

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y en el contenido de la Memoria anexa.

ES

11
21
22

NUMERO	468797
FECHA DE PRESENTACION	14. ABR. 1978

A1

20 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
746.276	1-12-76	E.U.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G08C	464.592
64 TITULO DE LA INVENCION		
"UN DISPOSITIVO DE TRATAMIENTO DE SEÑALES"		
71 SOLICITANTE (S)		
RAYTHEON COMPANY		(Case No. 29836-(DMW)-DIV)
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
141 Spring Street, Lexington, Massachusetts 02173, Estados Unidos de América.		
72 INVENTOR (ES)		
Walter J. Martin y John Furtado.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.-68.605)

1 La presente invención se refiere a un sistema
para combinar señales de una formación o disposición regu-
lar de elementos radiantes electromagnéticos, o de trans-
ductores de sonar, con el fin de formar un haz de energía
5 electromagnética o energía sónica o acústica; y, más en
particular, a un sistema que forma haces en una pluralidad
de direcciones respecto a dicha formación. En la descrip-
ción que sigue, se utilizará el término "transductores",
puesto que la forma preferida de realización del invento
10 se hizo físicamente en un sistema de sonar. Ahora bien,
se sobrentiende que la descripción tiene también aplica-
ción a la formación de haces de energía electromagnética,
y que en el término de transductor se incluyen los elemen-
tos radiantes para la realización física del invento en
15 un sistema de radar.

 A menudo se emplea una formación de transducto-
res para recibir y transmitir energía radiante acústica.
Los haces de recepción de la energía radiante se forman
combinando las señales de los transductores y conservando
20 los desplazamientos relativos de fase de las señales indu-
cidas por un frente de ondas de energía radiante que se
propague cruzando de un lado a otro la formación. En el ca-
so de formaciones largas, hablando de largas en el sentido
de que el tiempo necesario para que un frente de ondas de
25 energía radiante pase cruzando la formación es más largo
que la inversa de la frecuencia con la cual se van a ex-
traer los datos de la energía radiante recibida, las ope-
raciones aritméticas que intervienen en la acción de combi-
nar las señales de los elementos radiantes o transductores,
30 hasta producir una muestra de salida de datos, están sólo

1 parcialmente terminadas cuando se empiezan las operaciones aritméticas para la siguiente muestra de salida de datos.

5 Esta situación se aprecia con suma facilidad en el caso de una formación de transductores de sonar, utilizada para formar un haz de transmisión, o un haz de recepción, de energía acústica. Considerando, a título de ejemplo, una formación receptora de sonar lo bastante larga para que transcurran varios milisegundos a medida que un frente de ondas de energía radiante se propaga cruzando la

10 formación de un lado a otro, y teniendo en cuenta además que los datos se van a extraer de la formación a razón, o con una frecuencia, de varios kilohertzios, es evidente que deben extraerse forzosamente muchas muestras de salida de datos durante el tiempo que invierta el frente de ondas

15 en propagarse de un lado a otro de la formación. En una configuración de formación en la que los transductores estén dispuestos a lo largo de una línea recta, un frente de ondas plano que llegue a lo ancho incide sobre todos los transductores simultáneamente, en tanto que un frente de

20 ondas que llegue longitudinalmente va incidiendo sucesivamente sobre cada uno de los transductores. Un frente de ondas que llegue o incida oblicuamente sobre la formación se propaga cruzándola en menos tiempo que cuando la propagación está en sentido longitudinal. Así, como puede verse,

25 el tiempo que invierten las señales de transductor en combinarse para formar una sola muestra de datos varía con la dirección de incidencia del frente de ondas respecto de la formación de transductores.

30 Cuando la formación de sonar arriba indicada se utiliza para recoger datos procedentes de muchas direccio-

1 nes, surge un problema, por ser conveniente formar haces
en cada una de las muchas direcciones. Este problema se
plantea en virtud de las numerosas operaciones aritméticas
requeridas para formar cada muestra de salida de datos pa-
5 ra cada haz, al tener que proporcionarse una sucesión de
las muestras por cada sentido o dirección en que se haya
de formar un haz. También se plantea un problema en la
sincronización, o regulación en el tiempo, de estas opera-
ciones aritméticas, en vista del hecho de que el tiempo
10 transcurrido durante el cálculo de una muestra de salida
varia, desde un intervalo de tiempo más breve que el inter-
valo entre muestras de salida sucesivas hasta un tiempo
que es más largo que muchos de estos intervalos de muestra
de salida. Esta variación se produce, como antes se ha in-
15 dicado, de acuerdo con las diversas direcciones de propaga-
ción de la radiación respecto a la formación. Con las for-
maciones amplias utilizadas en los sistemas de sonar muy
directivos, y las frecuencias o velocidades de obtención
de datos, relativamente altas, a menudo utilizadas por los
20 modernos sistemas de sonar, los cálculos necesarios para
formar haces en multitud de direcciones y para extraer da-
tos de los mismos bien pueden exigir unas máquinas calcula-
doras ("computadoras") demasiado grandes para que puedan
acomodarse fácilmente a bordo de un buque pequeño, tanto
25 por el tamaño físico del equipo de cálculo necesario como
por el personal requerido para atender y hacer funcionar
el equipo de cálculo.

Además, existe el problema de la sincronización
del muestreo de las señales de transductor con los cálcu-
30 los arriba mencionados. Las señales de transductor se mues

1 trecan con una tasa o frecuencia de muestreo de entrada su-
ficientemente alta: por ejemplo, diez muestreos durante el
intervalo de tiempo en que una onda de sonido se propaga
a la distancia de una longitud de onda, con el fin de te-
5 ner la seguridad de que se forman haces sin, o con muy po-
cos, lóbulos discordantes y nulos discordantes; así, el
muestreo de las señales de entrada de transductor necesita
ser efectuado con una frecuencia mayor que aquélla con la
cual se producen las muestras de salida para un haz cual-
10 quiera.

Los problemas mencionados se superan, y se ofre-
cen otras ventajas, con un sistema formante de haz en el
que se usa una formación o disposición regular de transduc-
tores y que, con arreglo a la presente invención, compren-
15 de un dispositivo de toma de muestras (muestreador) de las
señales de transductor para proporcionar muestras de entra-
da al sistema, una unidad aritmética acoplada al muestrea-
dor, para sumar entre sí unas muestras de las señales de
transductor, y una memoria acoplada a la unidad aritmética
20 para almacenar sumas de las muestras de señal.

Al propagarse un frente de ondas de energía acús-
tica de un lado a otro de la formación, el frente de ondas
va incidiendo sucesivamente en unos transductores indivi-
duales, de los que componen la formación. El tiempo trans-
25 currido durante el tránsito del frente de ondas por la for-
mación depende de la disposición de los transductores res-
pecto a la dirección de propagación del frente de ondas.
Así, por vía de ejemplo, un frente de ondas que incida a lo
ancho sobre una formación en línea alcanza a todos los
30 transductores simultáneamente, en tanto que el frente de

1 ondas que incida longitudinalmente, esto es, tomando la for-
mación a lo largo, requiere un máximo de tiempo de tránsito
para recorrer la formación, y llega a cada transductor en
sucesión o secuencia. En el caso de que incida oblicuamen-
5 te sobre la formación, el tiempo de tránsito es menor que
en el caso de la incidencia longitudinal, y los intervalos
de incidencia del frente de ondas en sucesión sobre los
transductores individuales se reduce igualmente.

10 El sistema formante de haz de la invención pro-
duce unas muestras de salida de datos, para cada haz que
se vaya a formar, partiendo de las muestras de entrada de
las señales de transductor. La frecuencia de aparición de
las muestras de salida para un haz cualquiera se elige con
arreglo al espectro y a la frecuencia de datos de la señal
15 transmitida a lo largo de dicho haz, y no varía con el
tiempo de tránsito de la energía acústica al cruzar la for-
mación de transductores.

20 En la formación de una muestra de salida para un
haz orientado oblicuamente a la formación en línea, las
sumas de las muestras de entrada aparecen secuencialmente,
produciéndose, tras haber incidido el frente de ondas so-
bre dos de los transductores, una suma parcial que incluye
cada vez más términos, a medida que el frente de onda, en
su propagación o avance, va cruzando nuevos transductores.
25 Se obtiene una suma completa una vez que el frente de ondas
ha recorrido por completo la formación de transductores.
Así, como se verá, el tiempo requerido para completar una
suma y de ese modo producir una muestra de salida depende
del tiempo de tránsito del frente de ondas al cruzar de un
30 lado a otro de la formación.

1 El tiempo entre muestras de salida, como se ve
por lo que antecede, depende de la frecuencia de datos, y
bien puede ser menor que el tiempo de tránsito. Por consi-
5 guiente, puede iniciarse una secuencia de sumaciones par-
ciales para una segunda, una tercera y posiblemente más
muestras de salida de todo un grupo o juego de muestras de
salida, antes de que se termine o complete la secuencia de
sumaciones parciales para la primera muestra de salida del
juego de muestras de salida.

10 Es de notar que el orden de selección de las
muestras de entrada de las señales procedentes de los di-
versos transductores, para la producción de una muestra de
salida para un haz concreto y específico, es el mismo pa-
ra todas y cada una de las muestras de salida de ese haz.
15 Como la secuencia de sumaciones parciales para una de las
muestras de salida puede generarse en concurrencia con la
de una muestra de salida sucesiva, puede verse que durante
cada intervalo de salida de muestra aparecen diferentes
porciones de la secuencia, o de las subsecuencias, de las
sumas parciales, siendo una determinada subsecuencia para
20 una primera de las muestras de salida, y una segunda sub-
secuencia para una segunda muestra de las de salida.

Con arreglo a la presente invención, cada una
de las subsecuencias que anteceden es ejecutada por la uni-
25 dad aritmética, almacenándose las sumas parciales en la me-
memoria. Las direcciones de acceso de la memoria se permu-
tan de tal modo que, durante cada intervalo de salida de
muestra sucesivo, los lugares o direcciones de acceso de
las sumas parciales almacenadas en la memoria se hacen
30 avanzar en una parte o sección, en la memoria. De ese mo-

1 do, las sumas parciales obtenidas durante las sucesivas
apariciones de una de las subsecuencias que anteceden se
combinan con las muestras de salida sucesivas, que aparecen
5 más tarde. Asimismo, la parte o sección aritmética es ca-
paz de operar en un procedimiento iterativo, periódico a
la frecuencia de muestras de salida, aún cuando la termina-
ción de una suma para una muestra de salida pueda requerir
un intervalo de tiempo mayor que el intervalo de tiempo en-
tre muestras de salida de un haz específico.

10 Una forma preferida de realización del invento
incluye un generador de direcciones de acceso previamente
programado para un formato específico de la formación o
disposición regular, y para un juego o grupo específico de
15 direcciones de haz, con el fin de elegir secuencialmente
las muestras de entrada proporcionadas por el muestreador,
y aplicar estas muestras a la unidad aritmética y las su-
maciones parciales resultantes a la memoria. También se
incluye una unidad de tratamiento de datos para proporcio-
nar una filtración o correlación de las muestras de sali-
20 da, y una presentación visual acoplada a la unidad de tra-
tamiento de datos, para presentar los datos recibidos de
cada uno de los haces. La unidad aritmética puede incluir
también una circuitería de ponderación, para tarar o pon-
derar muestras individuales, de las muestras de entrada,
25 con el fin de ajustar el perfil de los diagramas de radia-
ción de cada uno de los haces.

También se describe una forma análoga de ejecu-
ción del invento para la transmisión de energía acústica,
en la cual se extraen muestras de señal de una memoria,
30 permutándose las direcciones de acceso de la memoria, para

1 acoplarlas a una formación o disposición regular de trans-
ductores para generar haces de energía acústica en una plu-
ralidad de direcciones. En esta forma análoga de ejecución,
se prescinde de la combinación antes indicada de señales
5 de transductor, efectuada por la unidad aritmética; en cam-
bio, la regulación de tiempo, el sincronismo y la permuta-
ción siguen los de la forma de realización precedente para
formar haces de recepción.

10 Los aspectos arriba citados y otros rasgos carac-
terísticos de la invención se explican en la descripción
que sigue, tomada en relación con los dibujos adjuntos,
en los cuales:

15 - la figura 1 es una representación pictórica
estilizada de un buque que incluye los componentes de un
sistema de sonar que lleva incorporada la invención, re-
presentándose una parte desprendida del buque para mostrar
una formación de transductores montada en el casco del bu-
que;

20 - la figura 2 es un esquema funcional simplifi-
cado del sistema de sonar de la fig. 1, en el que figuran
la unidad aritmética y la memoria de una unidad de cálculo
conforme a la invención;

25 - la figura 3 es un esquema funcional de un sis-
tema de sonar como el de la fig. 1, en el que figuran ele-
mentos de la unidad de cálculo y un generador de direccio-
nes de acceso, teniendo este último unos medios para permu-
tar las direcciones de acceso aplicadas a la memoria de la
unidad de cálculo;

30 - la figura 4 es un diagrama de regulación de
tiempos que muestra el contenido de las sumaciones parcia-

1 les de unas muestras de entrada almacenadas en la memoria
de la fig. 3, para extraer muestras de salida tomándolas
de un haz de radiación incidente sobre la formación de
transductores de la fig. 1, incluyendo la figura una gráfi
5 ca que muestra el sentido de incidencia de un frente de on
das sobre una porción de los transductores de la formación
- la figura 5 es otro diagrama de regulación de
tiempos de las sumas parciales de la fig. 4, que indica el
contenido de la memoria durante intervalos sucesivos de
10 las muestras de salida;
- la figura 6 refleja una parte de la formación
de transductores de la fig. 1, y muestra también tres grá-
ficas, superpuestas sobre ella, que representan respectiva
mente los tiempos o instantes de incidencia de tres fren-
tes de ondas por separado sobre los diversos transducto-
res, para cada una de tres direcciones de propagación in-
15 dependientes;
- la figura 7 es un diagrama de regulación de
tiempos que ilustra el contenido de unas secciones, o "ca-
sillas", de la memoria de la fig. 3 para sumas parciales
concurrentes, utilizadas para suministrar muestras de sali
da de un haz dirigido a lo largo de la trayectoria de pro-
pagación de la primera onda de la fig. 6, poniéndose en
evidencia una permutación de direcciones de acceso merced
20 al avance de una suma parcial hasta la "casilla" siguiente
al terminar un intervalo de muestras de salida;
- la figura 8 presenta también el diagrama de
tiempos de la figura 7, pero incluyendo asimismo el conte-
nido de otras "casillas" de la memoria, usadas para sumi-
nistrar muestras de salida de haces dirigidos a lo largo
30

1 de las trayectorias de propagación de las ondas segundas y terceras de la fig. 6;

5 - la figura 9 es un diagrama de regulación de tiempos de un procedimiento iterativo de las operaciones aritméticas suministradas por un sumador, un multiplicador y un generador programable de números de la fig. 3, indicando la fig. 9 una dirección de acceso parcial de "casilla" para cada combinación de señales de transductores antes de la permutación de direcciones de acceso para la memoria de la fig. 3;

10 - la figura 10 es un esquema funcional o por bloques del sistema de muestreo de las figs. 1 ... 3;

- la figura 11 es una variante de realización del sistema de muestreo de la fig. 10;

15 - la figura 12 es un esquema funcional de una forma de ejecución del invento para transmitir haces de energía acústica; y

- la figura 13 es un diagrama de tiempos que ilustra el contenido de la memoria de la fig. 12.

20 Con referencia ahora a la fig. 1, se ve en ella un buque 30 portador de un sistema de sonar 32 que, con arreglo a la presente invención, incluye: una formación 34 de transductores 36 de los cuales algunos están individualmente designados, por medio de las letras A...F; un sistema de toma de muestras, o "muestreador" 38, representado con líneas de trazo interrumpido para indicar que está oculto en el casco del buque 30, y acoplado por medio de una línea 40 a la formación 34; una unidad de cálculo 42, acoplada por una línea 44 al sistema muestreador 38; un generador 46 de direcciones de acceso, acoplado por medio

25

30

1 de unas líneas 48 y 50, respectivamente, al sistema mues-
treador 38 y a la unidad de cálculo 42; una unidad de tra-
tamiento de datos 52 que se representa acoplada, por medio
5 de unas líneas 54 y 56 respectivamente, a la unidad de cál-
culo 42 y al generador 46 de direcciones de acceso; y una
unidad de presentación visual 58 que se ve parcialmente
por una ventanilla de la cabina del buque, y está acopla-
da por medio de una línea 60 a la unidad de tratamiento de
datos 52.

10 La formación 34 de transductores puede tener una
cualquiera de entre cierto número de formas convenientes,
tal como la de una línea recta o la de dos líneas rectas
dispuestas en cruz, o bien, como se indica en la figura,
15 la forma de una elipse cuyo eje mayor vaya paralelo a la
quilla del buque 30. La configuración elíptica de la for-
mación 34 es ventajosa para la enseñanza de la invención,
da buena cobertura azimutal y permite al agua del océano
fluir con líneas de circulación sustancialmente laminar a
a su paso a lo largo del buque 30 y de una envolvente (no
20 representada) de alojamiento de la formación 34. Los seis
transductores A...F se han elegido para poner de manifies-
to la incidencia secuencial de un frente de ondas de radia-
ción sobre los elementos de la formación 34, al variar,
25 con la dirección de propagación del frente de ondas inci-
dente, el tiempo total requerido para que el frente de on-
das se propague pasando por los seis transductores 36 de-
signados con letras.

