

24 MAR 1961



264455
264455

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 30 de Enero de 1961, con el Núm. 264.455.

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de PHILLIPS PETROLEUM COMPANY, entidad norteamericana, establecida en Bartlesville, Oklahoma, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE COMBINAR REGISTROS SISMICOS"

La presente invención se refiere a la prospección sísmica y a la interpretación de señales sísmicas.

Como es sabido, la prospección sísmica es un procedimiento valioso para medir profundidades y pendientes de formaciones subterráneas. Esta información resulta --
5 particularmente útil para la localización de depósitos petrolíferos. Un método común de prospección sísmica implica las operaciones de comunicar unas vibraciones a la tierra y medir las vibraciones reflejadas que se reciben
10 como consecuencia en la superficie de la tierra, en luga



res distantes del punto en que se han transmitido las vibraciones a la tierra. Midiendo los tiempos de llegada - de las vibraciones reflejadas en una pluralidad de registros, es posible obtener información concerniente a la - pendiente de las formaciones subterráneas reflectantes. Ahora bien, la identificación de estas vibraciones reflejadas es a menudo extraordinariamente difícil, por haber presentes en los registros vibraciones espurias o de perturbación ("ruido"), que tienden a ocultar las reflexiones deseadas.

Se han ideado diversos procedimientos para el tratamiento de registros sísmicos de modo que permitan reconocer las reflexiones deseadas en presencia de vibraciones espurias de perturbación. Un procedimiento particularmente útil en muchos lugares comprende la adición de una pluralidad de registros individuales. Las reflexiones comunes se suman, en tanto que las vibraciones de perturbación que se presentan al azar tienden a anularse entre sí. Ahora bien, este procedimiento exige que los registros individuales estén ajustados unos respecto a los otros de modo que las reflexiones comunes se produzcan al mismo tiempo y se sumen. El ajuste inicial de los registros de esta manera es a veces difícil, debido al número de correcciones que es preciso hacer. Si los sismómetros se sitúan a diferentes distancias de los puntos de disparo o explosión, es preciso efectuar correcciones según las diferentes longitudes de trayecto recorrido por las vibraciones reflejadas. Si los sismómetros están colocados a diferente altura, es necesario introducir una corrección por este factor. En muchas áreas, la capa

26 4455



erosionada próxima a la superficie de la tierra varía a menudo en espesor, de modo que los tiempos de recorrido de diferentes vibraciones reflejadas dependen de las distancias que éstas recorren al atravesar esta capa erosionada. Por estas razones, el ajuste inicial de los registros, para eliminar posibles errores debidos a los factores arriba mencionados, es con frecuencia difícil.

Por consiguiente, es objeto de esta invención un método de prospección sísmica, en el cual se identifican las reflexiones comunes en una pluralidad de registros sísmicos. Otro objeto consiste en un método perfeccionado de prospección sísmica para identificar formaciones subterráneas reflectantes.

Otro objeto consiste en un aparato para su empleo en la correlación de señales sísmicas. Otros objetos, ventajas y características del invento se irán desprendiendo de la descripción detallada que sigue.

Conforme a la presente invención se habilita un método de combinar unos registros sísmicos primero y segundo para medir diseños comunes de reflexión, método que comprende las etapas de transmitir a la tierra en sucesión unas vibraciones primera y segunda, registrar por separado las vibraciones reflejadas desde la formación subterránea estableciendo unos registros primero y segundo, respectivamente, multiplicar dicho primer registro por dicho segundo registro e integrar el producto resultante, repetir dichas etapas de multiplicación e integración una pluralidad de veces con uno de dichos registros retardado con respecto al otro en unas magnitudes determinadas y diferentes, siendo el máximo producto que se

264455



5 obtiene representativo de la diferencia de tiempo en que las reflexiones comunes están desplazadas entre sí en dichos registros primero y segundo, y sumar dichos registros primero y segundo estando uno desplazado con respecto al otro en aquella diferencia de tiempo que producía dicho producto máximo.

