

416858



P.- 54.638  
TI-4703 Spain

416858

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl. G01V
---------------

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED

entidad norteamericana

establecida en 13500 North Central Expressway, Dallas,  
Texas, Estados Unidos de América.

por: "UN SISTEMA PARA EXPLORACION SISMICA DE TE-  
RRENO"

Prioridad reivindicada: EE.UU. 21 de Agosto de 1.972  
Nº 282.634

12



# 416858

P.- 54.638

TI-4703

Spain

5

El invento se refiere a exploración sísmica y más particularmente se refiere a un sistema para exploración sísmica de terreno (campo).

10

En la técnica anterior los sistemas de exploración sísmica de terreno han incluido una pluralidad de receptores o grupos de perceptores sísmicos que tienen sus salidas acopladas a través de un conductor de pares múltiples que contiene cable de terreno de señales sísmicas, a un registrador central de datos. Este sistema, debido al registrador central de datos, se ha hecho conocido como sistema centralizado.

15

20

25

Más específicamente, el sistema centralizado incluye una fuente de energía sísmica, y una pluralidad de perceptores sísmicos para situación en posiciones conocidas en una zona de exploración. Los perceptores sísmicos están conectados eléctricamente a conductores eléctricos contenidos en un cable de señales sísmicas de terreno. Las salidas de los conductores eléctricos del cable de terreno están conectadas a la entrada de una sección analógica cuya salida está destinada a una sección di-

416858

12



gital. La sección analógica incluye, para cada perceptor, filtros de frecuencia para obtener frecuencias deseadas, un amplificador que tiene control automático de ganancia o programado para mantener  
5 constante la señal de salida deseada independientemente de las variaciones en la intensidad de señal de entrada, una cámara o tubo de rayos catódicos para representación visual de las señales detectadas deseadas para fines de control de calidad, y una  
10 sección digital. La sección digital incluye un combinador selector múltiple (multiplexer) que funciona de acuerdo con un control de tiempo para muestrear cada una de las salidas de perceptor. Las señales de perceptor muestreadas del combinador selector  
15 múltiple son convertidas de señales de tipo analógico a señales de tipo digital por un convertidor (A/D) de analógico a digital y son hechas pasar a través de amplificadores de lectura-escritura para registro sobre una cinta digital.

20 El sistema centralizado se despliega del modo siguiente. Una partida de reconocimiento de campo está provista de un gráfico previo de una zona de exploración deseada a la que se hace frecuentemente referencia como zona de prospección. La partida de reconocimiento, utilizando el gráfico pre-  
25

416858

12



vio, sitúa y marca las posiciones del perceptor o gru  
po de perceptores, las posiciones de la fuente o tra-  
yectoria, y una posición de unidad de control. Un equi  
5 po de campo de operaciones sísmicas sigue a la parti-  
da de reconocimiento para colocar hasta sesenta per-  
ceptores o grupos de perceptores en las posiciones de  
perceptor marcadas, una fuentes de energía sísmica en  
las posiciones de fuentes, y una unidad de control que  
incluye los instrumentos de tratamiento de datos y  
10 de registro que pueden estar separados físicamente  
de la unidad de control. Es tendido un cable principal  
de terreno entre los perceptores o grupos de percep-  
tores y la unidad de control y son conectados al ca-  
ble de terreno los perceptores o grupos de percepto-  
15 res y la instrumentación de registro de la unidad  
de control. El centro de control hace entonces una  
marca de identificación adecuada sobre la cinta de re  
gistro y activa la fuentes una o más veces para gene-  
rar energía sísmica para un sismograma. Los percep-  
20 tores detectan la energía sísmica directamente y cual  
quier energía reflejada o difractada. Esta energía  
es transmitida por el cable de terreno de señales  
sísmicas de conductor de pares múltiples hasta la  
instrumentación de registro. Cada salida de percep-  
25 tor o grupo de perceptores es muestreada por un com

416858

12



binador selector múltiple, codificada numéricamente,  
y registrada sobre cinta magnética de un sistema de  
transporte de cinta capaz de manejar hasta sesenta ca-  
nales de entrada. El sistema sísmico es entonces des-  
5 plazado hacia la siguiente situación y el procedimien-  
to es repetido.

Los problemas que acompañan a la utiliza-  
ción del sistema centralizado tienen su origen en  
la utilización de un cable de terreno de señales sísmicas  
10 y en el tratamiento de los datos combinados en  
selección múltiple registrados sobre la cinta magné-  
tica. El cable de señales sísmicas de terreno es una  
pieza de equipo costosa de fabricar, mantener y des-  
plegar en el campo. Su gran longitud, y volumen re-  
15 quiere equipo especializado de recogida y transporte  
y trabajo adicional para las operaciones de tendido  
y recuperación. Cualquier sistema de selección múlti-  
ple tiene límites superiores en el número de percep-  
tores o grupos de receptores que pueden ser utili-  
20 zados y los datos no tratados, combinados en selec-  
ción múltiple, deben ser separados de la combinación  
(desmultiplexados) para tratamiento del producto final,  
el sismograma.

De este modo, un objeto de este invento es  
225 crear un sistema eficiente y económico para explo-

416858



ración sísmica de terreno.

Otro objeto del invento es crear un sistema para exploración sísmica de terreno que elimina el requerimiento de un cable de terreno de señales sísmicas en el sistema de adquisición de datos.

Un objeto adicional del invento es crear un sistema para exploración sísmica de terreno que tiene un sistema de registro compatible directamente con la unidad central de tratamiento de datos porque los datos sin tratar son recogidos en forma separada de la combinación de selección múltiple.

Aún otro objeto del invento es crear un sistema de recogida de datos sísmicos de terreno que tiene una unidad independiente de adquisición de datos para cada uno de los grupos de perceptores desplegados.

Aún otro objeto del invento es crear un sistema distribuido de registro de datos sísmicos que utiliza un número mínimo de bitios por registro mediante una mejor adaptación al contenido de información de los datos.

Con todo, aún otro objeto del invento es reducir al mínimo el número de operaciones analógicas sobre los datos y hacer máximo el número de funciones digitales utilizando circuitos integrados.

416858

12



Brevemente expuesto, este invento comprende un sistema distribuido para exploración sísmica de terreno. Un sistema distribuido es esencialmente un sistema de exploración de datos de terreno centralizado teniendo cada perceptor o grupo de perceptores una unidad independiente de adquisición de datos que sustituye el cable de señales sísmicas de terreno y al registrador central del sistema centralizado de exploración de datos de terreno. De este modo, el sistema distribuido de exploración sísmica de terreno comprende una fuente de energía sísmica, una pluralidad de unidades de adquisición de datos y una unidad de control principal.

Estos y otros objetos y características del invento se comprenderán más fácilmente en la siguiente descripción detallada tomada en combinación con los dibujos.

La Figura 1 es una ilustración del sistema distribuido portátil de exploración sísmica de terreno que constituye una realización del invento.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una unidad de adquisición de datos para el presente invento.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de la unidad de control principal para las unidades de



adquisición de datos y fuente sísmica y unidad de intercalación de datos.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema convertidor de analógico a digital de ganancia fija de gama completa con salidas digitales múltiples de coma fija.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de otra realización del sistema convertidor de analógico a digital de gama completa, y ganancia fija, con salidas múltiples digitales de coma fija.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de un Miniordenador de Señal Digital incorporado en la unidad de adquisición de datos con una única salida digital en coma flotante.

Con referencia a los dibujos, está representada en la Figura 1 la realización del invento correspondiente al sistema distribuido portátil de exploración sísmica de terreno y comprende un primer vehículo 10 móvil que se mueve a través de una zona de exploración bajo reconocimiento con un equipo para colocar unidades 12 de adquisición de datos, descritas posteriormente, que incluyen perceptores o grupos 14 de perceptores en posiciones marcadas para adquisición de datos mono, bi o tridimensionales. Los grupos de perceptores pueden consistir en

416858

12



uno o más geófonos o detectores 14 que pueden ser indistintamente de dos tipos (sensibles al movimiento o sensibles a la presión). El Detector de Terreno Subminiatura Geo Space (Hall Sears) HS-J es un  
5 detector adecuado para utilización en un grupo de perceptores. Los geófonos 14 están dispuestos en filas de dos o más y pueden estar conectados bien en disposición en serie o en disposición serie-paralelo. Aunque está representado (Figura 1) un conjunto orde-  
10 nado en forma de estrella de cuatro puntas con dos detectores 14 por cada brazo, que se extienden desde un transmisor receptor 16 de radio frecuencia situado en posición central, un conjunto en forma de estrella de nueve puntas con seis elementos por brazo  
15 produce resultados excelentes como los produce un conjunto de superficie discreta de un cuadro de 4 x 4. Después que ha sido situada en posición correctamente cada unidad 12 de adquisición de datos, es activada y establecida en un modo de funcionamiento de es-  
20 pera. La identificación y situación de cada unidad de datos es comunicada a una unidad 24 de control principal y de intercalación de datos, descrita posteriormente.

