

28 JUN. 1974

426393

P.- 57.392

Case 44.093

Int. Cl. G 015

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE 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 Y UNA DISPOSICION PARA PROPORCIONAR SEÑALES DE INFORMACION DE BLANCO CON UNA FRECUENCIA DE REPETICION FIJA EN UN SISTEMA DE RADAR DE IMPULSOS CON UNA FRECUENCIA VARIABLE DE REPETICION DE IMPULSOS"

(Clase Internacional G01s)

21.6.74

- 1 -

Este invento se refiere a sistemas de radar y, más en particular, a un método y un sistema para conectar o acoplar un sistema de radar de período entre impulsos variable con dispositivos de salida susceptibles de funcionar con un período entre impulsos sustancialmente constante.

En un sistema de radar de búsqueda típico, una antena explora en acimut y los ecos del blanco son recibidos y tratados para proporcionar diversos tipos de presentaciones. Usualmente es recibido un eco del blanco por el sistema de recepción del radar para cada una de varias transmisiones del radar al explorar la antena un blanco en acimut, y se utiliza la información del blanco resultante de las diversas transmisiones para determinar la posición del blanco.

En la mayoría de los sistemas de radar de búsqueda se emplea un período entre impulsos variable, es decir, un período variable entre impulsos adyacentes, para conseguir detectabilidad de blanco fiable. Por ejemplo, en un sistema de recepción de radar de búsqueda en el que se emplea un indicador de blanco móvil (MTI) para suprimir el tratamiento de la información del blanco que indica velocidad cero o velocidad muy baja, pueden re-

sultar velocidades ciegas (es decir, velocidades para las cuales se degrada gravemente la detectabilidad) si no se varía el período entre impulsos de un impulso a otro. No obstante, los dispositivos de salida, tales como los indicadores de posición en planta (PPI) y los extractores de blanco digitales suelen requerir un período entre impulsos sustancialmente constante para un funcionamiento correcto.

Por ejemplo, las presentaciones de PPI tienen frecuentemente limitaciones de tiempo de recuperación que hacen que la presentación oscile si el intervalo entre el extremo de un barrido y el principio del barrido siguiente varía sobre una base de impulso a impulso. Análogamente, los extractores de blanco digitales suelen emplear memorias de tambor y la rotación del tambor debe estar sincronizada con el período entre impulsos de salida. Con uno u otro tipo de dispositivos de salida, no se puede tolerar usualmente una variación rápida en el período entre impulsos sin una complicada conexión entre el sistema de recepción de radar y las unidades de salida.

Una solución para este problema ha estado en el uso de una unidad "Desescaladora" para amortiguar el período entre impulsos de salida.

Una unidad "Desescalonadora" típica puede incluir una serie de líneas de retardo de conmutación o el equivalente digital de las mismas y los incrementos disponibles de línea de retardo o registros de desplazamiento limitan la elección de los incrementos de período entre impulsos. Esto puede ser particularmente molesto por cuanto que se requiere un gran número de períodos entre impulsos, comparable al número de impulsos por anchura del haz de radar, para impedir una presentación ambigua de ecos procedentes de un avión grande a un alcance superior al período entre impulsos mínimo del radar. La disposición de una unidad "Desescalonadora" para amortiguar el período entre impulsos, entre el sistema de recepción de radar y los dispositivos de salida, puede ser, por consiguiente, bastante complicada y, por lo tanto, muy costosa.

En consecuencia, un objeto del presente invento es proporcionar un método y un sistema nuevos con los que se resuelvan éstos y otros problemas asociados con la conexión o acoplamiento de los sistemas de radar de período entre impulsos variable con dispositivos de salida.

Otro objeto del presente invento es proporcionar un método nuevo y un sistema de ra-

dar de período entre impulsos variable en el cual las señales de salida de información del blanco aparezcan para los dispositivos de salida con una frecuencia de repetición fija.

5 Otro objeto del presente invento es proporcionar un método y un sistema nuevos para hacer funcionar un radar de búsqueda con un período entre impulsos variable mientras se hacen funcionar los dispositivos de salida del radar con un período
10 entre impulsos fijo, menor que la media del período entre impulsos variable, sin degradar la detectabilidad del blanco.

 El invento consiste, en consecuencia, esencialmente en un método para proporcionar
15 señales de información de blanco de frecuencia de repetición fija en un sistema de radar de impulsos de frecuencia de repetición de impulsos variable, que comprende las operaciones de: transmitir impulsos de energía de onda con una frecuencia de repetición de impulsos que varía sobre una base de intervalo de tiempo variable de impulso a impulso en torno a una frecuencia de repetición de impulsos media predeterminada, derivar señales de información
20 del blanco de los impulsos de retorno consecutivos de la energía de onda a la frecuencia de repetición
25

de impulsos variable del radar, combinando una pluralidad de señales de información de blanco consecutivas, derivadas de los impulsos reflejados de la energía de onda y utilizando las señales de información de blanco combinadas a una frecuencia de repetición fija igual a la frecuencia de repetición de impulsos media del radar dividida por el número que expresa dicha pluralidad.

El período entre impulsos de radar varía de una manera predeterminada alrededor de un período entre impulsos medio y a través de la selección de un período entre impulsos de salida fijo que es un submúltiplo predeterminado del período entre impulsos de radar medio. Puesto que el período entre impulsos de salida es un submúltiplo del período entre impulsos de radar medio, se combina la información de blanco latente para múltiples transmisiones de radar y se derivan las señales proporcionadas a los dispositivos de salida desde la información de blanco combinada, impidiéndose con ello la degradación de la detectabilidad del blanco.

En una realización preferida del presente invento, se derivan señales de información del blanco de los impulsos reflejados de energía de

onda transmitidos a intervalos que varían de acuerdo con una secuencia predeterminada, en la cual la suma de los intervalos variables de grupos consecutivos de los intervalos variables, cada uno de los cuales contiene una pluralidad similar de intervalos, es una constante. Las señales de información del blanco derivadas de los impulsos reflejados de energía de onda son combinadas, de preferencia mediante el uso de un integrador de realimentación, sobre cada período o intervalo constante definido por la suma de los intervalos de la pluralidad en los grupos de intervalos y las señales de información del blanco combinadas se utilizan para generar una señal de salida a intervalos fijos, cada uno de longitud igual a la suma de la pluralidad predeterminada de intervalos.

A continuación se describirá una realización preferida del invento, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de bloques funcional en el que se ilustra un sistema de radar de búsqueda susceptible de ser hecho funcionar de acuerdo con el presente invento;

La Fig. 2 es un gráfico en el que

se ilustra la señal de salida en función de la respuesta de velocidad del blanco del indicador de blanco móvil de la Fig. 1;

5 La Fig. 3 es un diagrama de bloques funcional del extractor de blanco digital de la Fig. 1;

La Fig. 3A es una representación esquemática de la unidad de almacenamiento o memoria de la Fig. 3;

10 La Fig. 4 es un diagrama de bloques funcional de una realización preferida de la unidad de conexión o acoplamiento de salida de la Fig. 1; y

15 Las Figs. 5 y 6 son gráficos que ilustran el funcionamiento de la unidad de conexión de salida de la Fig. 4.

20 La Fig. 1 ilustra funcionalmente un sistema de radar de búsqueda susceptible de ser hecho funcionar de acuerdo con el presente invento. Un transmisor de radar 10 transmite preferiblemente impulsos de energía de onda desde una antena de radar 11 a través de un duplexor adecuado 12. El período entre impulsos puede ser controlado de una manera adecuada mediante una unidad 17 de control
25 de período entre impulsos, la cual hace variar el

período entre impulsos de radar de acuerdo con una
secuencia predeterminada que se describe aquí con
detalle en lo que sigue. Un receptor de radar 13
recibe ecos del blanco, es decir, energía de onda
5 de retorno, a través del duplexor 12 a medida que
se explora con la antena 11 del radar en acimut.