10 El procedimiento, nuevo en su género, de la presente invención, da lugar a una correlación de los registros sísmicos de manera tal que las reflexiones comunes aparecen al mismo tiempo en un registro resultante compuesto, esto es, por medio de un procedimiento de correlación cruzada. Las señales sísmicas primera y segunda a correlacionar se multiplican entre sí, y se integra el producto resultante. Este procedimiento se repite un número de veces con los registros iniciales desplazados uno de otro en magnitudes variables. Los productos integrados presentan un máximo cuando las señales se hallan correlacionadas entre sí con la máxima aproximación. Las señales originales se desplazan entonces una de otra de acuerdo con el desplazamiento que produce la máxima correlación, y se suman luego obteniéndose un registro compuesto. Este procedimiento introduce, pues, todas las correcciones individuales que hasta ahora se habían tenido en cuenta por separado, y da un registro compuesto sin que el operador necesite conocer cada corrección individual.

20 A fin de que la invención pueda comprenderse de modo más completo, se describirá a continuación, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:



- la figura 1 es una representación esquemática de un procedimiento de exploración sísmica que puede utilizarse para poner en práctica el método de esta invención;

5 - la figura 2 es una representación gráfica de unos registros sísmicos típicos, y de un registro compuesto - obtenido mediante el método de esta invención;

- la figura 3 es una representación esquemática de una primera forma de realización del aparato correlacionador, de esta invención;

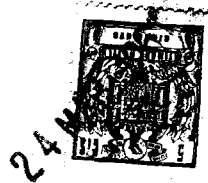
10 - la figura 4 es una representación gráfica de una señal de correlación producida conforme al presente invento;

15 - la figura 5 es una representación esquemática de un aparato que puede emplearse para obtener una señal - compuesta; y

- la figura 6 es una representación esquemática de una segunda forma de realización del aparato correlacionador, del presente invento.

20 Con referencia ahora a los dibujos en detalle y a la fig. 1 en particular, se hace detonar una carga explosiva 10 en un agujero de barreno 11 junto a la superficie de la tierra. Las vibraciones resultantes se reciben en una pluralidad de sismómetros 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 situados en la superficie de la tierra a ambos -
25 lados del agujero de barreno 11. Las distancias entre - sismómetros adyacentes son iguales, siendo estas distancias a su vez iguales a la distancia a la cual se hallan situados del agujero de barreno los sismómetros más próximos. Como puede verse por el dibujo, las vibraciones -
30 se propagan hacia abajo desde el agujero de barreno 11 y

264455



son reflejadas de nuevo a la superficie de la tierra desde un lecho subterráneo reflectante 20. Las vibraciones recibidas por los diversos sismómetros son registradas por un registrador multicanal 21, que, de preferencia, es un registrador de cinta magnética. A continuación, se retiran los sismómetros 12 y 16 y se colocan unos sismómetros adicionales 22 y 23, como se indica. Se hace detonar entonces una carga explosiva en un agujero de barreno 24 que está colocado en el lugar que originalmente ocupaba el sismómetro 16. Las vibraciones resultantes recibidas por los ocho sismómetros que entonces se emplean son registradas separadamente por el registrador 21. A continuación, se hacen detonar unas cargas explosivas en sucesión, en los agujeros de barreno 24' y 25. A cada lado de cada uno de los agujeros de barreno se sitúan cuatro sismómetros para registrar las vibraciones resultantes.

Examinando el dibujo puede verse que desde puntos comunes del lecho reflectante 20 se reflejan una pluralidad de vibraciones. Conforme a esta invención, es conveniente combinar las vibraciones registradas, de manera tal que las vibraciones reflejadas desde puntos reflectantes comunes se superponen en el registro compuesto resultante. Si bien para mayor sencillez se ha representado un total de ocho sismómetros en relación con cada agujero de barreno, es evidente que pueden utilizarse sismómetros adicionales para obtener de cada agujero de barreno más vibraciones reflejadas. En operaciones normales se emplea un número de sismómetros notablemente mayor.

Las curvas 30, 31, 32 y 33 de la fig. 2 son unas -

264455



representaciones gráficas de diseños típicos de vibra-
ción registrados, recibidos por los diversos sismómetros.
Si bien estos registros pueden contener reflexiones comu-
nes procedentes del lecho 20, las reflexiones no pueden
5 identificarse fácilmente debido a la gran cantidad de vi-
braciones espurias de perturbación también presentes en
los registros. Como antes se ha visto, las reflexiones -
comunes no aparecen en general al mismo tiempo en los di-
versos registros, debido a las diferencias de los trayec-
10 tos recorridos, la altitud o elevación, y el espesor de
la capa erosionada.