El vehículo 10 móvil que lleva el equipo de  
25 despliegue de la unidad de adquisición de datos es se-

416858



guido por un segundo vehículo 18 móvil que lleva un  
equipo de campo para situar en posición una fuente  
20 sísmica en lugares marcados a lo largo de la trayec-  
toria de fuente establecida por la partida de reconoci-  
5 miento. Con la fuente 20 sísmica situada correctamente,  
es informada la unidad 24 de control principal, situa-  
da en el camión 22, la cual transmite entonces señales  
codificadas a las unidades 12 de adquisición para cam-  
biar el modo de funcionamiento de espera de grupos de  
10 perceptores seleccionados al modo de funcionamiento acti-  
vo y a la fuente 20 sísmica para activar la fuente sísmi-  
ca con lo cual es registrada primero información de ti-  
po de encabezamiento, después es activada la fuente y  
entonces son recogidos y registrados datos sin tratar  
15 por las unidades 12 de adquisición de datos. La fuente  
20 sísmica puede ser cualquier fuente adecuada tal co-  
mo una fuente de dinamita o una fuente sin dinamita repre-  
sentada en la Figura 1. Si es utilizada una fuente de  
dinamita se requieren pocas posiciones de fuente mar-  
20 cadas debido a la potencia de la energía sísmica ge-  
nerada. Si es utilizada una fuente sin dinamita pueden  
requerirse tantas como cuarenta posiciones entre cada  
par de grupos de perceptores y, debido al débil acopla-  
miento de tierra, deben ser acumulados tantos como bien  
25 registros individuales para obtener una relación señal

416858



a ruido razonable. Son ejemplos de fuentes sin di-  
namita adecuadas: una cámara móvil de gas dentro  
de la cual es alimentado propano y oxígeno y se hace  
explotar la mezcla contra una gran masa para acoplar  
5 la energía explosiva a la superficie de la tierra,  
(un dispositivo que se vende bajo el nombre comer-  
cial DINOSEIS) una pistola de aire comprimido; una  
máquina de caída de pesos; o un dispositivo de técni-  
ca de compresión por impulsos que se vende bajo el  
10 nombre comercial VIBROSEIS. El dispositivo VIBROSEIS  
posee una ventaja sobre otras fuentes sísmicas sin  
dinamita porque el contenido de frecuencia de la se-  
ñal de entrada es conocido y controlable; esto ayu-  
da grandemente a rechazar la energía no deseada. Sin  
15 embargo, la duración de impulsos (siete segundos) per-  
mite la creación de fuertes ondas de superficie, cu-  
yo efecto es paliado grandemente mediante la utiliza-  
ción de los trazados de despliegue de grupos de per-  
ceptores sugeridos anteriormente.

20 El vehículo 18 móvil que lleva la fuente  
20 es seguido por un tercer vehículo 22 móvil que  
lleva la unidad 24 de intercalación y de control  
principal que incluye un transmisor y receptor de  
radio frecuencia y un equipo de recuperación de gru-  
25 pos de perceptores. Como se ha mencionado anterior-

416858



mente, la unidad de control principal está en comunicación bidireccional con los equipos de campo y las unidades de fuente y de adquisición de datos para recibir señales de identificación de unidad de adquisición de datos y para transmitir señales de activación e información de encabezamiento a las unidades 12 de adquisición de datos y para activar o disparar la fuente 20. Después que las unidades 12 de adquisición de datos (ahora en el modo activo) han  
5 recogido los datos sísmicos sin tratar para su situación actual, son enviadas señales codificadas de radio frecuencia para cambiar el modo de funcionamiento activo de estos grupos sísmicos a un modo de funcionamiento inactivo. El modo inactivo puede incluir  
10 la generación de una señal de localización por un dispositivo de retorno o de guía incluido en cada unidad 12 de adquisición de datos para ayudar al equipo de recuperación en la recogida de las unidades  
15 12 de adquisición de datos inactivas. Las unidades 12 de adquisición de datos recuperadas (después que el  
20 equipo de recuperación sustituye las cápsulas registradas con cápsulas de datos sin registrar) son llevadas al vehículo 10 móvil de despliegue de unidad de adquisición de datos para uso ulterior en la zona  
25 de exploración. Las cápsulas de datos registradas son

416858



alimentadas en el sistema de intercalación de datos, descrito posteriormente, para tratamiento.

Volviendo ahora a la unidad 12 de adquisición de datos (Figura 2), la unidad 12 de adquisición de datos comprende una unidad 30 de condicionamiento de señal acoplada a la salida del grupo 14 de perceptores para condicionar las señales sísmicas para conversión a código digital por un convertidor 32 de analógico a digital. La unidad de condicionamiento de señal y convertidor A/D se activan cuando la unidad 12 de adquisición de datos está puesta en el modo de funcionamiento activo. Como la unidad 12 de adquisición de datos está controlada desde la unidad de control principal, descrita posteriormente, está dispuesto un receptor 34 de radio frecuencia para recibir señales codificadas desde la unidad de control principal. Son utilizadas para proporcionar el control necesario órdenes de control que modulan una portadora de frecuencia audible que modula a su vez una portadora de radio frecuencia (o es transmitida por hilo directo). El siguiente es un ejemplo típico del sistema de orden de control. Las órdenes de control consisten en órdenes de dirección y órdenes de grupo. Las órdenes de dirección consisten en una orden básica seguida



416858

por una secuencia de direcciones. Todas las unidades de adquisición reciben y recuerdan la orden de dirección básica. Si la identificación de lugar de cualquier unidad de adquisición aparece en la secuencia

5 de direcciones que sigue a la orden básica, entonces esa unidad de adquisición obedece la orden. Son órdenes de dirección típicas: entrar en espera activa, escribir bloque de identificación/estado, entrar en espera inactiva y entrar en modo de recuperación. Las

10 órdenes de grupo consisten en una orden básica que puede o no ser seguida por una secuencia de números. Las órdenes de grupo son obedecidas por todas las unidades de adquisición que han sido puestas en el modo de espera activa por una orden de dirección. La se-

15 cuencia numérica que sigue a la orden de grupo básica es registrada como variable de control en la porción de encabezamiento de una incidencia. Son órdenes típicas de grupo: empezar número de punto de disparo (comenzar a registrar este número de incidencia),

20 interrupción instantánea (instante en que tuvo lugar la incidencia de fuente) y finalizar número de punto de disparo (dejar de registrar este número de incidencia).