La señal de salida desde el recep-
tor de radar 13, típicamente una señal de frecuen-
cia intermedia (IF), es aplicada a un detector sín-
10 cromo usual 14 para detección de las señales de eco
o de retorno en respuesta a la señal de salida des-
de un oscilador coherente 15. Para suministrar
una señal apropiada al detector 14, el oscilador
coherente 15 está usualmente asociado con la uni-
15 dad transmisora 10, ya sea para suministrar una
señal a la unidad transmisora 10 cuando el trans-
misor es un amplificador de impulsos ya sea para
muestrear y bloquear en fase a la señal de salida
de la unidad del transmisor cuando el transmisor
20 es un oscilador tal como un magnetrón.

La señal de salida desde el de-
tector síncrono 14 puede ser convertida en una se-
ñal digital mediante un convertidor adecuado de
analógico a digital 16, y la señal digital puede
25 ser aplicada a un indicador de blanco móvil (MTI)

usual, adecuado, 18. De acuerdo con el presente
invento, la señal de salida desde el indicador
de blanco móvil 18 es aplicada a una unidad 20
de conexión de salida, que se describe aquí con
5 mayor detalle en lo que sigue. La unidad 20 de
conexión o acoplamiento de salida puede suminis-
trar señales de salida a través de respectivos
terminales de salida 20A y 20B a una o más unida-
des de salida, tal como a la presentación 22 de ra-
10 dar de PPI ilustrada y a un extractor de blanco
digital 24.

La antena de radar 11 puede ser
accionada mediante una unidad 25 de accionamien-
to usual adecuada con un indicador 26 de acimut de
15 antena usual. Una señal AZ de acimut procedente
del indicador 26 de acimut de antena puede también
ser aplicada a cada una de las unidades de salida
22 y 24, según se requiera. Se puede suministrar
una señal de sincronización TMG, que tiene un pe-
20 ríodo entre impulsos relacionado con el período
entre impulsos de los impulsos transmitidos de la
energía de onda, a la unidad 20 de conexión de
salida desde la unidad 17 de control del período
entre impulsos o desde cualquier otra fuente ade-
25 cuada en el sistema de radar.

En un sistema de radar típico, se recibe un eco del blanco por el receptor de radar 13 para cada una de las diversas transmisiones de radar desde el transmisor 10 al explorar la antena un blanco en acimut. Cualquier eco del blanco o señal de retorno es detectado por el detector síncrono 14 y convertido en una señal digital por el convertidor de analógico a digital 16. El indicador de blanco móvil 18 funciona de una manera usual, tal como a través de una técnica de cancelación de impulsos para eliminar aquellos componentes de la señal de retorno o de eco que indiquen que un blanco tiene una velocidad cero o una velocidad muy baja.

Por ejemplo, el indicador de blanco móvil 18 puede proporcionar una curva de respuesta de señal de salida que varía en función de la velocidad del blanco, como se ha indicado en general en 28 en la Fig. 2. Con referencia ahora a la Fig. 2, la curva 28 ilustra una aproximación analógica de una amplitud de señal de salida típica en función de la curva de respuesta de velocidad del blanco de un indicador de blanco móvil, manteniéndose el período entre impulsos del radar constante. En un sistema digital la curva

de la Fig. 2 sería, por supuesto, una serie de valores aislados que siguen en general la curva analógica.

De la Fig. 2 puede verse que con un período entre impulsos de radar constante, la detectabilidad del blanco se degrada gravemente para varias velocidades de blanco ciegas, por ejemplo para V_1 y V_2 . Estas velocidades ciegas no pueden usualmente tolerarse y, en la mayoría de los radares de búsqueda, se emplea por tanto un período entre impulsos variable para proporcionar una respuesta de señal de salida de indicador de blanco móvil en función de la velocidad del blanco que se aproxima a la curva indicada en general en 30.

Aunque el uso de un período entre impulsos variables puede proporcionar respuesta de señal de salida de indicador de blanco móvil esencialmente constante como función de la velocidad, el período entre impulsos variable puede degradar la actuación de las unidades de salida, tal como la pantalla 22 de PPI ilustrada y el extractor 24 de blanco digital. Este problema puede verse más claramente con referencia a un extractor de blanco digital, utilizado a modo de ejemplo, de las características del empleado típicamente en los sistemas

de radar de búsqueda digitales para generar señales de mensaje de blanco digitales, cada una de las cuales define la posición (por ejemplo, la distancia, el acimut y algunas veces la altura) de un blanco detectado. Para los fines de este estudio, se supone que no se ha previsto la unidad 20 de conexión de salida, empleada de acuerdo con el presente invento para resolver los problemas introducidos por el uso de un período entre impulsos variable.

Con referencia ahora a la Fig. 3, en la cual se ha ilustrado funcionalmente un extractor usual de blanco digital, la señal de salida desde el indicador de blanco móvil 18 de la Fig. 1 puede ser aplicada a un circuito 32 de umbral digital usual, adecuado, y la señal de salida desde el circuito de umbral 32 puede ser almacenada por una unidad de memoria o almacenamiento 34, como se describe con mayor detalle en lo que sigue. Las señales almacenadas por la unidad de almacenamiento 34 pueden ser aplicadas en paralelo a un circuito 36 de decisión de borde del blanco, y una señal de salida procedente del circuito 36 de decisión de borde puede ser aplicada a un generador 38 de mensaje del blanco. La señal

de acimut AZ procedente del indicador 26 de acimut de antena puede también ser aplicada al generador 38 de mensaje del blanco. La señal de salida digital procedente del generador de mensaje del blanco
5 puede entonces ser suministrada a una unidad de presentación y/o a puntos o lugares alejados, a través de canales de comunicación de banda relativamente estrecha, tales como líneas telefónicas.

En funcionamiento, el indicador de
10 blanco móvil 18 suministra al extractor de blanco digital una señal digital indicadora de la intensidad de la señal de retorno a los intervalos de frecuencia, es decir, cada medio microsegundo. El circuito 32 de umbral digital toma una decisión de sí/no
15 en cuanto a si la señal digital excede, o no, de un umbral predeterminado (fijado típicamente para producir un régimen de alarma bajo cuando solamente hay presente ruido en el receptor) y genera una señal de salida digital de un solo bitio, la cual
20 puede ser, por ejemplo, un UNO binario para una decisión de "sí" y un CERO binario para una decisión de "no".

La unidad de memoria o almacenamiento 34 es típicamente una memoria del tipo de
25 tambor y almacena las señales de decisión del blan-

co de sí/no, es decir, las señales binarias procedentes del circuito de umbral 32, como función del alcance en células de memoria individuales. Esto puede ilustrarse esquemáticamente como se ha representado en la Fig. 3A, en la cual se ha representado la superficie de una memoria 34 del tipo de tambor como una matriz plana de células de memoria. En la Fig. 3A, las células 40 de almacenamiento individuales de la memoria 34 se han ilustrado esquemáticamente como cuadrados alineados en filas y columnas. Cada una de las columnas verticales N_1 , N_2 N_{16} puede representar una pista en el tambor y cada pista puede almacenar señales de decisión del blanco para un período entre impulsos. Aunque las señales de decisión del blanco son generadas por el circuito de umbral 32 cada medio microsegundo, las células de memoria pueden tener convenientemente tres microsegundos de largo y pueden almacenar un UND binario siempre que se genere una señal de decisión de "sí" durante el intervalo de tres microsegundos de la célula de memoria. Por consiguiente, aunque puede ser posible tener seis decisiones de "sí" durante un intervalo de célula de memoria, solamente será almacenada una de ellas.

El tambor puede girar más allá de

las cabezas de leer/escribir de la memoria 34 (no representada) en sincronismo con el sistema de transmisión del radar, de modo que las cabezas estén situadas a distancia cero (R_0) en la pista del tambor cuando el radar transmite un impulso de energía. Cuando el radar transmite un primer impulso, todas las señales de decisión de "sí" generadas durante el intervalo entre ese primer impulso transmitido y el impulso transmitido inmediatamente a continuación, son almacenadas en la célula 40 de memoria de distancia apropiada en la primera pista N_1 del tambor (es decir, en la primer columna vertical de la izquierda). Cuando se transmite el segundo impulso de radar, los datos almacenados en la primera pista N_1 del tambor son desplazados a la derecha, a la segunda pista N_2 del tambor, y se almacena la información de blanco actual en la primera pista N_1 del tambor. De esta manera se produce una "ventanilla de blanco deslizante" a distancias o alcances aislados desde cero (R_0) hasta el alcance máximo del radar (R_m). Esta "ventanilla de blanco deslizante" contiene una muestra aproximada de las señales de decisión de "sí" generadas a las distancias aisladas para N períodos entre impulsos, incluido el más reciente o el período entre im-

pulsos actual (N_1). Este número N se elige típicamente como de aproximadamente 16.