La primera etapa del procedimiento de esta inven-
ción es la de medir el grado de correlación entre dos de
las señales sísmicas registradas. Esto puede lograrse --
15 por medio del aparato ilustrado en la fig. 3. La primera
señal, que está representada por la curva 33 de la fig.-
2, por ejemplo, es aplicada a un terminal de entrada 35
conectado a la primera entrada de un multiplicador 36.
La segunda señal, que puede estar constituida por las vi-
20 braciones representadas por la curva 32 de la fig. 2, --
por ejemplo, es aplicada a un segundo terminal de entra-
da 37. El terminal 37 está conectado a través de un modu-
lador 38 a una cabeza registradora 39 situada junto a --
una cinta magnética 40. Junto a la cinta magnética 40 va
25 también situada una cabeza reproductora 41 conectada a --
través de un desmodulador 42 a la segunda entrada del --
multiplicador 36. La salida del multiplicador 36 está co-
nectada a la entrada de un integrador 43 de señales. La
salida del integrador 43 se aplica a un registrador 44.

30 La cinta registradora 40 se extiende por alrededor

264455



de un par de poleas 46 y 47, y está movida por una rueda matriz 48 conectada a un motor 49. La cinta se mueve desde la cabeza registradora 39, sobre la polea 36, hasta la cabeza reproductora 41. La cinta pasa luego por sobre la polea 47 y por delante de una cabeza borradora 50 que elimina la señal anteriormente registrada. Entre la polea 47 y un soporte fijo 52 se extiende un muelle 51 que —
5 tiende a llevar la polea 47 hacia abajo. Desde la polea 46 se extiende hacia arriba una varilla 53 que lleva una prolongación adaptada para ser enganchada por un trinquete fijo 54. Así, pues, la posición vertical del conjunto de poleas puede ajustarse fácilmente modificando la longitud de cinta comprendida entre la cabeza registradora 39 y la cabeza reproductora 41. Esto sirve para ajustar el tiempo de retardo de la señal de entrada, procedente del terminal 37, antes de ser aplicada al multiplicador 36.
10
15

Las dos señales aplicadas al aparato de la fig. 3 son así multiplicadas, integradas y registradas, después de retrasada una con respecto a la otra en el tiempo. Se representa entonces una curva del tipo indicado en la —
20 fig. 4, en la cual la amplitud de las salidas integradas se presenta gráficamente en función de los diversos tiempos de retardo de la cinta entre las cabezas registradora y reproductora, indicados como positivos en la fig. 4. Los tiempos negativos de la fig. 4 se obtienen invirtiendo las dos señales de entrada aplicadas a los terminales 35 y 37. Partiendo de las diversas salidas del integrador se dibuja una curva del tipo indicado en la fig. 4.
25
30 Para la mayoría de los trabajos sísmicos, los tiempos de

264455



5

10

15

20

25

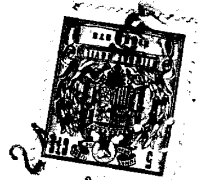
30

retardo escogidos pueden ser del orden de 0 a 30 milise-
gundos. Cuando las dos señales se encuentran correlacio-
nadas entre sí con la máxima aproximación, la curva 60 -
de la fig. 4 presenta un máximo. El tiempo, indicado con
línea de trazo interrumpido en la fig. 4, para el cual tie-
ne lugar este máximo representa la diferencia de tiempo -
en que las reflexiones comunes se encuentran desplazadas
entre sí en las dos señales de entrada. Esta diferencia
es, por ejemplo, del orden de siete milisegundos entre -
las curvas 32 y 33 de la fig. 2.

El procedimiento indicado se repite luego con las
curvas 33 y 31 de la fig. 2, aplicando las señales corres-
pondientes de entrada al aparato correlacionador de la fig.
3. A continuación, se sigue el mismo procedimiento de nue-
vo para determinar la correlación entre las curvas 30 y
33. Como se ilustra en la fig. 2, estas dos últimas co-
rrelaciones pueden ocurrir a los 12 y 10 milisegundos, -
respectivamente. Como alternativa, se pueden relacionar
entre sí dos cualesquiera de las curvas para obtener el
desplazamiento entre ambas.

