puede utilizarse
para conseguir las mismas operaciones, como se ilustra
en la figura 5.

De acuerdo con la disposición ilustrada en
la figura 5, las entradas de perceptor, representadas
10 por el bloque 102, son primero filtradas por circuitos
similares a los previamente identificados mediante los
caracteres de referencia 48 y 50 en las figuras 2 y 3.
Las salidas filtradas son trazadas por un convertidor
104 de analógico a digital similar al ilustrado previa
15 mente mediante el carácter de referencia 52. Un oscila
dor o reloj 106, tal como el ilustrado en las figuras
2 y 3 con el carácter de referencia 54, dispara al con
vertidor 104 de analógico a digital para proporcionar
la frecuencia deseada de muestras digitales a una uni
20 dad sumadora o totalizador 116. El oscilador 106 acti
va también un contador 112, que es vigilado por una
unidad descodificadora 114. Una disposición dada de
bitios de salida del contador 112 es identificada por
la salida 122 del descodificador. La salida 122 cumple
25 varias funciones. Se emplea para temporizar un conta-

5 dor adicional 118, así como para reponer el totaliza-
dor 116 y fijar la memoria 120 de acceso aleatorio pa-
ra que acepte las salidas procedentes del totalizador
116. Así, la señal analógica es muestreada en forma
continua por el convertidor 104 de analógica a digital
de acuerdo con la frecuencia prescrita por el reloj
106. Las muestras digitales son alimentadas continua-
mente al totalizador 116, que mantiene una suma corrien-
te de los datos que entran, hasta que es repuesto.

10 En consecuencia, puede apreciarse, a partir
del ejemplo del dispositivo de tratamiento previamente
explicado, que el descodificador 114 está dispuesto pa-
ra reconocer cuándo el contador 112 ha organizado en
15 secuencia 512 estados y fija la memoria de acceso alea-
torio para aceptar las salidas del totalizador repre-
sentativas de los 512 puntos. Como la información está
siendo transportada desde el totalizador a la memoria
de acceso aleatorio, el descodificador repone y prepa-
ra al totalizador para aceptar un nuevo juego de 512
20 muestras.

 El contador 118 avanza en el cómputo de uno
para cada salida de descodificador que identifique el
lugar, dentro de la memoria de acceso aleatorio, que
ha de adoptar la salida del totalizador. El promedio
25 se produce eliminando los bits menos significativos

de la salida del totalizador.

El proceso de promediado es una operación binaria común que hace uso de un desplazamiento binario para conseguir la división. En esta operación particular, los bitios más significativos almacenados en la memoria de acceso aleatorio son iguales, en número, al número total de bitios recibidos desde el convertidor de analógico a digital.

En esta forma, la memoria de acceso aleatorio adquiere una tabla de salidas digitales que es esencialmente una representación digital de la señal de entrada analógica. La función del totalizador al sumar y promediar el número de muestras digitales para cada punto de datos consigue las operaciones de rechazo de ruido contempladas por el presente invento.

Como alternativa para la disposición de equipo físico prevista en la figura 5, el dispositivo 30 de tratamiento de datos puede programarse para que realice las funciones de cómputo y almacenamiento descritas. Las rutinas de programa pertinentes empleadas al llevar a la práctica las operaciones particulares aplicables al sistema de vigilancia por distribución de potencia axial de estas realizaciones, se ilustran en los diagramas de flujo proporcionados en las figuras 6 a 10 y en las indicaciones de programa señaladas en el apéndice.

Como se explicó previamente, para esta aplicación en particular, y para otras aplicaciones similares relacionadas con el ruido normal a la frecuencia de la línea de energía y el ruido de alta frecuencia con bajo ciclo de trabajo, se desean aproximadamente 512 muestras para cada representación independiente utilizada en la reproducción digital de la señal analógica. Para establecer una producción representativa, es deseable obtener un punto independiente, medio, aproximadamente cada décima de segundo. Esto supone hasta aproximadamente 600 puntos independientes por cada exploración del detector. El funcionamiento del dispositivo de tratamiento puede así entenderse a partir de la siguiente explicación de los casos programados.

La figura 6 proporciona una visión general de una rutina de programa titulada "Comienzo de exploración", que determina en líneas generales las operaciones realizadas dentro del dispositivo de tratamiento. De acuerdo con las prácticas de programación normales, se emplea un rectángulo para indicar una operación de tratamiento, excepto una decisión; un rombo identifica una decisión, encontrándose las líneas que salen del rombo rotuladas con los resultados de la decisión; y un óvalo se emplea para indicar el punto inicial o final de un programa. Las flechas conectan las designaciones del organigrama

para identificar la secuencia de sucesos realizados por el dispositivo de tratamiento.

5 Así, el "Comienzo de exploración" es el principio de una rutina de programa que se inicia con la dirección 124 que prescribe una operación de contabilidad que anula la tabla de diagramas, los contadores de suma y de muestreo y las palabras de alarma, dejando listo al ordenador para aceptar nuevos datos a suministrar en el transcurso de una nueva exploración. Las
10 operaciones de contabilidad se tratan dentro del ordenador de acuerdo con los apartados octales 770 a 1003 indicados en el apéndice. La disposición octal se elige para que sea compatible con el ordenador específico empleado en este ejemplo. El contador de muestras a que se ha hecho referencia en la operación de contabilidad
15 124 mantiene la pista de los 600 puntos independientes empleados en la reproducción digital.