Todas las señales de decisión almacenadas que representan la presencia de señales de retorno o de eco a una distancia particular son leídas periódicamente y aplicadas al circuito 36 de decisión de borde de la Fig. 3. Los bordes anterior y posterior de un blanco son especificados por el circuito 36 de decisión de borde en respuesta a un número predeterminado de señales de decisión de "sí" almacenadas a una distancia particular. Por ejemplo, un borde anterior de un blanco puede ser indicado mediante el circuito 36 de decisión de borde si 8 de las 16 células de memoria a una distancia particular contienen un UNO binario (señal de decisión de "sí"), y un borde posterior puede venir indicado cuando, a continuación de la indicación de borde anterior, 6 de las 16 células a la misma distancia contienen un UNO binario. Así por ejemplo, para una cierta distancia R_a , un borde anterior de blanco puede ser especificado por el circuito 36 de decisión de borde.

Puede verse de la anterior descripción que la unidad 34 de almacenamiento de tambor debe estar sincronizada con el transmisor de radar

de modo que la distancia cero R_0 tenga lugar en el mismo punto en cada pista del tambor y de modo que no se produzca inestabilidad de la distancia. Por consiguiente, si se varía radicalmente el período entre impulsos de radar de un período al siguiente, se pueden experimentar grandes dificultades para conservar el sincronismo.

En el pasado, este problema se ha suavizado en cierto modo empleando una unidad "Desescaladora" como amortiguador entre el indicador de blanco móvil y los dispositivos de salida. La unidad "Desescaladora", usualmente una serie de líneas de retardo conmutadas o el equivalente digital de las mismas, limita severamente la elección de incrementos de períodos entre impulsos y aumenta el coste total del sistema.

De acuerdo con el presente invento, es admisible el uso de un período entre impulsos ampliamente variable mediante el uso de la unidad 20 de conexión de salida y mediante el funcionamiento del sistema de radar de acuerdo con una secuencia predeterminada de períodos entre impulsos. A este respecto, la señal de salida desde el indicador de blanco móvil 18 es aplicada a la unidad 20 de conexión de salida y la unidad 20 de

conexión de salida integra o suma esencialmente la
señal de salida del indicador de blanco móvil para
un blanco particular. Mediante la apropiada selec-
ción de una secuencia de períodos entre impulsos
5 variables, se pueden emplear una gama de períodos
entre impulsos muy variables en el sistema de trans-
misión del radar al tiempo que se permite que las
unidades de salida funcionen sobre la base de pe-
ríodos entre impulsos que aparecen como de valor
10 sustancialmente constante. Se consigue así una res-
puesta deseable de velocidad del indicador de blan-
do móvil sin la consiguiente degradación del funcio-
namiento de la unidad de salida.

Para conseguir estos resultados de-
15 seables, los intervalos entre transmisiones de ra-
dar, es decir, los períodos entre impulsos, son he-
chos variar a través de una secuencia determina-
da en la cual la suma de una pluralidad predeter-
minada de períodos entre impulsos consecutivos es
20 una constante igual a un múltiplo del período en-
tre impulsos medio. Por ejemplo, la secuencia pre-
determinada de intervalos o períodos entre impul-
sos variables puede estar representada como T_1 ,
 T_2 , T_3 , T_4 T_n , y la suma de dos períodos
25 entre impulsos consecutivos puede ser igual al do-

ble del período T_{AV} entre impulsos medio de los impulsos de radar transmitidos. Análogamente, la suma de tres períodos entre impulsos consecutivos puede ser igual a tres veces el período T_{AV} entre impulsos medio. Estas relaciones pueden ser expresadas como sigue:

$$T_1 + T_2 = T_3 + T_4 = T_5 + T_6 = \dots = 2T_{AV}; \text{ y}$$
$$T_1 + T_2 + T_3 = T_4 + T_5 + T_6 = \dots = 3T_{AV}.$$

Habiendo seleccionado el período entre impulsos variable del radar como se ha descrito en lo que antecede, se utiliza el período entre impulsos constante (igual a un múltiplo del período entre impulsos medio) como el período entre impulsos de salida o frecuencia de repetición de impulsos del radar en el suministro de datos de salida a la presentación de PPI o al extractor de blanco digital. Por consiguiente, para los dispositivos de salida parece que el radar está funcionando a un submúltiplo de su frecuencia de repetición de impulsos media real y con un período entre impulsos fijo en vez de uno variable. No obstante, para la finalidad de la detección del blanco por el siste-

ma de radar, incluido el indicador de blanco móvil 18, el radar está funcionando realmente con un período entre impulsos variable.

5 Para evitar la pérdida de información en la señal de retorno, la unidad 20 de conexión de salida combina la información del blanco latente derivada de la energía de onda reflejada por un blanco en el período definido por el número que expresa la pluralidad predeterminada de períodos entre impulsos de radar reales, de preferencia por medio de una técnica de integración. La energía recibida desde el blanco durante esos períodos en los cuales no se suministra información a los dispositivos de salida 22 y 24 se utiliza por consiguiente plenamente para mejorar la relación de señal a ruido en las 10 muestras de datos de salida, por cuanto esas muestras de datos de salida comprenderían una suma de información de eco del blanco. Por consiguiente, no existe sacrificio alguno de la detectabilidad y, de hecho, puede haber en general una mejora de la detectabilidad. 15 20

La unidad 20 de conexión de salida de la Fig. 1, la cual combina las señales de información de blanco latente, es preferiblemente un integrador de realimentación del tipo corrientemente utilizado en los sistemas de radar de búsqueda para otros 25

finés y, por consiguiente, su uso como unidad 20
de conexión de salida sobre una base compartida,
por ejemplo, no comporta virtualmente aumento al-
gungo del equipo fijo en el sistema de radar. En
5 la realización preferida del invento, la unidad
20 de conexión de salida es preferiblemente un in-
tegrador de realimentación digital del tipo des-
crita y reivindicado en la solicitud de patente
para los EE.UU. Número de Serie 232.150, presen-
10 tada con fecha 6 de Marzo de 1972, por John W. Tay-
lor, Jr., y cedida al cesionario del presente in-
vento. La descripción que se efectúa en la soli-
citud de Taylor, Jr. se incorpora por consiguien-
te aquí como referencia.

15 Con el integrador de realimenta-
ción descrito en la solicitud de patente antes
mencionada e ilustrada en la Fig. 4, la señal de
salida desde el indicador de blanco móvil 18 de
la Fig. 1 puede ser muestreada cada medio micro-
20 segundo, empezando en un tiempo cero impuesto por
cada impulso de radar transmitido. La señal de
salida desde el indicador de blanco móvil 18 ha
sido intencionadamente limitada en amplitud, de
modo que un solo impulso de interferencia, inde-
25 pendientemente de lo intenso que pueda ser, no

pueda producir una salida detectable del integrador de realimentación. La señal del indicador de blanco móvil puede ser aplicada a un terminal de entrada "más" o de sumación de una sumadora 50, y la señal de salida desde un terminal de salida 51 de la sumadora 50 puede ser limitada por un limitador 52 superior e inferior. La señal de salida desde el limitador 52 puede ser aplicada, a través de un terminal de salida 53, a una unidad de almacenamiento o memoria adecuada 54, a un circuito 58 de umbral digital y a un convertidor 56 de digital a analógico. El nivel de umbral del circuito 58 de umbral digital puede ser controlado por una señal procedente de un circuito 57 de control de umbral digital adecuado, como se ha ilustrado, y el paso discriminado de la señal de salida en el terminal de salida 53 al convertidor 56 de digital a analógico y al circuito 58 de umbral digital puede ser controlado para un submúltiplo de la frecuencia de repetición de impulsos del radar por la señal TMG.