30 Con referencia ahora a la fig. 2, puede verse
en ella un esquema funcional del sistema de sonar 32 de
la fig. 1, mostrando la figura una porción de la formación

1 34, teniendo esta porción cinco de los transductores 36,
que son los transductores designados A...E. La figura in-
dica también el sistema de muestreo 38, la unidad de cál-
culo 42, el generador 46 de direcciones de acceso, la uni-
5 dad 52 de tratamiento de datos y la unidad de presenta-
ción 58 de la fig. 1. Sobre la formación 34 va superpues-
ta una gráfica 62 que tiene un eje 64, para medir inter-
valos de tiempo transcurrido, orientado en el sentido de
propagación de un frente de ondas 66 que cruza la forma-
10 ción 34. La línea 40, como puede verse, comprende una plu-
ralidad de cables o conductores 68 para conducir señales
desde los transductores 36 hasta el sistema muestreador
38. Asimismo, como puede verse, la línea 54 comprende una
pluralidad de cables 70 para representar esquemáticamente
15 la conducción de las muestras de salida de datos de haz
desde la unidad de cálculo 42 al ordenador o unidad de
tratamiento de datos 52, estando las muestras de salida
indicadas en ella por unas marcas 72, 73 y 74 y unas mar-
cas 72A, 73A y 74A que aparecen en una gráfica 76. La uni-
20 dad de cálculo 42, como puede verse, comprende una unidad
aritmética 78 y una memoria 80 en la que hay unas "casi-
llas" 82 para almacenar sumas parciales de las muestras
de entrada de las señales de transductor, con el fin de
suministrar las mencionadas muestras de salida.

25 Con referencia ahora a la gráfica 62, puede ver-
se que el frente de ondas 66 llega primero al transductor
B, luego al transductor A, y después a los transductores
C, D y E, por ese orden. Las líneas 84 de trazo interrumpido
indican lugares secuenciales del frente de ondas 66
30 y están separadas o repartidas a lo largo del eje 64 por

1 unos intervalos de tiempo iguales al intervalo entre mues-
tras, de las muestras de salida. El eje vertical 86 indi-
ca el origen o comienzo del primer intervalo entre mues-
tras de salida en el instante cero, y los números 1, 2,
5 3, ... en el eje de tiempos 64 representan los finales o
instantes de conclusión de los sucesivos intervalos entre
muestras de salida. Como puede verse, durante el primer
intervalo entre muestras de salida, los transductores B,
A y C reciben el frente de ondas 66; el transductor D no
10 recibe el frente de ondas 66 hasta el segundo intervalo
entre muestras de salida, y el transductor E no recibe el
frente de ondas 66 hasta el tercer intervalo entre mues-
tras de salida. Así, para producir una muestra de salida
15 obtenida de las señales de los transductores A...E, es
preciso recoger muestras de entrada a lo largo de un perio-
do o espacio de tiempo igual a tres intervalos entre mues-
tras de salida.

A título de ejemplo, en el caso de una formación
20 de transductores de sonar sumergida en el océano y que ten-
ga una longitud de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ metros, un frente
de ondas acústicas se propaga de un lado a otro de la for-
mación en 1 milisegundo. Suponiendo que los datos proceden-
tes del sistema de sonar se requieran a una frecuencia de
25 4 kHz, la tasa o frecuencia de muestreo de Nyquist es de
8 kHz y, por consiguiente, las muestras de salida a la
unidad 52 de tratamiento de datos se suministrarán a una
frecuencia algo mayor que la de Nyquist, esto es, de apro-
ximadamente 10 kHz. Teniendo en cuenta la relación exis-
30 tente entre la tasa de salida de muestras de 10 kHz y el

1 tiempo transcurrido de 1 milisegundo, durante el cual el
frente de ondas 66 se propagaría cruzando de un lado a
otro la formación 34, es evidente que durante el tiempo
invertido por el frente de ondas 66 en propagarse de un
5 lado a otro de la formación 34 se suministrarían diez mues-
tras de salida. Para mayor facilidad de enseñanza de la
invención, se supone en la fig. 2 que se utiliza una tasa
o frecuencia de muestras de salida más baja, tal como la
de cuatro muestras de salida durante un recorrido del fren-
10 te de ondas 66 por la formación 34. La gráfica 62 muestra
sólo una parte de la formación 34, que comprende los trans-
ductores A...E, parte que es recorrida en sólo tres inter-
valos entre muestras de salida.

Respecto a la gráfica 76 que hay en la unidad 52
15 de tratamiento de datos, y las marcas 72, 73 y 74 que re-
presentan tres muestras de salida que aparecen respecti-
vamente en los finales de tres intervalos entre muestras
de salida sucesivos, puede verse que son tres las opera-
ciones aritméticas que se producen concurrentemente, dan-
do las tres muestras de salida. Durante el primer inter-
20 valo de la gráfica 62, la señal producida por el transduc-
tor B en respuesta al frente de ondas 66 incidente se com-
bina con una señal procedente del transductor A, combinán-
dose luego la suma de estas dos señales con una señal pro-
cedente del transductor C. Durante el intervalo siguiente,
25 la suma de estas tres señales se combina con una señal del
transductor D y, durante el intervalo inmediato sucesivo,
la suma de estas cuatro señales se combina con la señal
del transductor E. Como se apreciará evidentemente, duran-
30 te el segundo intervalo, cuando la suma de las tres pri-

1 meras señales se está combinando con la señal del transduc
tor D para dar la suma parcial de una muestra de salida,
ha empezado ya una operación de combinar para una suma
parcial de la siguiente muestra de salida, a saber, la
5 combinación de las señales que fueron producidas por los
transductores A, B y C durante el segundo intervalo. Al
mismo tiempo, se está combinando una suma parcial anterior
con una señal del transductor E, para dar una muestra de
salida completa.

10 Como más arriba puede verse, la unidad de cálculo
42 proporciona la combinación concurrente de muestras
de entrada de las señales de transductor, suministrando
las muestras de salida por medio de la memoria 80 que tie-
ne las secciones o casillas de memoria 82 individuales.
15 Durante uno, individual, de los intervalos entre muestras
de salida se usa una determinada casilla 82 para la suma
parcial de una de las muestras de salida, se usa una se-
gunda casilla 82 para una segunda de las muestras de sali-
da, en tanto que se usa una tercera casilla 82 para la
20 tercera de las muestras de salida concurrentemente calcu-
ladas. Como se explicará más adelante, las direcciones
de acceso de las casillas 82 se desplazan de una casilla
a la siguiente al terminar cada intervalo entre muestras
de salida de muestra, con lo cual la sección o unidad arit-
25 mética 78 puede añadir o sumar la señal de transductor si-
guiente al valor presente de una suma parcial.

En la gráfica 76, se ve la marca 72 acoplada por
medio de un cable conductor 70 a una primera de las casi-
llas 82, apareciendo la suma parcial de la misma, secuen-
cialmente, en la primera, la segunda y la tercera, de las
30

1 casillas 82. De igual modo, las marcas 73 y 74 están res-
pectivamente acopladas a las casillas 82 segunda y terce-
ra, completándose la suma parcial de esta última durante
5 el tercer intervalo entre muestras de salida. La gráfica
76 indica que la marca 72 aparece antes que la marca 73,
la cual, a su vez, aparece antes que la marca 74. La pri-
mera casilla 82 de memoria retiene la suma parcial de las
señales de los transductores A, B, C y D hasta el momento
10 en que la señal del transductor E se suma con ella, momen-
to en el cual se hacen disponibles los datos representados
por la marca 72. Al mismo tiempo, la segunda casilla 82
está almacenando la suma parcial de las señales de los
transductores A, B y C, que va a ser combinada con la se-
ñal del transductor D; y la tercera de las casillas 82 se
15 utiliza para formar la suma de las señales de los transduc-
tores A, B y C. De esta manera, los datos representados
por la marca 73 se hacen disponibles, a partir de la se-
gunda suma parcial, un intervalo entre muestras de salida
más tarde que los datos de la marca 72, en tanto que los
20 datos de la marca 74 se obtienen dos intervalos de muestra
después que los datos de la marca 72.

Una vez obtenida la muestra de salida represen-
tada por la marca 72, se inicia otra vez la primera de
las sumas parciales, para formar la suma parcial de las
25 señales de los transductores A, B y C. Así, tres secuen-
cias de suma por separado de las muestras de entrada dan
la totalidad de las muestras de salida. La cuarta marca
de la gráfica 76, representada por la designación 72A, es-
tá proporcionada o producida por una suma en la primera
30 casilla 82, como en la formación de los datos de la marca

1 72. De igual modo, las marcas 73A y 74A utilizan respec-
tivamente las sumas de las casillas 82 segunda y tercera,
como lo hacen las marcas 73 y 74. En la situación en que
5 haya transcurrido un tiempo de cuatro intervalos entre
muestras de salida durante el avance del frente de ondas
66 del haz arriba citado al cruzar la formación 34 entera,
es evidente que para obtener las muestras de salida de
ese haz particular se utilizarán cuatro secuencias concu-
rrentes de suma. Esto se pondrá adicionalmente de manifies-
10 to con referencia a las figuras que más adelante se des-
criben. También con referencia a estas figuras siguientes
se va a poner de manifiesto el funcionamiento de la uni-
dad aritmética 78 que, en respuesta a las señales del ge-
nerador 46 de direcciones de acceso y conforme a esta in-
15 vención, funciona de manera iterativa por el hecho de que
las operaciones aritméticas de iteración se repiten perió-
dicamente con cada intervalo de salida de muestra; esto
contrasta con el funcionamiento de la memoria 80 que, en
el ejemplo de la fig. 2, opera proporcionando el grupo o
20 juego de sumas parciales, repitiéndose cada suma con la
periodicidad de una iteración por cada tres intervalos en-
tre muestras de salida.

Con referencia ahora a la fig. 3, se ven en ella
la formación 34 de transductores, el sistema muestreador
25 38, el generador 46 de direcciones de acceso, la unidad
de cálculo 42, la unidad de tratamiento de datos 52 y la
presentación 58, antes indicados en las figs. 1 y 2. El
sistema muestreador 38, que se describirá más adelante con
mayor detalle, haciendo referencia a la fig. 10, compren-
30 de, como aquí puede verse, dos memorias 88 y 90 interco-

1 nectadas por medio de un conmutador selector 92 accionado
por un circuito biestable o de balancín 94, para acoplar
alternativamente las memorias 88 y 90 a un circuito de
5 entrada, al tiempo que acopla, respectivamente, las memo-
rias 90 y 88 alternativamente a la línea 44.

La unidad de cálculo 42 comprende la unidad arit
mética 78 y la memoria 80 de la fig. 2, comprendiendo la
unidad aritmética 78 un multiplicador 96 y un sumador 98,
mientras la memoria 80 comprende una memoria 100, un con-
10 mutador 102 y una memoria compensadora ("buffer") 104. La
memoria compensadora 104 comprende una memoria 88, una me-
memoria 90 y un conmutador 92 accionado por un circuito de
balancín biestable 94, cuyo funcionamiento es como el ya
indicado para el sistema muestreador 38.

15 El generador de acceso 46 comprende un reloj
106, un contador 108, un generador 110, un detector 112,
un sumador 114 y un contador 116. El reloj 106 suministra
señales de temporización por medio de una línea que, como
puede verse, se incorpora a la línea 48, para hacer fun-
20 cionar el sistema muestreador 38. El reloj 106 proporci-
na también impulsos de reloj al contador 108, que cuenta
estos impulsos por módulos N, apareciendo el nivel de re-
cuento de salida del contador 108 en la línea 56 por medio
de la cual va acoplado al ordenador o unidad de tratamien-
25 to 52 de datos, así como al generador 110 y al detector
112. El número N representa el número de operaciones mate-
máticas que la unidad de cálculo 42 ha de efectuar durante
uno solo de los intervalos entre muestras de salida de
muestra anteriormente descritos con referencia a la fig. 2.
30 El generador 110 puede comprender una memoria de acceso

1 aleatorio y, en respuesta a cada nivel de recuento indivi-
dual del contador 108, pone en la línea 118 un número en
el que se tienen los dígitos suficientes para efectuar lo
que sigue: (1) seleccionar para acceso una muestra de en-
5 trada de señal de transductor en las memorias 88 y 90 del
sistema de muestreo 38; (2) suministrar al multiplicador
96 un factor de multiplicación, para ponderar las muestras
individuales de señal de transductor antes de su suma, a
fin de perfilar o dar forma al diagrama de radiación de
10 un haz de radiación; y (3) seleccionar para acceso una
casilla 82 en la memoria 100. La línea 118, como puede
verse, se "abre" o disemina en unas líneas 121, 122 y 123
para acoplar los dígitos de los números proporcionados por
el generador 110, respectivamente, al sistema muestreador
15 38, al multiplicador 96 y al sumador 114. La salida del
sumador 114 presente en la línea 125 suministra la direc-
ción de acceso de casilla para la memoria 100.

El detector 112 detecta los dígitos del número
N y, en respuesta a los mismos, pone un impulso en la lí-
20 nea 126. El impulso en la línea 126 aparece una vez duran-
te cada intervalo de salida de muestra, puesto que el con-
tador 108 cuenta por módulos N. El impulso presente en la
línea 126 va acoplado al terminal T del sistema de mues-
treo 38 y al terminal T de la memoria compensadora 104, pa-
25 ra hacer funcionar los circuitos biestables 94 de la misma
con el fin de llevar los conmutadores 92 a las posiciones
alternas. El impulso presente en la línea 126 se aplica
también al contador 116, que cuenta estos impulsos por mó-
dulos M, siendo M el número de "casillas" 82 de la memoria
30 100. La salida del contador 116 por la línea 128 alcanza

1 valores que van secuencialmente desde cero a M-1, usándose
el número que haya en la línea 128 para desplazar la direc-
ción de acceso de casilla de la memoria 100 como más ade-
lante se describirá. El número presente en la línea 128
5 y el número presente en la línea 123 se suman entre sí por
módulos M, por medio del sumador 114, obteniéndose en la
línea 125 la dirección de acceso de casilla completa, de
las casillas de la memoria 100, y teniendo el número com-
puesto por dígitos, proporcionado por el sumador 114, unos
10 valores que van desde uno a M.

Con referencia a la fig. 4, se ve en ella un dia-
grama o cuadro de tiempos 130 de la memoria 100, que re-
fleja las sumas parciales almacenadas en cada una de las
tres casillas 82, estando las casillas representadas por
15 las columnas verticales. Además del diagrama de tiempos
130, se presenta también la gráfica 62 de la fig. 2, en
la que se indica el frente de ondas 66 propagándose de un
lado a otro de los transductores A...E en dirección para-
lela al eje de tiempos 64, siendo ésta la dirección del
20 haz de recepción para el cual los datos contenidos en la
memoria 100 están representados por el diagrama o cuadro
de tiempos 130. El frente de ondas 66 incide primero so-
bre el transductor B. Una muestra de la señal proporciona-
da por el transductor B en respuesta al frente de ondas
25 66 incidente es almacenada en la casilla utilizada para
la presente suma parcial en un instante poco después de
 $t=0$, que, como se ve en el diagrama de tiempos 130, tiene
lugar para $t=0,3$. La casilla utilizada para almacenar la
suma parcial presente, en un momento dado, se designará
30 a veces, en lo sucesivo, con la denominación de la casilla

1 presente, correspondiéndose con la nomenclatura adoptada,
esto es, la de casilla precedente y casilla anterior, pa-
ra identificar el almacenaje de las sumas parciales pre-
via o precedente y anterior. En el diagrama 130, la letra
5 B se introduce en la segunda fila de la presente casilla,
estando esta fila identificada con el número 0,3 del eje
de tiempos, que representa el tiempo de aparición expre-
sado en función del intervalo entre muestras de salida.
Es de notar que en el instante $t=0$ la casilla presente es-
10 tá despejada, no habiendo dato alguno almacenado en la mis-
ma en el instante $t=0$.

Con referencia tanto al diagrama 130 como a la
gráfica 62, puede verse que el frente de ondas 66 incide
sobre el transductor A en el instante $t=0,4$, momento en
15 el cual la unidad aritmética 78 extrae la muestra B de la
memoria 100 y la suma con la muestra A, sirviendo las le-
tras A...F de la fig. 1 también para identificar las mues-
tras ponderadas de los transductores 36 designados con
las letras respectivas, y coloca la suma $B+A$ en la casilla
20 presente, estando indicado como $B+A$ el contenido de la ca-
silla presente, en el instante $t=0,4$, en la gráfica 130.
En el instante $t=0,8$, el frente de ondas 66 incide sobre
el transductor C, momento en el cual la unidad aritmética
78 extrae el término $B+A$ de la casilla presente y lo suma
25 con la muestra C, colocando la suma $B+A+C$ en la casilla
presente, como se indica en la penúltima fila del diagra-
ma 130. Así, al terminarse un intervalo entre muestras de
salida, la casilla presente, que inicialmente estaba des-
pejada o libre, contiene ahora la suma parcial de la mues-
30 tra de salida, esto es, $A+B+C$.

1 Como se ha hecho notar anteriormente respecto
de la situación reflejada en la gráfica 62, hay tres mues-
tras de salida que se generan simultáneamente, correspon-
dientes a los tres intervalos entre muestras de salida a
5 lo largo del eje 64. La muestra de salida más reciente que
se está generando es la arriba descrita en relación con
la casilla presente del diagrama 130. La muestra de salida
inmediatamente precedente se está engendrando por la casi-
lla precedente del diagrama 130. Con referencia a esta ca-
10 silla precedente, puede verse que en el instante $t=0$ con-
tiene la suma parcial $B+A+C$, lo que indica que las señales
de los transductores B, A y C ya han sido combinadas has-
ta obtenerse una suma parcial de esta muestra de salida.
Como se ve en la gráfica 62, el frente de ondas 66 incide
15 sobre el transductor D en un instante $t=1,6$ con referencia
al eje de tiempos 64, o sea $t=0,6$ en relación con el co-
mienzo del segundo intervalo entre muestras de salida.