La siguiente operación de tratamiento, 126, ajusta los contadores de conversión a 512, lo cual identifica cuándo se ha tomado el número de muestras apropiado antes de que las muestras sean promediadas para obtener cada punto independiente.
20

La siguiente operación de tratamiento pregunta si el detector A está explorando y se encuentra listo. Si el resultado es afirmativo, el programa es dirigido.
25

gido a una nueva subrutina, identificada por el título "DREAD" (figura 7). El ordenador trata los datos procedentes del detector A de acuerdo con las direcciones de la subrutina, que se describirá en lo que sigue, y luego vuelve a la siguiente decisión 132. Si el detector A no está explorando y no se encuentra listo, entonces el ordenador avanza inmediatamente hasta la siguiente decisión 132, que determina si el detector B está explorando y se encuentra listo. Si el resultado de esta decisión es afirmativo, entonces el ordenador utiliza los datos del detector B en la subrutina "DREAD" y vuelve a la siguiente operación de tratamiento.

La siguiente operación de tratamiento, 136, titulada "RESET DEADMAN" es una subrutina separada que se describirá más adelante. En pocas palabras, la subrutina "DEADMAN" dirige una secuencia codificada específica de salidas a un circuito de detección de avería. Al completarse las instrucciones de la rutina "DEADMAN", el ordenador ejecuta otra decisión 138 para determinar si están terminadas las exploraciones del detector. Si la decisión es afirmativa, la rutina termina en una rutina 140 de "FIN DE EXPLORACION", que dirige una serie separada de operaciones no pertinentes a este invento. Si el ordenador identifica que todavía se está realizando

do una exploración, el programa vuelve al bloque 128 de decisión a través del bucle 162 para recoger continuamente los datos que están siendo generados por los detectores. La figura 7 señala en forma general las operaciones de la subrutina "DREAD". Inicialmente, el programa
5 reúne las muestras obtenidas a partir de los detectores como se representa mediante la dirección 142 "INTRODUCCION DE DATOS POR LECTURA". Los datos son suministrados realmente al ordenador durante el curso de una subrutina separada, titulada "EXPLORACION", descrita en lo que sigue.

10 La siguiente dirección (144) después de que el ordenador ha tenido acceso a los datos, es "EXTENDER SIGNO DE DATOS". Las operaciones pertinentes para llevar a cabo esta dirección se indican en los apartados 1361 a 1373
15 del apéndice. El efecto de la dirección 144 es tratar los datos de entrada para ponerlos en forma compatible para el ordenador particular seleccionado para esta operación.

La dirección 146 siguiente especifica que el ordenador alcanza la suma en funcionamiento corriente de acuerdo con los apartados 1374 a 1402. Los datos que se han introducido en esta muestra particular se añaden luego a la suma corriente dirigidos por el bloque 148 y el contador de conversión es reducido según se indica por el
20 bloque 150, reduciendo el contador 512 en el cómputo de
25

uno, indicando con ello que se necesita una entrada de datos menos antes de tomar la media.

La decisión 152 inquiriere si el contador de conversión ha sido reducido hasta cero y si el resultado es afirmativo, se pasan las 512 muestras a la continuación "COMPUTAR MUESTRAS" de la subrutina "DREAD", que obtiene el promedio de la suma corriente según se ha señalado en líneas generales en la figura 8. Si el contador de conversión no ha contado a la inversa hasta el estado cero, entonces se almacena la suma corriente.

En consecuencia, cada vez que se toma una muestra en cualquiera de los dos bucles ilustrados en la figura 6 por los caracteres de referencia 128 y 130, y 132 y 134, se solicita que la subrutina "DREAD" lea los datos, los trate hasta una forma compatible para el ordenador, actualice la suma corriente, añada los datos a la suma corriente y reduzca el contador hasta que se hayan tomado las 512 muestras.

La parte de "COMPUTAR MUESTRA" de la subrutina "DREAD" solicitada en el diagrama de flujo de la figura 7, se indica en líneas generales en la figura 8. La primera dirección 154 requiere que el ordenador divida la suma corriente por 512 e incremente en el cómputo de uno el contador de muestras. El contador de muestras se emplea para identificar cada una de las 600 representa

ciones independientes que se utilizarán como reproducción digital de la señal analógica de entrada. La siguiente dirección, titulada "AHORRE SUMA, UTILICE EL CONTADOR DE MUESTRAS COMO INDICADOR" del bloque 156
5 apunta hacia el lugar correspondiente de la tabla en la memoria de acceso aleatorio en donde ha de almacenarse el punto independiente promediado de las 512 muestras. La tabla acumulada de 600 puntos almacenados puede utilizarse entonces como reproducción digital de la
10 señal analógica. El ordenador anula entonces la suma y ajusta el contador de conversión a 512 con anticipación a la siguiente entrada, de acuerdo con las direcciones proporcionadas por el reloj 158. Luego, el ordenador recibe instrucciones de nuevo para ahorrar la suma merced
15 a la dirección 160 del diagrama de flujo. Sin embargo, en este punto de la secuencia de operaciones, la suma es cero, de modo que el ordenador vuelve al bucle 162 identificado en la figura 6 para esperar la siguiente exploración.

20 Debe apreciarse que la dirección "ALMACENAR", especificada en la subrutina "DREAD" de la figura 7 es también una dirección para ahorrar la suma 160 y volver
al bucle 162. Sin embargo, en este punto del curso de operación del programa, se ha establecido una suma y se
25 ha ahorrado hasta que se han añadido nuevos datos por

la subrutina "DREAD".