Una vez determinados los desplazamientos de tiempo
entre las señales individuales, se desplazan una de otra
las curvas 30, 31, 32 y 33 de la fig. 2 en una magnitud
correspondiente a estos tiempos, de modo que los diseños
comunes de reflexión aparecen al mismo tiempo en las cur-
vas individuales. Las curvas se suman luego, lo cual pue-
de lograrse por medio del aparato ilustrado en la fig. 5.
Las curvas 30, 31, 32 y 33 de la fig. 2 son registradas
en unos tambores respectivos 30', 31', 32' y 33'. Estos
tambores giran todos movidos a velocidad constante por -

264455



5 medio de un motor 61. Las cabezas reproductoras 30a, 31a, 32a y 33a se sitúan de modo ajustable junto a los tambores respectivos 30', 31', 32' y 33', estando desplazadas unas de otras en magnitudes representativas de los tiempos de desplazamiento indicados por las curvas de la fig. 2. Cada una de las cabezas reproductoras de la fig. 5 está conectada a una entrada respectiva de un sumador 62, cuya salida se aplica a un registrador 63. De esta manera, las cuatro curvas se suman dando una curva compuesta del tipo ilustrado por la curva 64 de la fig. 2. Como puede verse, las reflexiones comunes se suman, y las vibraciones espurias de perturbación se reducen, porque tienden a anularse entre sí.

15 En la fig. 6 se ilustra una segunda forma de realización del aparato correlacionador, del presente invento. El aparato de la fig. 6 incluye dos líneas de retardo 70 y 71 de señal, que tienen terminales de entrada respectivos 72 y 73. Una de las señales a correlacionar se aplica al terminal 73, y la segunda señal se aplica al terminal 72. Las líneas de retardo están provistas de una pluralidad de salidas para dar una pluralidad de señales de salida que representan valores sucesivos de las respectivas señales de entrada. Estas líneas de retardo pueden ser cintas magnéticas en movimiento, o bien líneas eléctricas de retardo usuales, por ejemplo. El terminal de entrada 73 y la última salida de la línea de retardo 70 se aplican como entradas respectivas a un multiplicador 74a. La salida del multiplicador 74a es aplicada a través de un integrador 75a a un terminal 76a. El terminal de entrada 73 y el resto de las salidas de la línea de -

264455



24

5 retardo 70 son aplicados como entradas respectivas a una serie de multiplicadores 74b ... 74n. Las salidas de los multiplicadores 74b ... 74n son aplicadas a través de unos integradores respectivos 75b ... 75n a unos terminales respectivos 76b ... 76n. De modo semejante, el terminal de entrada 72 y las salidas de la línea de retardo 71 son aplicados como entradas respectivas a una pluralidad de multiplicadores 78a, 78b ... 78n. Las salidas de los multiplicadores 78a, 78b ... 78n son aplicadas a través de unos integradores respectivos 79a, 79b ... 79n a los respectivos terminales 80a, 80b ... 80n. Hay un conmutador 82 que gira movido por un motor 83 para cooperar en sucesión con los terminales. El conmutador 82 está conectado a través de un filtro 84 a un registrador 85.

10

15 El aparato ilustrado en la fig. 6 proporciona registros del tipo indicado en la fig. 4. El conmutador 82 explora los terminales 76a, 76b ... 76n, 80n ... 80b y 80a en sucesión, lo cual hace variar de modo efectivo el tiempo en que una de las señales está retrasada con respecto a la otra, antes de ser multiplicadas. El filtro -

20 84 puede ser de cualquier tipo de filtro alisador, de modo que la señal registrada se presenta en forma de curva suave.

25 La presente solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., el 8 de Septiembre de 1960, bajo el número 54.780, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



N O T A 264455

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 siguientes:

10 1º.- Un método de combinar registros sísmicos primero y segundo para medir diseños de reflexión comunes, caracterizado por comunicar vibraciones primera y segunda a la tierra en sucesión, registrar por separado las vibraciones reflejadas de la formación subterránea para establecer registros primero y segundo, respectivamente, multiplicar dicho primer registro por dicho segundo registro e integrar el producto resultante, repetir dichas
15 operaciones de multiplicación e integración varias veces con uno de dichos registros retrasado en el tiempo con respecto al otro en magnitudes predeterminadas y diferentes, siendo el producto máximo obtenido representativo de la diferencia de tiempo en que las reflexiones comunes están desplazadas entre sí en dichos registros primero y segundo y sumar dichos registros primero y segundo, estando uno desplazado con respecto al otro en la diferencia de tiempo que produjo dicho producto máximo.