 En el diagrama de tiempos 130, el tiempo está
representado con referencia a un solo intervalo del eje
20 de tiempos 64, siendo este intervalo el correspondiente a
los intervalos primero, segundo y tercero, respectivamente,
para las casillas presente, precedente y anterior. Como al-
ternativa, esta relación puede describirse como un despla-
zamiento del eje de tiempos 64 en un intervalo para cada
25 una de las casillas indicadas en el diagrama de tiempos
130. De esta manera, el diagrama 130 es capaz de reflejar
el funcionamiento simultáneo de cada casilla durante un so-
lo intervalo entre muestras de salida. Así, el diagrama
130 indica que, tras la combinación de las muestras de
30 transductor B+A y antes de la sumación de las muestras de

1 transductor $B+A+C$, se produce en $t=0,7$ una sumación de la
muestra D con la suma parcial $B+A+C$, habiendo sido extraí-
da la suma parcial de la casilla precedente 82 de la memo-
ria 100 y combinada con la muestra D por la unidad aritmé-
5 tica 78, con lo cual la suma parcial $B+A+C+D$ queda intro-
ducida en la misma casilla que contenía la suma parcial
 $B+A+C$. También puede verse, por el examen del diagrama
130 y de la gráfica 62, que antes de la formación de la
suma parcial $B+A+C+D$ en la casilla precedente, pero des-
10 pués de la formación de la suma parcial $B+A$ en la casilla
presente, se efectúa en una casilla anterior, en el ins-
tante $t=0,6$, una operación en la que la suma parcial $B+A+$
 $C+D$ es extraída de su lugar en la casilla anterior y com-
binada con la muestra E , obteniéndose una muestra comple-
15 ta de salida que a continuación es acoplada, por medio del
conmutador 102 de la fig. 3, a la memoria compensadora
104, quedando libre o despejada la casilla anterior.

Con referencia ahora a la fig. 5, se ve en ella
un diagrama o cuadro de tiempos 132 en unión de la misma
20 gráfica 62. El diagrama 132 de tiempos es una prolonga-
ción o ampliación del diagrama 130 de la figura 4, y mues-
tra los elementos constitutivos de las tres sumas parcia-
les al comienzo de cuatro intervalos entre muestras de sa-
lida consecutivos a lo largo del eje de tiempos 64. Aún
25 cuando ello no se desprende del diagrama 132, las casillas
82 reales y efectivas de la fig. 3 utilizadas para el al-
macenaje de las sumas parciales están permutadas, como an-
tes se ha descrito, en cada intervalo entre muestras de
salida; esta permutación se apreciará con referencia a la
30 fig. 7. En el instante $t=0$, que corresponde a la fila su-

1 superior del diagrama 132, el diagrama 132 indica en almace-
naje los mismos datos que la fila superior del diagrama
2 130 de la fig. 4. De semejante modo, la segunda fila del
diagrama 132, correspondiente al instante $t=1$, muestra al-
5 macenados los mismos datos que la fila inferior del diagra-
ma 130. La tercera fila del diagrama 132 (instante $t=2$) in-
dica que a la suma parcial presente se ha añadido una mues-
tra de la señal del transductor D, en tanto que la última
10 fila, en el instante $t=3$, indica que la suma parcial pre-
sente $B+A+C+D$ ha sido combinada con una muestra de E hasta
formar una muestra de salida completa que deja despejada
o libre la casilla. Respecto a la suma parcial precedente,
es de notar que en el instante $t=2$ la casilla ha sido des-
pejada al efectuarse la suma de una muestra de E con la
15 suma parcial $B+A+C+D$. Como la casilla precedente ha queda-
do libre en el instante $t=2$, se halla entonces disponible
para volver a ser utilizada para generar una muestra de
salida sucesiva y, como se indica en la fila inferior del
diagrama 132, en el instante $t=3$ la casilla está ya alma-
20 cenando una suma parcial que contiene los comienzos de una
muestra de salida, según lo indicado por la suma parcial
 $B+A+C$. Del mismo modo, por haberse despejado en el instan-
te $t=1$ la casilla que contiene la suma parcial anterior,
esta casilla vuelve a utilizarse en la generación de una
25 muestra de salida ulterior, lo que está representado por
la suma parcial $B+A+C$ que figura en el instante $t=2$ en el
diagrama de tiempos. En la fila inferior puede verse la
casilla anterior actualizada, conteniendo ahora la suma
parcial $B+A+C+D$ de la muestra de salida a punto de ser
30 formada.

1 Como puede verse por las figs. 4 y 5, durante
todos y cada uno de los intervalos de salida de muestra
se suma una muestra de cada señal de transductor a alguna
suma parcial, ya sea en la casilla presente, en la casilla
5 previa o inmediatamente precedente, o en la casilla ante-
rior. Por ejemplo, la muestra de B, en el instante $t=0,3$,
se coloca en alguna casilla 82 de la memoria 100, ya sea
la casilla presente, la casilla precedente o la casilla
anterior. Durante todos y cada uno de los intervalos en-
10 tre muestras de salida, en el instante $t=0,4$, se coloca la
suma parcial $B+A$ en alguna casilla, ya sea la casilla pre-
sente, la casilla precedente o la casilla anterior, de la
memoria 100. Lo mismo puede decirse de cada una de las
demás operaciones indicadas en el diagrama 130. De este
15 modo resulta evidente un rasgo característico de la inven-
ción, a saber: que las operaciones de la unidad aritmética
78 son compartidas entre una pluralidad de las casillas o
secciones 82 de la memoria 100 para cualquier haz y, ade-
más, que el funcionamiento de la unidad aritmética 78 es
20 iterativo, efectuándose la iteración o repetición una vez
durante cada intervalo entre muestras de salida.

 Con referencia ahora a la fig. 6, se ven en ella
tres gráficas 134, 135 y 136 superpuestas sobre los trans-
ductores A...F de la formación 34 de la fig. 1. Tres ondas
25 se propagan a lo largo de los ejes de tiempo de las respec-
tivas gráficas 134 ... 136, de las cuales la primera onda
tiene el frente de ondas 66 anteriormente representado en
la fig. 2 y que se propaga a lo largo del eje de tiempos
de la gráfica 134, la segunda onda tiene el frente de on-
das 138 que se propaga a lo largo del eje de tiempos de la
30

1 gráfica 135, y la tercera onda tiene el frente de ondas
140 que se propaga a lo largo del eje de tiempos de la grá
fica 136. La dirección de propagación del frente de ondas
66 respecto a la formación 34 coincide con la previamente
5 expuesta en la fig. 2, y se propaga desde el transductor B
al transductor F en un período o espacio de tiempo que se
extiende recorriendo cuatro intervalos entre muestras de
salida. El frente de ondas 138 se propaga a partir del
transductor B hasta pasado el transductor F en un período
10 o espacio de tiempo que se extiende recorriendo tres inter
valos entre muestras de salida. El frente de ondas 140 se
propaga desde el transductor C hasta pasado el transduc
tor F durante un período o espacio de tiempo que se extien
de recorriendo dos intervalos entre muestras de salida. A
15 continuación se presentará una descripción de la memoria
100 análoga a la presentada más arriba con referencia a
las figs. 4 y 5, para las tres ondas de la fig. 6, por me
dio de los diagramas de tiempos de las figs. 7 y 8.

20 Con referencia ahora a la fig. 7, se ve en ella
un diagrama de tiempos de los datos almacenados en las ca
sillas 82 de la memoria 100 de la fig. 3. En la forma pre
ferida de realización del invento, la memoria 100 tiene un
número de "casillas" mucho mayor que el número total de in
tervalos entre muestras de salida requerido para el paso
25 completo de un frente de ondas a lo largo de la diagonal
más larga de la formación 34 de la figura 1. La figura 7
ilustra diez de tales casillas, representadas por unas co
lumnas verticales.

30 Empezando por la casilla N.º 4, por ejemplo, la
suma parcial $B+A+C$ es la que, como puede verse, se halla

1 durante el primer intervalo entre muestras de salida. Es-
to corresponde, en la fig. 5, a la segunda fila de la su-
ma parcial presente. Durante el segundo intervalo entre
5 muestras de salida aparece en la cuarta casilla la suma
parcial $B+A+C+D$, que en la fig. 5 corresponde a la terce-
ra fila de la casilla presente. Esto está de acuerdo con
la presentación arriba descrita con referencia a la fig.
2, en la que, como puede verse, la unidad aritmética 78
está extrayendo una suma parcial de una casilla de la me-
10 moria 80 y combinándola con la siguiente muestra de señal
procedente del transductor interceptado por el frente de
ondas, a lo cual la nueva suma parcial se coloca en dicha
casilla. Los números romanos (I, II, III) que hay en am-
15 bas figs. 7 y 8 designan los haces (primero, segundo o ter-
cero) a los que afectan las sumas, haces éstos que corres-
ponden respectivamente a los frentes de ondas primero, se-
gundo o tercero de la fig. 6.

Siguiendo con la cuarta casilla de la fig. 7,
durante el tercer intervalo entre muestras de salida, la
20 muestra de entrada procedente del transductor E se combi-
na con la suma parcial $B+A+C+D$ precedente. Durante el cuar-
to intervalo entre muestras de salida, la suma parcial
 $B+A+C+D+E$ se extrae de la memoria 100 y se combina con la
muestra de entrada de la señal que viene del transductor
25 F, obteniéndose una muestra de salida completa para la pri-
mera onda de la fig. 6. Esta muestra de datos de salida
completa es entonces acoplada, por el conmutador 102 de
la fig. 3, a la memoria compensadora 104, despejándose con
ello la cuarta casilla 82 de la memoria 100, ocurriendo
30 este despejo durante el cuarto intervalo entre muestras

1 de salida como se ilustra en la fig. 7.

5 Con referencia a la casilla nº 5 de la fig. 7, los datos en ella almacenados durante el segundo intervalo entre muestras de salida, como puede verse, son idénticos a los datos almacenados en la casilla Nº 4 durante el primer intervalo entre muestras de salida de datos. Asimismo, los datos almacenados en la casilla Nº 5 durante el tercer intervalo son iguales a los almacenados en la casilla Nº 4 durante el segundo intervalo, continuando esta relación con los intervalos sucesivos. Los datos almacenados en la casilla Nº 6, como se ve, van retrasados, con respecto a los datos correspondientes almacenados en la casilla Nº 4, en dos intervalos entre muestras de salida. Del mismo modo, los datos almacenados en la séptima casilla van, como puede verse, retrasados en tres intervalos entre muestras de salida con respecto a los datos almacenados en la casilla cuarta, prolongándose esta relación durante los intervalos sucesivos, hasta que los datos de la primera casilla siguen, retrasados en un intervalo entre muestras de salida a los datos de la décima casilla.

10

15

20

Fácil es hacer una comparación de tres casillas contiguas de la fig. 7 con las tres sumas parciales contiguas del cuadro o diagrama 132 de la fig. 5. Por ejemplo, considérense las casillas quinta, sexta y séptima de la fig. 7, respectivamente, con la suma parcial anterior, la suma parcial previa o precedente y la suma parcial presente de la fig. 5. Durante el cuarto intervalo entre muestras de salida, la quinta casilla de la fig. 7 tiene almacenados los datos $B+A+C+D+E$. La suma parcial anterior de la segunda fila de la fig. 5 indica también que la mues-

25

30

1 tra de señal de transductor E ha sido sumada a la suma par
cial $B+A+C+D$. Asimismo, durante el cuarto intervalo, la
fig. 7 muestra los datos $B+A+C+D$ en la sexta casilla, sien
do estos datos idénticos a los indicados en la segunda fi
5 la de la suma parcial anterior, en la fig. 5. También, du
rante el cuarto intervalo entre muestras de salida, la sép
tima casilla de la fig. 7 presenta los datos $B+A+C$, idénti
cos a los indicados en la fig. 5 en la segunda fila de la
suma parcial presente. La relación temporal existente en
10 tre las sumas parciales contiguas de la fig. 5, como pue
de verse, es así idéntica a la relación temporal entre las
sumas parciales almacenadas en las casillas contiguas de
la fig. 7, excepto en el hecho de que, en la fig. 7, se
presenta la formación de un haz en la que se utilizan los
15 transductores A...F, mientras que en la fig. 5 la situa
ción se ha simplificado, representándose la formación del
haz por medio de sólo los transductores A...E. En la fig.
7, el diagrama de tiempos está encabezado con los términos
"anteriores" y "posteriores", yendo hacia la izquierda los
20 sucesos "anteriores", esto es, los que ocurren antes, y
yendo hacia la derecha los "posteriores", o sea los que
ocurren después, lo cual corresponde a las posiciones de
las tres columnas de la fig. 5, en las que la suma parcial
anterior está a la izquierda, en tanto que la suma parcial
25 presente está a la derecha.

Con referencia ahora a la fig. 8, se ven en ella
los datos del diagrama de tiempos de la fig. 7, con datos
adicionales relativos a las sumas parciales para las ondas
segunda y tercera de la fig. 6. Con referencia a la sépti
30 ma casilla, el perfil de onda 138 de la fig. 6, como puede

1 verse, incide en el transductor B seguido de los transduc-
tores C, A y D, por ese orden, durante el primer intervalo
entre muestras de salida. La suma de las muestras de seña-
5 les procedentes de estos transductores se ve, pues, en la
primera fila de la casilla Nº 7 como $B+A+C+D$. Durante los
intervalos entre muestras de salida segundo y tercero, el
frente de ondas 138, como puede verse, incide sobre el
transductor E y el transductor F respectivamente. Por con-
siguiente, el diagrama de tiempos de la fig. 8 indica, en
10 los intervalos entre muestras de salida segundo y tercero
de la casilla 7ª, la adición de la muestra de la señal de
transductor E a la suma parcial, seguida de la adición de
la muestra procedente del transductor F, con el despejo
de la séptima casilla. De igual modo, el frente de ondas
15 140 de la fig. 6, como puede verse, incide en los transduc-
tores C, D, B y E, por ese orden, durante el primer inter-
valo entre muestras de salida de la casilla Nº 9, seguidos
de los transductores A y F en el segundo intervalo entre
muestras de salida. En el segundo intervalo entre muestras
20 de salida, se almacena en la novena casilla la suma par-
cial $C+D+B+E+A$, siendo esta suma parcial tomada en la no-
vena casilla durante la suma con la muestra de F, con lo
cual la novena casilla queda libre o despejada.

25 Respecto a la séptima casilla de la fig. 8, es
de notar que los datos en ella almacenados, relativos a
las sumas parciales para la segunda onda de la fig. 6, im-
plican unas muestras de señal tomadas del mismo grupo de
transductores que en la sexta casilla, con la salvedad de
que los datos almacenados correspondientes de la séptima
30 casilla aparecen durante el siguiente intervalo entre --

1 muestras de salida. De la misma manera, en relación con los datos correspondientes de la casilla octava y las casillas sucesivas, los datos almacenados aparecen en intervalos entre muestras de salida sucesivamente posteriores.

5. De igual modo, los datos almacenados para las sumas parciales de la tercera onda de la fig. 6 que aparecen en las casillas novena, décima, primera y sucesivas, lo hacen, como puede verse, durante intervalos entre muestras de salida que siguen a la aparición de los datos en la casilla octava. Las flechas 133 indican que los datos correspondientes aparecen en casillas sucesivas, de las señaladas, durante intervalos entre muestras de salida sucesivos. Durante el primer intervalo entre muestras de salida, la décima casilla está vacía, dando, a título de ejemplo, un espacio adicional de almacenaje para el caso en que se desee desplazar la dirección de los haces segundo o tercero en un sentido que exigiese una casilla adicional de almacenaje. La región adicional de almacenaje de la memoria 100, como también puede verse, se propaga por todo el diagrama de la fig. 8 en el sentido de las flechas 133 y, por consiguiente, aparece en la primera casilla durante el segundo intervalo entre muestras de salida. Como tipo, una memoria tal como la memoria 100 comprendería muchas más casillas 82 que las descritas en la fig. 8, para dar acomodo simultáneamente a muchos haces en muchas direcciones.

10

15

20

25

Con referencia ahora a las figs. 9 y 3, se explica un segundo rasgo característico de la invención, que es el funcionamiento iterativo, arriba citado, de la unidad aritmética 78. La fig. 9 es un diagrama de tiempos dirigi

30

27038

1 do al acceso parcial de casillas por la línea 123. La fig.
9 difiere de las figs. 7 y 8 en que la fig. 9 trata de las
casillas designadas por la dirección de acceso parcial de
casillas presente en la línea 123, en tanto que las figs.
5 7 y 8 tratan del acceso completo de casillas por la línea
125. El acceso a casillas por la línea 125 difiere del
acceso parcial a casillas por la línea 123 en virtud del
desplazamiento de acceso de casillas presente en la línea
128, sumado a éste por el sumador 114. La fig. 9 tiende a
10 la distinción entre el acceso parcial a casillas por la
línea 123 y el acceso a casillas por la línea 125, que es
el que se ha descrito con referencia a las figs. 7 y 8.

A título de ejemplo, supóngase que en la línea
128 aparece el número 3. Así, la dirección de acceso de
15 casilla que haya en la línea 125 difiere de la dirección
de acceso y casilla parcial de la línea 123, en adición
por módulos M, en el número 3. Por consiguiente, los datos
de las cuatro primeras columnas indicadas en la fig. 9 co-
rresponden a los datos durante el cuarto intervalo de sa-
20 lida de muestra de las casillas 4^a, 5^a, 6^a y 7^a de las
figs. 7 y 8. La correspondencia entre las figs. 8 y 9 pue-
de apreciarse comparando el cuarto intervalo entre mues-
tras de salida y la cuarta casilla de la fig. 8, con la
dirección de acceso parcial de casillas de la primera co-
25 luma de la fig. 9 y cualquiera de los intervalos entre
muestras de salida, dando cada uno de estos intervalos unas
instrucciones idénticas en cuanto a las sumas parciales.
Como puede verse, la muestra de señal ponderada del trans-
ductor F ha sido combinada con el valor precedente de la
30 suma parcial $B+A+C+D+E$, valor que previamente estaba alma-

1 cenado en la cuarta casilla de la fig. 8. De igual modo,
la quinta casilla de la fig. 8 muestra la suma de la mues-
tra de E con la suma parcial $B+A+C+D$ previamente almacena-
da, correspondiendo esto a la instrucción de la dirección
5 de acceso a casilla parcial de la segunda columna de la
figura 9.