La figura 9 señala en líneas generales la subrutina "EXPLORACION" a la que se da paso por los bloques 136 y 138 de la figura 6. Inicialmente, la rutina "EXPLORACION" hace que la rutina "DEADMAN" proporcione como salida direcciones codificadas prescritas y palabras de datos al circuito de vigilancia de averías. Las operaciones de la rutina "DEADMAN" están indicadas en líneas generales en la figura 10 y se especifican en los apartados 1564 a 1570. Después de la salida del código "DEADMAN", el ordenador decide si el perceptor A ha iniciado su operación o si se encuentra en la parte central de una exploración, y si el resultado es negativo, el ordenador inquiere entonces si el perceptor B se ha puesto en marcha o si se encuentra en una parte media de una exploración, como es indicado por los bloques de decisión 166 y 168 y los apartados de programa correspondientes 1337 a 1351. Si la decisión en ambos casos es negativa, entonces el resultado de la decisión 138 solicitada en la figura 6 será afirmativo y el ordenador avanzará en la dirección indicada por el bloque 140. Si cualquier bloque de decisión ha indicado una exploración, entonces el resultado de la decisión 138 "EXPLORACION TERMINADA" de la figura 6, será negativo y el ordenador volverá, a través del bucle 162, a tratar

los datos nuevos que están siendo generados por el detector.

En consecuencia, se almacenan 600 puntos in dependientes en una tabla para cada exploración, estando determinada cada punto por 512 muestras promediadas.

Así, el método de este invento proporciona un mecanismo económico para convertir señales analógicas a la forma digital de un modo que hace máxima la relación señal a ruido sin comprometer la exactitud de la conver sión.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 8 de Noviem bre de 1974, bajo el N° 522.190, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propie- dad Industrial.

- REIVINDICACIONES -
=====

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método de convertir eléctricamente una señal analógica en una representación digital, ca-
racterizado porque muestras digitales representativas
de la señal analógica son generadas en puntos indepen-
dientes preseleccionados, en número suficiente para
5 proporcionar una reproducción representativa digital
de la señal analógica, se toman las coordenadas de va-
lores de señal en varios puntos independientes prede-
terminados a lo largo de la señal analógica, a uno y
10 otro lado de los puntos independientes respectivos, se
promedian el número predeterminado de coordenadas mues-
treadas en uno y otro lado de cada punto independiente
para obtener valores medios para los puntos independien-
tes respectivos, y se sustituyen los valores de muestra
15 respectivos en los lugares apropiados por dichos valo-
res medios en la representación digital de la señal ana-
lógica.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª para reducir al mínimo los efectos de armónicos
20 de frecuencias de línea de energía, caracterizado por-
que el período de tiempo durante el cual se muestrean
las coordenadas de los valores de señal es igual a un
número entero de ciclos de la línea de energía.

3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, para reducir al mínimo el ruido de alta fre-
25

cuencia que tiene un ciclo de trabajo bajo, caracteri-
zado porque el período de tiempo durante el cual se
muestran las coordenadas de los valores de señal es
sustancialmente mayor que el período de ocurrencia
5 del ruido de alta frecuencia.

4ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque el número preseleccionado de puntos es igual a 2^n , donde n es un entero mayor que o igual a cero, realizándose la operación de promedio por cómputo binario.

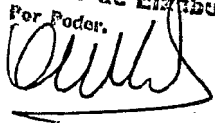
5ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque los puntos que constituyen el número preseleccionado de puntos independientes están separados aproximadamente en una décima de segundo.

6ª.- Un método de convertir eléctricamente una señal analógica en una representación digital.

