

13 MA



353858

353858

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

PATENTE DE INVENCIÓN

SOLICITANTE: MENNEN-GREATBATCH ELECTRONICS INC.

RESIDENCIA: 10440 Main Street, CLARENCE, N.Y. 14031

ESTADOS UNIDOS

ENUNCIADO: "UN CIRCUITO DISCRIMINADOR DE FRECUENCIA DOPPLER"

Prioridad: Patente n.º del

TP/.

13 MAY



1 Esta invención se refiere a un circuito discriminador de
frecuencia Doppler, a cuyas terminales de entrada se alimenta una se-
ñal de frecuencia portadora y una o más señales de frecuencia Doppler
5 producidas por la reflexión de oscilaciones de frecuencia portadora a
partir de una o más superficies que se encuentran en movimiento en re-
lación con el circuito. Para el fin de determinar el desplazamiento de
frecuencia Doppler en relación con la frecuencia portadora, desplaza-
miento que es proporcional a la velocidad relativa entre la superficie
y el circuito, las señales de entrada se toman a través de una etapa
10 de filtro a una etapa detectora en la que estas señales son moduladas
entre sí. En los circuitos normales de esta clase, las señales son -
simplemente moduladas entre sí en un diodo, de tal manera que puede -
determinarse el valor del desplazamiento de la frecuencia Doppler y
no el que la frecuencia Doppler sea más alta o más baja que la frecuen-
15 cia portadora o el que la superficie reflectora se aproxime o se ale-
je del circuito.

 Para superar estas desventajas, se puede usar un discrimi-
nador Foster-Seeley. En este, sin embargo, la señal de frecuencia -
portadora y la señal de frecuencia Doppler, que en la práctica siem-
20 pre es más débil, se comparan directamente entre sí. Esto conduce a di-
ficultades extraordinarias, principalmente por lo que toca a la esta-
bilización del circuito. En la práctica, no puede obtenerse una pre-
cisión adecuada en la presente relación con un discriminador de este
tipo conocido. Se presentan dificultades similares, también, si uno va
25 a usar lo que es conocido como un "detector de relaciones".

 Esta invención elimina estas dificultades por virtud del
hecho de que, para determinar la dirección del desplazamiento de fre-
cuencia Doppler en relación con la frecuencia portadora y en consecuen-
30 cia la dirección de la mencionada velocidad relativa, la etapa detec-
tora contiene dos rectificadores de polaridad opuesta, cada uno de ellos

13 MAY.



1 conectado a uno de los conductores de salida de la etapa de filtro, -
rectificadores que se ponen a tierra cada uno a través de una resis-
tencia, de manera que la señal de frecuencia portadora es rectificad
5 iguales al desplazamiento de frecuencia Doppler en el producto de mo-
dulación, se alimentan a una etapa de substracción de voltaje median-
te una etapa de bloqueo que no permite que pasen los voltajes de co-
rriente directa. Estos voltajes de corriente alterna son rectificad
10 ésta última aparece un voltaje de corriente directa, cuya magnitud co-
rresponde a la del desplazamiento de frecuencia Doppler y cuya polari-
dad corresponde a la dirección de este desplazamiento en relación con
la frecuencia portadora.

15 Se describirá ahora una modalidad de la presente invención
por vía de ejemplo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1, representa el circuito discriminador propues-
to en la presente;

20 La figura 2 es un diagrama vector que muestra las relacio-
nes de voltaje en una etapa de filtro del circuito dado en la figura 1
y

Las figuras 3a y 3b son diagramas que muestran las rela-
ciones del voltaje a la salida de una unidad detectora de canal doble
en el circuito ilustrado en la figura 1.

