

PATENTE DE INVENCION

=====

RCA. 63.462

414567-9



F.E. 31-5-75

Int. Cl.² G10H

Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE REPRODUCCION SONORA.

Solicitante: RCA CORPORATION, entidad norteamericana, residente en
30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y. 10020, EE.UU. de A.

Este invento se refiere a sistemas para producir un campo acústico en una región circundante a un oyente y, en particular, a sistemas para transmitir y/o almacenar en tres canales de información, señales representativas de la información del campo acústico estereofónico circundante.

414567



En una solicitud de patente Estadounidense

nº de serie 251.836, presentada el 9 de Mayo de 1972, se describen sistemas de tres canales para reproducción de sonido estereofónico donde los tres canales llevan, respectivamente

- 5. una audioseñal de suma (Presión total acústica), una primera audioseñal de diferencia (v.g., anterior menos posterior) y una segunda audioseñal de diferencia ortogonal (v.g., izquierda menos derecha). Dichas señales se pueden derivar convenientemente de cuatro fuentes de sonido separadas (del tipo que se utiliza por ejemplo, para grabar o registrar sonido estereofónico circundante en una cinta magnética de cuatro pistas.)

El presente invento se refiere a sistemas para producir un campo acústico estereofónico circundante que puede comprender un número arbitrario de fuentes de sonido dispuestas en varios lugares azimutales alrededor de un "punto de audición" en el espacio. El invento que se describirá más adelante comprende la descripción del campo acústico en dicho punto en términos de tres cantidades, la presión acústica total "A" en dicho punto y un par de cantidades de escobillas "A seno θ " y "A coseno θ " indicativas de los gradientes (v. g., dirección) de la presión acústica en dicho punto con respecto a una dirección de referencia.

- 15.
- 20.
- 25. Según un aspecto del presente invento, las tres cantidades descritas anteriormente se producen por medio de una formación de cuatro micrófonos, por ejemplo, situados en un punto central virtual en un segundo campo, con los micrófonos encarados hacia fuera a partir del punto y desplazados entre sí en incrementos angulares iguales. Los medios de combinación de señal lineal se acoplan a los micrófonos para
- 30. combinar sus señales de salida y producir una primera, segunda

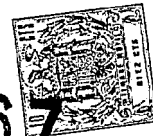
414567



- 3 -

- y terceras señales de audiofrecuencia proporcionales a A, A co-
seno θ y A seno θ , representativas de la presión acústica -
total y el gradiente de la presión acústica en el punto situa-
do en el espacio. Para acoplar las tres señales a un disposi-
5. tivo adicional de combinación de señales lineales se emplean
tres canales de transmisión de señales, donde las señales pro-
porcionales a A, A coseno θ y A seno θ se vuelven a combinar
con amplitudes relativas predeterminadas para producir una plu-
ralidad de señales de audiofrecuencia idóneas para excitar un
10. número igual de altavoces con el fin de volver a crear un cam-
po acústico estereofónico circundante en una posición de audi-
ción.
- Según una modalidad de preferencia del in-
vento, las tres señales A, A coseno y A seno θ se forman por
15. combinaciones aditivas lineales de señales de salida proporcio-
nadas por cuatro micrófonos separados a corta distancia que
tienen características de respuesta cardioidal semejantes, di-
rigiéndose los micrófonos a lo largo de ejes geométrico orto-
gonales.
- Según un aspecto adicional del invento,
20. se sintetiza un campo acústico estereofónico circundante com-
binado de una forma lineal y aditiva una pluralidad de señales
representativas de fuentes sonoras individuales para formar una
señal de suma total A. Se emplean medios para multiplicar la
25. cantidad A por factores proporcionales a coseno θ y seno θ
para formar una segunda y una tercera señales direccionales A
coseno θ y A seno θ .
- Para que se pueda comprender de una forma
más completa el presente invento, se expone a continuación una
30. descripción detallada del mismo, tomando como referencia los

414567



dibujos adjuntos en los que:

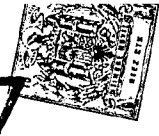
5. La figura 1 es un diagrama esquemático de conjuntos de un sistema construido según el presente invento, que utiliza tres canales de transmisión para volver a crear un campo acústico que rodea a un oyente.