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

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 7 NOV. 1975

P. A. Oscar de Elizburu
Per Poder.


29.10.75.
MJP/.

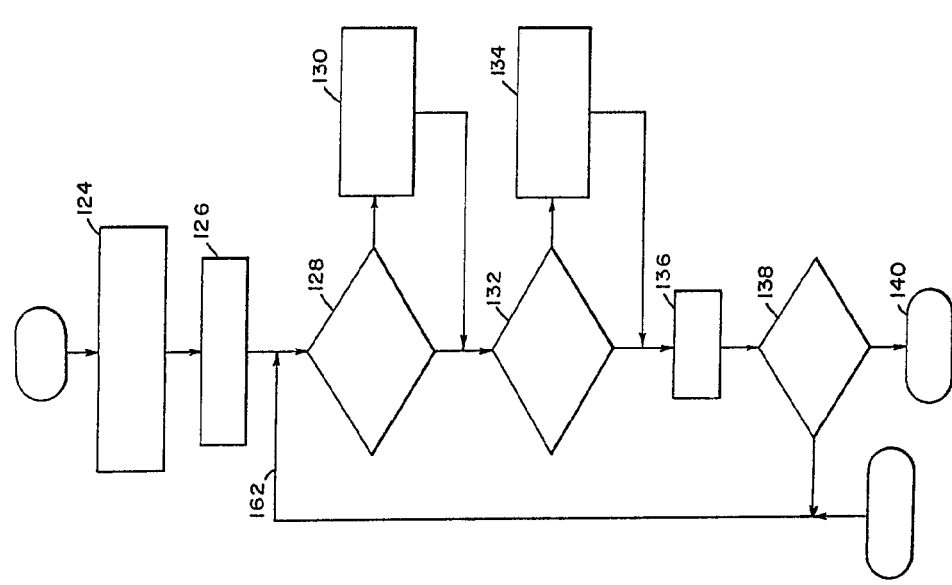
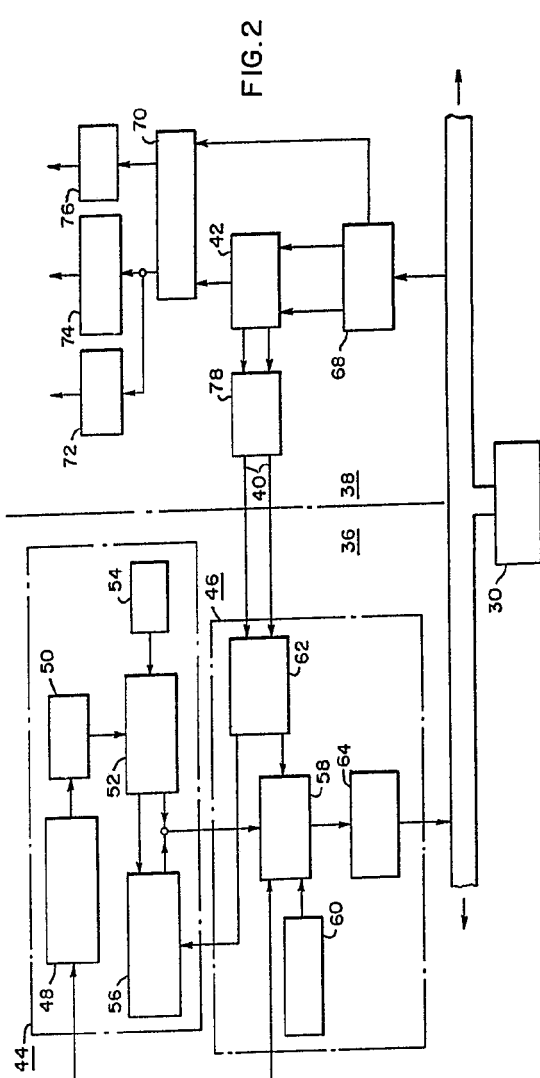
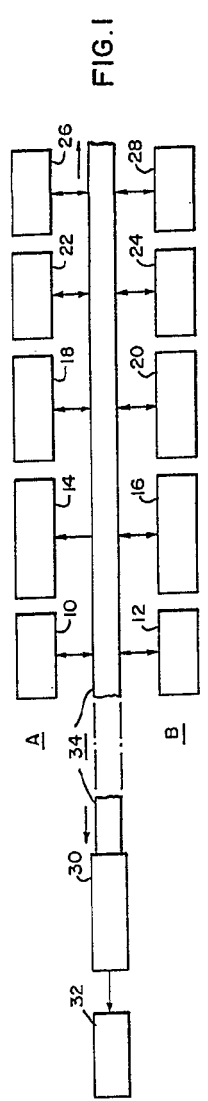
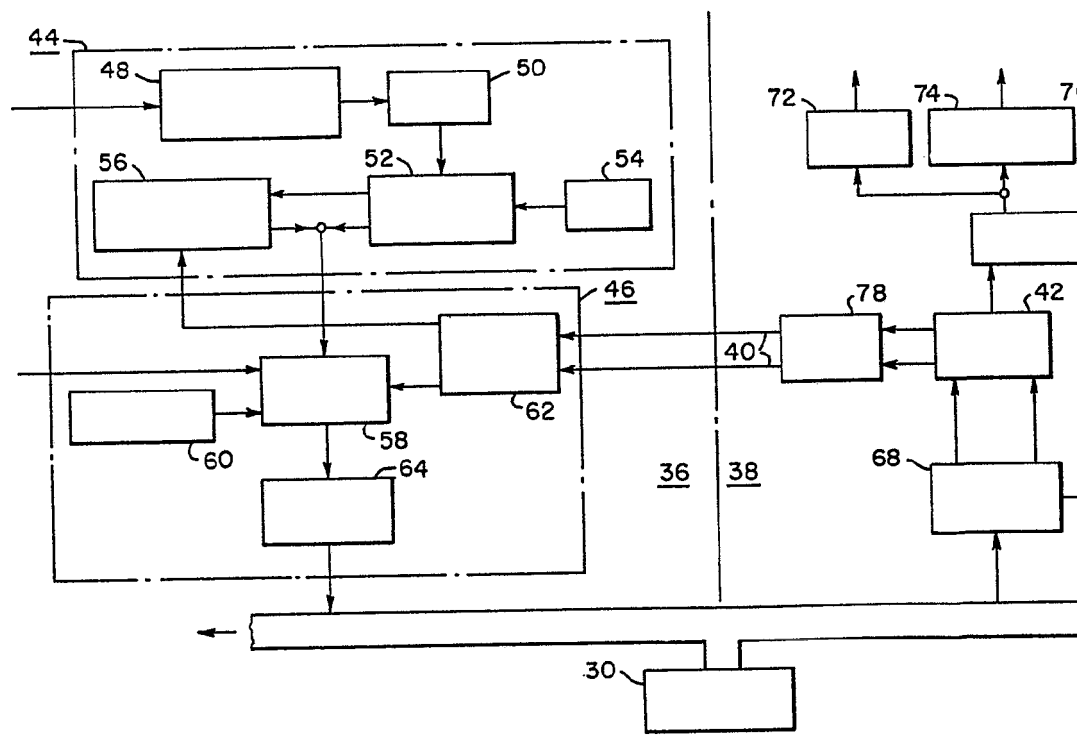
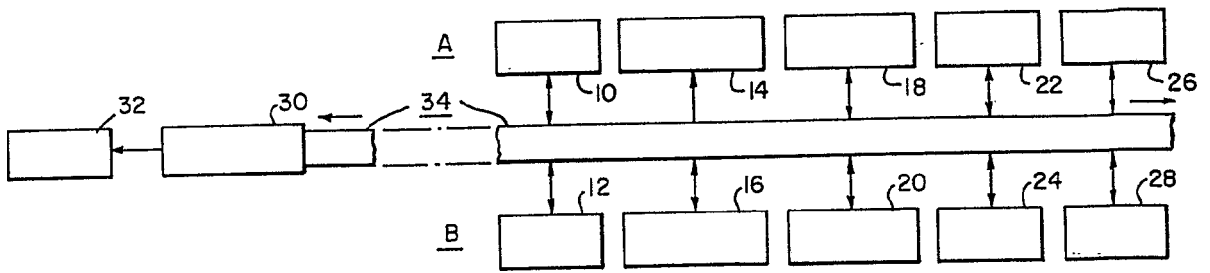