25 2º.- Un método según el punto 1º, caracterizado porque dichos registros primero y segundo son, respectivamente, señales sísmicas registradas primera y segunda, aplicar dicha señal primera a la primera entrada de un multiplicador, aplicar la segunda señal a un modulador conectado a un cabezal registrador situado frente a una
30 cinta magnética, siendo reproducida dicha segunda señal

26 4455



en un cabezal reproductor situado también junto a dicha cinta magnética y aplicada a través de un desmodulador a una segunda entrada de dicho multiplicador, aplicar la salida de dicho multiplicador a la entrada de un integrador y la salida de dicho integrador a un registrador.

5

3^a.— Un método según el punto 1^a, caracterizado por emplear por lo menos un multiplicador de señales que tiene entradas primera y segunda, medios de retardo de las señales, medios que conectan la salida de dichos medios retardadores de las señales con una de las entradas de dicho multiplicador, estando destinadas la segunda entrada de dicho multiplicador y la entrada de dichos medios retardadores a recibir respectivas señales sísmicas, y teniendo por lo menos un medio integrador de señales su entrada conectada a la salida de dicho multiplicador.

10

15

4^a.— Un método según el punto 3^a, caracterizado por que dichos medios retardadores de las señales comprenden una cinta magnética situada entre un cabezal registrador y un cabezal reproductor, medios para mover dicha cinta desde dicho cabezal registrador a dicho cabezal reproductor, y medios para ajustar el tiempo de recorrido de dicha cinta entre dichos cabezales.

20

5^a.— Un método según los puntos 3^a o 4^a, caracterizado porque un registrador está conectado a la salida de dicho medio integrador de señales.

25

6^a.— Un método según el punto 3^a, caracterizado porque dichos medios primero y segundo retardadores de las señales tienen entradas respectivas destinadas a recibir señales sísmicas, teniendo cada uno de dichos medios retardadores una pluralidad de salidas para propor-

30



264455

24 MAR

5 cionar señales de salida representativas de las respecti
vas señales sísmicas de entrada en momentos progresiva—
mente posteriores; estando dispuestos varios de dichos mul
tiplicadores de señal primero y segundo, cada uno con en
tradas primera y segunda, medios que conectan las entra
das primeras de dichos primeros multiplicadores a la en
trada de dichos segundos medios retardadores; medios que
conectan las entradas segundas de dichos primeros multi
plicadores a salidas respectivas de dichos primeros medios
retardadores; medios que conectan las entradas primeras
10 de dichos segundos multiplicadores a la entrada de di—
chos primeros medios retardadores; medios que conectan -
las segundas entradas de dichos segundos multiplicadores
con salidas respectivas de dichos segundos medios retar
dadores, una pluralidad de medios integradores de seña—
15 les; y medios que conectan las entradas de dichos medios
integradores con las salidas respectivas de dichos me—
dios multiplicadores.

20 7^a.— Un método según el punto 6^a, caracterizado —
porque dichos medios retardadores comprenden líneas eléc
tricas de retardo.

25 8^a.— Un método según los puntos 6^a o 7^a, caracteri
zado porque se prevé un registrador, medios distribuido
res que conectan la entrada de dicho registrador selecti
vamente a las salidas respectivas de dichos medios inte
gradores.

30 9^a.— Un método según el punto 8^a, caracterizado —
porque se prevén medios para accionar dichos medios dis
tribuidores de manera que las salidas de dichos medios -
integradores sean conectadas a la entrada de dicho regis



trador en sucesión.

264455

102.- Un método de combinar registros sísmicos.

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

5

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

Madrid,

24 MAR. 1951

Alberic de Eizaburu
C. de Euzkadi

G.D.S.