La figura 2 es un esquema de las características cardioidales de dos micrófonos ilustrados en la figura 1; y

10. La figura 3 es un diagrama esquemático de conjuntos de una parte de un sistema construido según el presente invento, para sintetizar tres señales apropiadas para volver a crear un campo acústico que rodea a un oyente.

15. Refiriéndonos a la figura 1, se montan cuatro micrófonos 10, 12, 14 y 16 en un punto virtual 18 en un campo acústico, disponiéndose los micrófonos 10 y 14 a lo largo de un primer eje geométrico y estando dirigidos hacia la parte anterior o frontal izquierda (L_f) y parte posterior trasera (R_r), respectivamente. Los micrófonos 12 y 16 se disponen a lo largo de un segundo eje geométrico ortogonal al primero y se dirigen hacia la parte frontal derecha (R_f) y la parte trasera izquierda (L_r). Los micrófonos 10, 12, 14, 16, tienen características de respuesta direccional predeterminadas que, en la modalidad ilustrada son preferiblemente todas ellas iguales y tienen un patrón cardioidal. En la figura 2 se representan dos de dichos patrones de respuesta dirigidos a lo largo del eje geométrico asociado con los micrófonos 10 y 14. Los patrones asociados con los micrófonos 12 y 16, según se ha indicado, tienen una forma preferiblemente similar pero se dirigen a lo largo de sus ejes geométricos asociados.

30. Las ondas sonoras interceptadas por la



5. formación de micrófonos 10, 12, 14, 16 producen salidas de señales eléctricas desde uno o más de los micrófonos dependiendo de la dirección y amplitud del sonido. La dirección de una fuente sonora con respecto a la formación de micrófonos se puede especificar en términos de un ángulo θ medido desde una línea de referencia que pasa a través del punto 18. En la descripción que sigue, θ se especificará como θ^0 para una dirección hacia delante (v.g., en un punto medio entre L_f y R_f) aumentando en sentido contrario a las manecillas de un reloj.

10. En dichos casos, una fuente sonora situada en un punto distante del punto central 18 y que produce una presión acústica de amplitud A en el punto 18, producirá la respuestas indicadas a continuación en los micrófonos 10, 12, 14 y 16, respectivamente,

15.
$$L_f = \frac{A}{2} \left[1 + \sin \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \right] \quad (1)$$

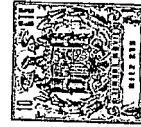
$$R_f = \frac{A}{2} \left[1 + \cos \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \right] \quad (2)$$

$$R_r = \frac{A}{2} \left[1 - \sin \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \right] \quad (3)$$

20.
$$L_r = \frac{A}{2} \left[1 - \cos \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \right] \quad (4)$$

25. Cualquier fuente sonora adicional produce respuestas relativas en los diversos micrófonos según las expresiones expuestas, siendo las señales sonoras resultantes aditivas según principios de superposición.

30. Las cuatro salidas de señales eléctricas de los micrófonos 10, 12, 14 y 16 se combinan en amplificadores de suma 20, 22 y 24 para formar tres señales que definen las características de presión y direccionales del campo acústico medido. De un modo específico, el amplificador 20 se dispone



para producir una señal de salida "A", proporcional a la presión acústica total detectada en el punto 18 y definida por la expresión:

$$A = \frac{1}{2} (L_f + R_f + R_r + L_r) \quad (5)$$

5. La cantidad "A" se referirá en adelante como M (una señal de "canal principal") y, según se especifica en la ecuación (5) es proporcional a la suma de las respuestas de los cuatro micrófonos 10, 12, 14 y 16, según definen las ecuaciones (1) - (4) anteriores.