25 El circuito de la figura 1 tiene dos terminales de entra-
da 10 y 12 a las cuales se alimenta la señal de alta frecuencia, que
incluye una señal portadora y cuando menos una señal Doppler, cuya -
frecuencia se deslaza en relación con la frecuencia de la señal por-
tadora, de acuerdo con la velocidad variable o constante de la super-
ficie que refleja la señal portadora emitida. Hablando en términos ge-
30 nerales, la señal Doppler es bastante más débil que la señal portado-



1 ra. A la salida de las terminales 14 y 16 del circuito, la señal de
salida producida corresponde al desplazamiento de frecuencia de la se-
ñal de entrada Doppler en relación con la señal portadora en consecuen-
cia a la velocidad momentánea de la superficie reflectora. El diseño
5 del circuito ilustrado es de naturaleza tal que, cuando se produce -
cierto número de señales Doppler de entrada por cierto número de su-
perficie reflectoras, cada una de las cuales tiene una velocidad di-
ferente, la señal de salida que se presenta en las terminales 14 y 16
representa un valor promedio momentáneo, el cual es el valor de raíz
10 cuadrada promedio de las velocidades de todas las superficies reflec-
toras.

Las terminales de entrada 10 y 12 se conectan mediante los
alambres 19 y 20 a una etapa de filtro, FS, con dos salidas. Esta eta-
pa de filtro FS incorpora tres inductores 22, 24 y 26, cuya bobina 22
15 se conecta a los alambres 19 y 20. Las bobinas 22, 24 y 26 se encuen-
tran en relación de inductancia mutua entre sí, con sus ejes parale-
los, y la bobina 26 tiene una derivación central 28. La bobina 24 se
une a la terminal de entrada 12 de la derivación central 28 mediante
los alambres 30 y 32, respectivamente. La bobina 26 se encuentra en
20 el lado de salida de la etapa de filtro FS y se sintoniza con la ayu-
da del condensador 34 al componente de frecuencia portadora (es decir,
a la señal de alta frecuencia emitida por elementos no ilustrados en
el dibujo), que es alimentada a las terminales de entrada 10 y 12.

Las señales que se presentan en las dos salidas ("salida
25 de dos canales") de la etapa de filtro FS se llevan a la etapa detec-
tora de canal doble DCD a través de los alambres 36 y 38, que se co-
nectan a la bobina conectada en paralelo 26 y al condensador 34. Los
componentes del filtro FS se ajustan de tal manera que las señales de
entrada alimentadas a las terminales se modifican de la manera ilus-
30 trada en la figura 2, es decir, de tal modo que las señales que se -

13 MA



1 presentan en los puntos A y B en los alambres 36 y 38, respectivamen-
te, cuando la superficie reflectora se encuentra en reposo (lo cual sig-
nifica que la onda reflejada tiene la frecuencia portadora), se pue-
den representar dos vectores de desplazamiento de fase opuestos, OA y
5 OB de longitud igual, que proceden de un origen común O, cuyos extre-
mos A y B quedan en dos círculos de contacto m y n, que es el vector
que representa la diferencia entre los vectores OA y OB que pasan a
través del punto de contacto entre los círculos.

10 La etapa de filtro FS actúa como un filtro de dos canales
con características de paso inclinado, siendo el de un canal positivo
y el del otro canal negativo. La señal de salida que se presenta en A,
es decir el vector, OA, tiene dos componentes, como se muestra en la
figura 2. El primer componente OX, que se encuentra en fase, se acopla
15 inductivamente mediante la bobina primaria 22 a la bobina secundaria
24 y se conduce entonces directamente a la derivación central de la
otra bobina secundaria 26. El segundo componente XA, que se encuentra
en cuadratura, se acopla inductivamente mediante la bobina primaria 22
a la bobina secundaria 26, dando como resultado un desplazamiento de
fase de 90° cuando la frecuencia de entrada que concierne coincide -
20 precisamente con la frecuencia de resonancia a la cual se sintoniza el
circuito resonante 26/34. Queda claro que, así como $\vec{OA} = \vec{OX} + \vec{XA}$, de
la misma manera $\vec{OB} = \vec{OX} + \vec{XB}$.