Con respecto al funcionamiento del generador
110, el multiplicador 96 y el sumador 98 de la fig. 3,
las instrucciones dadas por el generador 110 al multipli-
10 cador 96 y al sumador 98, como se hace notar en la fig.
9, pueden ponerse de manifiesto con referencia a la suma
que antecede, de la muestra de F. Las instrucciones son
las de obtener el valor ponderado de la muestra de señal
del transductor F, y sumar esta muestra ponderada al valor
15 precedente almacenado en la casilla 82 arriba citada. En
respuesta a la señal de acceso de la línea 125 de la fig.
3, el contenido de esa casilla 82 se lleva desde la memo-
ria 100, a lo largo de la línea 146, al sumador 98. Así,
en virtud de los números en dígitos transmitidos por las
20 líneas 121, 122 y 123, el generador 110 obtiene la mues-
tra de entrada de la señal procedente del transductor F,
que fue producida en el momento de incidir sobre éste el
frente de ondas 66 de la fig. 6, da instrucciones al multi-
plicador 96 para multiplicar esta muestra de señal por el
25 factor ponderador que hay en la línea 122 y producir la
muestra de señal ponderada representada por el símbolo F,
extrae a lo largo de la línea 146 el valor precedente de
la suma parcial almacenada en el lugar antes mencionado,
y da instrucciones al sumador 98 para combinar la suma par-
30 cial que hay en la línea 146 con la muestra de señal de F

1 y obtener una muestra completa de salida para la primera
onda de la fig. 6. El generador 110 transmite también una
señal de un solo bitio, a lo largo de la línea 122, que
sirve de bitio denotativo o indicador de despejo, pasando
5 este bitio de despejo por la unidad aritmética 78 sin par-
ticipar en las operaciones aritméticas de la misma, hasta
hacer funcionar el conmutador 102. En respuesta al bitio
indicativo de despejo, el conmutador 102 acopla la muestra
de salida terminada o completa a la memoria compensadora
10 104, de modo que la mencionada casilla 82 de la memoria
100 queda libre. Al terminar la señal de bitio de despejo,
el conmutador 102 vuelve a la posición indicada en la fig.
3, de modo que las sucesivas sumas parciales producidas
por la unidad aritmética 78 retornan a sus respectivas ca-
sillas 82 de la memoria 100.

15
20
25
30
Con respecto a la obtención de acceso a las memo-
rias 88 y 90 de la memoria compensadora 104, el número que
haya en la línea 118, proporcionado por el generador 110,
puede contener unos dígitos adicionales a los cuales sea
sensible, o capaz de responder, la memoria compensadora
104 para obtener acceso a las memorias 88 y 90 contenidas
en la misma. Como alternativa, los datos introducidos en
la memoria compensadora 104 se almacenan en unos lugares
dispuestos en serie, el orden de los cuales se pone a dis-
posición de la unidad de tratamiento de datos 52 por medio
del nivel de recuento que hay en la línea 56. De ese modo,
la unidad 52 de tratamiento de datos asocia cada número
almacenado a una muestra concreta y específica de un haz
específico, permitiendo la filtración y la correlación de
señales recibidas en los haces individuales. Una referencia

1 para la correlación es la proporcionada por un generador
de perfiles de onda, como el de la fig. 12, a lo largo de
la línea 145.

5 Es de notar que para ejecutar la combinación an-
tes citada de la muestra de señal de F con la sumación par-
cial previamente almacenada, las únicas instrucciones que
hacen falta del generador 110 son la selección de la mues-
tra de entrada específica por medio de la línea 121, el
factor de ponderación y el bitio indicativo de despejo por
10 la línea 122 y la dirección de acceso de casilla parcial
por la línea 123. Estas señales puestas en las tres líneas
121...123 no varían con el particular intervalo entre mues-
tras de salida. Esto se ilustra en la fig. 9, en la cual,
durante el quinto intervalo entre muestras de salida, la
15 instrucción proporcionada en la primera columna de la di-
rección de acceso parcial de casilla, esto es, la de "su-
mar F", es la misma anteriormente descrita para la posi-
ción correspondiente, en la fig. 8, del cuarto intervalo
entre muestras de salida. En ausencia de las permutaciones
20 proporcionadas por el sumador 114, el diagrama de tiempos
de la fig. 9, de por sí, sugiere que la muestra de F se
suma simplemente con los datos, cualesquiera que sean, que
hayan llegado a almacenarse durante el cuarto intervalo
entre muestras de salida dentro de la mencionada casilla
25 82. Como antes se ha hecho notar, la mencionada casilla ha
bía sido despejada tras la suma con F del cuarto intervalo
entre muestras de salida, de modo que, como se ve en la
fig. 9 sin tener en cuenta el funcionamiento del sumador
114, la muestra de señal F aparece combinada con la suma
30 parcial de cero, dando una muestra de salida que consta de

1 sólo la muestra de señal de entrada de F. Ahora bien, no
es éste el caso, puesto que el sumador 114 añade el des-
plazamiento de acceso de casillas de la línea 128 a la di-
rección de acceso parcial de casillas que hay en la línea
5 123. En el análisis arriba efectuado con referencia al
cuarto intervalo entre muestras de salida de la fig. 9 se
supuso que en la línea 128 estaba presente el número 3.
Como más arriba se explicó con referencia a la fig. 3, el
número que aparece en la línea 128 se adelanta en un paso
10 o nivel de recuento por cada intervalo sucesivo entre mues-
tras de salida, de modo que, durante el presente estudio
del quinto intervalo entre muestras de salida de la fig.
9, es el número 4 el que aparece en la línea 128, con el
resultado de que los datos de la quinta casilla de la fig.
15 8, esto es, la suma parcial $B+A+C+D+E$, y no el valor de ce-
ro de la casilla número 4, es lo que se combina con la
muestra de señal de F.

Con respecto al ejemplo que antecede, de la suma
de la muestra de E con los datos almacenados en la quinta
20 casilla de la fig. 8 durante el cuarto intervalo entre
muestras de salida, a E se le añade la suma parcial $B+A+C+D$.
La instrucción para esta suma aparece en la segunda colum-
na de la fig. 9. La suma parcial resultante se extrae de
la quinta casilla más adelante, durante el quinto interva-
25 lo entre muestras de salida, para ser combinada con la mues-
tra de señal F. Así, como puede verse, aún cuando las ins-
trucciones dadas por el generador 110 en las cuatro líneas
121...123 son idénticas durante los intervalos cuarto y
quinto entre muestras de salida, las operaciones aritméti-
cas efectivamente realizadas por el sumador 98 son distin-
30

1 tas. El cambio o paso de la adición de la muestra de F des
de la cuarta casilla a la quinta casilla de la memoria 100,
entre los intervalos cuarto y quinto entre muestras de sa-
5 lida, fue realizado por el sumador 114, efectuándose este
cambio independientemente del funcionamiento del generador
110. De esta manera, como puede verse, el procedimiento
iterativo del generador 110 y la unidad aritmética 78 pue-
de completarse una vez durante cada intervalo entre mues-
tras de salida, en tanto que el funcionamiento de las di-
10 versas casillas 82 de la memoria 100 es periódico durante
muchos intervalos entre muestras de salida.

Con referencia a la cuarta columna de las direc-
ciones de acceso parciales de casilla de la fig. 9, el tér-
mino $B+A+C$ indica que el generador 110 ha ordenado tres
15 operaciones aritméticas durante un solo intervalo entre
muestras de salida. Los instantes de aparición de estas
tres operaciones se vieron ya en el diagrama de tiempos de
la fig. 4, en relación con la casilla presente. Así, con
referencia a las figuras 3, 4 y 9, en el instante $t=0,3$,
20 el generador 110 transmite a lo largo de las líneas 121...
123 unas señales que colocan la muestra B en la memoria
100; en el $t=0,4$, el generador 110 da, por las líneas
121...123, unas señales que producen la extracción de la
muestra de B, tomándola de su lugar de situación en la me-
25 moria 100, y la combinación de la misma con la muestra de
A obtenida del sistema muestreador 38, dando la suma $B+A$
y poniéndola en el lugar de la memoria 100 previamente uti-
lizado para almacenar la muestra de B. Lo mismo puede de-
cirse del generador 110 en el instante $t=0,8$, en que la
30 suma parcial $B+A$ se extrae de su lugar en la memoria 100

1 y se sustituye por la suma parcial $B+A+C$. También se puede
decir lo mismo de la operación de sumar la muestra de D de
las figs. 4 y 9 a una suma parcial previamente obtenida.

5 Los instantes de aparición de las muestras de
entrada antedichas pueden apreciarse también por la gráfi-
ca 134 de la fig. 6. Así, el instante de aparición de la
operación en que interviene la muestra de F tiene lugar
en el instante $t=0,5$ de cada intervalo entre muestras de
salida. Por consiguiente, como puede verse, la producción
10 de las muestras de salida para un haz dirigido a lo largo
del eje de tiempos de la gráfica 134 implica unas operacio-
nes matemáticas que son ordenadas por el generador 110 en
los instantes $t=0,3$, $t=0,4$, $t=0,5$, $t=0,6$, $t=0,7$ y $t=0,8$
de cada intervalo entre muestras de salida. En vista de
15 los ejemplos que anteceden, puede apreciarse que los gene-
radores 110 y la unidad aritmética 78 efectúan una itera-
ción completa de funcionamiento durante un solo intervalo
entre muestras de salida, en tanto que el desplazamiento
de casillas de la memoria 100 prosigue durante muchos in-
20 tervalos entre muestras de salida.

Fácilmente se desprende que los instantes de eje-
cución de las operaciones antedichas para una pluralidad
de haces pueden tener lugar, en algunos casos, de modo ca-
si simultáneo. A esta situación se da acomodo fácilmente,
25 puesto que los instantes de incidencia de los respēctivos
frentes de ondas sobre los transductores A...F individua-
les se refieren más concretamente a los momentos en que el
sistema muestreador 38 obtiene muestras de las señales de
los transductores. Una vez almacenadas las muestras en las
30 memorias 88 y 90, las operaciones ordenadas por el genera-

1 dor 110 están reguladas en el tiempo para que se ejecuten
en secuencia, no habiendo error alguno resultante de la
operación secuencial, puesto que el valor apropiado de la
muestra de señal de transductor ha sido ya almacenado en
5 el sistema muestreador 38. Hay que hacer notar, de paso,
que en otra forma de realización del sistema muestreador
38 que se va a describir en relación con la fig. 11 y en
la que no existe ninguna memoria como las memorias 88 y 90
del sistema de muestreo 38, la toma de muestras de las se-
10 ñales de transductor se hace en los instantes en que lo or-
dena el generador 110, de modo que, en este caso, hay un
pequeño error resultante de la formación de secuencia de
operaciones, que han de coincidir en el tiempo. Ahora bien,
como se verá al hablar de esta forma alternativa o varian-
15 te de realización del sistema muestreador, el error es lo
bastante pequeño para poder despreciarlo. La pequeña magni-
tud del error proviene de que la frecuencia de muestreo es
lo bastante rápida, respecto a la velocidad de propagación
de la energía radiante de un lado a otro de los transduc-
20 tores, como para que haya poca diferencia en la señal mues-
treada, de resultas de un retardo en el muestreo.

Con referencia ahora a la fig. 10, se da en ella
un esquema funcional del sistema muestreador 38 y de sus
interconexiones con los transductores 36 y el generador de
25 acceso 46, interconexiones que se han indicado anteriormen-
te con referencia a las figs. 2 y 3. El sistema muestrea-
dor 38 comprende una pluralidad de bloques o canales 147,
cada uno de los cuales va acoplado a uno (individual) de
los transductores 36, incluyendo cada canal 147 un receptor
30 148, unos mezcladores 150, unas unidades de muestreo y re-

1 tención 152, a las que en adelante se hará referencia co-
mo unidades de S/H, unos convertidores 154 de analógico
en numérico, designados en lo que sigue como de A/D, y un
circuito de transmitir/recibir (en lo que sigue, de T/R)
5 155. El sistema muestreador 38 comprende también una uni-
dad multiplexadora (en lo que sigue, MUX) 156, un oscila-
dor 158, un desfasador 160 de 90°, así como las memorias
88 y 90, el conmutador 92 y el circuito biestable 94 an-
teriormente indicados en la fig. 3. Uno de los mezclado-
10 res 150 de cada canal 147 tiene un terminal de entrada de
referencia acoplado al terminal \emptyset_1 del oscilador 158, en
tanto que el segundo mezclador 150 tiene su terminal de
entrada de referencia acoplado al terminal \emptyset_2 del desfa-
sador 160. En cada canal 147, la salida del receptor 148
15 va acoplada a cada uno de los mezcladores 150, y la salida
de cada mezclador 150 está acoplada, por medio de una uni-
dad 152 de S/H, a un convertidor 154 de A/D.

Cada receptor 148 incluye un preamplificador y
un filtro de paso de banda (no representados) para ampli-
20 ficar las señales de los transductores individuales 36,
siendo la anchura de banda de los filtros lo bastante am-
plia para dejar pasar las señales de los transductores 36
y al mismo tiempo atenuar el ruido en un espectro situado
fuera de las señales de transductor. A título de ejemplo,
25 el mencionado acoplamiento de los mezcladores 150 a los
terminales \emptyset_1 y \emptyset_2 da un muestreo de las señales de trans-
ductor en fase y en cuadratura, sobrentendiéndose que es
posible utilizar también el sistema 32 de las figuras
1...3 con una detección de envolvente y muestreo de la en-
30 volvente (no representados). El oscilador 158 da una sinu

1 soide con una frecuencia que se halla fuera del paso de
banda del receptor 148, con el fin de producir una fre-
cuencia intermedia adecuada para el funcionamiento de los
mezcladores 150. Se sobrentiende que los mezcladores 150
5 incluyen un filtro de salida para extraer una de las ban-
das laterales de la operación de mezcla, de modo que los
mezcladores 150 acoplados al terminal ϕ_1 den a las unida-
des 152 de S/H la señal de frecuencia intermedia en fase,
en tanto que los mezcladores acoplados al terminal ϕ_2 den
10 a sus respectivas unidades 152 de S/H la señal de frecuen-
cia intermedia que está en cuadratura. En respuesta a
unas señales de reloj procedentes del reloj 106 de la fig.
3, acopladas al sistema muestreador 38 por medio de la lí-
nea 48, cada unidad 152 de S/H suministra una muestra de
15 la señal que sobre ellos incide procedente de su corres-
pondiente mezclador 150. Las muestras retenidas por cada
unidad 152 de S/H son unas muestras analógicas que se con-
vierten en números (en dígitos) por medio de los converti-
dores 154 de A/D acoplados a las respectivas unidades 152
20 de S/H. Las parejas de convertidores 154 de A/D acopladas
a cada uno de los receptores 148 suministran unas parejas
de números, en dígitos, que representan un número comple-
jo, yendo cada número complejo acoplado por medio de un
terminal B de los respectivos canales 147 al MUX 156, y
25 que representan el valor de la muestra de una señal propor-
cionada por el transductor 36 correspondiente.

El generador 110 de la fig. 3 suministra un nú-
mero digital a lo largo de la línea 162, que se ve salien-
do de la línea 118 de la figura 3, al MUX 156 y a cada una
30 de las memorias 88 y 90. En respuesta al número puesto di-

1 gital en la línea 162, el MUX 156 opera, a modo de conmutador selector, acoplando selectivamente unas muestras individuales, de las muestras complejas recibidas de los convertidores 154 de A/D, y por medio del conmutador 92, a una de las memorias 88 y 90. Como antes se ha hecho notar con referencia a la descripción de la fig. 3, la señal de balancín biestable que aparece en el terminal T hace funcionar el conmutador 92 alternando entre las memorias 88 y 90 durante intervalos alternos entre muestras de salida. Como se indica en la figura 10, se están acoplando muestras de señal desde el MUX 156 a la memoria 88, en tanto que desde la memoria 90 se están acoplando muestras de señal a la unidad de cálculo 42. Durante el siguiente intervalo entre muestras de salida, las muestras de señal se acoplan desde el MUX 156 a la memoria 90, en tanto que las muestras de señal que van acopladas a la unidad de cálculo 42 se están acoplando desde la memoria 88. De esta manera, la salida por lectura de muestras desde el sistema muestreador 38 a la unidad de cálculo 42 puede hacerse con una frecuencia o rapidez y en una secuencia que son independientes de la introducción de las muestras de señal en el sistema de muestreo 38.

Con respecto a las señales de reloj que hacen funcionar cada unidad 152 de S/H, como antes se ha dicho, estas señales de reloj aparecen a una frecuencia suficientemente rápida, en comparación con la velocidad de propagación de un frente de ondas de energía radiante de un lado a otro de la formación 34 de transductores de la fig. 1, de tal modo que, independientemente de la dirección y sentido del frente de ondas incidente de energía radian-

1 te, se tomen por lo menos seis o siete muestras por cada
longitud de onda de la radiación incidente. Esta frecuen-
cia o tasa de muestreo de la seguridad de que cualquier
5 error de cuantificación de fase resultante de la combina-
ción de las muestras de señal de transductor es lo bastan-
te pequeño para que las muestras de salida proporcionadas
para los haces, en cada uno de los sentido o direcciones
en que la formación 34 mire la radiación que le llega, den
por resultado un diseño o diagrama de directividad sustan-
10 cialmente exento de lóbulos discordantes y nulos discordan-
tes. En particular, es de notar que esta frecuencia de
muestreo aplicada a cada uno de los transductores 36 por
el sistema muestreador 38 da por resultado que en las me-
morias 88 y 90 se almacenen muchas más muestras de señales
15 de transductor que las necesarias para los cálculos de la
unidad de cálculo 42, en la producción de los haces de ra-
diación.

El circuito 155 de T/R incluido en cada canal
receptor 147 permite acoplar, entre los transductores 36
20 y sus correspondientes receptores 148, un circuito trans-
misor que se describirá más adelante con referencia a la
fig. 12. El circuito 155 de T/R está acoplado a los trans-
ductores 36 por medio de un terminal D del canal receptor
164; se prevé un terminal A para el acoplamiento al cir-
25 cuito transmisor.