La señal de salida desde la unidad de almacenamiento 54 puede ser aplicada a un terminal de entrada "más" de la sumadora 50 y, a través de un multiplicador 60 por 2^{-n} y de un cir-

5 cuito truncado 62, a un terminal de entrada "menos" o de restar de la sumadora 50. Se puede aplicar una señal de polarización procedente de un circuito 64 de polarización adecuado a un terminal de entrada "más" de la sumadora 50.

10 Se observará que con la unidad de conexión de salida preferida ilustrada en la Fig. 4, el circuito 58 de umbral digital realiza la misma función que el circuito de umbral 32 anteriormente estudiado en relación con el extractor de blanco digital de la Fig. 3. Esta función puede ser realizada ya sea en la unidad de conexión de salida ya sea el extractor de blanco digital, pero no se requiere en ambas unidades.

15 El funcionamiento del circuito de la Fig. 4 se puede comprender más claramente con referencia a la solicitud de patente antes mencionada de Taylor, Jr., y con referencia ahora a las Figs. 5 y 6. Con referencia ahora a la Fig. 20 5, las amplitudes de los ecos recibidos al explorar el haz más allá de un blanco a una distancia particular pueden ser representadas por la curva 66. Se observará que, puesto que el radar es de impulsos, las amplitudes son realmente valores aislados, 25 como se ha indicado por las cruces a lo largo de la

curva 66. Además, la limitación de las señales de información del blanco, como anteriormente se ha mencionado, da por resultado una forma sustancialmente rectangular de la curva 66, es decir, valores
5 de amplitudes individuales sustancialmente iguales, para intensos ecos del blanco.

Cada una de las diversas señales de información del blanco derivadas de los ecos del blanco recibidos al explorar la antena del
10 radar más allá de un blanco es ponderada de acuerdo con una curva 68, la cual, en esta realización en la que se emplea el integrador de realimentación, es exponencial. A la primera señal de información del blanco se le puede asignar un peso de 1, como
15 se ha indicado en general en 70, y puede ser almacenada por la unidad de almacenamiento 54. Suponiendo que se haya seleccionado n como 3 para el multiplicador 60, la siguiente señal de información del blanco procedente de una distancia específica es
20 sumada con la señal de información almacenada a la misma distancia menos $1/8$ de la señal de información almacenada (es decir, se suma la segunda señal de información del blanco con los $7/8$ de la primera señal de información del blanco). Este valor suma
25 se almacena en la unidad 54 de almacenamiento y se

suma de modo similar la tercera señal de información del blanco con las señales de realimentación negativa y positiva procedentes de la unidad de almacenamiento 54. La señal de salida resultante en el terminal de salida 51 de la sumadora 50 seguirá, por tanto, una curva exponencial 72, como se ha ilustrado en la Fig. 6. La amplitud de la señal de salida puede ser expresada en términos de tres ecos de blanco sucesivos A_1 , A_2 y A_3 , como sigue:

	<u>Eco número</u>	<u>Señal de Salida</u>
	A_1	A_1
15	A_2	$A_2 + 7/8 A_1$
	A_3	$A_3 + 7/8 A_2 + (7/8)^2 A_1$

Con referencia a las figuras 4 y 6, la señal de salida en el terminal de salida 51 de la sumadora 50 puede ser representada por la curva 72 de la Fig. 6 como anteriormente se describió. El limitador 52 superior e inferior puede fijar límites superior e inferior de las amplitudes de la señal de salida en el terminal de salida 53, como se

ha indicado en general respectivamente en 74 y 76 en la Fig. 6. El nivel 80 de umbral digital del circuito 56 de umbral digital puede fijarse con respecto al nivel de ruido 78 como anteriormente se describió.

5 El límite inferior 76 estabiliza el integrador de realimentación y mantiene en general los respectivos niveles como se ha indicado en la Fig. 6. Puesto que la señal en el terminal de salida 51 de la sumadora 50 (curva 72) aumenta exponencialmente, la máxima amplitud de la señal de eco del blanco está limitada por el límite superior 74, dando por resultado una señal de salida en el terminal de salida 53 del limitador 52 superior e inferior, la cual sigue en general la curva 82 de modo sustancialmente independiente de la intensidad de la señal de blanco. El circuito 58 de umbral digital proporcionará señales de decisión de "sí" para las señales entre los puntos 84 y 86.

10 15 20 Aunque la técnica de realimentación preferida de la unidad 20 de conexión de salida de la Fig. 4 proporciona la respuesta exponencial descrita en relación con las Figs. 5 y 6, se pueden utilizar técnicas de combinación de varias se

ñales para integrar o sumar los grupos de 2, 3 ó
más ecos del blanco, ya sea directamente ya sea
de acuerdo con una relación predeterminada, como
en la realización preferida, en un número menor
5 de muestras de datos de salida. La técnica exponen-
cial particular descrita es, sin embargo, la prefe-
rida, por cuanto que proporciona una adaptación
deseable entre la resolución en distancia y en aci-
mut de la unidad 20 de conexión de salida y del sig-
10 tema de radar.

El funcionamiento de un sistema de
radar de acuerdo con el presente invento, en el que
se emplea la unidad de conexión de salida de la Fig.
4, puede ilustrarse a modo de ejemplo mediante la
15 siguiente table de parámetros:

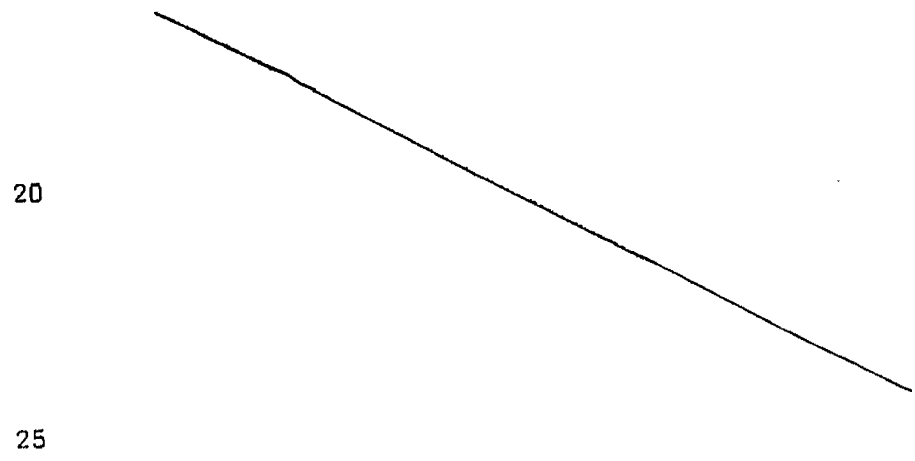


TABLA I. PARAMETROS TIPICOS

		<u>Ejemplo A</u>	<u>Ejemplo B</u>
	Frecuencia de repetición de impulsos del radar (media)	330	780
5	Ecos combinados	2	3
	Frecuencia de repetición de impulsos de salida	165	260
	Alcance de presentación máximo (en kilómetros - Km) sobre el PPI común (con el 10 % de Tiempo de Recuperación)		
10	Ecos de radar	407 km	185 km
	Respuestas de IFF (identificación de amigo/enemigo)	814 km	500 km
	Impulsos por Anchura del Haz		
15	Radar	14	27/33/66
	Salida	7	9/11/22
	Resolución de Alcance en kilómetros		
	Radar	0,07	0,14
	Integrador de Realimentación	0,07	0,14
20	Extractor de Blanco Digital	0,46	0,55
	PPI	1,85	1,85
	Número de Períodos entre Impulsos		
	Radar	2 x 4 = 8	3 x 8=24
25	Salida	1	1

De la anterior descripción puede verse que el presente invento proporciona numerosas ventajas sobre los sistemas de radar de búsqueda conocidos. Por ejemplo, el presente invento proporciona un período entre impulsos de salida fijo, compatible con ambos extractores de blanco digital, los que utilizan memoria de tambor y presentaciones de PPI, eliminando el equipo fijo adicional de "Desescaladora" empleado en el pasado.