El siguiente es un ejemplo típico de la estructura de bitios y palabra utilizada en la transmi-

25

416858



si3n de 3denes. El nivel de bitios de informaci3n  
est3 representado por un c3digo Barker, (un c3digo  
singular para cada una de las representaciones "uno",  
"cero" y "espacio"). Los c3digos Barker son genera-  
5 dos a partir de un tren binario primario de bitios  
"uno" y "cero" l3gicos (t3picamente 128 bitios). La  
secuencia binaria primaria de unos y ceros l3gicos  
modula la portadora de frecuencia audible como se  
ha descrito anteriormente. Son sistemas t3picos de  
10 modulaci3n la clave de desplazamiento de fase (PSK) o  
la clave de desplazamiento de frecuencia (FSK). En  
el extremo receptor, es detectada la secuencia bina-  
ria bitio por bitio y es correlacionada continua-  
mente con cada pauta de c3digo Barker indistintamen-  
15 te para la detecci3n de un "uno", un "cero" o un  
"espacio". Cuando hay una correlaci3n superior a  
alg3n umbral arbitrario, por ejemplo del 50%, enton-  
ces ha sido detectado un bitio de informaci3n de con-  
trol. Son utilizadas tres pautas de c3digo Barker  
20 para transmitir bitios de informaci3n de "1" l3gi-  
co, "0" l3gico y "espacio". Las 3rdenes de control  
son estructuradas a partir de estas pautas de bitios  
dispuestas en forma codificada de bitios en serie.  
Es utilizada modulaci3n de fase de dos niveles pa-  
25 ra transmitir las pautas de c3digo Barker sobre

416858



la portadora de frecuencia audible. Fué escogido este método tomando como base el bajo contenido de información requerido para el control y la necesidad de una alta fiabilidad en el enlace de radio-  
5 frecuencia. Se entenderá, por supuesto, que pueden ser utilizados otros métodos de modulación de frecuencia audible y codificación que utilicen cualquier conjunto de orden codificada binaria singular y que, por ejemplo, produzcan una modulación de fre-  
10 cuencia audible. El receptor 34 está acoplado eléctricamente a un decodificador 36 que demodula las señales de portadora de frecuencia audible y las traduce a señales de bitios en serie para la unidad 38 de control. La unidad 38 de control responde a  
15 las señales decodificadas para direccionar y ordenar a la unidad de adquisición de datos cambiar el modo de funcionamiento, es decir, modo de espera, modo activo, modo inactivo, de la unidad 12 de adquisición. Cuando la unidad 38 de control recibe una señal pa-  
20 ra poner la unidad de adquisición en un modo de funcionamiento activo, es cerrado un conmutador 40, que puede ser un conmutador mecánico accionado por solenoide para conectar a una fuente 46 de potencia un registrador 42 de datos, que puede ser, por ejemplo,  
25 indistintamente un registrador de cápsula de datos o

416858



un registrador de cinta de cassette . El registra-  
dor de datos puede ser, por ejemplo, de un tipo de  
cápsula de datos adecuado para registrar información  
de encabezamiento, señales de temporización, y sa-  
5 lida de la señal traducida a código numérico del  
convertidor 32 de analógico a digital. La unidad 12  
de adquisición puede estar provista de un monitor  
44 acoplado a la unidad 38 de control para probar  
el funcionamiento de la unidad 12 de adquisición des-  
10 pués de su colocación en el campo, pero antes de la  
activación de la fuente. Para ayudar en la recupera-  
ción de la unidad 12 de adquisición, el monitor 44  
de panel puede ser portador de un dispositivo de  
guía (no representado) tal como, por un ejemplo, una  
15 bocina u otro dispositivo de señalización que tiene  
un conmutador controlado por solenoide que funciona  
en respuesta a la unidad 38 de control que recibe  
una orden para cambiar del paso activo al paso inac-  
tivo. La fuente de potencia puede ser, por ejemplo,  
20 una fuente de alimentación de potencia de baterías  
capaz de proporcionar potencia de funcionamiento a  
los otros elementos eléctricos de la unidad de adqui-  
sición, tales como el receptor 34, la unidad 30 de  
condicionamiento de señal, el convertidor 32 de ana-  
25 lógico a digital, y el dispositivo de señalización

416858

12



de recuperación (no representado) así como el regis-  
trador 42 de datos. La fuente de potencia habrá de  
ser capaz de soportar un período de espera de 48 horas,  
y un periodo activo de una hora y media. El periodo  
5 inactivo no es crítico y, si está incluido de algún  
modo, puede estar diseñado para cumplir los requeri-  
mientos de un período de funcionamiento de recupera-  
ción deseado.

La unidad 30 de acondicionamiento de señal  
10 (Figuras 2 y 4) para la unidad 12 de adquisición de  
datos puede ser una unidad de acondicionamiento de  
señal analógica típica o un sistema que comprende  
un filtro 50 de rechazo de frecuencias falsas (Fi-  
gura 4) eléctricamente acoplado a la salida de un  
15 grupo 14 de perceptores sísmicos para dejar fre-  
cuencias deseadas. Las frecuencias deseadas son  
alimentadas a un normalizador 52 que multiplica las  
amplitudes de todas las señales sísmicas por una  
constante de modo que caen dentro de las gamas de  
20 funcionamiento de un sistema 32 (A/D) convertidor  
de analógico a digital de plena escala con salidas  
digitales múltiples de coma fija.

El sistema 32 A/D comprende una pluralidad  
de pasos 54 amplificadores de excursión de señal li-  
25 mitada que están conectados bien en paralelo, como

416858



se representa en la Figura 4, o bien en serie como se representa en la Figura 5, a la salida del normalizador 52. La salida de cada paso amplificador está destinada a un cuantificador 56 independiente de N bitios. La disposición en serie de los amplificadores de excursión de señal limitada (Figura 5) forma un amplificador en cascada equivalente a la versión de amplificador en paralelo (Figura 4). El circuito amplificador de excursión de señal limitada puede ser cualquiera de los representados esquemáticamente en la sección I.25, de la publicación Philbrick Applications Manual, Computing Amplifiers, registrado en 1.966 por George A. Philbrick Researches, Inc. Es utilizado un sistema de gama completa en el sistema distribuido para eliminar la necesidad de personal para ajustar el control de ganancia. La gama de amplitudes de las señales encontradas en el campo independientemente del tipo de fuente utilizada es aproximadamente 120 db; es decir una relación de un millón a uno entre las señales más grandes y más pequeñas encontradas. El número de dígitos binarios (bitios) requerido para el convertidor de analógico a digital se determina suponiendo que la validez de la acumulación está basada en el principio de superposi-

416858

12 JU



ción. De este modo, el sistema de adquisición de datos puede ser un sistema lineal, invariante en el tiempo, independientemente del nivel de ruido ambiente. Esto significa que la señal más pequeña de interés debe ser estimada y cuantificada con una precisión que puede ser considerada una versión lineal de la señal. La precisión mínima en bitios requeridos para suponer linealidad de amplitud para cualquier señal de camino único es de tres. De este modo, para la gama de 120 db se requiere el número mínimo de 23 bitios para acomodar linealmente la precisión de mantisa de coma flotante entre los extremos en decibelios de señales que llegan concurrentemente que han de ser separadas por procesos aditivos (acumulación) y para representar la amplitud verdadera, representativa en coma fija de datos sísmicos entre los extremos en decibelios de las señales que se encontrarán en cualquier caso. Un simple convertidor de analógico a digital no puede cumplir este requerimiento. Por consiguiente, se requiera la disposición de la Figura 4 o bien la de la Figura 5. El número óptimo de pasos 54 amplificadores que constituyen la pluralidad de amplificadores de excursión de señal limitada, se determina como sigue: cada paso amplificador tiene su propio cuantificador 56 de N bitios, de modo que

416858



cada paso representa linealmente aproximadamente  $6(N-1)$  db de alcance de señal. Cada cuantificador contiene un número (R) de bitios de redundancia con respecto a cualquier cuantificador 56 adyacente.

5 De este modo, cada alcance dinámico de paso de ganancia se solapa linealmente con el alcance dinámico de paso de ganancia adyacente aproximadamente en  $6(R-1)$  db. El alcance total de coma fija representado es de M bitios, donde  $M = R + K(N-R)$ . El  
10 alcance dinámico es aproximadamente de  $6(N-1)$  db, pero solamente alrededor de  $6(N-1)$  db de este alcance es siempre lineal. El alcance dinámico lineal óptimo, por cada paso, está comprendido entre 42 (N = 8) y 66 (N = 12) db. Para el alcance total  
15 de coma fija (M = 23 a 24 bitios), el solape entre pasos analógicos está comprendido entre 12 db (R = 3, N = 8, M = 23) y 42 db (R = 8, N = 12 M = 24). Sustituyendo estos valores en la fórmula  $M = R + K(N-R)$  y despejando K, el número de pasos requeridos  
20 es de cuatro.