El acoplamiento de las señales de acceso que vie-
nen del generador 110 por las líneas 121 y 162 y a través
del conmutador 92 hasta las memorias 88 y 90 proporciona
una disposición en la que las muestras procedentes del MUX
30 156 son acopladas a la misma memoria (por ejemplo, la me-

1 - memoria 88) que la dirección de acceso que viene de la lí-
nea 162. Como más arriba se ha hecho notar, la dirección
de acceso que haya en la línea 162 se utiliza para alma-
cenar datos en las memorias 88 y 90, en tanto que la di-
5 rección de acceso que haya en la línea 121 se utiliza pa-
ra sacar datos por lectura de las memorias 88 y 90. Como
se indica en la figura, mientras la dirección de acceso en
la línea 162 se está acoplando a la memoria 88 por medio
del conmutador 92, la dirección de acceso en la línea 121
10 se está acoplando, por medio del conmutador 92, a la me-
memoria 90, acoplándose un terminal de salida de la memoria
90, por medio del conmutador 92, a la salida del sistema
muestreador 38 por la línea 44. El cambio de estado o
15 posición del conmutador 92 por efecto del circuito biesta-
ble o de balancín 94 altera estas interconexiones de modo
que la memoria 88 se acopla a la línea 44, la memoria 90
se acopla al MUX 156, la línea 162 se acopla a la memoria
90 y la línea 121 se acopla a la memoria 88.

20 Con referencia ahora a la fig. 11, se ve en ella
una forma alternativa o variante de realización del sis-
tema muestreador 38 de la fig. 10, habiéndose designado
esta forma de realización con la referencia 38A. El sis-
tema de muestreo 38A conserva los canales receptores 147
de la fig. 10, pero en él se han eliminado las memorias
25 88 y 90 y el conmutador 92 de la fig. 10. La línea 121 que
viene del generador de acceso 46 está acoplada, por medio
de un descodificador 168, a cada una de las unidades 152
de S/H. El descodificador 168, en respuesta a la señal
numérica que haya en la línea 121, excita una, individual,
30 de las líneas 170, con arreglo al número digital que apa-

1 rezca en la línea 121. Los canales receptores 147 están
además identificados por los sufijos A...F, y las líneas
170 están también designadas por las letras A...F, cuan-
do se desea identificar uno, específico, de estos canales
5 o estas líneas. La línea 121 va también acoplada al MUX
156 para seleccionar la señal de terminal B de uno, en
concreto, de los canales receptores 147, de acuerdo con
la señal numérica que haya en la línea 121. Así, por ejem-
plo, si se desea utilizar una muestra de la señal produ-
cida por el transductor 36A, la señal numérica de la lí-
10 nea 121 hace funcionar el descodificador 168 activando
la línea 170A, que a su vez hace funcionar a ambas unida-
des 152 de S/H del canal 147. La muestra de señal comple-
ja procedente del transductor A va acoplada desde el ter-
15 minal B del canal 147A, por medio del MUX 156, directa-
mente a través de la línea 44, con lo cual es utilizada
por la unidad de cálculo 42. La unidad 152 de S/H retiene
la muestra mientras se halla activada la línea 170A, de
modo que la unidad de cálculo 42 puede efectuar varios
20 cálculos utilizando la muestra A, después de lo cual se
pone en acción otra línea, tal como la 170B, para suminis-
trar una muestra de B por la línea 44. Así, como puede
verse, cuando el sistema 32 de las figs. 1...3 utilice el
sistema muestreador 38A, cada muestra de señal de trans-
25 ductor se obtiene tal como se utiliza en los cálculos;
en tanto que, con el sistema muestreador 38, el sistema
32 obtiene un juego completo de muestras de señal de trans-
ductor para la totalidad de los transductores 36, juego
que queda almacenado, extrayéndose las muestras de señal
30 de transductor individuales, del juego almacenado, según

1 se van necesitando para los cálculos.

5 Otra forma adicional de ejecución del sistema muestreador 38, y también del sistema muestreador 38A, puede obtenerse sustituyendo el MUX 156 por una forma analógica de multiplexador, no representada en las figuras, yendo este multiplexador analógico directamente conectado a las salidas de los mezcladores 150 en cada uno de los canales 147, y estando la salida del multiplexador analógico acoplada en serie, por medio de un circuito de muestreo y retención (S/H) y un convertidor de analógico en numérico (A/D), a las memorias 88 y 90, en el caso del sistema muestreador 38, o bien directamente a la línea 44 en el caso del sistema de muestreo 38A.

15 Para obtener una mejor exactitud en la formación de haces, hay representado un detector de temperatura 172 en ambas figs. 1 y 3, acoplado por medio de una línea 174 al reloj 106 del generador de acceso 46. La velocidad del reloj 106 es capaz de responder a una señal proporcionada por el detector 172 de manera que, al aumentar o disminuir la velocidad de propagación de la energía acústica en el agua del océano, con arreglo a la temperatura ambiente del océano, la velocidad del reloj 106 aumente o disminuya de modo correspondiente. Como se ha hecho notar más arriba, la frecuencia o tasa de muestreo por parte del sistema muestreador 38 se ha fijado para que de por lo menos seis o siete muestras por cada longitud de onda de la radiación incidente sobre la formación 34 de transductores. Por consiguiente, al aumentar o disminuir la velocidad de propagación, se aumenta o disminuye correspondientemente la frecuencia de muestreo, con el

1 fin de tener la seguridad de que el diagrama de directi-
vidad resultante para un haz de radiación incidente sobre
la formación 34 no varía con la temperatura del agua del
océano.

5 En funcionamiento, por lo tanto, la radiación
acústica incidente sobre la formación 34 de las figs. 1...
3 produce en cada uno de los transductores 36 una señal
que depende de los instantes respectivos de incidencia de
un frente de ondas de la radiación sobre los transducto-
10 res 36 respectivos. Las señales de los transductores son
muestreadas por el sistema muestreador 38, en el cual se
almacenan las muestras. En respuesta al reloj 106 del ge-
nerador de acceso 46, el contador 108 proporciona una su-
cesión de números, que pone en acción al generador 110.
15 En respuesta a estos números, el generador 110 suministra
una secuencia de números, en dígitos, la cual selecciona
las muestras almacenadas en el sistema muestreador 38,
pondera estas muestras seleccionadas por medio del multi-
plicador 96, almacena las muestras ponderadas en unos lu-
20 gares designados de la memoria 100 y combina las muestras
almacenadas con otras muestras ponderadas, por medio del
sumador 98, dando unas sumas parciales de muestras de sa-
lida de los respectivos haces. La acción de combinar mues-
tras sucesivas de las señales de transductor prosigue,
25 quedando las sucesivas sumas parciales, para una muestra
de salida cualquiera, almacenadas en una casilla 82 pre-
viamente designada de la memoria 100 hasta que se comple-
ta la suma, momento en el cual la suma completada se trans-
fiere, por medio del conmutador 102, a la memoria compen-
30 sadora 104. El contador 108 cuenta por módulos N, siendo

1 N el número de operaciones matemáticas que se van a efectuar durante cada intervalo entre muestras de salida. Así, el contador 108 cuenta repetida o iterativamente, efectuándose una iteración completa durante cada intervalo entre muestras de salida de la fig. 8. De igual modo, el generador 110, en respuesta a la secuencia iterada de números procedentes del contador 108, suministra una secuencia iterada de operaciones aritméticas. El detector 112 señala el final de cada intervalo entre muestras de salida y el contador 116 cuenta el número de intervalos, haciéndose este recuento por módulos M, con el resultado de que el nivel de recuento varía desde cero a M-1. La salida del contador 116 se suma por módulos M a la dirección de acceso parcial de casilla, por medio del sumador 114, de modo que los nuevos datos que se van a combinar con los datos almacenados en una casilla cualquiera determinada se hacen avanzar a razón de una casilla por cada intervalo entre muestras de salida, como se ilustra en la fig. 8. Puesto que el sumador opera por módulos M, la dirección de acceso para un lugar cualquiera determinado de la memoria 100, como puede verse, se desplaza secuencialmente de casilla en casilla recorriendo todas las casillas, habiendo M casillas en la memoria 100, y vuelve a empezar luego por la primera casilla. Esto está de acuerdo con la representación de la fig. 8, en la cual, durante intervalos sucesivos de salida de muestra, la adición de los valores de muestra consecutivos con las sumas parciales almacenadas se efectúa mediante una introducción de los valores de muestra en casillas sucesivas, de las mencionadas. Esta disposición permite cualquier configu-

1 ración de la formación de transductores, incluso una for-
mación alargada en la que pueden requerirse muchos inter-
valos entre muestras de salida para producir un haz en
5 una determinada dirección, si bien puede requerirse sólo
uno o dos intervalos entre muestras de salida para produ-
cir un haz en una segunda dirección.

También resulta evidente que, en la situación
en que el generador 110 esté suministrando haces en mu-
chas direcciones (por ejemplo, 120 haces desviados entre
10 sí en 3º, para obtener 360º de cobertura azimutal), la
unidad 52 de tratamiento de datos es capaz de elegir se-
cuencialmente un haz cada vez, para dar como resultado
un haz de exploración; o bien puede seleccionar los haces
en un orden cualquiera, con el fin de dar una exploración
15 de acceso aleatorio. Es evidente asimismo que el genera-
dor 110 puede producir unos pocos haces tan sólo, si así
conviene: por ejemplo, haces a proa, a popa, a babor y a
estribor. La invención descrita es, por lo tanto, univer-
salmente aplicable a una formación que tenga cualquier for-
20 mato prescrito. Si bien la formación 34 está representa-
da en un solo plano, se sobreentiende que es posible combi-
nar muestras de señal procedentes de los transductores de
una formación que esté dispuesta en forma de hemisferio, u
otra disposición que no esté en un plano, sumando estas
25 señales entre sí para suministrar un haz en direcciones
que no estén en el plano azimutal.

Con referencia ahora a la fig. 12, se da en ella
un esquema funcional de un sistema transmisor 176 que com-
prende un generador 178 de perfil de onda, un convertidor
30 180 de analógico en numérico (A/D), un conmutador selec-

1 tor 182, unos convertidores 184 de numérico en analógico
(D/A), unos filtros de paso de banda 186 y unos amplifi-
cadores 188, indicándose también en el esquema la memo-
ria 100, el multiplicador 96 y una variante del generador
5 de acceso 46 anteriormente descrito con referencia a la
fig. 3. La variante del generador de acceso 46 está iden-
tificada con la referencia 46A, tiene los mismos compo-
nentes que el generador 46 de la fig. 2 pero, tal como
se indica, comprende además un multiplicador 190 acoplado
10 entre el contador 116 y el sumador 114, así como una fuen-
te 192 de un número R en dígitos. El número que haya en
la línea 128 es multiplicado por R, por el multiplicador
190. El sistema transmisor 176 opera de igual manera que
el sistema receptor 32 de las figs. 1...3. El generador
15 de acceso 46A, como puede verse, va acoplado a la memoria
100 por medio de la línea 125, al multiplicador 96 por
la línea 122 y al conmutador selector 182 por la línea
121, llevando las líneas 125, 122 y 121 el mismo tipo de
señales indicado con referencia a las líneas correspon-
20 dientemente numeradas de la fig. 3. La señal de reloj
procedente del reloj 106 (visto en la fig. 3) del genera-
dor de acceso 46A va acoplada al generador 178 de perfil
de onda.

25 El generador 178 de perfil de onda está sincro-
nizado por medio de la señal de reloj del generador de
acceso 46A, y suministra un perfil de onda de señal ade-
cuado para su transmisión por la formación 34 de transduc-
tores de la fig. 1, siendo dicho perfil de onda, por ejem-
plo, el de una senoide pulsada o el de una senoide mo-
30 dulada en frecuencia y con barrido lineal. La señal del

1 generador 178 se lleva al convertidor 180 de A/D que, en
respuesta a la señal de reloj, muestrea la señal y con-
vierte cada muestra en un número, en dígitos, que es pre-
sentado a la memoria 100. El generador 110 (visto en la
5 figura 3) del generador de acceso 46A proporciona un jue-
go de números en dígitos, a lo largo de la línea 125, que
seleccionan para acceso a la memoria 100, seleccionándose
las direcciones de acceso de las casillas 82 de la memo-
ria 100 de manera análoga a la indicada con referencia a
10 la fig. 3, y colocándose las muestras numéricas que vie-
nen del convertidor 180 de A/D en las casillas con arre-
glo a la dirección de acceso proporcionada por la línea
125. Las muestras se extraen de la memoria 100 de acuerdo
con las direcciones de acceso que haya en la línea 125,
15 y son ponderadas por el multiplicador 96 con unos facto-
res de ponderación proporcionados por la línea 122. Las
muestras ponderadas resultantes que salen del multiplica-
dor 96 son luego aplicadas por el conmutador selector 182,
secuencialmente, a cada uno de los convertidores 184 de
20 D/A, viniendo la selección de los convertidores específi-
cos 184 de D/A gobernada por la señal numérica que haya
en la línea 121, de manera análoga a la designación de
los lugares en la memoria del sistema muestreador 38 de
la fig. 3. Cada convertidor 184 de D/A convierte la re-
25 presentación numérica de una muestra de señal en una mues-
tra analógica. Las muestras analógicas pasan luego por un
filtro 186 que tiene un paso de banda lo bastante estre-
cho para extraer, del tren de muestras del registro de des-
plazamiento 184, la frecuencia de la sinusoide del genera-
30 dor 178 de perfil de onda. Las muestras de señal son su-

1 ministradas, por medio de los convertidores 184 de D/A,
a cada uno de los filtros 186 a una tasa o frecuencia por
lo menos doble de la anchura de banda del filtro 186 (la
frecuencia de Nyquist): por ejemplo, de dos veces y me-
5 dia la anchura de banda del filtro 186, hasta obtener una
señal que presenta una reconstrucción precisa del perfil
de onda del generador 178, por medio de cada uno de los
filtros 186. La senoide producida por cada filtro 186
se acopla a un amplificador correspondiente 188 con el
10 fin de aumentar su potencia hasta un nivel adecuado para
su transmisión desde los transductores 36 de la formación
34 de la fig. 1. Cada uno de los amplificadores 188 se
halla acoplado a un transductor 36 por medio del terminal
A de un canal 147, habiéndose ya descrito los canales 147
15 en relación con la fig. 10.

Con referencia también a la fig. 13, se da en
ella un diagrama de tiempos de la memoria 100. Las mues-
tras de la señal que va a ser transmitida por el trans-
ductor A se ven almacenadas en la primera casilla, la ca-
20 silla numerada $(R+1)$, la casilla numerada $(2R+1)$ y así
sucesivamente hasta la casilla de número $\lfloor (K-1)R+1 \rfloor$,
siendo R el número de transductores contenidos en la for-
mación 34 de la fig. 1, pero teniéndose en cuenta en la
fig. 13 sólo los transductores A...F, por vía de ejemplo.
25 De igual modo, las muestras de la señal que va a ser trans-
mitida por el transductor B son almacenadas en la segunda
casilla de cada grupo de R casillas. El término K repre-
senta el número de las distintas muestras de señal que
van a ser transmitidas por el transductor A durante un in-
30 tervalo de tiempo igual al período de la onda que va a ser

1 transmitida por la formación 34. Los K intervalos de tiempo se repiten periódicamente con una frecuencia igual a la frecuencia de la energía acústica transmitida por el transductor A, así como por los demás transductores B...F.

5 La fig. 13 indica también una expresión (λ/KC) para la duración de cada uno de los intervalos K en función de λ y de C, siendo λ la longitud de onda de la energía acústica y C la velocidad de propagación de la energía acústica en el medio en el que esté sumergida la formación 34.

10 Durante cada uno de los K intervalos, una onda de la energía acústica se propaga en una fracción $1/K$ de la longitud de onda.

En la situación tipo, los intervalos de fracción de la longitud de onda son más pequeños que un intervalo entre muestras de salida, de modo que, por ejemplo, durante un intervalo entre muestras de salida pueden aparecer, o producirse, varios intervalos de fracción de longitud de onda, habiéndose representado dos intervalos entre muestras de salida en la parte derecha de la fig.

15 13. Como se ha expuesto en lo que antecede, el número K de intervalos de fracción de longitud de onda, de seis o más de éstos, es suficiente para asegurar que el diagrama de radiación de un haz producido por la formación 34 esté exento de lóbulos discordantes y de nulos discordantes.

20 El generador de acceso 46A se dirige para acceso a la memoria 100 por medio de la línea 125, seleccionando secuencialmente cada una de las casillas para dotar a cada uno de los transductores A...F de sus respectivas muestras. El contador 108, representado en la fig. 3 y común a ambos generadores 46 y 46A, cuenta por módulos R, y el

25 30

1 detector 122 detecta el número R. Así, al terminarse el
primer grupo de R muestras, el contador 116 da, por la
línea 128, un nivel de recuento que representa el número
5 de intervalos de fracción de longitud de onda que se han
completado. Como se ve en la fig. 12, el número existente
en la línea 128 se multiplica por R, viniendo R dado por
la fuente 192, y el producto de la multiplicación se acopla
por la línea 128A al sumador 114. Con ello, se aprecia
10 una distinción entre el funcionamiento del generador
46 de la fig. 3 y el generador 46A de la fig. 12, ya que
la dirección de acceso que haya en la línea 125 de la fig.
3 aumenta por unidades (de uno en uno) al aparecer cada
impulso en la línea 126, en tanto que en la fig. 12 el in-
cremento es por múltiplos de R (de R en R).

15 Por consiguiente, a la terminación de cada in-
tervalo de fracción de longitud de onda, la dirección de
acceso de casilla se hace avanzar de modo que durante el
siguiente intervalo de fracción de longitud de onda se da
un juego de muestras por separado para cada uno de los
20 transductores A...F. Al terminar los K intervalos de frac-
ción de longitud de onda, en lugar de los M intervalos de
la fig. 3, el nivel de recuento del contador 116 vuelve a
cero, para repetir la secuencia de la extracción de mues-
tras desde la memoria 100. De esta manera, se ve que una
25 señal engendrada por el generador 178 puede estar almace-
nada en la memoria 100, y que la señal almacenada puede
luego acoplarse repetitivamente desde la memoria 100 a la
formación de transductores, para radiar un haz de energía
acústica que tenga el perfil de onda de la señal almacena-
30 da. Además, el acoplamiento de la señal desde el genera-

1 dor 178, por medio de la línea 145, hasta la unidad de
tratamiento de datos 52 de la fig. 3, permite usar el al-
macenaje de la señal en dicha unidad de tratamiento como
5 referencia a los fines de correlación, como ya se ha he-
cho notar anteriormente.