Debido a este período entre impulsos de salida fijo, o frecuencia de repetición de impulso fija, el invento permite una capacidad de presentación de PPI de 2 a 3 veces la del límite de ambigüedad del radar, permitiendo que sean presentadas simultáneamente respuestas de IFF desde blancos situados a distancias mayores. Puesto que la información del blanco se combina para una pluralidad de ecos del blanco y el régimen de muestreo es menor que la frecuencia de repetición de impulsos real del radar, el invento reduce la frecuencia de muestreo de datos de salida a un número modesto de impulsos de datos de salida por anchura del haz, generalmente más compatible con la capacidad de almacenamiento de los extractores de blanco digitales.

Además, el proceso de integración preferido del invento puede ser controlado para adaptarlo a los requisitos del sistema de radar. Con la integración exponencial preferida, la resolución en distancia es más compatible con el radar que la obtenida empleando solamente las características que proporciona el PPI usual o el extractor de blanco digital usual.

El presente invento puede ser realizado en otras formas específicas sin desviarse del espíritu ni de las características esenciales del mismo. Las realizaciones que aquí se describen han de considerarse por consiguiente, en todos los aspectos, como ilustrativas y no como limitativas, quedando indicado el alcance del invento por las reivindicaciones que se acompañan en vez de por la descripción hecha en lo que antecede y, por consiguiente, se pretende que queden abarcados en aquéllas todos los cambios que estén comprendidos en el significado y el alcance de equivalencia de las reivindicaciones.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 24 de Mayo de 1973, bajo el Nº 363.776, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente

Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- REIVINDICACIONES -

10

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:

15

20

25

1ª.- Un método para proporcionar señales de información de blanco con una frecuencia de repetición fija en un sistema de radar de impulsos con una frecuencia variable de repetición de impulsos, que comprende las operaciones de transmitir impulsos de energía de onda a una frecuencia de repetición de impulsos que varía en una base de intervalo de tiempo variable de impulso a impulso en torno a una

21.6.74

frecuencia de repetición de impulsos media prede-
terminada, derivar señales de información de blan-
co a partir de impulsos de retorno consecutivos de
la energía de onda a la frecuencia de repetición
5 de impulsos variable del radar, combinar una plura-
lidad de señales de información de blanco consecu-
tivas derivadas de los impulsos reflejados de ener-
gía de onda y utilizar las señales de información
de blanco combinadas a una frecuencia de repetición
10 fija igual a la frecuencia de repetición de impul-
sos media del radar dividido por el número que ex-
presa dicha pluralidad.

2ª.- Un método según la reivindi-
cación 1ª, en el que la pluralidad de señales de
15 información de blanco consecutivas se combinan al-
macenando una primera señal de información de blan-
co derivada desde un primer impulso de la energía
de onda devuelta desde un blanco y sumando una par-
te fraccional de la primera señal de información
20 de blanco con una segunda señal de información de
blanco derivada a partir del segundo impulso con-
secutivo de la energía de onda devuelta desde el
blanco.

3ª.- Un método según la reivindica-
25 ción 2ª, en el que la parte fraccional es $7/8$.

4ª.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el que se combinan dos señales de información de blanco consecutivas y en el que la frecuencia de repetición fija es $1/2$ de la frecuencia de repetición de impulsos media del radar.

5ª.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el que se combinan tres señales de información de blanco consecutivas y en el que la frecuencia de repetición fija es $1/3$ de la frecuencia media de repetición de impulsos del radar.

6ª.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª y 5ª, en el que se combinan tres señales de información de blanco consecutivas almacenando una primera señal de información de blanco derivada desde un primer impulso de la energía de onda devuelta desde un blanco, sumando $7/8$ de la primera señal de información de blanco almacenada con una segunda señal de información de blanco derivada desde el segundo impulso consecutivo de la energía de onda devuelta desde el blanco, almacenando la suma de los $7/8$ de la primera y de la segunda señales de información de blanco y sumando $7/8$ de la señal suma almacenada con una tercera señal de información de blanco de-

rivada desde el tercer impulso consecutivo de la energía de onda devuelta desde el blanco.

7ª.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los intervalos de tiempo de impulso a impulso varían de acuerdo con una secuencia en la que la suma de los intervalos en grupos consecutivos de intervalos variables, cada uno de los cuales contiene una pluralidad predeterminada similar de intervalos variables en un período constante, y en el que la combinación de las señales de información de blanco derivadas desde los impulsos reflejados de energía de onda en cada período constante está definida por la suma de la pluralidad predeterminada de intervalos de los grupos consecutivos de los intervalos variables, y que incluye la operación de generar una señal de salida procedente de las señales de información de blanco combinadas a intervalos fijos, cada uno de ellos igual en longitud al período constante definido por la suma de la pluralidad predeterminada de intervalos de los grupos consecutivos de los intervalos variables.

8ª.- Un método según la reivindicación 7ª, en el que cada grupo consecutivo de intervalos variables comprende dos intervalos variables

ción de impulsos que opera de acuerdo con el método de la reivindicación 1ª, comprendiendo dicha disposición medios para transmitir impulsos de energía de onda a una frecuencia de repetición de impulsos que varía en una base de impulso a impulso alrededor de una frecuencia de repetición de impulsos media predeterminada, medios para derivar señales de información de blanco a partir de impulsos consecutivos de la energía de onda devuelta desde el mismo blanco, aproximadamente a la frecuencia de repetición de impulsos variable del radar, medios que responden a dichos medios de derivación para combinar una pluralidad de señales de información de blanco consecutivas derivadas desde los impulsos reflejados de energía de onda y medios que responden a los medios combinadores para utilizar las señales de información de blanco combinadas a una frecuencia de repetición fija igual a la frecuencia media de repetición de impulsos del radar dividida por el número que expresa dicha pluralidad.

12ª.- Una disposición según la reivindicación 11ª, en la que dichos medios combinadores comprenden medios para sumar una señal de información de blanco procedente de un punto específico de alcance con una parte fraccional de los datos almacenados,

28 JUN 1974


proporcionando los medios sumadores la suma resultante como nuevos datos almacenados en lugar de los datos previamente almacenados.

5 13ª.- Una disposición según las
reivindicaciones 11ª ó 12ª, en la que dichos me-
dios combinadores comprenden medios para almace-
nar una primera señal de información de blanco
derivada de un primer impulso de la energía de
onda devuelta desde un blanco y medios para su-
10 mar una parte fraccional de la primera señal de
información de blanco con una segunda señal de
información de blanco derivada desde un segundo
impulso consecutivo de la energía de onda devuel-
ta desde el blanco.

15 14ª.- Una disposición según la
reivindicación 13ª, en la que la parte fraccional
es 7/8.

20 15ª.- Una disposición según la
reivindicación 14ª, en la que se combinan dos
señales de información de blanco consecutivas me-
diante dichos medios combinadores y en la que la
frecuencia de repetición fija es 1/2 de la frecuen-
cia media de repetición de impulsos del radar.

25 16ª.- Una disposición según la
reivindicación 11ª, en la que se combinan dos se-

6.6.74

ñales de información de blanco consecutivas y en la que la frecuencia de repetición fija es $1/2$ de la frecuencia media de repetición de impulsos del radar.

5 17ª.- Una disposición según la reivindicación 11ª, en la que se combinan tres señales de información de blanco consecutivas y en la que la frecuencia de repetición fija es $1/3$ de la frecuencia media de repetición de impulsos del radar.

10 18ª.- Una disposición según la reivindicación 17ª, en la que dichos medios combinadores comprenden medios para almacenar señales digitales, medios que responden a dichos medios de almacenamiento y dichos medios de derivación para sumar los $7/8$ de una señal almacenada por dichos medios de almacenamiento con una señal de información de blanco procedente de dichos medios de derivación, y medios de circuito para aplicar la señal de suma procedente de dichos medios sumadores a dichos medios de almacenamiento, respondiendo dichos medios de muestreo a dichos medios sumadores.