En la disposición preferida de acondicionamiento de señal analógica y conversión A/D, no se requieren conmutadores analógicos. Son utilizados cuatro convertidores A/D del tipo de seguimiento.  
25 Teniendo el sistema A/D cuatro salidas digita-



les de coma fija, una de cada uno de los cuatro  
cuantificadores 56, bien la unidad 42 de registro  
debe ser capaz de registrar cuatro salidas en co-  
ma fija o bien debe disponerse una conversión de  
5 coma fija a coma flotante para comprimir los da-  
tos a una sola salida de coma flotante, es decir,  
una representación digital de una mantisa y un ex-  
ponente de los datos. Una única salida de coma flo-  
tante (comprimida) es el formato de registro de da-  
10 tos preferido. El método preferido de comprimer las  
cuatro salidas digitales de coma fija de los cuan-  
tificadores 56 está ilustrado en la Figura 6; en  
donde las señales ( $D_1-D_4$ ) digitales juntas con una  
señal ( $L_1-L_4$ ) discreta (utilizada para indicar si  
15 el cuantificador está siguiendo a la señal analó-  
gica dentro del punto lineal de funcionamiento y  
no está saturado) de los cuantificadores son entra-  
das a un combinador 90 de selección múltiple de  
4x ( $N+1$ ) bitios (entrada) a  $N+1$  bitios (salida).  
20 El combinador 90 de selección múltiple selecciona  
o muestrea las señales traducidas a código numéri-  
co para un miniordenador 92 de señal digital de  
plaquita semiconductor de óxido metálico integra-  
da en gran escala (LSI(MOS)) programado para rea-  
25 lizar funciones deseadas tales como, por ejemplo;

416858



control de selección múltiple a través del conduc-  
tor 94 de realimentación, seleccionar por desigual-  
dad y promediar las entradas de coma fija, conver-  
sión de coma fija a coma flotante, ecualización y  
5 filtrado no lineal (para compensar las caracterís-  
ticas del transductor y señales inducidas no desea-  
das), filtrado de rechazo de frecuencias, falsas  
y muestreo repetido. Las salidas del miniordenador  
que pueden estar expresadas en cualquier formato  
10 deseado tal como el formato típico de una mantisa  
(M) y un exponente (E) que combinados (M+E) repre-  
sentan la coma flotante tratada, están alimentadas  
al registrador 42 de datos (Figura 2). La "Cápsula  
de Datos 3MDC 300 A" fabricada por 3 M Corporation  
15 es preferida como registrador 42 de datos.

El sistema 24 de control principal y de  
intercalación para funcionamiento portátil puede  
ser un sistema programado manualmente que incluye  
(Figura 3) una o más unidades 60 transmisoras y  
20 receptoras de radio frecuencia que pueden ser selec-  
cionadas de cualquiera de varios transmisores recep-  
tores 60 de frecuencia modulada, tales como, por  
ejemplo, un Personalfone RCA 150 fabricado por Radio  
Corporation Of América. El transmisor receptor 60  
25 tiene una conexión a una unidad 62 de comunicación

416858

12 J



vocal para comunicaciones vocales bidireccionales  
con los equipos de campo que despliegan las unida-  
des 12 de adquisición y sitúan y hacen funcionar la  
fuente 20 sísmica a lo largo de la trayectoria de  
5 fuente. El transmisor receptor 60 está también conec-  
tado a un controlador 64 manual representado en lí-  
neas de trazos en la Figura 3, que está programado  
manualmente para enviar señales codificadas a las  
unidades 12 de adquisición y a la fuente 20. Las  
10 señales codificadas incluyen una señal de conexión-  
-desconexión para identificación de la unidad de  
adquisición para activar unidades 12 de adquisición  
seleccionadas, una señal para controlar el movimien-  
to de la cinta en la cápsula de datos, una señal de  
15 origen de tiempo para correlacionar la activación  
de la fuente y establecer una base de tiempos para  
las unidades de adquisición de datos, un código de  
número de barrido si es utilizada una fuente vibra-  
dora para identificar cada incidencia de fuente so-  
20 bre la cinta, y una señal de comprobación de tiempo  
próxima al final del registro en las unidades 12 de  
adquisición. Después de registrar los datos para el  
punto de disparo, las unidades 12 de adquisición de  
datos activas (Figura 1) son puestas en el modo de  
25 funcionamiento inactivo hasta que todas las unidades

416858



de adquisición de datos han sido utilizadas. Entonces son recogidas y utilizadas nuevamente en otros puntos de disparo.

Para proporcionar control de calidad para los datos, la unidad 24 de control principal (Figura 3) puede hacerse parte integral de un sistema de comparación y correlación de campo, y puede ser altamente automatizada. Para llevar a cabo esta característica, el controlador 64 manual, representado en líneas de trazos en la Figura 3, está sustituido por un controlador 66 de comunicaciones. El controlador 66 de comunicaciones responde a un programa de un miniordenador 68 de campo para proporcionar las señales codificadas para el funcionamiento de las unidades 12 de adquisición de datos y la fuente 20 sísmica, y para proveer a la cinta de la cápsula de datos de la información de encabezamiento necesaria. El miniordenador 68 es un computador del tipo de campo tal como, por ejemplo, un computador Texas Instruments 980A fabricado por Texas Instruments Incorporated. El computador 68 tiene una memoria 70 de discos de campo direccionable a través de un controlador 72 de entrada-salida de discos, y un monitor 74 de control de calidad que tiene un controlador 76 de entrada-

416858

12



-salida de control de calidad. La entrada al minior-  
denador 68 se realiza a través de al menos un con-  
trolador 76 de cápsula de datos para al menos un sis-  
tema de transporte de cápsula de datos de alta velo-  
5 cidad (al menos en una relación de 24:1 más rápida  
que la velocidad de registro en tiempo real). La  
salida del miniordenador 68 se realiza a través de  
un controlador 80 de entrada-salida de transporte  
de intercalación para un sistema 82 de transporte  
10 de cinta de intercalación.

La velocidad de reproducción debe ser  
mayor que la velocidad de registro al menos en el  
número activo de unidades 12 de adquisición de da-  
tos que funcionan concurrentemente, que puede variar  
15 de 24 a 60 ó más. De este modo, puede requerirse más  
de un sistema 78 de transporte de reproducción de  
cápsula de cinta de alta velocidad para evitar que  
el proceso de comparación falle después del funcio-  
namiento de campo. El sistema de transporte de re-  
20 producción puede ser cualquier tipo capaz de cumplir  
el requerimiento antes mencionado. El Sistema de  
Cápsula de datos 3-MDC 300A puede funcionar con re-  
laciones superiores a 180:1. El tamaño de bloque  
de esta cápsula de datos es compatible con el espa-  
25 cio de trabajo en el computador, y la forma separa-



1973

416858

da de la combinación de selección múltiple de los datos registrados es fácilmente tratable para procesos de acumulación y correlación. La cápsula de datos puede ser registrada hasta 2.500 veces sin degradación  
5 en el funcionamiento con una densidad de agrupamiento de datos de 630 bitios por centímetro.

El miniordenador 68 puede estar programado constructivamente para combinar varios procesos para reducir el tiempo y coste del tratamiento de datos sin tratar para su conversión en información sísmica típica. De este modo, con discos múltiples, los datos pueden ser apilados y ensamblados nuevamente en una forma adecuada para control de calidad y salida. Después de comprobar la calidad de los datos,  
10 el computador registrará la información de encabezamiento en el formato deseado y los datos intercalados.  
15

Como todas las estructuras implicadas en el sistema distribuido existen y son conocidas para los expertos en la técnica, no se incluyen por consiguiente diagramas esquemáticos de los circuitos. Adicionalmente, pueden hacerse diversos cambios en las construcciones anteriores e inventos sin apartarse del campo del invento como se define por las reivindicaciones anejas.  
20  
25



41685A

- REIVINDICACIONES -

5

10

15

20

25

1ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno que comprende: (a) medios de fuente sísmica para generar energía sísmica en un cuerpo elástico; y (b) una pluralidad de unidades de adquisición de datos para detectar y registrar la energía sísmica que emana del cuerpo elástico, incluyendo cada una de las unidades de adquisición de datos un receptor sísmico que responde a la energía sísmica que procede del cuerpo elástico para producir representaciones eléctricas de la misma, medios de registros de datos conectados funcionalmente al receptor sísmico para registrar las representaciones eléctricas, y un controlador para controlar el funcionamiento de la unidad de adquisición de datos.

2ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 1ª, en donde el registrador es un registrador del tipo de

13-12-73

*C*



# 416858

cápsula de cinta.