26 4455

15
10

Handwritten signature

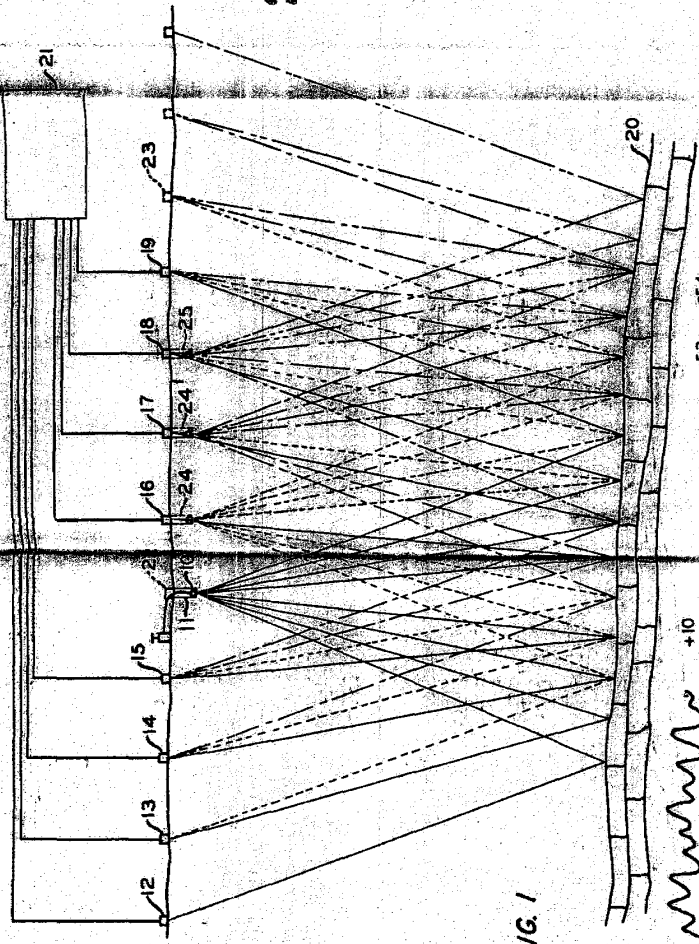


FIG. 1

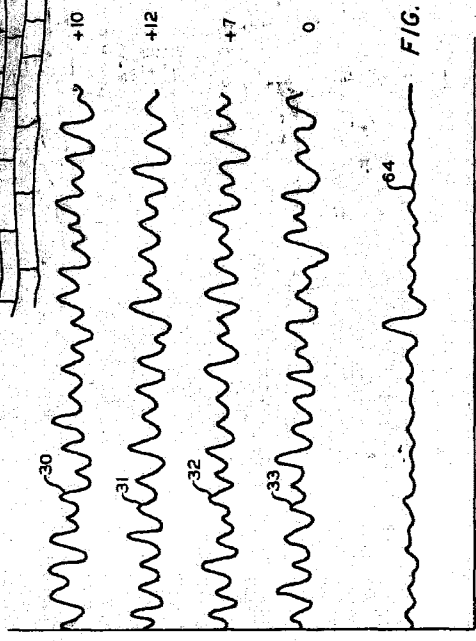


FIG. 2

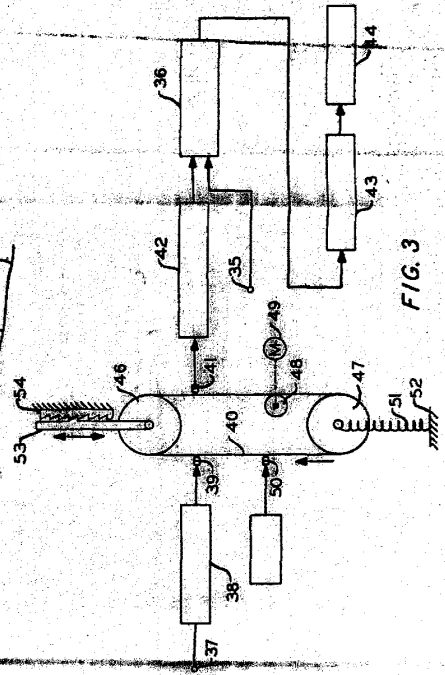