FIG. 6

Oscar de Elzuru
Per 814



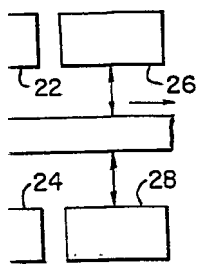


FIG. 1

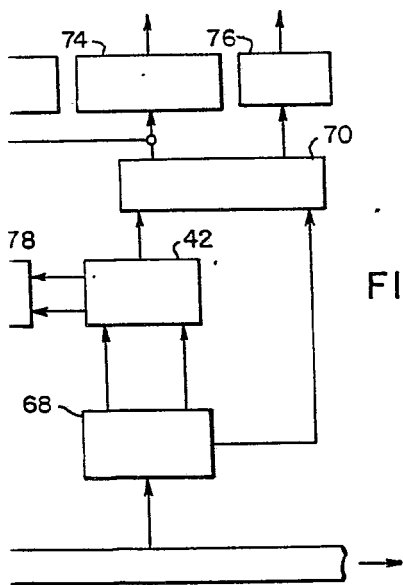


FIG. 2

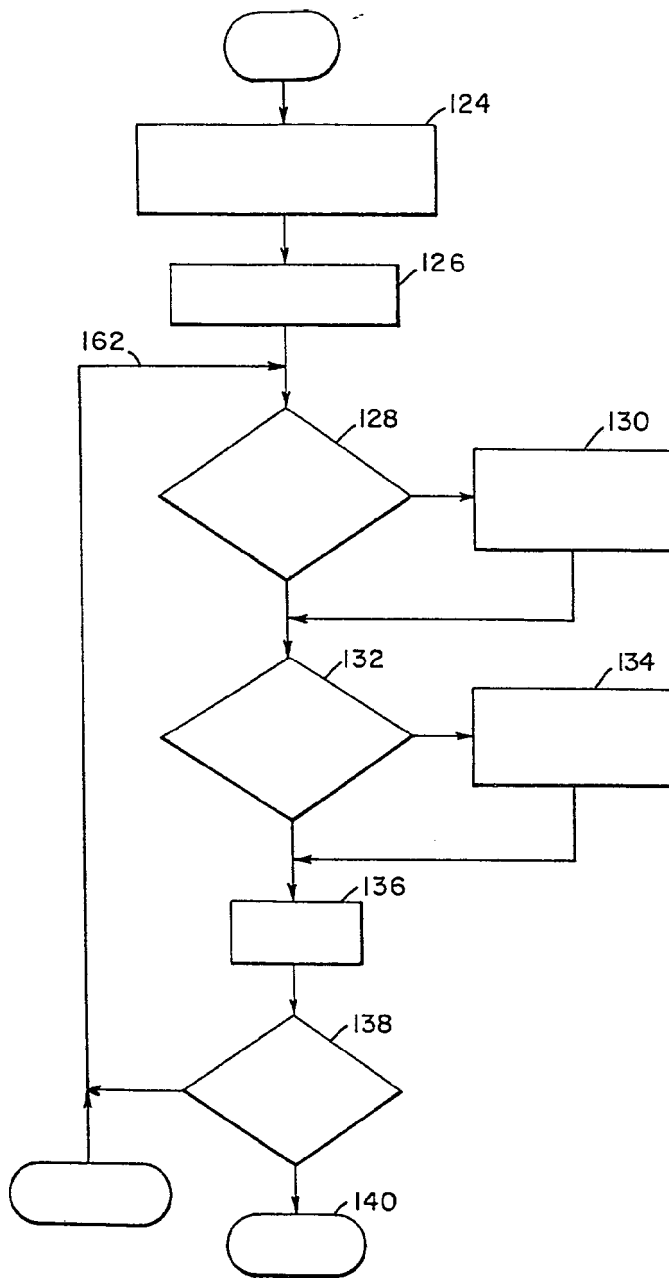
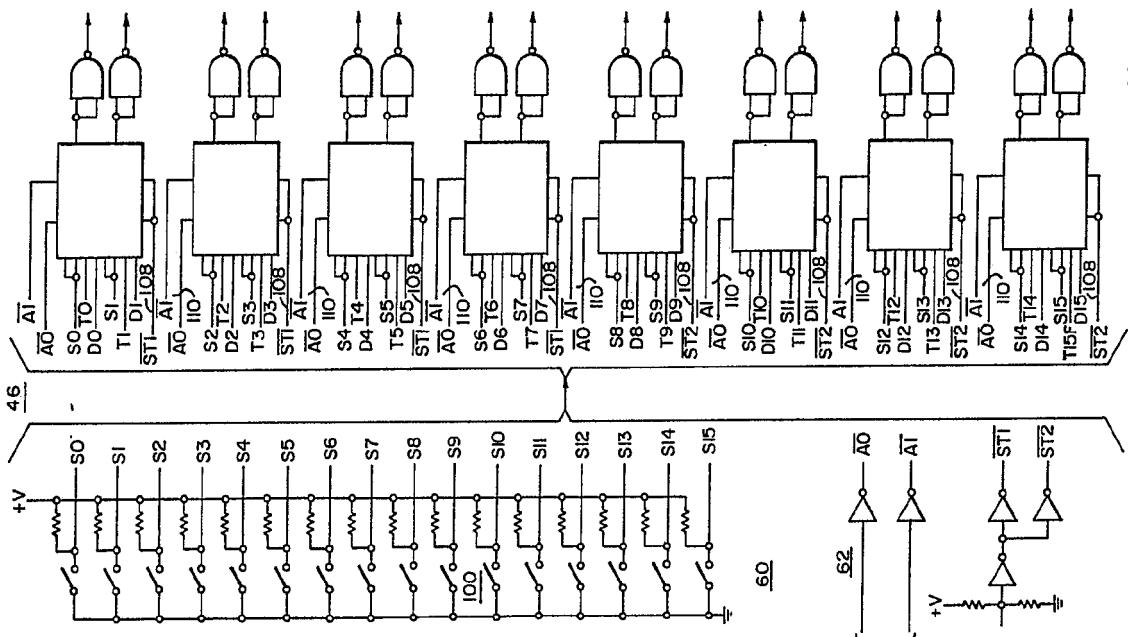