Se sobrentiende que las formas de realización
del invento arriba descritas son meramente ilustrativas,
y que a las personas versadas en la materia pueden ocu-
rrírseles modificaciones y variantes de las mismas. Por
10 consiguiente, se desea que esta invención no se conside-
re limitada a las formas de realización aquí descritas,
sino solamente del modo definido por las reivindicaciones
que siguen.

1

REIVINDICACIONES

5

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:

10

1ª.- Un dispositivo de tratamiento de señales, que comprende, en combinación: una memoria dotada de lugares para el almacenaje de señales, estando cada uno de dichos lugares identificado por una dirección de acceso; unos medios, conectados a dicha memoria, para acoplar dichas señales a los elementos radiantes de una formación o disposición regular de elementos radiantes, comprendiendo dichos medios de acoplamiento un generador de direcciones de acceso, un contador y un combinador; produciendo dicho generador de acceso unas secuencias repetitivas de direcciones de acceso parciales; contando dicho contador las citadas secuencias por módulos M, donde M representa cierto número de dichos lugares; y yendo dicho combinador conectado a dicho generador y a dicho contador para combinar las citadas direcciones de acceso parciales con los niveles de recuento de dicho contador, con el fin de producir direcciones de acceso a dichos lugares.

15

20

25

2ª.- El dispositivo de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios de acoplamiento comprenden unos medios para combinar una de dichas señales con una segunda de dichas señales.

30

3ª.- El dispositivo de la reivindicación 2ª, en el que dichos medios de acoplamiento comprenden unos

1 medios ponderadores, para ponderar unas señales individua-
 les, de las citadas, con unos factores de escala, y en la
 que dicho generador de acceso proporciona los citados fac-
 tores de escala en sincronismo con dichas direcciones de
 5 acceso parciales.

4a.- El dispositivo de la reivindicación 1a,
 en el que dichos medios de acoplamiento comprenden unos
 medios para convertir una secuencia de dichas señales en
 una señal sinusoidal para excitar dichos elementos radian-
 10 tes.

5a.- "UN DISPOSITIVO DE TRATAMIENTO DE SEÑALES"
 Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
 tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con
 los fines que se han especificado.

15 Esta Memoria consta de cincuenta y siete hojas
 escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 14. ABR. 1978

P.A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder,

20

25

JAC.

30

27038

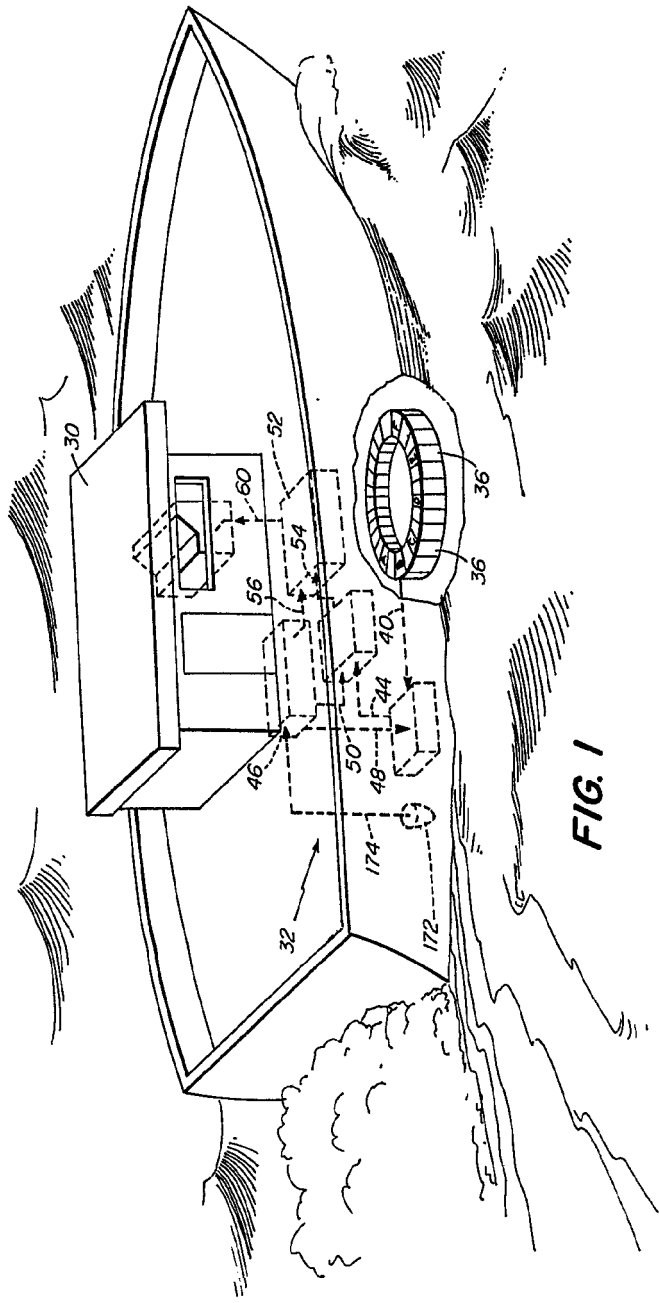


FIG. 1

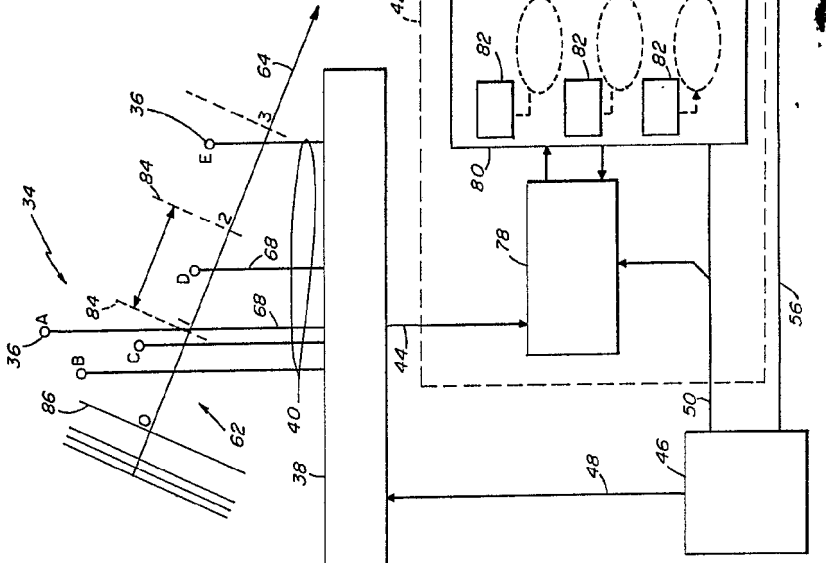
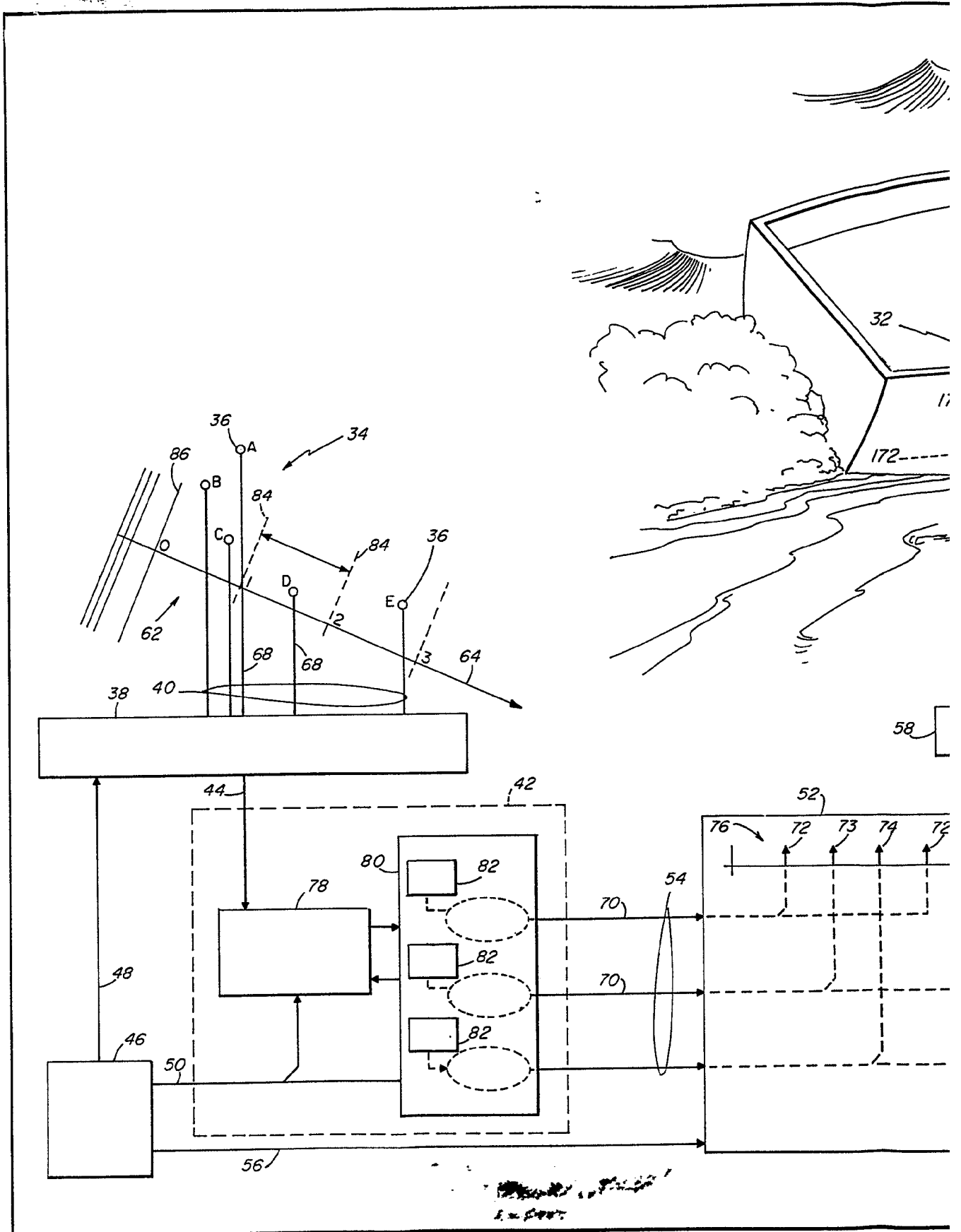


FIG. 2

Alfred G. Elizabeth
Patent Attorney



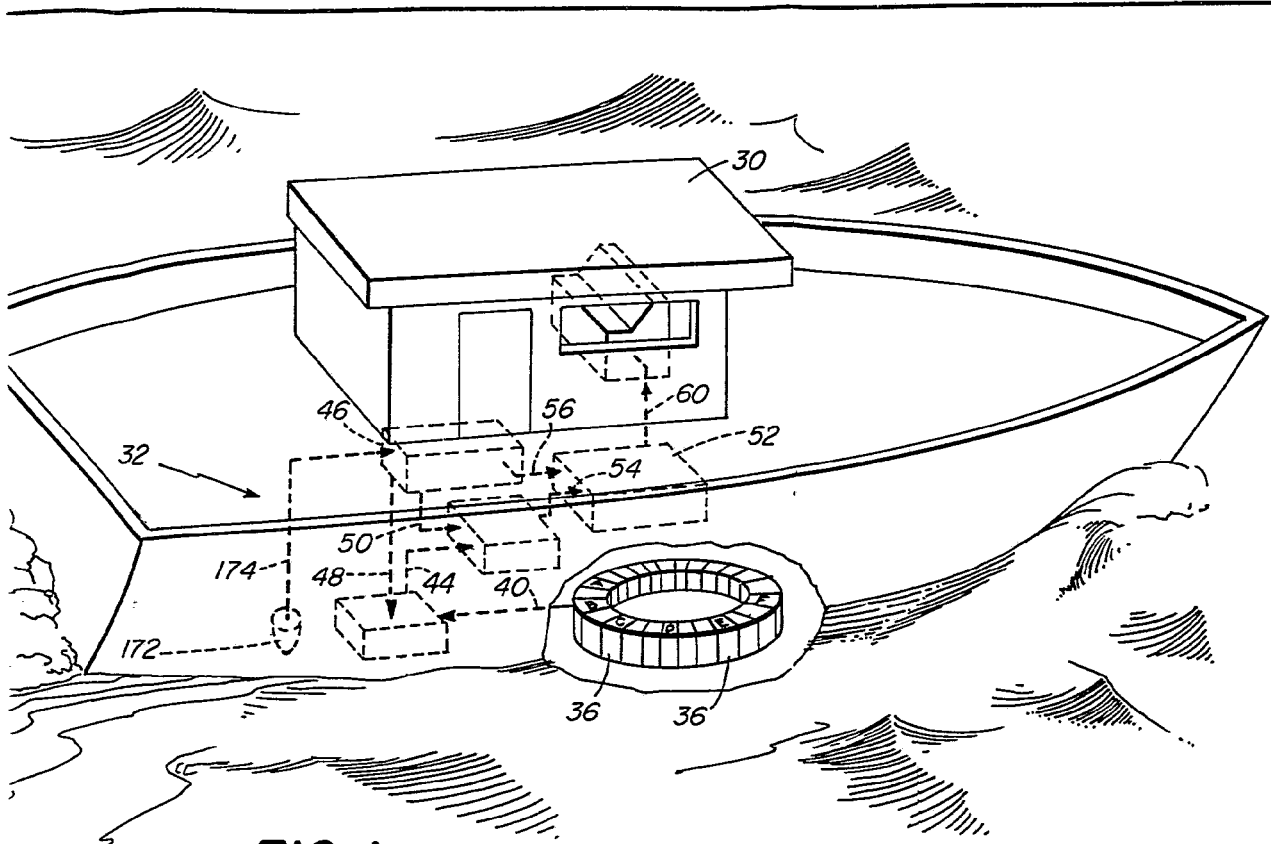


FIG. 1

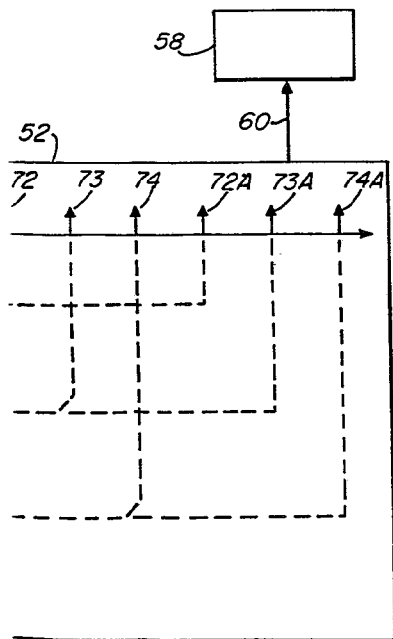


FIG. 2

Alberto de Elizaburu
Por Madrid

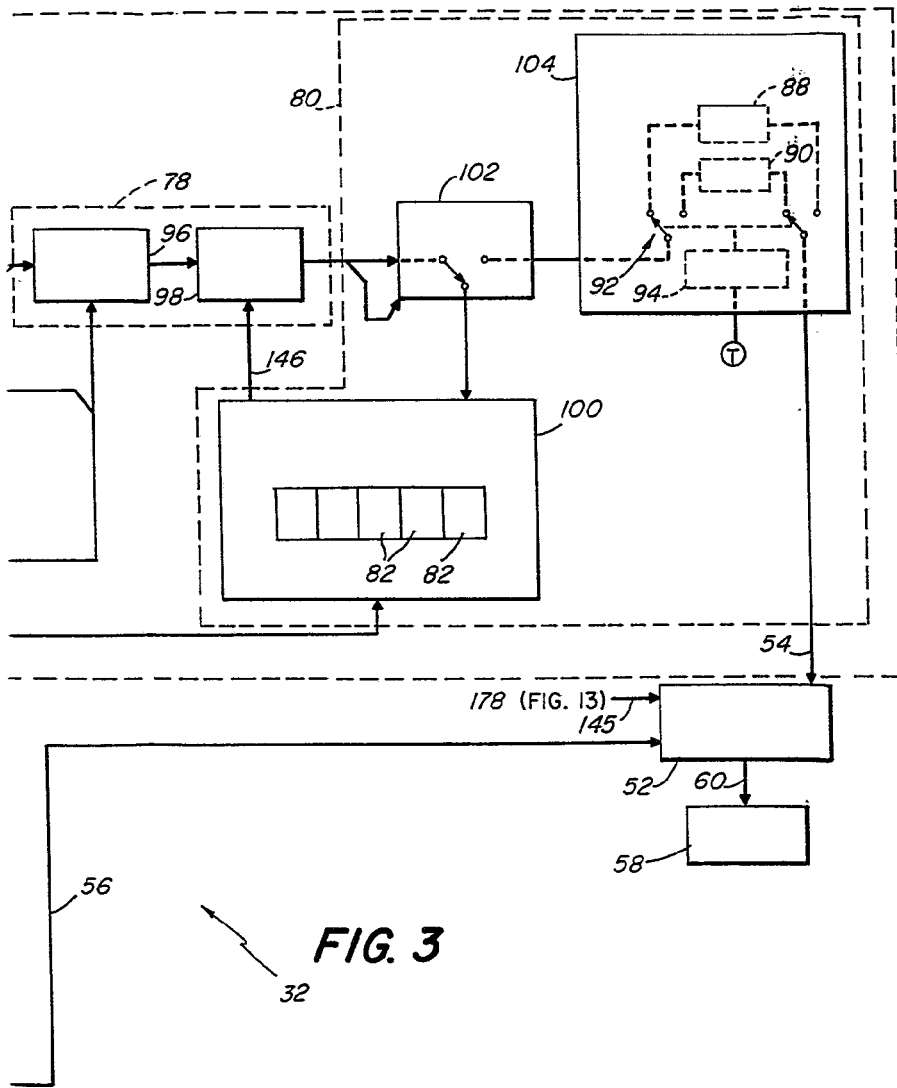


FIG. 3

Alberto de Elizabera
Pat. Feder.