15 19ª.- Una disposición según la reivindicación 11ª, que incluye medios para combinar información de blanco derivada desde los impulsos de energía de onda reflejados desde el mismo blanco en cada período constante definido por la suma de la pluralidad predeterminada de intervalos en los grupos consecutivos de los inter-

20

25

valos variables, y medios para generar una señal de salida procedente de la información de blanco latente combinada a intervalos fijos, cada uno de los cuales tiene la misma longitud que el período constante definido por la suma de la pluralidad predeterminada de intervalos.

5

20ª.- Una disposición según la reivindicación 19ª, en la que dichos medios combinadores comprenden medios para sumar la información de blanco procedente de un punto específico de alcance con una parte fraccional de los datos almacenados, proporcionando dichos medios sumadores nuevos datos almacenados en lugar de los datos previamente almacenados.

10

15

21ª.- Una disposición según la reivindicación 19ª o la 20ª, en la que cada grupo consecutivo de intervalos comprende dos intervalos consecutivos y en el que dichos medios combinadores comprenden un integrador de realimentación ponderado exponencialmente.

20

20

22ª.- Una disposición según la reivindicación 19ª o 20ª, en la que cada grupo consecutivo de intervalos comprende tres intervalos consecutivos y en el que dichos medios combinadores comprenden un integrador de realimentación ponderado exponencialmente.

25

23ª.- Un método y una disposición para proporcionar señales de información de blanco con una frecuencia de repetición fija en un sistema de radar

de impulsos con una frecuencia variable de repetición de impulsos.

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

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

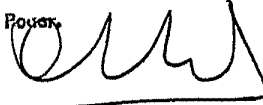
10

Madrid,

28. ABR. 1976

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.



15

20

25

23.4.76

EAS.-

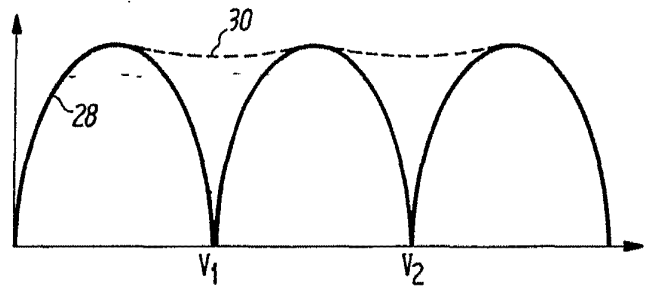


FIG. 2

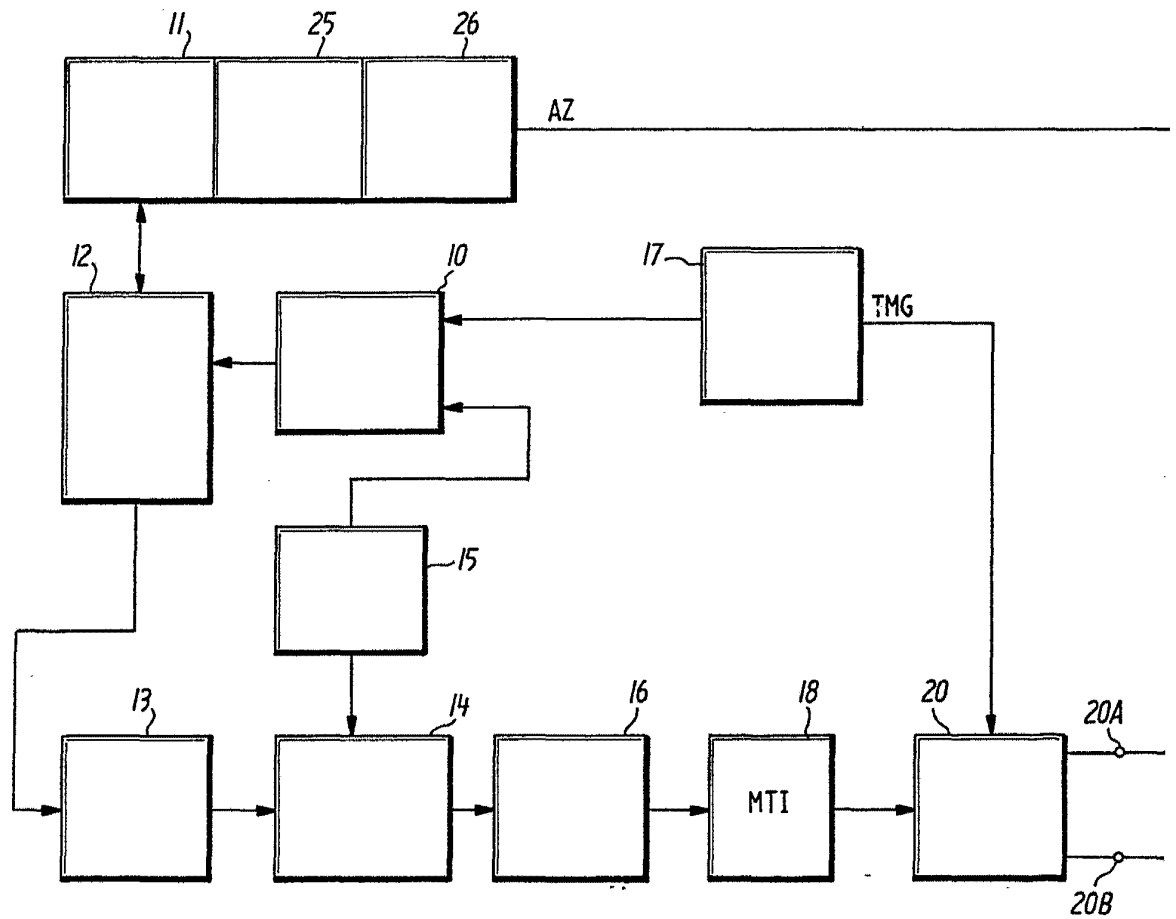


FIG. 1

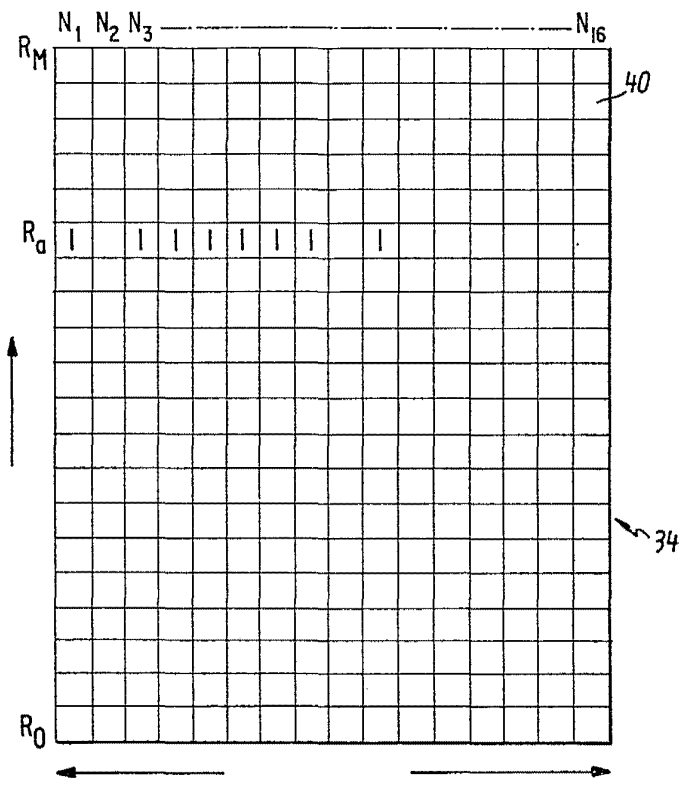
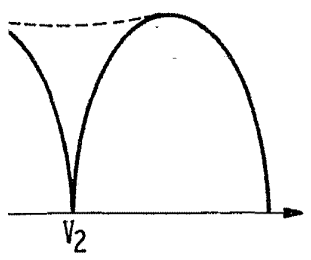
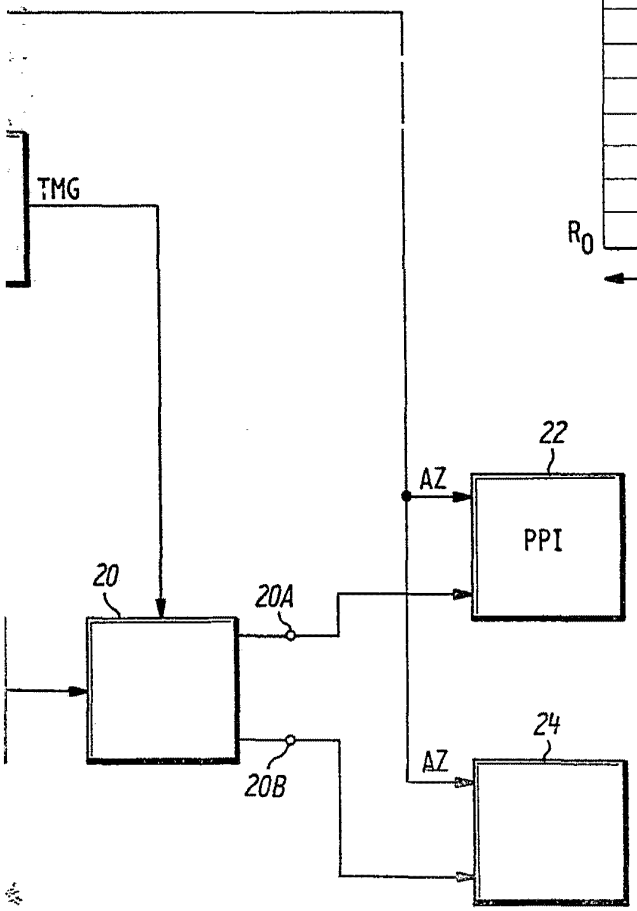