25 Cuando la superficie reflectora se encuentra en movimien-
to, de manera que la frecuencia de las señales reflejadas (señales Do-
ppler) difiere de la frecuencia de la señal portadora las señales de
salida de la etapa de filtro FS se representan mediante los vectores
OA' y OB', que se encuentran en desplazamiento de fase en relación con
los vectores OA y OB, pero cuyos extremos quedan todavía en los círcu-
los m y n, pasando aún así el vector de diferencia A', B', a través
30 del punto de contacto X. Por esto se verá claramente que la amplitud



1 de la señal en uno de los alambres 36 o 38 aumenta cuando la frecuen-
cia Doppler se eleva, mientras que la amplitud de la señal del otro
alambre disminuye cuando la frecuencia Doppler sube. Si bien la etapa
de filtro FS que produce la relación de vectores que se ilustra en la
5 figura 2, se compone de tres inductores y un condensador, es obvio que
la invención puede realizarse también con otras combinaciones de induc-
tancia y capacidad que produzcan la relación de vectores que se mues-
tra en la figura 2.

El detector de doble canal DCD, que recibe las señales de
10 dos canales mediante los alambres 36 y 38, incorpora dos diodos recti-
ficadores 40 y 42 de polaridad opuesta, con el cátodo del diodo 40 co-
nectado al alambre 36 y el ánodo del diodo 42 al alambre 38. En el la-
do de salida de la etapa detectora DCD se conectan dos resistencias 44
y 46 unidas en serie mediante los alambres 48 y 50 a las salidas de -
15 los diodos 40 y 42, respectivamente con las juntas de éstas resis-
tencias 44 y 46 puestas a tierra.

La etapa detectora DCD mezcla la señal portadora con la -
señal Doppler o las señales Doppler para formar los productos de modu-
lación, de manera que las señales de audiofrecuencia de polaridad opues-
20 ta se producen en sus canales. Haciendo referencia a la figura 2, se
verá que una de las señales de audiofrecuencia tiene un valor absolu-
to que corresponde a la longitud del vector OA' y la otra señal de -
audiofrecuencia tiene un valor absoluto que corresponde a la longitud
del vector OB'.

25 Los productos de modulación que se presentan en el detec-
tor de canal doble DCD contiene una señal de audiofrecuencia, cuyo va-
lor es proporcional al valor del voltaje de la banda lateral de alta-
frecuencia alimentada al detector DCD y cuya frecuencia es igual a la
diferencia entre la frecuencia portadora y la frecuencia de banda la-
30 teral. Así pues, cuando la frecuencia de la banda lateral de a.f. sube,



1 el valor del voltaje de audiofrecuencia en el punto C del alambre 48
aumenta, mientras que el valor del voltaje de audio-frecuencia en el
punto D del alambre 50 disminuye. Es aplicable lo contrario cuando la
5 frecuencia de la banda lateral de a.f. baja. Esta relación es ilustra-
da en las figuras 3a y 3b en las que la frecuencia Doppler lleva la
letra f , la frecuencia portadora las letras f_0 y el valor absoluto del
desplazamiento de frecuencia Doppler se indica $|\Delta f|$. Los valores ab-
solutos $|e_0|$ y $|e_d|$ de los voltajes de producto de modulación de
10 frecuencia en los puntos C y D se ilustran en las figuras 3a y 3b res-
pectivamente como una función del valor absoluto $|\Delta f|$ del despla-
zamiento de frecuencia Doppler.

Si el cuerpo reflector o su superficie reflectora se proxi-
man a la antena receptora, $f > f_0$ y el valor del voltaje en el punto
C baja con una reducción de velocidad a lo largo de la línea t hacia
15 s . Al mismo tiempo el voltaje en el punto D sube a lo largo de la lí-
nea r' hacia s' . Si el cuerpo reflejante se retira de la antena recep-
tora, $f < f_0$ y el voltaje en el punto C sube con una reducción de ve-
locidad a lo largo de la línea r hacia a , mientras que el voltaje en
el punto D baja a lo largo de la línea t' , hacia s' . A medida que las
20 relaciones ilustradas en las figuras 3a y 3b en forma de gráfica se
configuran como una letra, K, la etapa detectora DCD será llamada "eta-
pa detectora K".