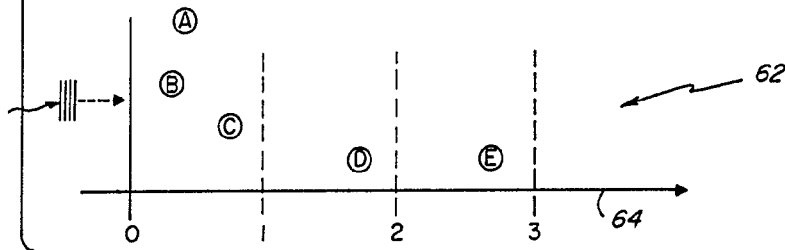


100

B+A+C+D	B+A+C		0.0
B+A+C+D	B+A+C	B	0.3
B+A+C+D	B+A+C	B+A	0.4
	B+A+C	B+A	0.6
	B+A+C+D	B+A	0.7
	B+A+C+D	B+A+C	0.8
	B+A+C+D	B+A+C	1.0

130

FIG. 4

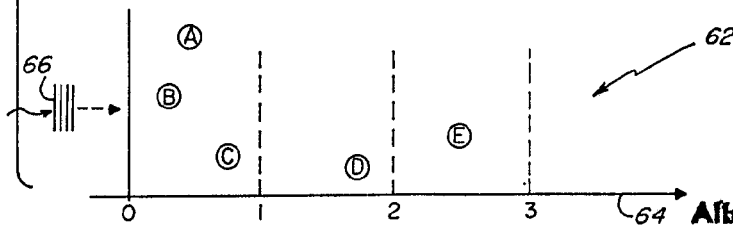


100

B+A+C+D	B+A+C		0
	B+A+C+D	B+A+C	1
B+A+C		B+A+C+D	2
B+A+C+D	B+A+C		3

132

FIG. 5



Albert J. ...
 Pat. No. ...

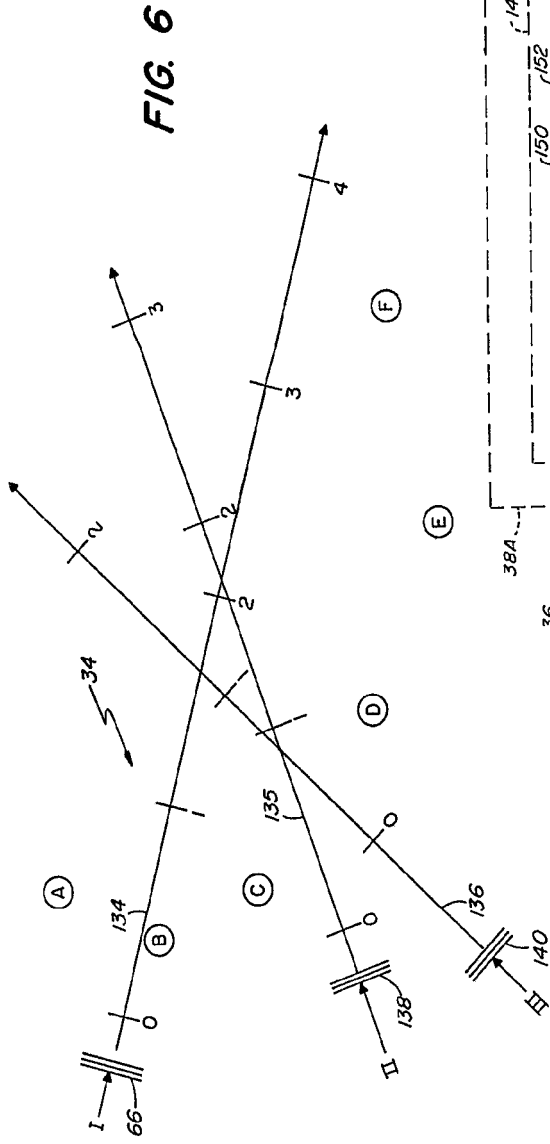


FIG. 6

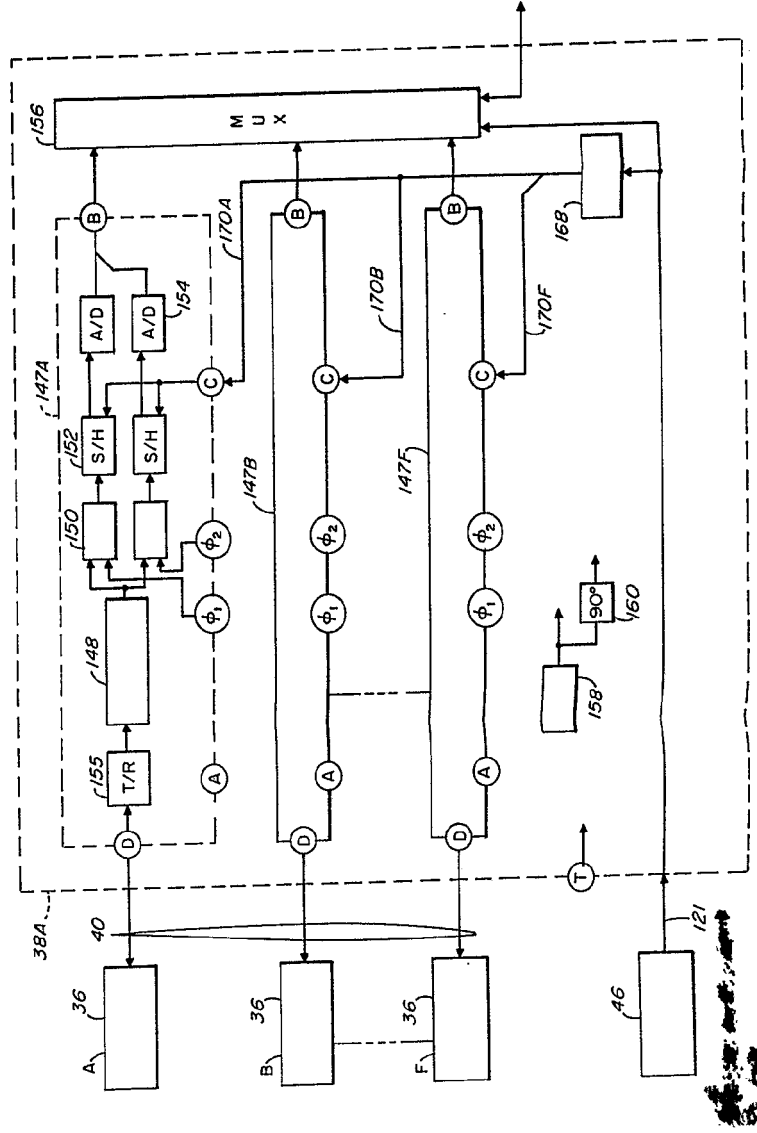


FIG. 11

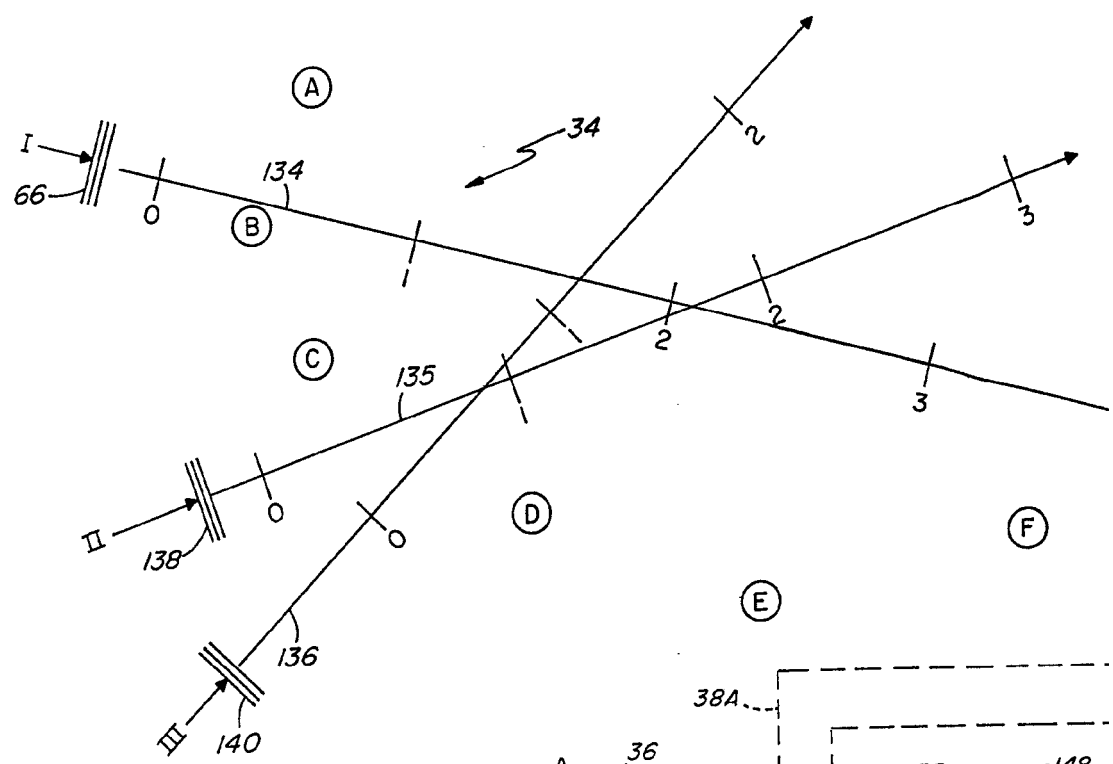
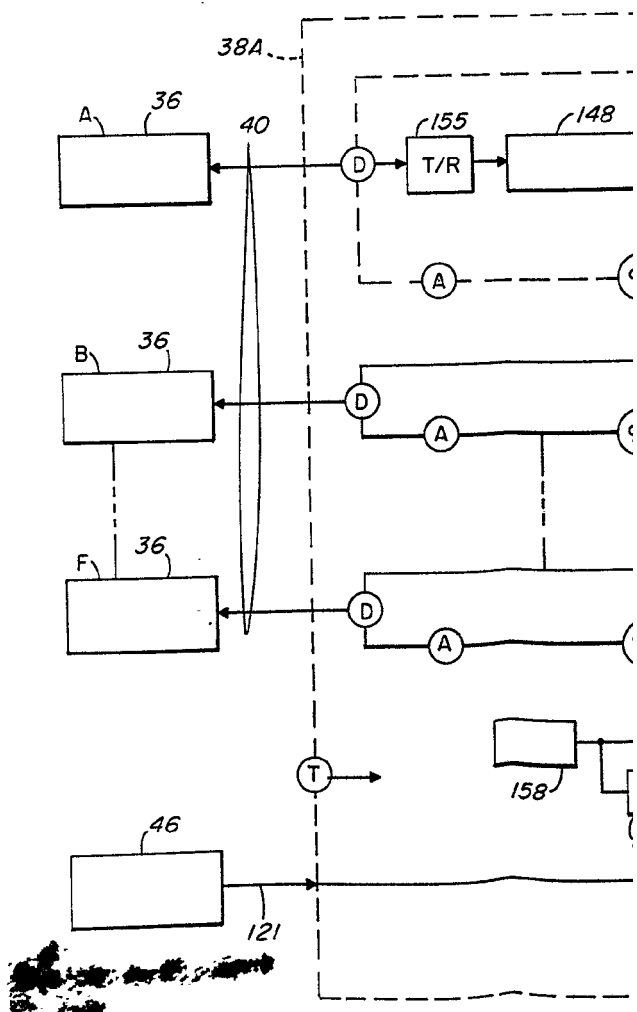


FIG. II



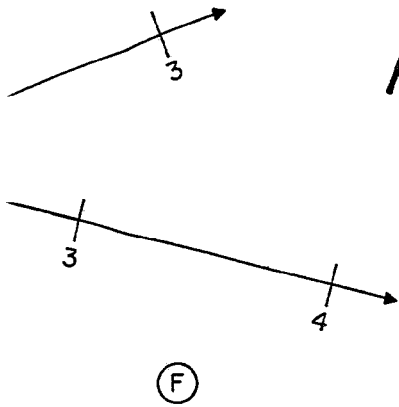
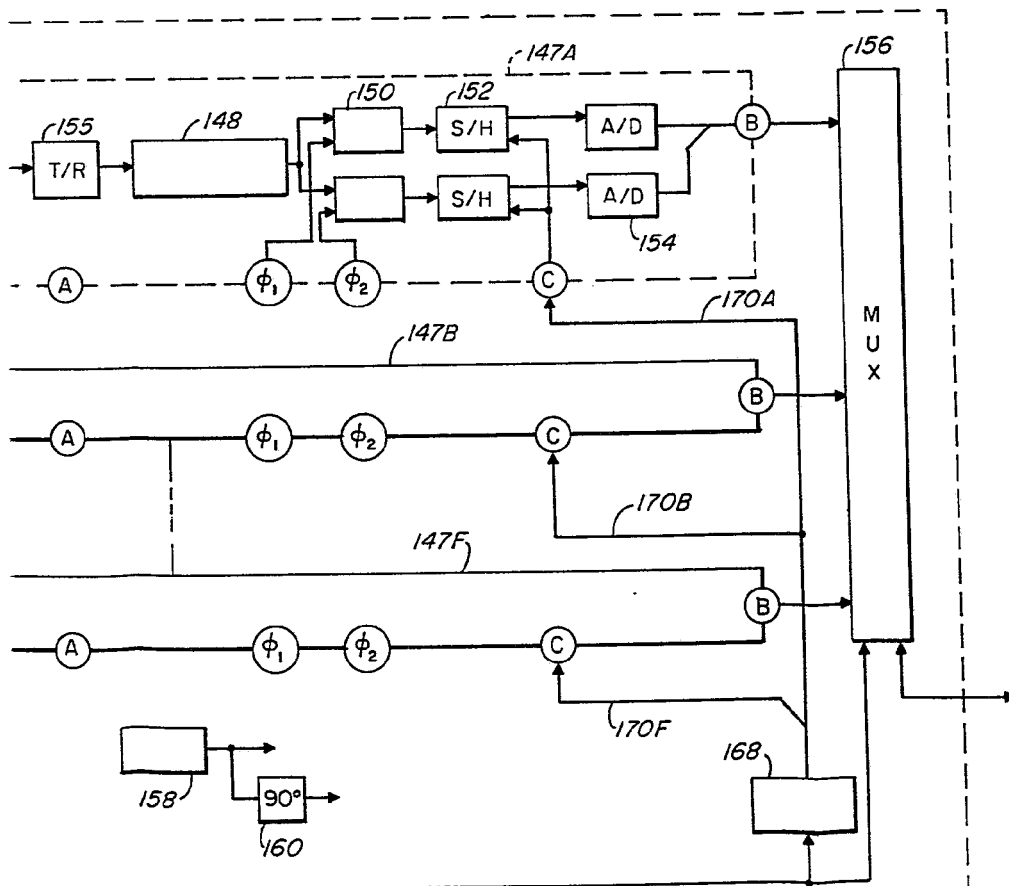


FIG. 6



Alberto de Bichara

10-55-131

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I	B+A +C I						
2		+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I	B+A +C I					
3			+F I	B+A +C+D E I	B+A +C+D I	B+A +C I				
4				+F I			B+A +C I			
5					+F I			B+A +C I		
6						+F I			B+A +C I	
7							+F I			B+A +C I
8	B+A +C I							+F I	B+A +C+D +E I	+B+A +C+D I
9	B+A +C+D I	B+A +C I							+F I	B+A +C+D +E I

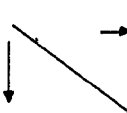
FIG. 7



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I	B+A +C I	+F; II	B+A +A+D +E II	B+C +A+D II	+A+F; III	C+D +B+E III	
2		+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I	B+A +C I	+F; II	B+C +A+D +E II	B+C +A+D II	+A+F; III	C+D +B+E III
3	C+D +B+E III		+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I	B+A +C I	F; II	B+C +A+D E II	B+C +A+D II	+A+F; III
4	+A+F III			+F I	B+A +C+D +E I					B+C +A+D II
5	B+C +A+D II	+A+F; III			+F I	B+A +C+D +E I				
6		B+C +A+D II	+A+F; III			+F; I	B+A +C+D +E I			
7			B+C +A+D II	A+F; III			+F; I	B+A +C+D +E I		
8	B+A +C I	+F II	B+A +A+D +E II	B+C +A+D II	+A+F; III	C+D +B+E III		+F I	B+A +C+D +E I	B+A +C+D I
9	+B+A +C+D I	B+A +C I	+F; II	B+C +A+D +E II	B+C +A+D II	+A+F; III	C+D +B+E III		+F I	B+A +C+D +E I

FIG. 8

Signature



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	F I	E I	D I	B+A+C I	F II	E II	B+C +A+D II	A+F; III	C+D +B+E III	
2	F I	E I	D I	B+A+C I	F II	E II	B+C +A+D II	A+F III	C+D +B+E III	
3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
6	F I	E I	D I	B+A+C I	F II	E II	B+C +A+D II	A+F III	C+D +B+E III	

FIG. 9

[Handwritten signature and stamp]