10. El amplificador de suma 22, dispuesto para proporcionar una ganancia relativa de $\sqrt{\frac{2}{2}}$ produce una señal de salida "A coseno θ " definida por la expresión:

$$A \cos \theta = \sqrt{\frac{2}{2}} (L_f + R_f - R_r - L_r) \quad (6)$$

15. La expresión A coseno θ se verá que es proporcional a la diferencia entre la respuesta de los micrófonos frontales (L_f, R_f) 10, 12 y la respuesta de los micrófonos traseros (R_r, L_r) 14 y 16. Por lo tanto, la señal A coseno θ se denominará a veces en adelante como "X", o una señal de frontal menos trasero.

20. El tercer amplificador 24, como el amplificador 22, se dispone para que proporcione una ganancia relativa de $\sqrt{\frac{2}{2}}$ y produce una señal de salida "A seno θ " definida por la expresión:

$$A \sin \theta = \sqrt{\frac{2}{2}} (L_f - R_f - R_r + L_r) \quad (7)$$

25. Se observará que la expresión A seno θ es proporcional a la diferencia entre la respuesta de los micrófonos del lado izquierdo (L_f, L_r) 10, 16 y la respuesta de los micrófonos del lado derecho (R_f, R_r) 12 y 14. Por lo tanto, la señal A seno θ se denominará a veces en adelante como Y, o una señal de izquierda menos derecha.
- 30.



5. Las tres señales A, A coseno θ y A seno θ (o M, X e Y) se acoplan por canales de transmisión separados apropiados 26, 28 y 30 a medios de reproducción. Los canales de transmisión 26, 28 y 30 pueden comprender como por ejemplo, un medio de almacenamiento, como puede ser una cinta magnética, donde las tres señales se registran en pistas separadas para ulterior recopilación de una manera bien conocida. Como variante, los canales de transmisión pueden estar comprendidos en un sistema de radio estereofónico circundante de FM del tipo descrito en la solicitud de patente mencionada.

10. Las salidas de los canales de transmisión 26, 28 y 30 se acoplan a medios de combinación de señales aditivas lineales para alimentarse a una formación apropiada de altavoces 32, 34, 36 y 38 en un lugar de audición 40.

15. Los altavoces 32, 34, 36 y 38 se ilustran dispuestos en un patrón "en cuadro". O sea, cada altavoz se encuentra en una esquina separada de una habitación cuadrada. Dicha disposición es apropiada para producir audiosignales frontal izquierda (L_F'), frontal derecha (R_F'), trasera derecha (R_R') y trasera izquierda (L_R').

20. Con este fin, los medios de combinación de señales aditivas se ilustran comprendiendo un primer y un segundo amplificadores inversores 42 y 44 que se alimentan, respectivamente, con información de A coseno θ y A seno θ ; un amplificador 46 que tiene una ganancia de $1/2$ y se acopla al canal de transmisión de la señal "A" 26 y cuatro amplificadores formadores de matrices lineales 48, 50, 52 y 54, acoplados, respectivamente, a altavoces 32, 34, 36 y 38.

25. La salida del amplificador 46 (en el canal "A") se acopla a cada uno de los amplificadores formadores

30.



de matrices 48, 50, 52 y 54 para proporcionar señales iguales representativas de la presión acústica total de todos los amplificadores. Las señales de salida de los inversores 42 y 44 y las señales de salida restantes de los canales de transmisión 28 y 30 se acoplan a amplificadores formadores de matrices 48, 50, 52 y 54, para satisfacer las relaciones indicadas a continuación:

5.

$$L_f' = \frac{MM}{2} + \sqrt{\frac{2}{4}} X + \sqrt{\frac{2}{4}} Y \quad (8)$$

10.