FIG. 3A



Remitido de Elzeviro
 Por Pedro *[Signature]*

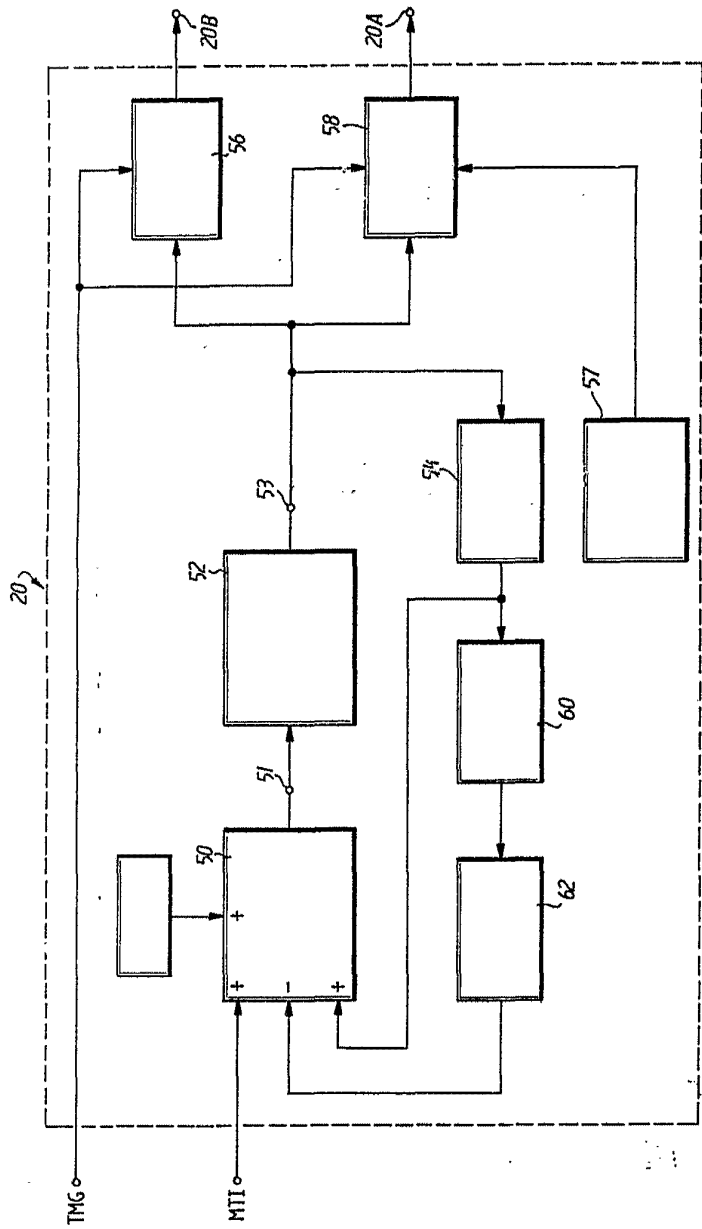


FIG. 4

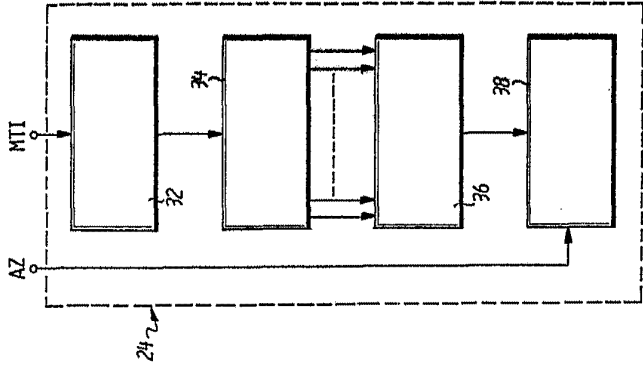


FIG. 3

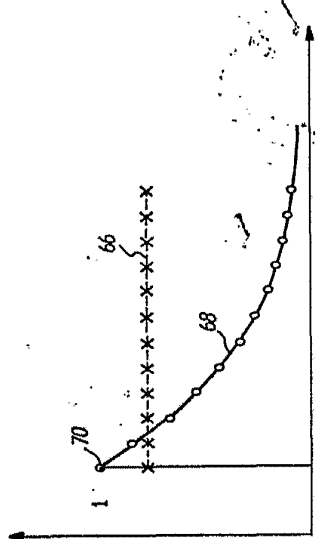


FIG. 5

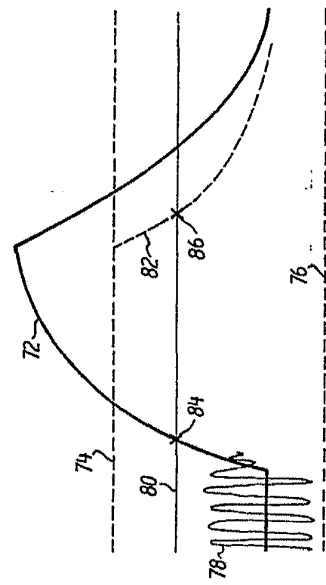


FIG. 6