5 3ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 1ª, en donde el registrador es un registrador del tipo cassette.

10 4ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 1ª, en donde la unidad de adquisición de datos incluye adicionalmente un convertidor de señal analógica a señal digital conectado funcionalmente al perceptor para codificar numéricamente la salida analógica del perceptor para entrada al registrador.

15 5ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde la unidad de adquisición de datos comprende una unidad de condicionamiento de señal que responde al perceptor para seleccionar y normalizar una señal deseada para el convertidor de señal analógica a señal digital.

20 6ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 5ª, en donde el convertidor de analógico a digital tiene una relación de amplitud de un millón a uno entre las señales más grande y más pequeña encontradas.



22

# 416858

7ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 6ª, en donde el convertidor de analógico a digital incluye una pluralidad de amplificadores de excursión de se  
5 ñal limitada para cuantificar circuitos derivados en serie conectados en paralelo para formar un cir  
cuito en paralelo, en serie con el perceptor.

8ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 6ª, en  
10 donde el convertidor de analógico a digital incluye una pluralidad de amplificadores de excursión de se  
ñal limitada conectados en serie, acoplados en se-  
rie con el perceptor, y una pluralidad de cuantifi-  
cadores, estando cada uno de dichos cuantificadores  
15 acoplado a una salida de un amplificador de excur-  
sión de señal limitada correspondiente.

9ª.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 4ª, que  
20 incluye adicionalmente un ordenador de datos de pla-  
quita semiconductor de óxido metálico integrada en  
gran escala que responde a la salida del converti-  
dor de analógico para realizar funciones sísmicas se-  
leccionadas y para controlar la salida del converti-  
25 dor de analógico a digital.

13-12-73



# 416858

5 10a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 1a, que incluye adicionalmente medios de control principales para activar el controlador para controlar el funcionamiento de la unidad de adquisición de datos durante diferentes modos de funcionamiento.

10 11a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 10a, en donde los medios de control que responden a los medios de control principal conmutan la unidad de adquisición de datos de un modo de funcionamiento de espera a un modo de funcionamiento activo para activar el registrador para registrar información de encabezamiento y la salida de datos sísmicos de la unidad de adquisición de datos.

15 12a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 10a, en donde los medios de control de la unidad de adquisición de datos incluyen adicionalmente un receptor para recibir señales de radio-frecuencia transmitidas desde los medios de control principal.

20 13a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 1a, que incluye además medios de tratamiento de datos para intercalar entre sí los datos sísmicos de cada uno de los registradores de la pluralidad de unidades de adquisición de da-

4

416858

29



tos.

14<sup>a</sup>.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 10<sup>a</sup>, en donde dicha pluralidad de unidades de adquisición de datos res-  
5 ponden selectivamente a señales de identificación y de orden de dichos medios de control principales para detec-  
tar y registrar la energía sísmica que emana del cuerpo elástico, respondiendo funcionalmente dicho controlador a di-  
chas señales de identificación y de orden para controlar  
10 el funcionamiento de la unidad de adquisición de datos, y en donde cada unidad de adquisición de datos incluye además un ordenador para tratar y controlar la adquisición de datos, estando funcionalmente conectado dicho ordena-  
dor, por su salida, a dichos medios de registro de datos.

15 15<sup>a</sup>.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 10<sup>a</sup>, en donde dicha pluralidad de unidades de adquisición de datos res-  
ponden selectivamente a señales de identificación y de orden procedentes de dichos medios de control principa-  
20 les, respondiendo funcionalmente dicho controlador a las señales de identificación y de orden para controlar el funcionamiento de la unidad de adquisición de datos, y que incluye además medios de tratamiento de datos para intercalar los datos sísmicos procedentes de la plurali-  
25 dad de unidades de adquisición de datos.

24-10-75



416858

5 16a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 15a, en donde los medios de control principal comprenden adicionalmente un transmisor y receptor de radiofrecuencia, y medios de control manual acoplados al transmisor y receptor de radiofrecuencia, con lo cual pueden ser seleccionadas señales codificadas en el control manual y transmitidas a las unidades de adquisición de datos.

10 17a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 15a, en donde los medios de control principal comprenden adicionalmente un transmisor y receptor de radiofrecuencia, y un computador de campo acoplado a dicho transmisor y receptor de radio frecuencia y programado para transmitir señales codificadas para controlar el funcionamiento de las unidades de adquisición de datos.

20 18a.- Un sistema para exploración sísmica de terreno de acuerdo con la reivindicación 17a, en donde el computador de campo está conectado a un sistema de transporte de reproducción de cinta magnética y a un sistema de transporte de cinta de intercalación, y programado para correlacionar e intercalar datos procedentes de los registradores de unidades de adquisición de datos reproducidos por el sistema de transporte de reproducción para registrar los datos intercalados sobre



29 OCT

416858

cintas en el sistema de transporte de cinta de interca-  
lación.

5 19ª.- Un sistema para exploración sísmica de  
terreno de acuerdo con la reivindicación 18ª, en donde  
dicho sistema de transporte de reproducción de cápsula  
de datos funciona a una velocidad de reproducción equi-  
valente a un número seleccionado de cintas de la plura-  
lidad de unidades de adquisición de datos.

10 20ª.- Un sistema para exploración sísmica de  
terreno.

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

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

Madrid, 29 OCT. 1975

P.A.

Oscar de Elizaburu  
Por Poder.