$$R_f' = \frac{M}{2} + \sqrt{\frac{2}{4}} X - \sqrt{\frac{2}{4}} Y \quad (9)$$

$$R_r' = \frac{M}{2} - \sqrt{\frac{2}{4}} X - \sqrt{\frac{2}{4}} Y \quad (10)$$

15.

$$L_r' = \frac{M}{2} - \sqrt{\frac{2}{4}} X + \sqrt{\frac{2}{4}} Y \quad (11)$$

Sustituyendo las expresiones anteriores por las cantidades M, X e Y y aplicando identidades trigonométricas a las expresiones resultantes, se puede demostrar que las señales de salida de los amplificadores de matrices 48, 50, 52 y 54 se pueden expresar, respectivamente, como:

20.

$$L_f' = \frac{A}{2} [1 + \sin(\theta + \frac{\pi}{4})] \quad (12)$$

$$R_f' = \frac{A}{2} [1 + \cos(\theta + \frac{\pi}{4})] \quad (13)$$

25.

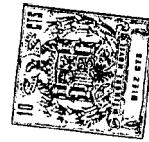
$$R_r' = \frac{A}{2} [1 - \sin(\theta + \frac{\pi}{4})] \quad (14)$$

$$L_r' = \frac{A}{2} [1 - \cos(\theta + \frac{\pi}{4})] \quad (15)$$

La comparación de las ecuaciones (12) a (15) con las ecuaciones indicadas anteriormente (1) a (4) demuestra que los componentes del campo acústico reproducido corresponden a los componentes medidos en el campo acústico -

30.

414567



original.

5. La disposición ilustrada para transmisión de tres canales de información estereofónica circundante se puede caracterizar también como un sistema uniforme. O sea, cualquiera que sea la orientación azimutal de una fuente sonora en el campo acústico original, la fuente sonora reproducida aparecerá ante el oyente situado en el centro de la sala de audición 40 como si apareciera desde la misma orientación azimutal que el original. Además, se reproducirá una fuente sonora de amplitud constante que se mueve alrededor del horizonte del campo acústico original sin fluctuaciones de potencia en la sala de audición 40 donde se emplean cuatro altavoces iguales.

10. Los componentes del campo acústico producido por cada uno de los altavoces 32, 34, 36 y 38 para un lugar dado (θ) de una fuente sonora en el campo acústico original, se pueden calcular mediante las ecuaciones expuestas anteriormente. Así, por ejemplo, cuando una fuente sonora de amplitud A detectada se sitúa a la izquierda en el campo acústico original (v.g., en $\theta = \frac{\pi}{2}$, los altavoces 32, 34, 36 y 38 proporcionarán señales de salida relativas de 0,85A, 0,15A, 0,15A y 0,85A, respectivamente. Las señales de salida iguales de los altavoces 32 y 38 producirán una fuente sonora virtual en un punto medio entre dichos altavoces. Un componente sonoro de onda estacionaria (no direccional) de 0,15A radiaba por los cuatro altavoces se puede considerar superpuesta sobre el componente de onda progresiva (v.g., 0,7A) que aparece provenir de una fuente aparente en un punto medio entre los altavoces 32 y 38. Se observará que la información de onda estacionaria proviene del canal de señal M.

15. Mediante una sustitución similar empleada

30.



5. anteriormente, se puede demostrar que una fuente sonora a lo largo de uno de los ejes geométricos (v.g., L_f) asociado con los micrófonos 10, 12, 14 y 16, produce respuesta en el altavoz principal (v.g., L_f) igual a la de la fuente sonora original y la mitad de dicha respuesta en los altavoces de flanco (v.g., L_r y R_f). Por lo tanto se mantiene la direccionalidad de la fuente sonora en el campo acústico reproducido,

10. Se obtendrán resultados similares con la colocación de la fuente sonora en otros de los cuatro cuadrantes espaciales. O sea, según se ha indicado anteriormente, el sistema proporciona una respuesta uniforme. El efecto de las fuentes sonoras múltiples en lugares diferentes se pueden también evaluar aplicando principios de superposición.