Para frecuencias de banda lateral Doppler suficientemente
remotas de la frecuencia portadora, la frecuencia de los voltajes de
25 producto de modulación a_0 y a_d es una audio-frecuencia, pero descien-
de para las frecuencias de bandas laterales en las cercanías de la -
frecuencia portadora, por debajo de la audio-frecuencia de umbral, y
por último, cuando la frecuencia de banda lateral coincide con la fre-
cuencia portadora, se convierte en 0 lo cual significa que los volta-
jes del producto de modulación se convierten en voltajes c. d. En las
30 circunstancias descritas, la información de señal Doppler se presenta



1 en la forma de voltajes de corriente alterna en los puntos C y D mien-
tras que el voltaje portador se rectifica y se convierte en un volta-
je de corriente directa. Esta conversión del voltaje portador a volta-
je de corriente directa es muy ventajoso, puesto que la portadora nor-
5 malmente es mucho más fuerte que las señales Doppler, de manera que las
señales Doppler débiles con frecuencia prácticamente se extinguen en
los circuitos discriminadores existentes.

Como la señal portadora de frecuencia original se convierte
mediante la etapa detectora DCD a una señal de corriente directa, el
10 componente de frecuencia portadora de la señal de entrada puede ahora
eliminarse mediante una etapa de bloqueo de corriente directa, DCD,
que consiste simplemente de dos condensadores conectados en serie, 52
y 54, cada uno de los cuales se conecta a uno de los conductores de -
canal 48 y 50. Se conecta una etapa amplificadora de audio-frecuencia,
15 AMP, a la salida de la etapa de bloqueo DCD. Como esta última en la -
práctica bloquea también las frecuencias muy bajas en las cercanías de
la corriente directa, las líneas de las figuras 3a y 3b realmente se
vuelven discontinuas en las cercanías de s y s' . La etapa amplificado-
ra AMP contiene un amplificador 56, cuya entrada se conecta mediante
20 el alambre 58 a la salida del condensador 52 y un amplificador 60, cu-
ya entrada se conecta mediante el alambre 62 a la salida del condensa-
dor 54. Además, los dos condensadores 64 y 66, se conectan en serie -
con las salidas de los amplificadores 56 y 60, respectivamente.

Los condensadores 52, 54, 64 y 66 y los amplificadores de
25 audio-frecuencia 56 y 60 no alteran las características ilustradas en
las figuras 3a y 3b (con la excepción del caso de las frecuencias muy
bajas ya mencionadas), de manera que los voltajes que se presentan en
los puntos E y F, en el lado de salida de los condensadores 64 y 66,
corresponden a los voltajes ilustrados en las figuras 3a y 3b, para
30 los puntos C y D. De nuevo, el desplazamiento de frecuencia Doppler



1 es proporcional a la velocidad de la superficie reflectora, de manera
que las figuras 3a y 3b muestran también los voltajes en los puntos E
y F como una función de esa velocidad.

5 Si la superficie reflectora se aproxima a la velocidad v ,
las ordenadas u y u' representan los voltajes en los puntos E y F. Si
la mencionada superficie se está retirando a la misma velocidad v , por
otra parte, los voltajes en los puntos E y F se representan por las
ordenadas w y w' . Es evidente que $w = u'$ y la diferencia ($U - w = z$)
10 es proporcional a v . La velocidad v en consecuencia puede medirse sub-
trayendo de los voltajes en E y F, y para ese fin como se muestra en la
figura 1, se proporciona una etapa de substracción de canal doble, DCS.
La etapa de substracción DCS puede ser de diseño normal, para suminis-
trar a las terminales de salida 14 y 16 un solo voltaje 2 o $2'$, cuyo
valor y polaridad indican que tan grande es la velocidad de la super-
15 ficie reflectora y si se aproxima o se aleja. Cuando hay cierto núme-
ro de superficies reflectoras, que se mueven a velocidades diferentes,
sin embargo, es una ventaja indicar el valor de raíz cuadrada prome-
dio de las velocidades de todas estas superficies en las terminales de
salida 14 y 16. El substractor DCS que se ilustra en la fig. 1 se di-
20 seña para cumplir este requerimiento.