20

24410-75  
jul



416858

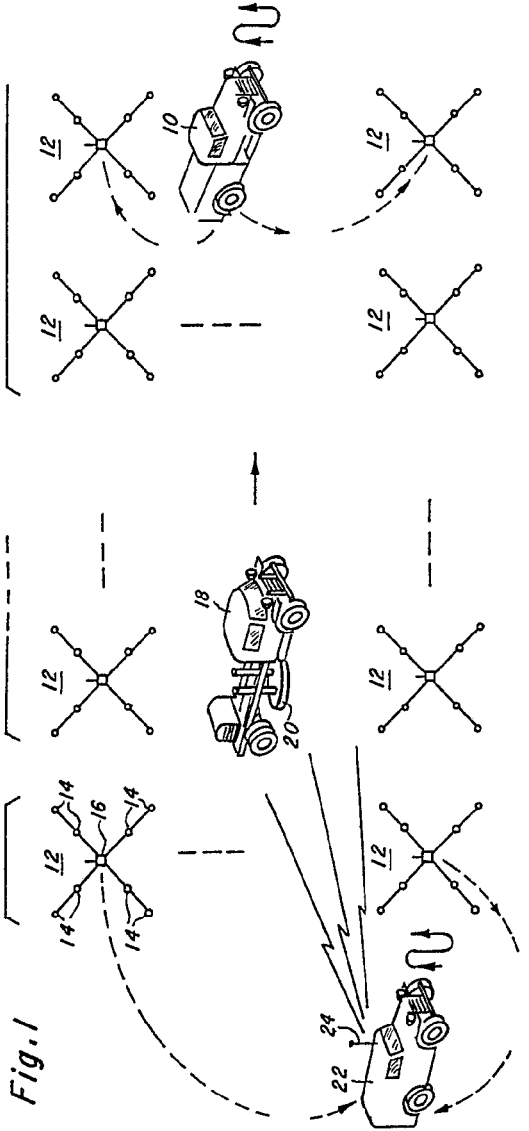


Fig. 1

416858

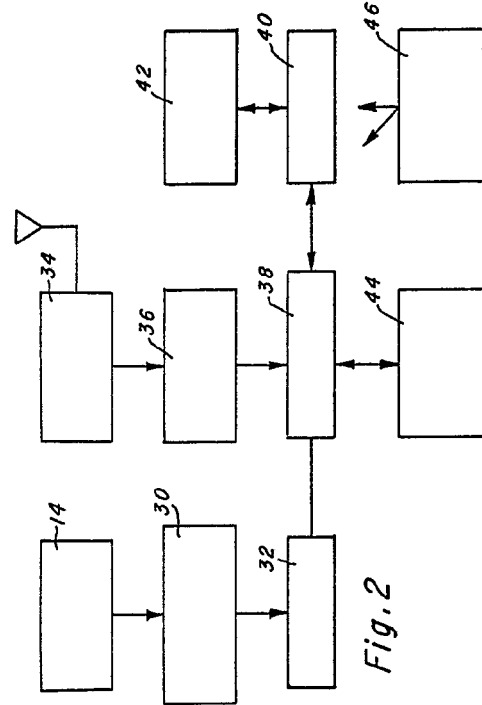


Fig. 2

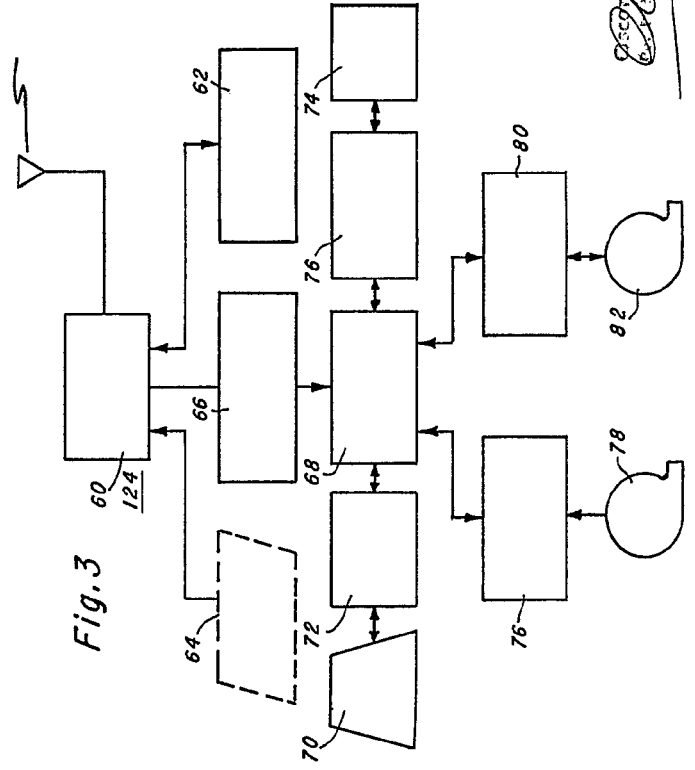
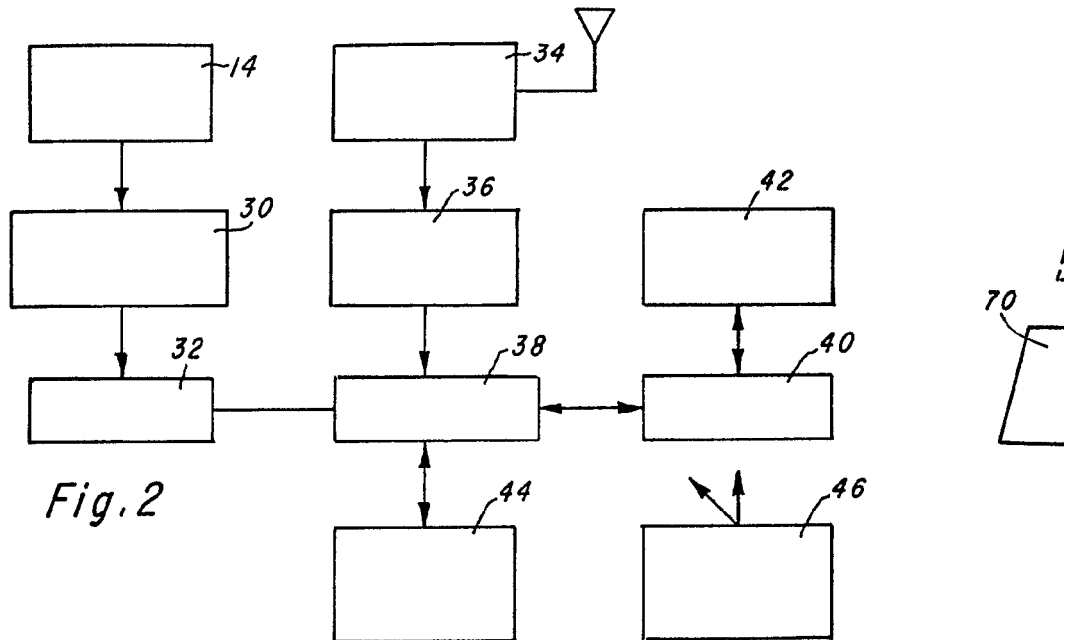
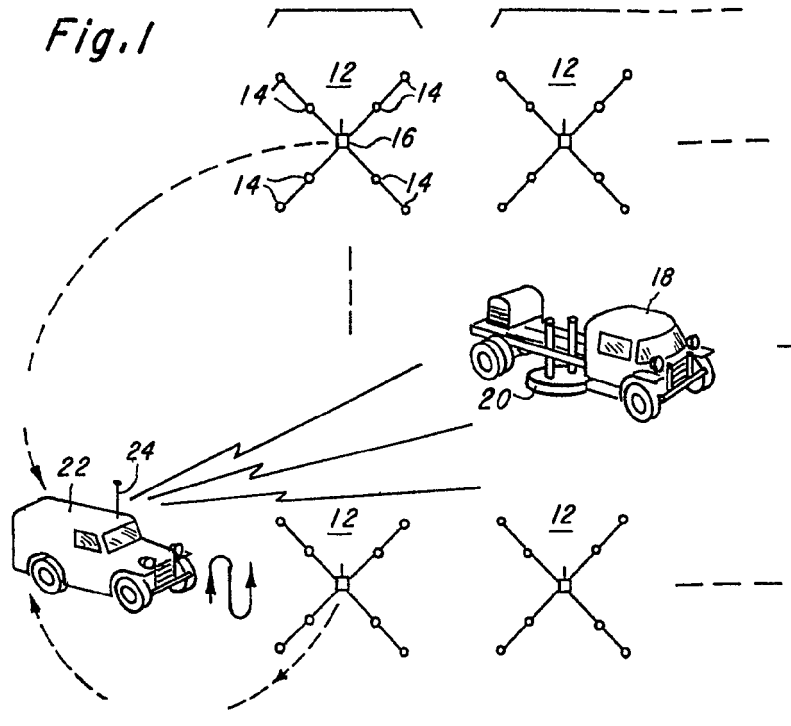