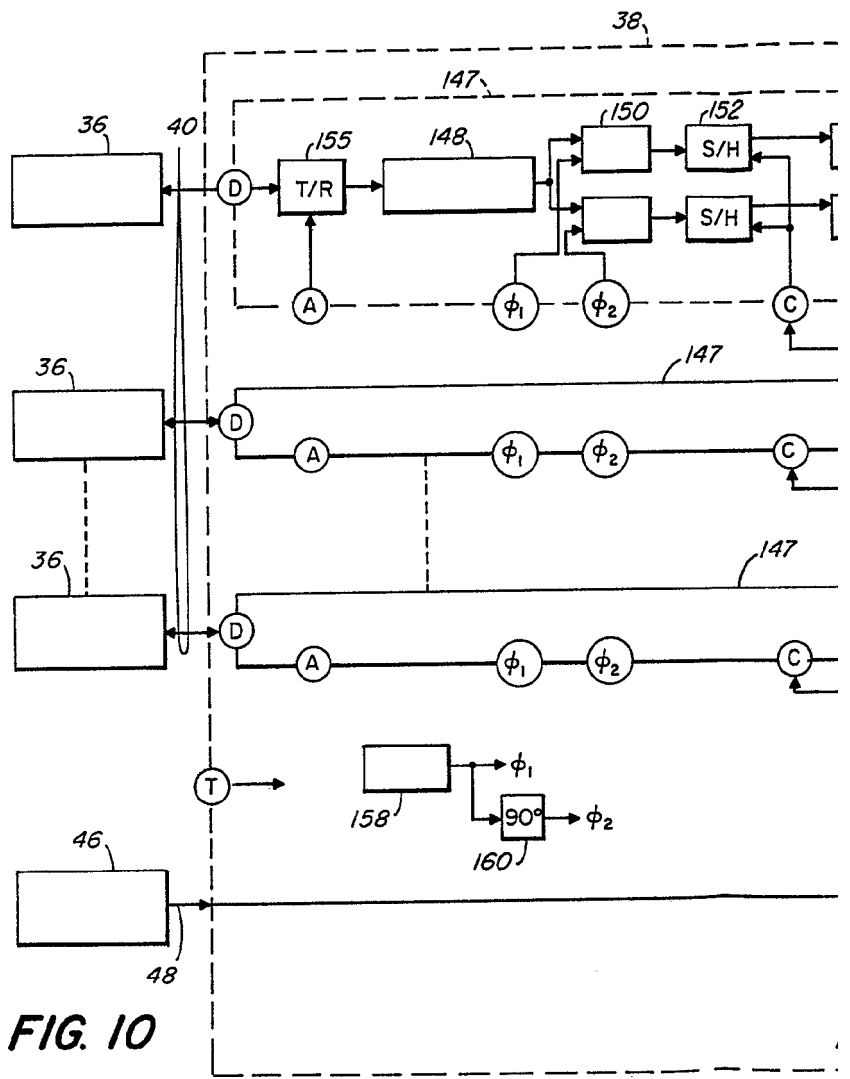
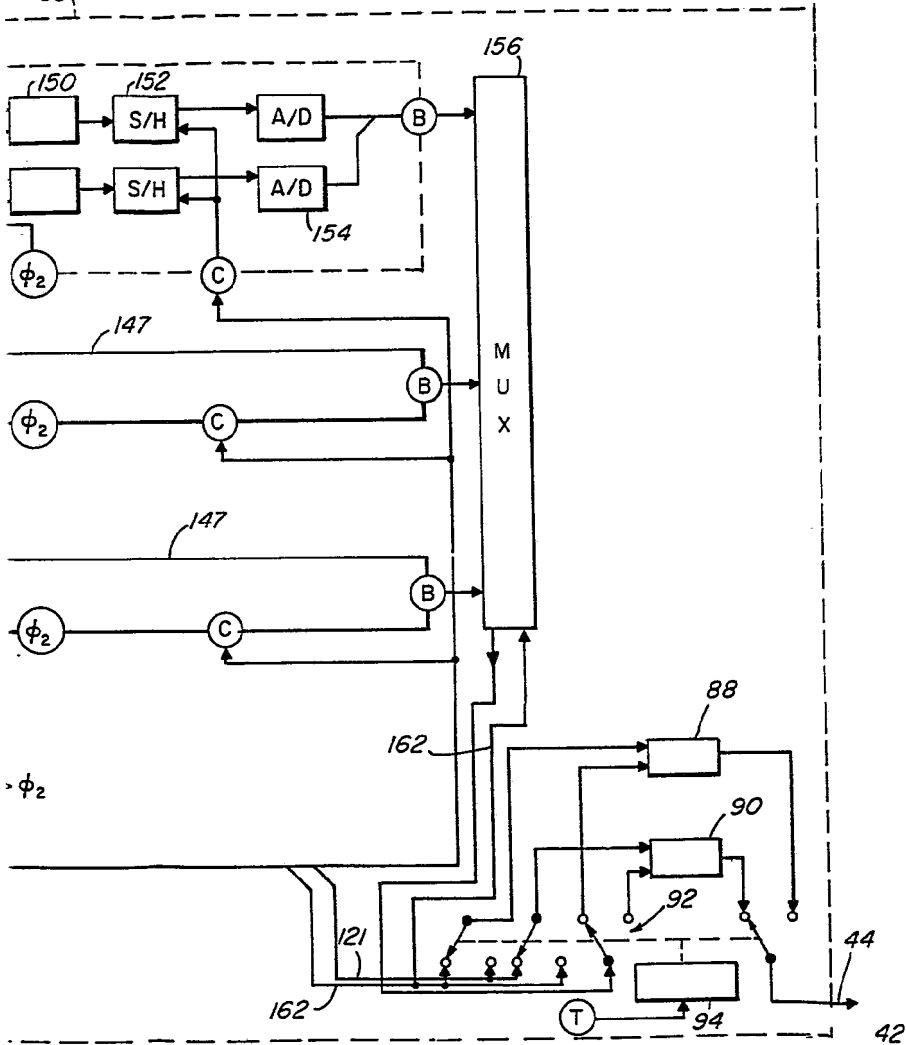


FIG. 10

38



Alberto de Elizabura
Ingeniero

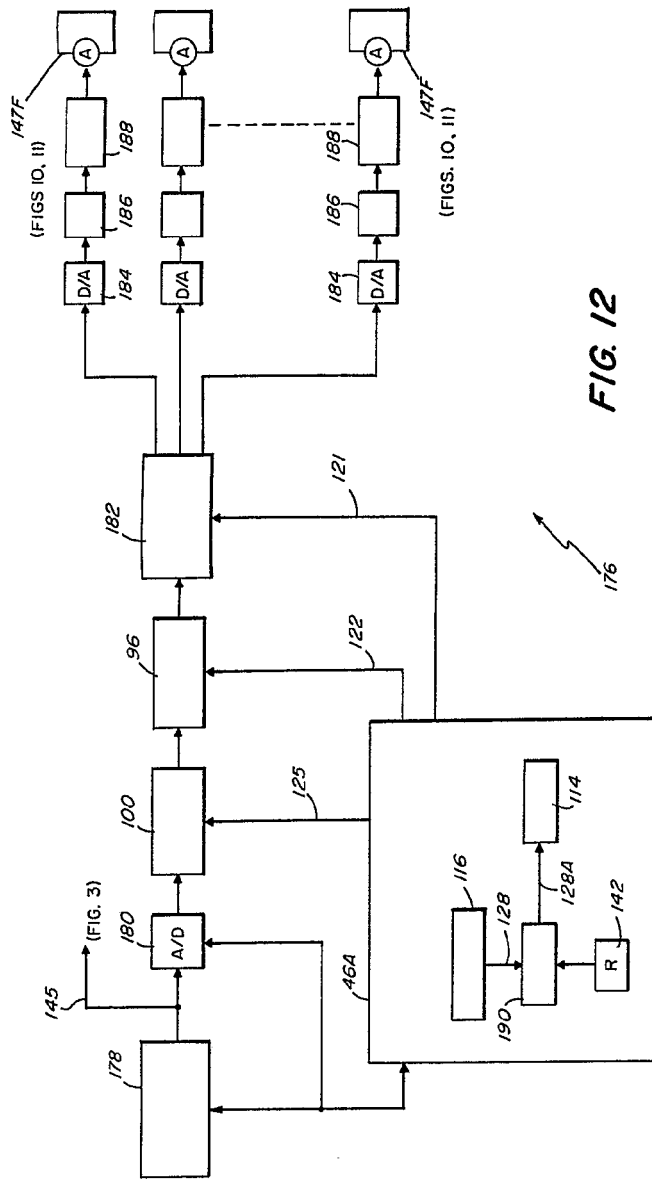


FIG. 12

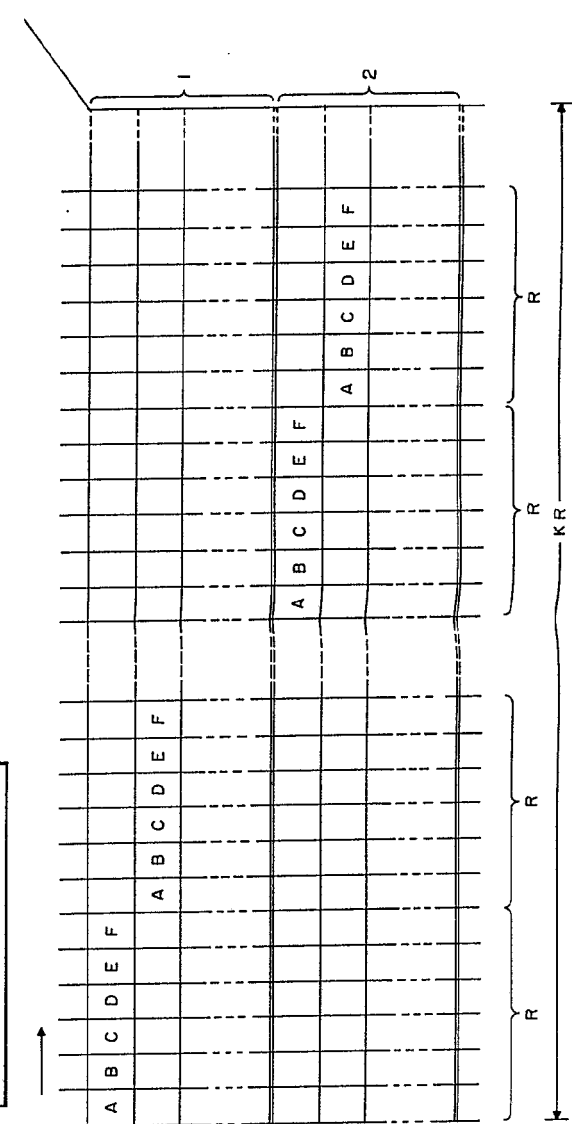


FIG. 13

[Handwritten signature]

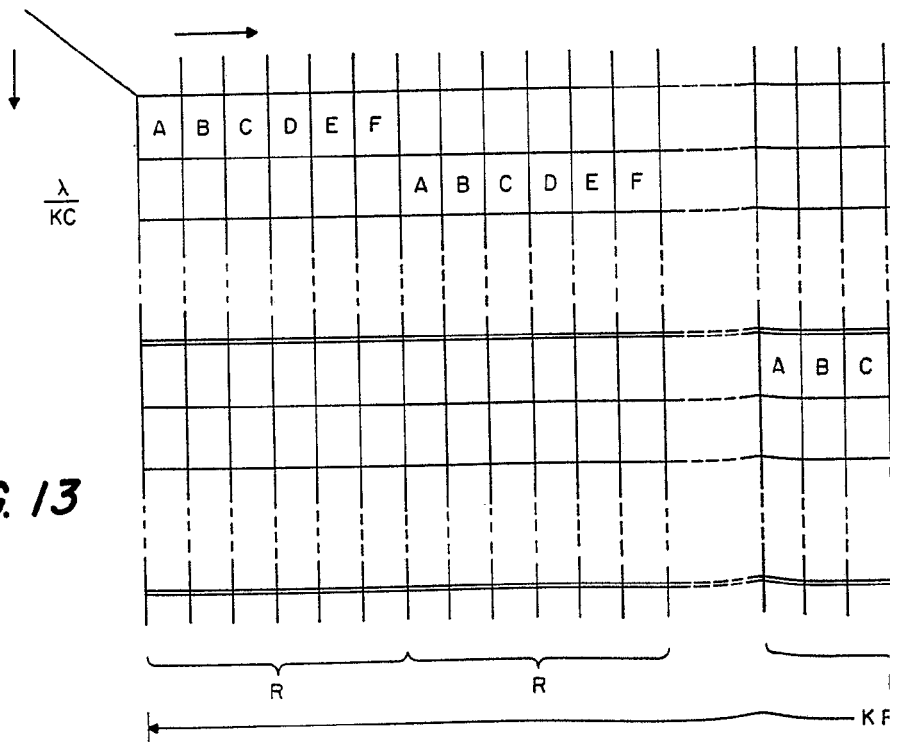
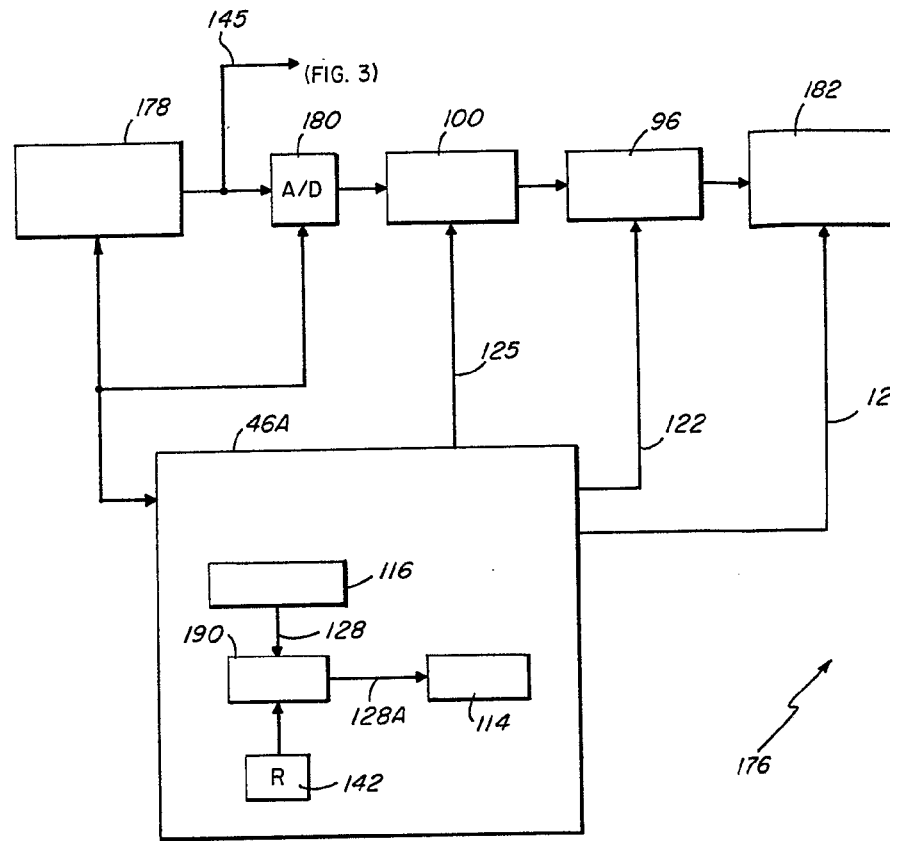


FIG. 13

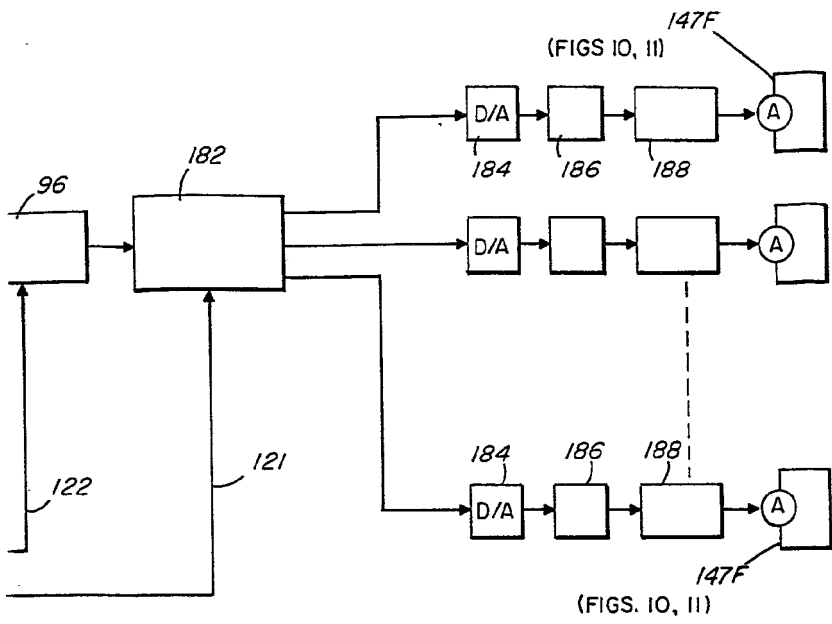
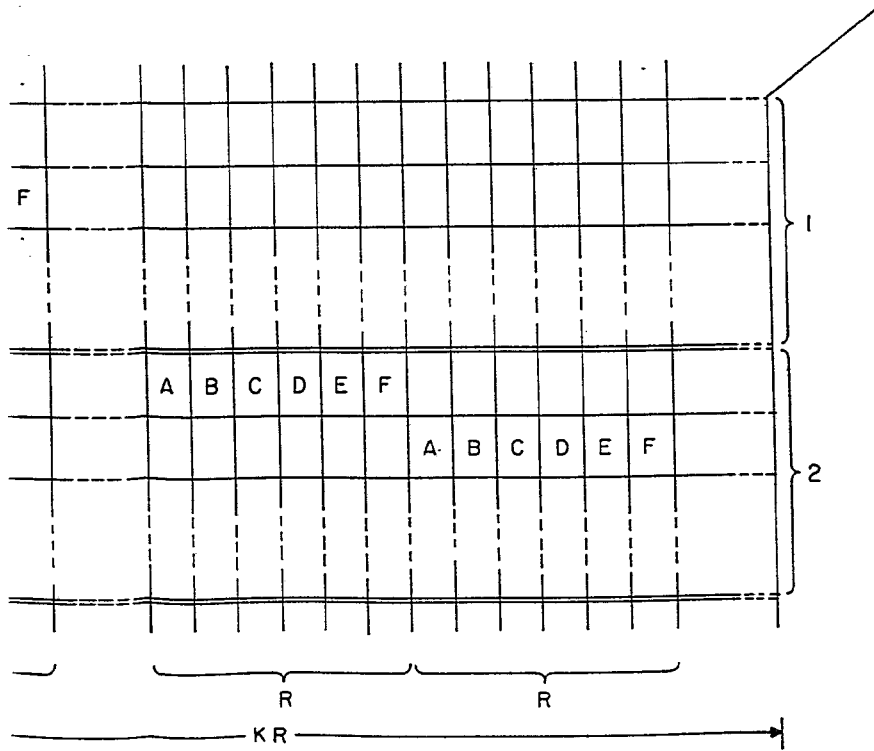


FIG. 12



[Handwritten signature and illegible text]