En el primer canal de la etapa de substracción DCS, se -
provee un rectificador 68, cuyo ánodo se conecta mediante el alambre
70 al condensador 64 y al cátodo del rectificador 72, cuyo ánodo se
encuentra puesto a tierra. En el otro canal, el ánodo del rectifica-
25 dor 74 se conecta mediante el alambre 76 al condensador 66 y al cáto-
do del rectificador 78, cuyo ánodo se pone a tierra. Los cátodos de
los rectificadores 68 y 74 se conectan a través de las resistencias
84 y 86 con los alambres de salida 80 y 82, respectivamente. El alam-
bre 80 se pone a tierra a través de una resistencia 88 que queda en -
30 paralelo con un condensador 92; mientras que el alambre 82 se pone a



1 tierra a través de una resistencia 90 que se encuentra en paralelo -
con un condensador 94. Los valores son tales que la señal de salida en
las terminales 14 y 16 representa el valor de raíz cuadrada promedio
de las diferencias de voltaje de entrada.

5 Debe mencionarse que los circuitos de raíz cuadrada pro-
medio normales y sus componentes pueden usarse en lugar de la etapa
de substracción del canal doble que se describió arriba. Por ejemplo,
los voltajes en los puntos E y F pueden convertirse en calor, que pue-
den entonces medirse y substrarse mediante termo-elementos para dar
10 la señal de salida de raíz cuadrada promedio. La presente invención
puede usarse con ventaja para medir el flujo de un fluido, cuyas par-
tículas reflejan radiación de alta frecuencia y proporcionan por lo
tanto un gran número de señales Doppler.

15 En la forma normal, el diagrama de flujo de una tubería
o tubo que contiene elementos de velocidades de flujo diferentes, tie-
ne una velocidad de cero cerca de la pared del tubo y su máximo en la
línea central longitudinal del tubo. Los varios elementos de flujo pro-
ducen un amplio espectro de frecuencia Doppler y es conveniente com-
binar los componentes de masa que corresponden a ellas de tal manera
20 que la combinación represente el flujo total. El rendimiento conteni-
do en cada componente es el que se debe sumar y esto se puede hacer
electricamente componiendo el promedio del cuadrado de las amplitudes
(raíz cuadrada promedio). El circuito ilustrado en la figura 1 es -
particularmente útil para medir y supervisar el flujo en una tubería
25 o tubo.

La etapa detectora K puede usarse también ventajosamente
para un discriminador de modulación de frecuencia en receptores de -
equipo de transmisión remota y similares, con modulación de frecuencia
de banda lateral sencilla. En esas aplicaciones, se usa el substrato
30 de canal doble DCS sin medios para formar la raíz cuadrada promedio.



1 Si bien han sido descritas las características de la inven-
ción y se ha hecho énfasis en su aplicación en ejemplos prácticos re-
comendados, es obvio que se puede substituir, omitir o modificar va-
rias características que conciernen a la forma y los detalles de los
5 varios dispositivos y circuitos ilustrados sin que por ello se aleje
del campo de la invención que se define en las cláusulas anexas.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita, de-
berá recaer sobre las siguientes

REIVINDICACIONES

10 1. Un circuito discriminador de frecuencia Doppler, a cu-
yas terminales de entrada se alimenta una señal de frecuencia porta-
dora y, una o más señales de frecuencia Doppler producidas por la re-
flexión de oscilaciones de frecuencia portadora de una o más superfi-
cies que se encuentran en movimiento en relación con el circuito, en
15 donde para el fin de determinar el desplazamiento de frecuencia Doppler
en relación con la frecuencia portadora, desplazamiento que es propor-
cional a la velocidad relativa entre la superficie y el circuito, las
señales de entrada se toman a través de una etapa de filtro a una eta-
pa detectora en donde estas señales se modulan entre sí, y en donde
20 para el fin de determinar la dirección de desplazamiento de la frecuen-
cia Doppler en relación con la frecuencia portadora y en consecuencia
la dirección de la velocidad relativa mencionada, la etapa detectora
contiene dos rectificadores de polaridad opuesta, conectados cada uno
a los conductores de salida de la etapa de filtro, rectificadores que
25 se ponen a tierra a través de una resistencia, de manera que la señal
de frecuencia portadora se rectifica y solamente dos voltajes de co-
rriente alterna, cuyas frecuencias son iguales al desplazamiento de
frecuencia Doppler contenido en el producto de modulación, se alimen-
tan a una etapa de sustracción de voltaje mediante una etapa de blo-
30 queo que no permite que pasen los voltajes de corriente directa, vol-