Fig. 3

Escuela de Ingenieros

416858

Fig. 1



416858

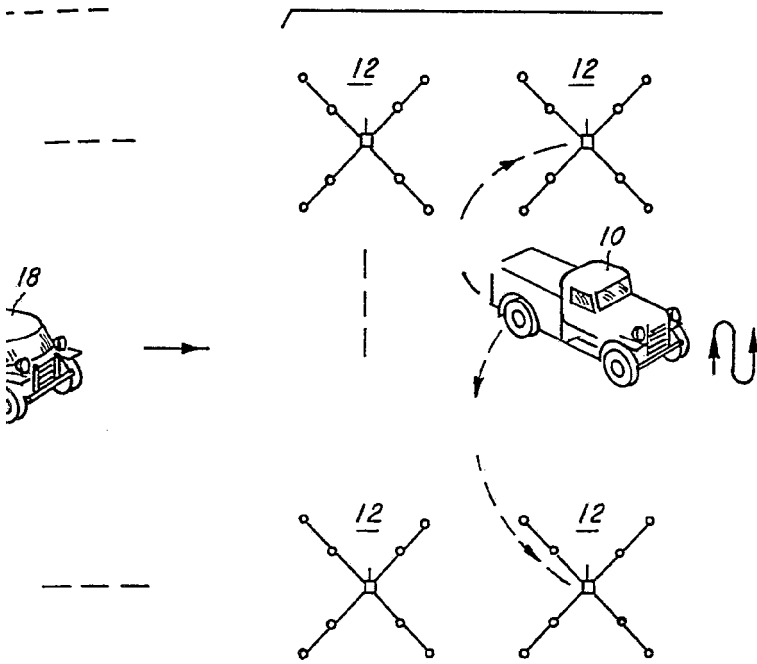
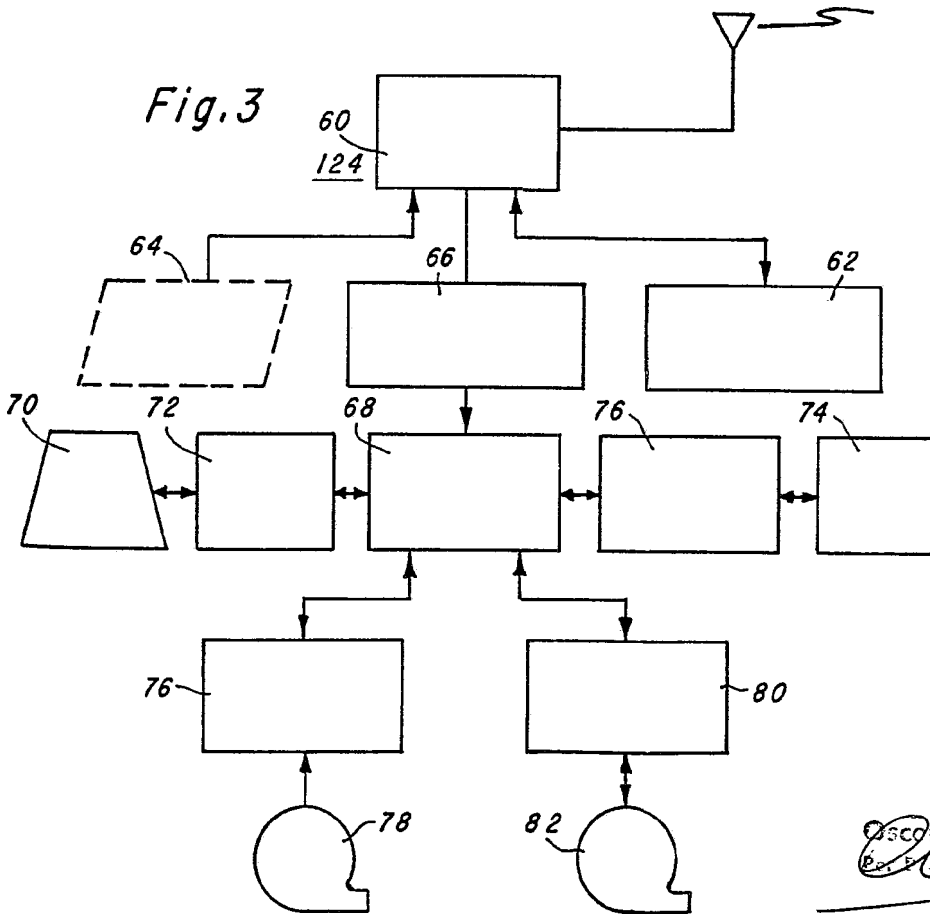


Fig. 3



Oscar de Eizaburu  
Pat. Eng.

416858

416858

12

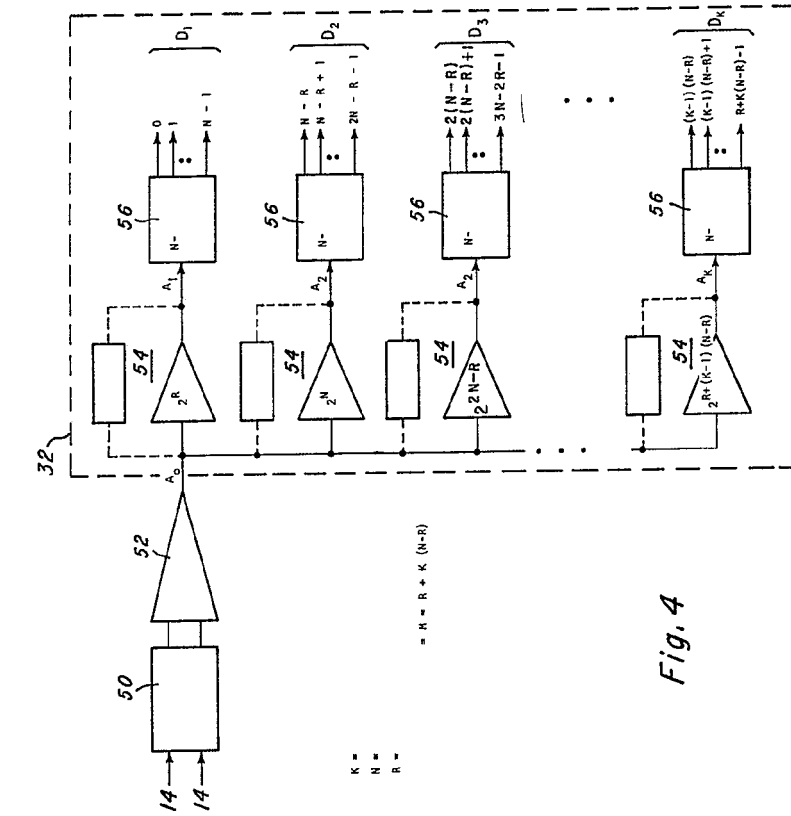


Fig. 4

Fig. 5

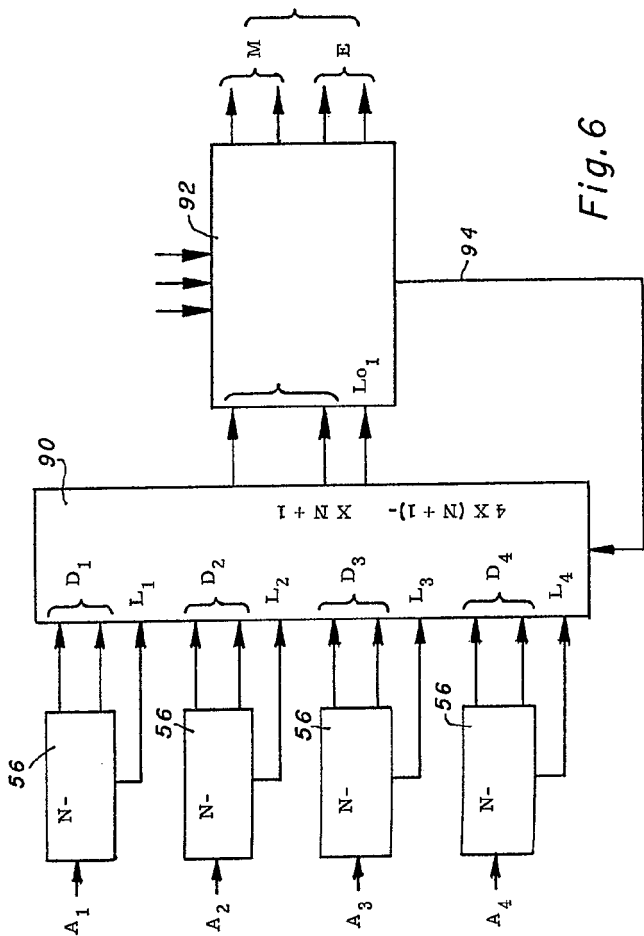
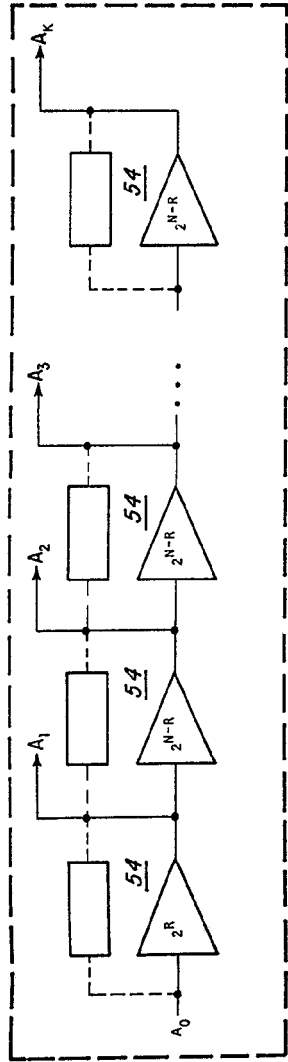
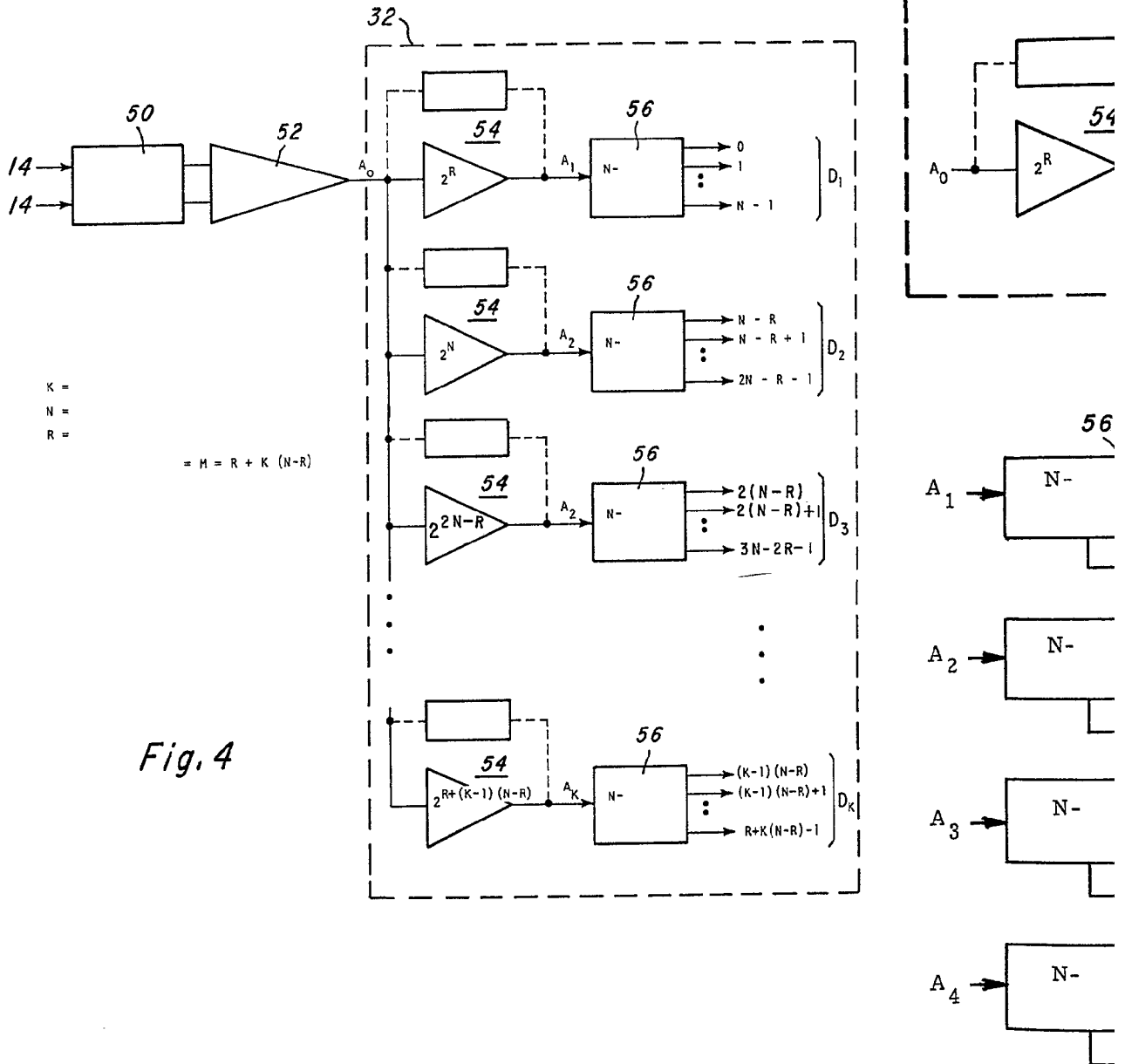