FIG. 6

Oscar de Elzauru
Por Favor.



64

58

FIG. 4

Oscar do Eizola
 Prof. 1937

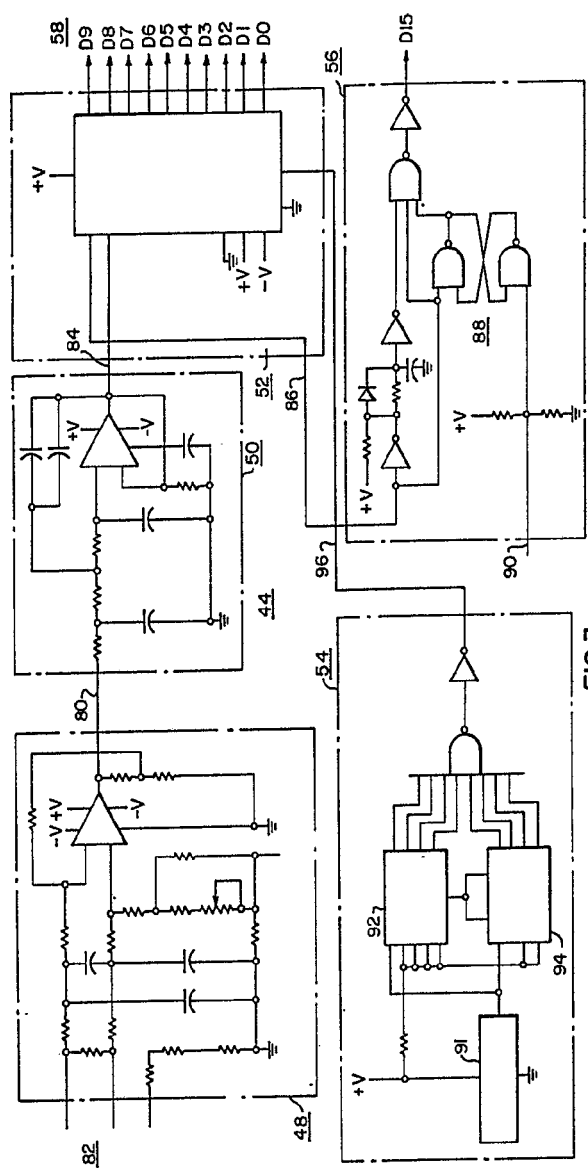


FIG. 3

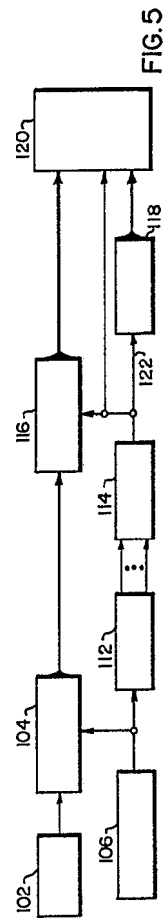


FIG. 5

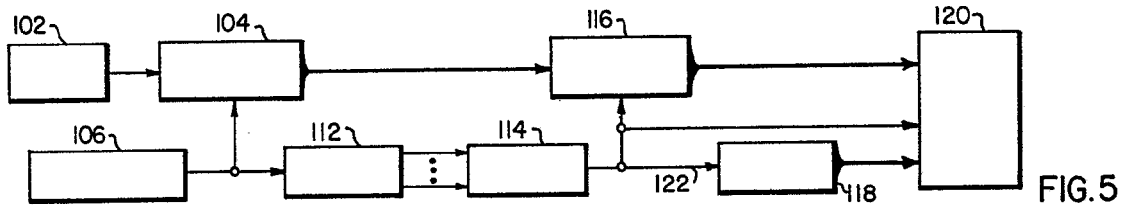
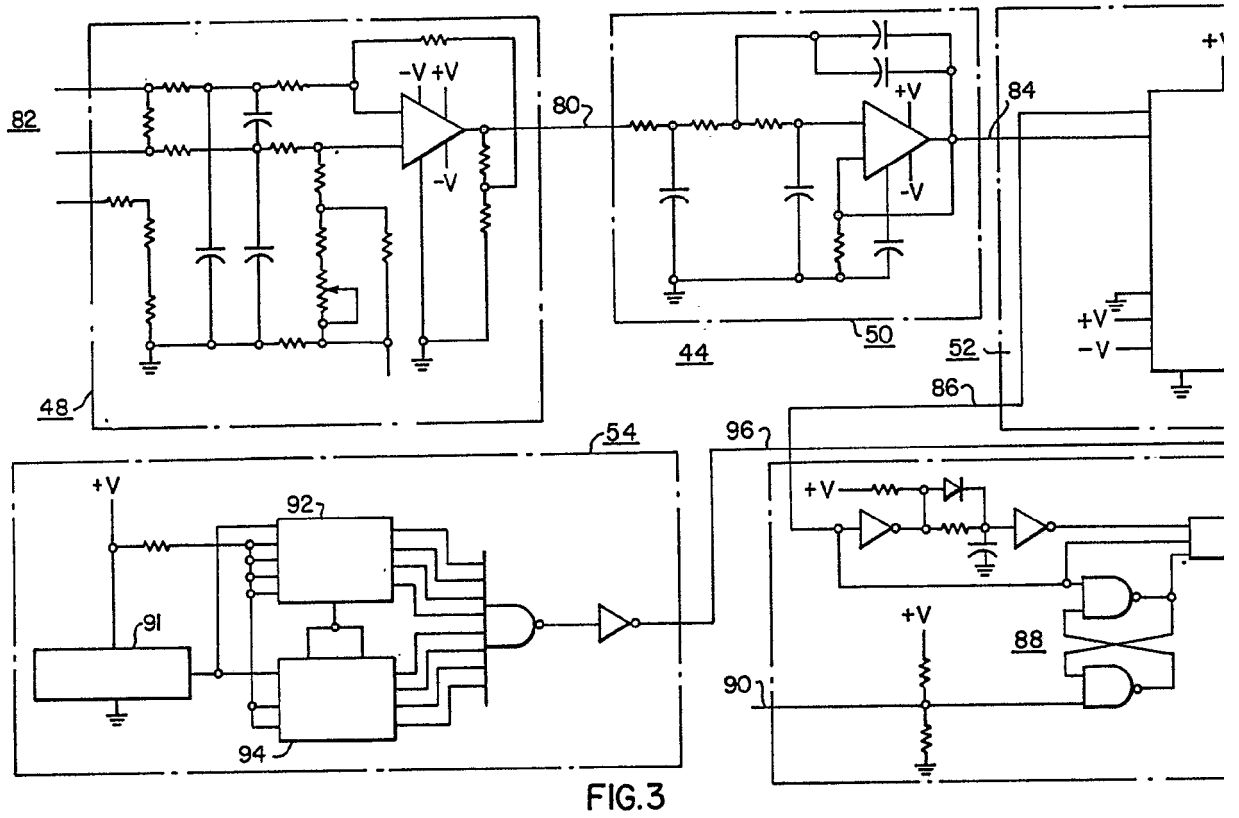