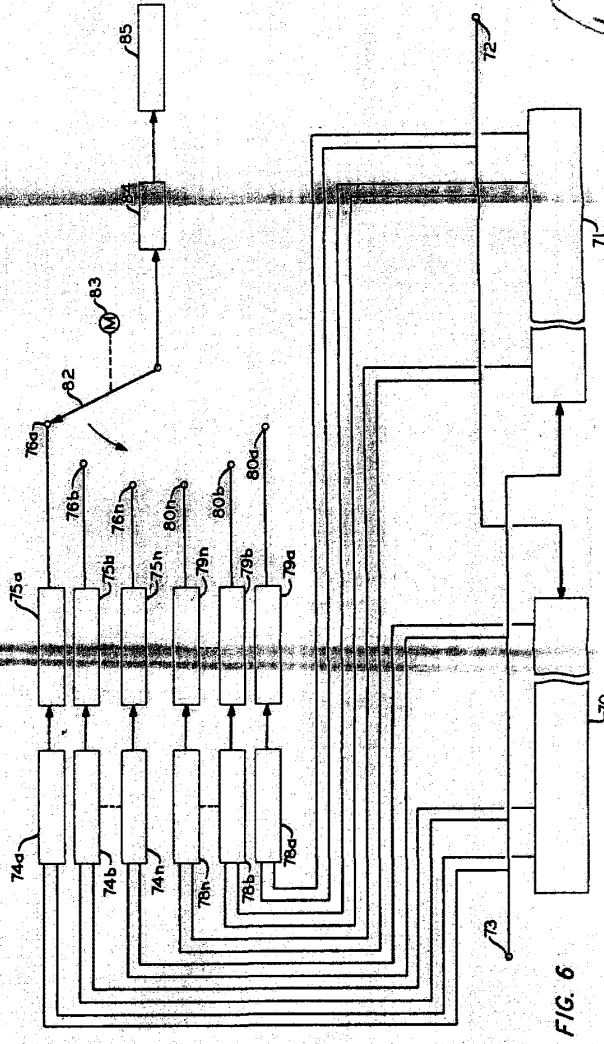
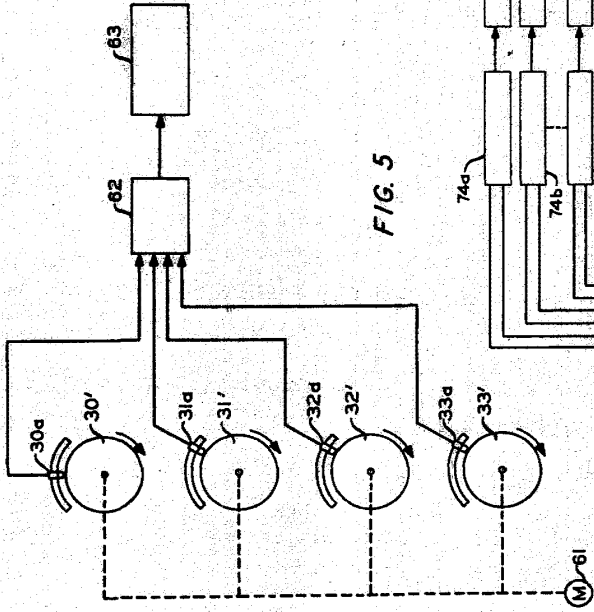
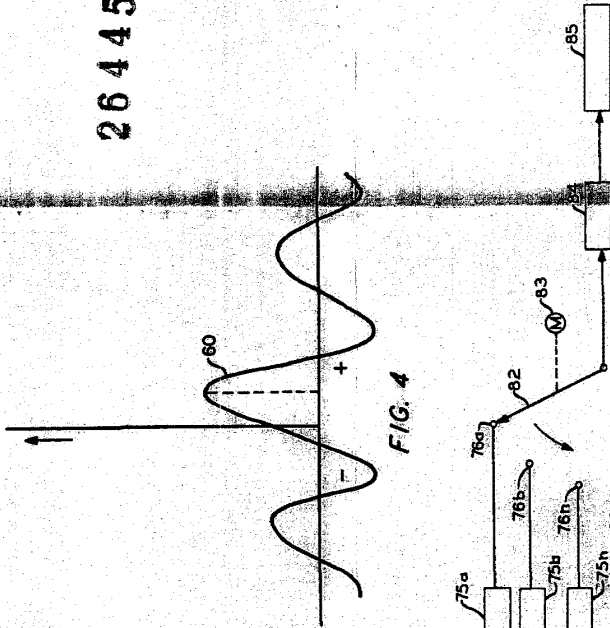


FIG. 3

264455



Wich