Fig. 6

*Handwritten signature*

416858



416858

12



Fig. 5

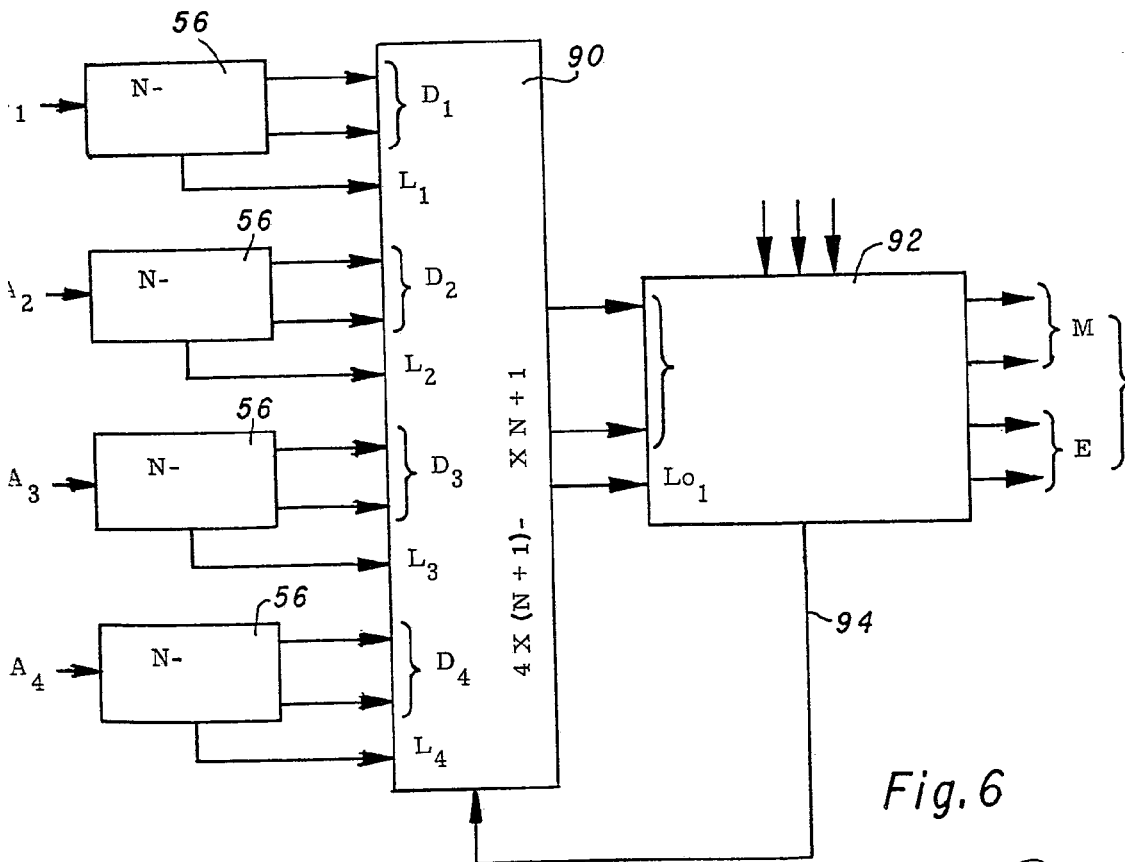
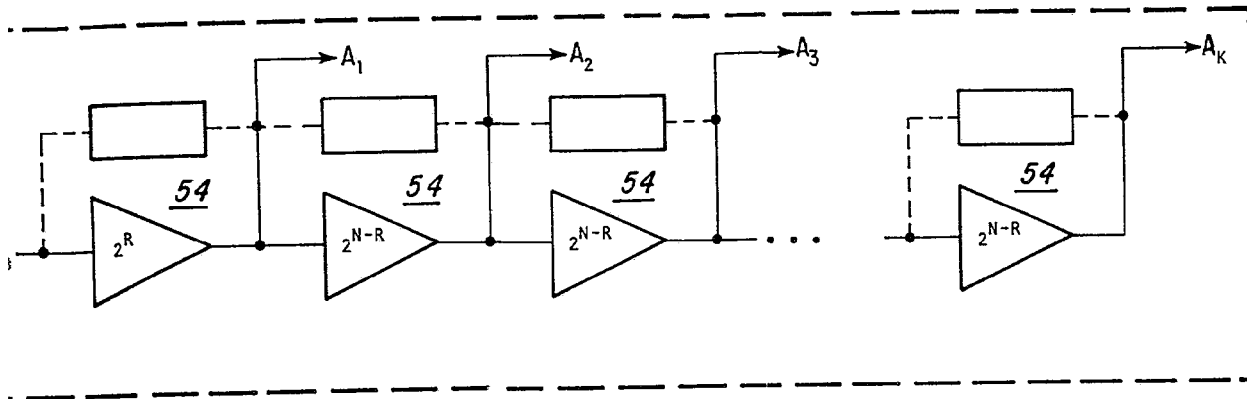


Fig. 6

*Handwritten signature or initials.*