FIG. 31

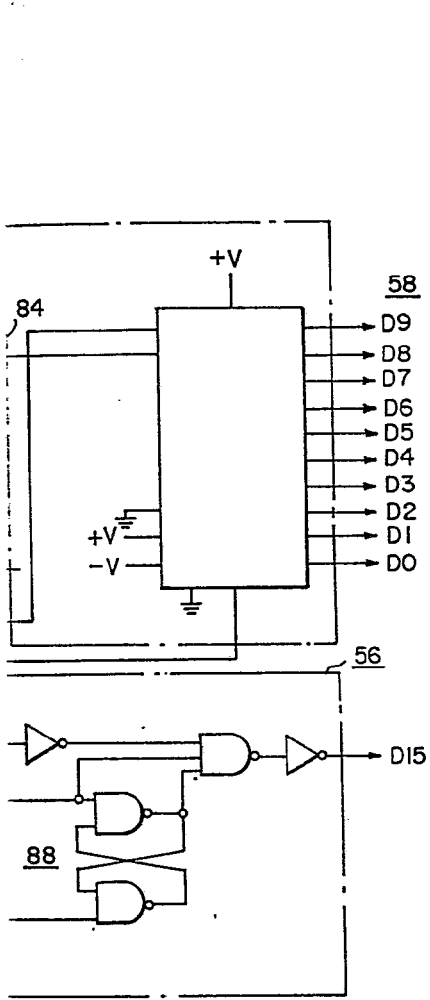


FIG. 5

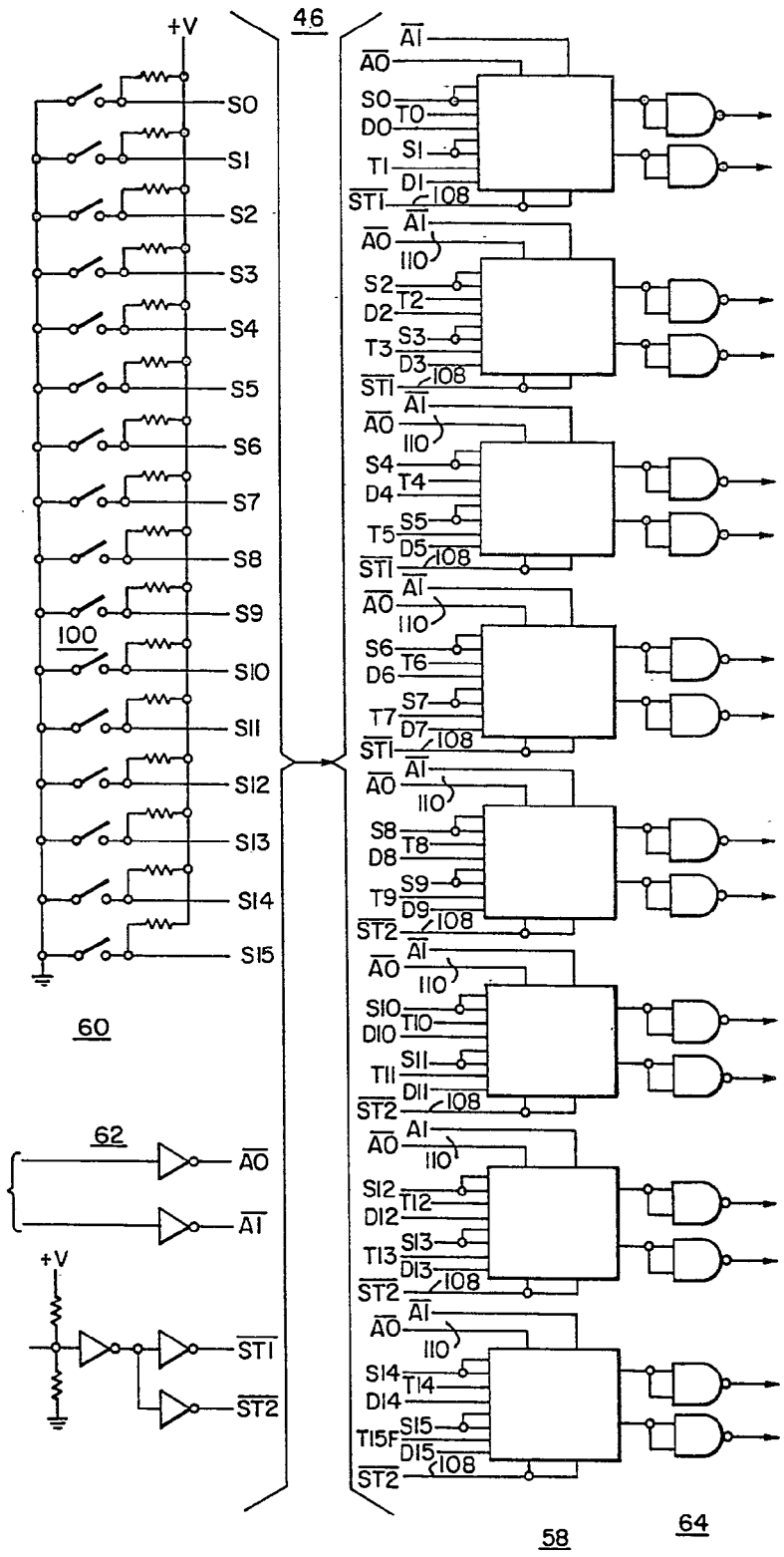


FIG. 4

Oscar de Elzaburu
 Prof. P. de...
[Signature]

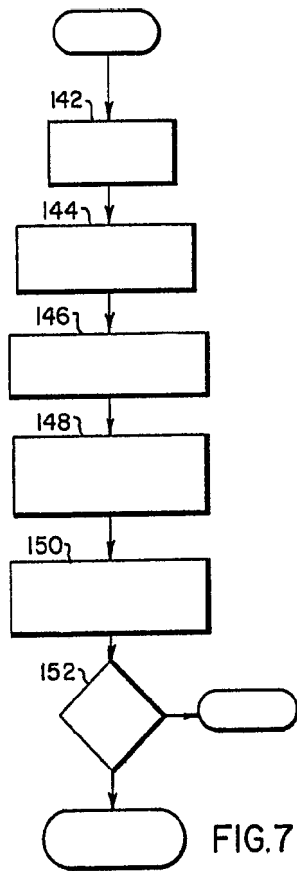