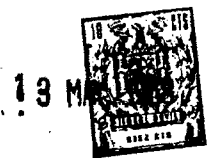
1 tajes de corriente alterna que se rectifican en la etapa de substra-
ción de voltaje de manera que a la salida (14/16) de esta última apa-
rece un voltaje de corriente directa, cuya magnitud corresponde a la
del desplazamiento de frecuencia Doppler y cuya polaridad corresponde
5 a la dirección de éste desplazamiento en relación con la frecuencia
portadora.

2. Un circuito de conformidad con la reivindicación 1, en
donde se inserta una etapa amplificadora de dos canales entre la etapa
de bloqueo y la etapa de substracción de voltaje e incorpora en cada
10 canal un amplificador, cuyo lado de entrada se conecta a un condensa-
dor de bloqueo, condensador que se conecta en serie con cada salida
de amplificador.

3. Un circuito como se reivindica en la reivindicación 1,
en donde la etapa de substracción de voltaje, para recibir los volta-
15 jes de corriente alterna, tiene dos canales cada uno de los cuales -
tiene un rectificador conectado en serie y un rectificador conectado
a tierra, con el lado de salida de cada rectificador conectado en se-
rie conectado a una resistencia que se pone a tierra por el otro lado
a través de una resistencia y un condensador conectados en paralelo,
20 con los valores de los componentes siendo tales que cuando hay cierto
número de frecuencia Doppler, la magnitud del voltaje de salida corres-
ponde a la raíz cuadrada promedio de los valores de los desplazamien-
tos de frecuencia Doppler.

4. Un circuito como se reivindica en la reivindicación 2,
25 en donde los rectificadores conectados en serie y los rectificadores
puestos a tierra son de polaridad opuesta en cada canal, con los rec-
tificadores correspondientes de cada canal siendo de la misma polari-
dad.

5. Un circuito como se reivindica en la reivindicación 2,
30 en donde la etapa de filtro tiene tres inductores en una relación de



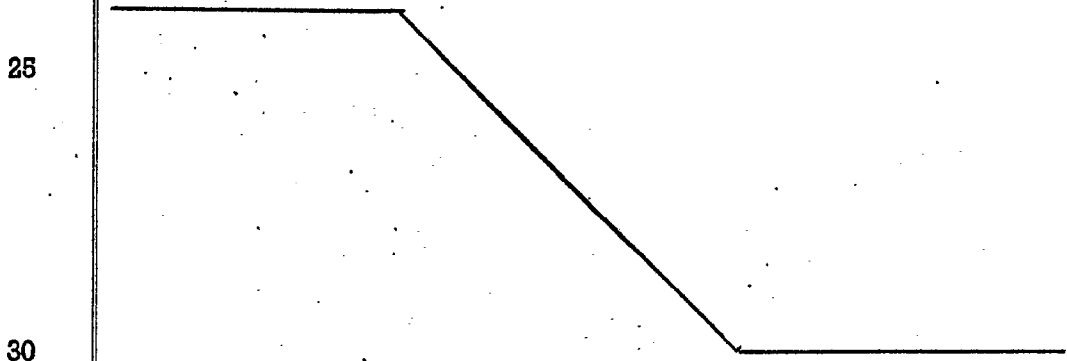
1 inductancia mutua entre si, con sus ejes paralelos, con un extremo del
primer inductor conectado a un extremo del segundo inductor, con el
otro extremo de éste último conectado a una derivación central del ter-
cer inductor y con un condensador conectado en paralelo con el tercer
5 inductor y que se sintoniza con el mismo a la frecuencia portadora.