INVENTOR

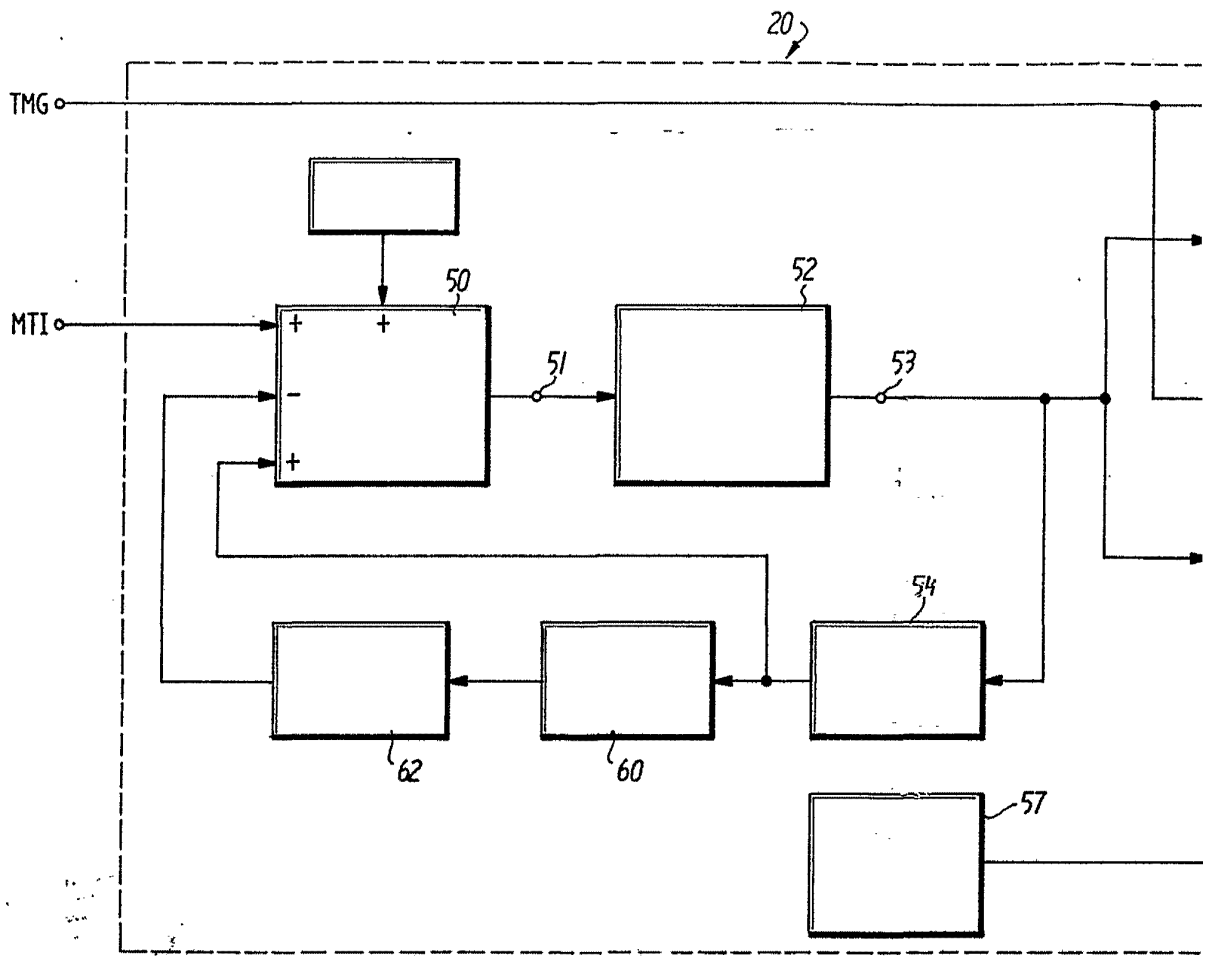


FIG. 4

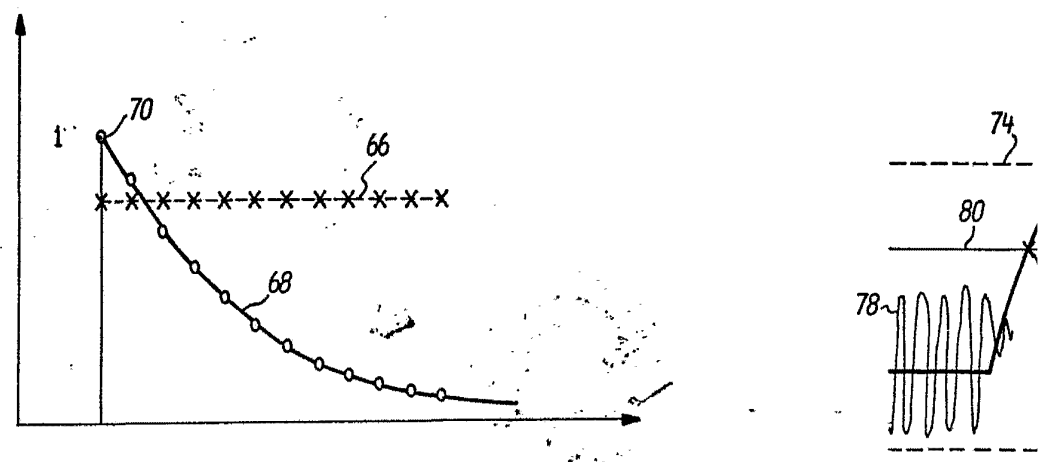


FIG. 5

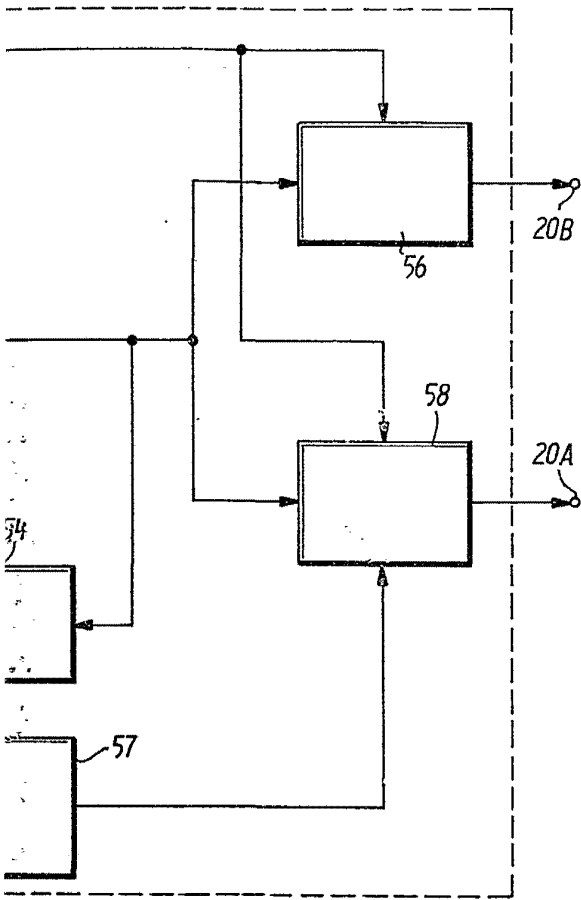


FIG. 3

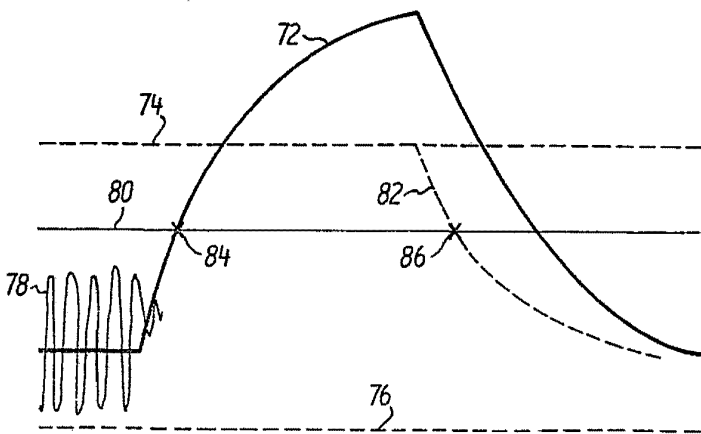
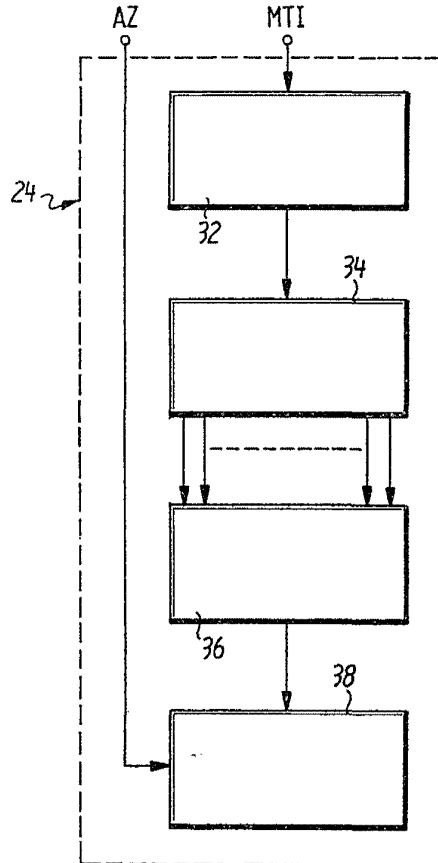


FIG. 6

de Hincobert
1974