FIG. 7

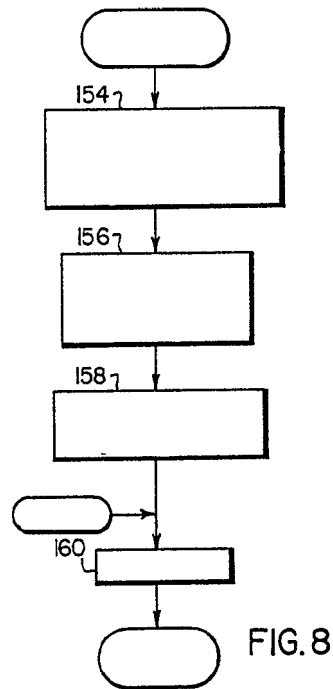


FIG. 8

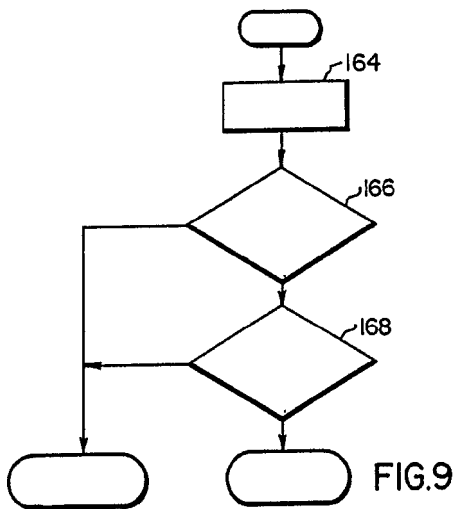


FIG. 9

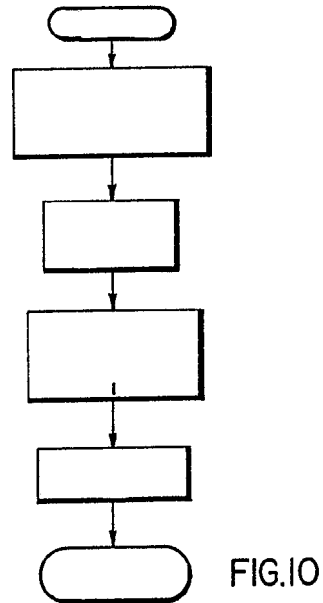


FIG. 10

Oscar de Elzaburu
Per 1529.