6. Un circuito como se reivindica en la reivindicación 1,
en donde la etapa de filtro produce un primero y un segundo voltaje -
que corresponden a la señal de frecuencia portadora, así como un ter-
cero y un cuarto voltaje que corresponden a la señal de frecuencia Do-
10 ppler, cuatro voltajes que pueden representarse por sectores que tie-
nen un origen común, con sus extremos quedando en dos círculos en con-
tacto y con los vectores, que representan la diferencia entre el pri-
mero y el segundo y entre el tercero y el cuarto voltaje, pasando a
través del punto de contacto de los círculos.

15 7. Un circuito como se reivindica en la reivindicación 6,
en donde los vectores primero y segundo son de longitud cuando menos
aproximadamente igual.

8. Un circuito discriminador de frecuencia Doppler substan-
20 cialmente como se ha descrito en la presente con referencia a los di-
bujos anexos.

9. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de
recaer la Patente de Invención que se solicita: "UN CIRCUITO DISCRI-
MINADOR DE FRECUENCIA DOPPLER".





13 MA

1.

Todo tal y conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de catorce páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 13 de Mayo de 1.968

BERNARDO UNGRIA
P.P.

10

15

20

25

30

353858

353858

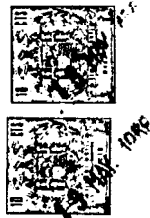


Fig. 1

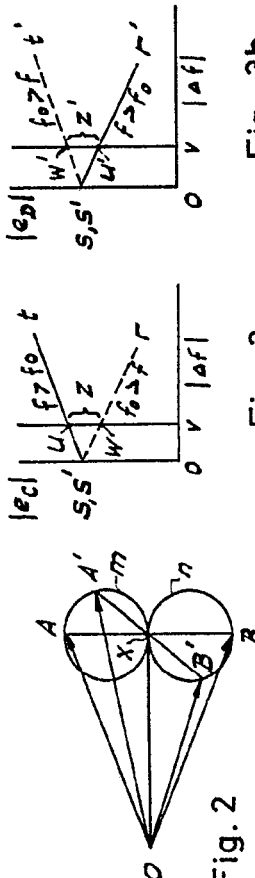
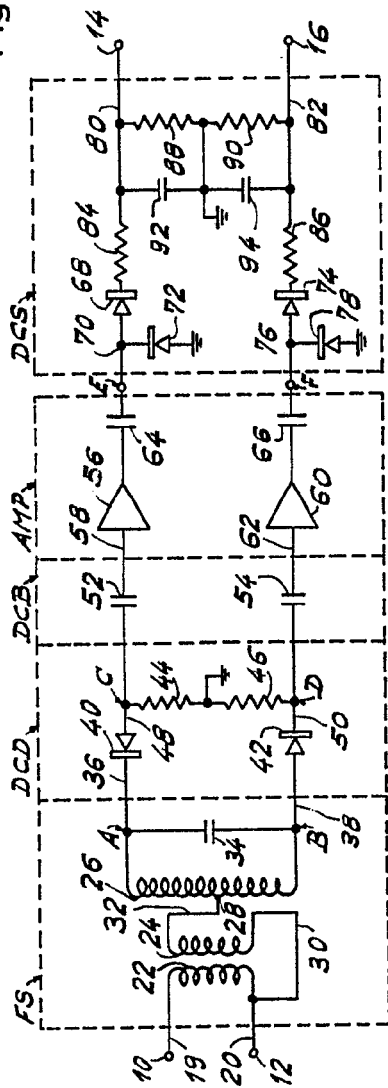


Fig. 2

Fig. 3a

Fig. 3b

[Handwritten signature]

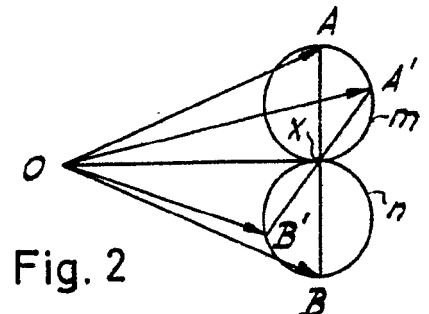
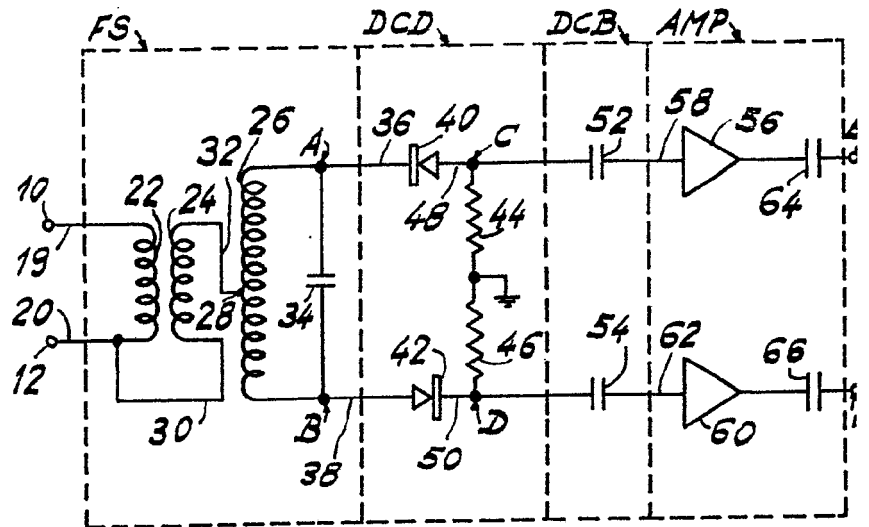


Fig. 2

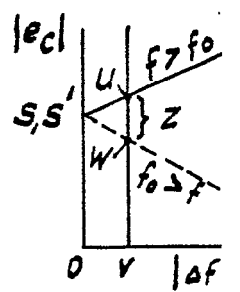


Fig.

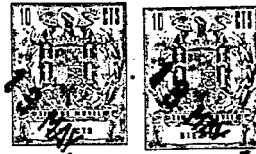


Fig. 1

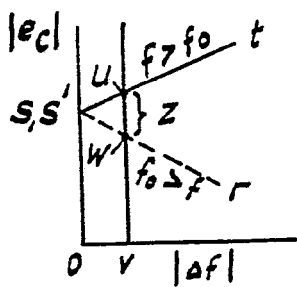
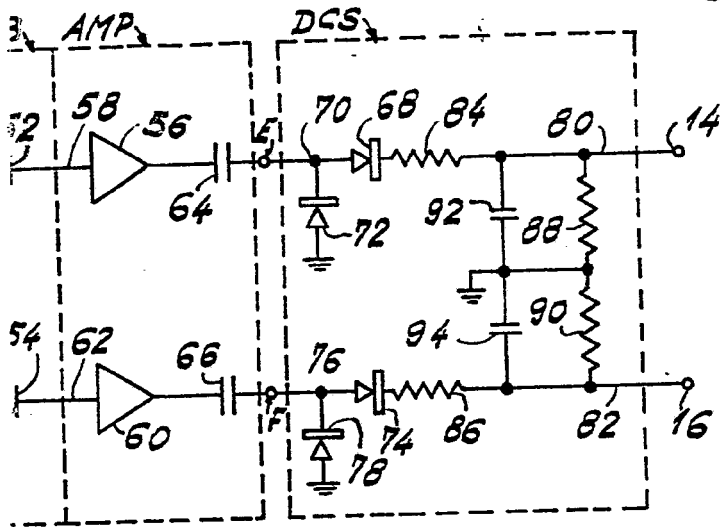


Fig. 3a

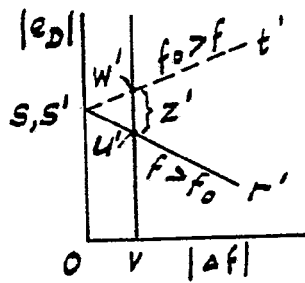


Fig. 3b

13 Mayo 1968