15. Se observará además que se pueden excitar dispositivos de altavoces diferentes formando matrices apropiadas de las señales M, X e Y. Por ejemplo, también se puede excitar de este modo un dispositivo o en rombo (frontal, trasero, izquierda y derecha).

20. Refiriéndonos a la figura 3 del dibujo, se ilustra un aparato por el cual las señales M, X e Y representativas de un campo acústico deseado se pueden formular utilizando una técnica de micrófonos diferentes a la representada en el figura 1. De un modo específico, se representa una serie de pistas magnéticas de registro 100, 102, 104, etc. cada una de

25. las cuales representa la contribución de sonido de un solo instrumento musical. Dichos registros en pistas múltiples se utilizan tradicionalmente en los estudios de registro sonoro comerciales. La información en cada pista 100, 102, 104 de la cinta se convierte, por medio de una cabeza captadora magnética

30. clásica 106, 108, 110, en señales eléctricas de audiofrecuen-

414567



5. cia para alimentarse a un amplificador 112, 114, 116. En cada trayecto de señal se habilitan atenuadores variables (controles de ganancia) 118, 120, 122 que puede controlar el ingeniero o técnico de sonido. Las señales de salida de cada uno de los atenuadores 118, 120, 122 se acoplan a un primer amplificador de suma 124, para producir una audiosela de suma (M) según se ha definido con relación a la figura 1. Además, se emplea un aparato en cada trayecto de señal para "situar" de una forma selectiva cada fuente sonora en una posición espacial particular. Con este fin, se incluyen en cada trayecto de señal potenciómetros de seno-coseno 126, 128 y 130, del tipo empleado comúnmente, por ejemplo, como servosincronizadores de fases en el arte de los servomecanismo. El ajuste de la posición de desplazamiento de los potenciómetros 126, 128, 130, determinará las orientaciones espaciales angulares relativas de las diversas fuentes sonoras en el campo acústico resultante. Las señales de salida de "coseno" de todos los potenciómetros se suman entre sí en un segundo amplificador de suma 132, mientras que las señales de salida de "seno" se suman entre sí en un tercer amplificador de suma 134. De este modo, se consiguen señales proporcionales a los componentes X e Y definidos anteriormente.

N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Estados Unidos el 9 de Mayo de 1972, con el nº 251.742, aco-

414567



giéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita una Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE REPRODUCCION SONORA, caracterizándose por lo siguiente.

5.

1.- Perfeccionamientos en sistemas de reproducción sonora, para producir señales representativas de un campo acústico en una región espacial, caracterizados porque dichos sistemas comprenden pluralidad de transductores sensibles a señales de información audio para convertir dichas señales de información en una pluralidad correspondiente de señales eléctricas; un primer dispositivo para combinar de una forma aditiva dicha pluralidad de señales eléctricas con el fin de producir una señal A proporcional a la suma de las mismas; un segundo dispositivo para combinar de una forma aditiva dicha pluralidad de señales eléctricas con el fin de producir una señal proporcional a $A \cos \theta$, donde θ es la disposición angular de una fuente sonora con respecto a una dirección de referencia en dicha región espacial; y un tercer dispositivo para combinar de una forma aditiva dicha pluralidad de señales eléctricas con el fin de producir una señal proporcional a $A \sin \theta$.

10.

15.

20.

25.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicha pluralidad de transductores comprende cuatro micrófonos iguales situados alrededor de un punto en un campo acústico, cuyos micrófonos se separan equiangularmente alrededor de dicho punto, teniendo cada uno de ellos una característica de respuesta cardioidal.

30.

3.- Perfeccionamientos según las reivindi-

414567



5.

caciones 1 ó 2, caracterizados porque dicho primer dispositivo de combinación aditiva comprende un circuito de suma que proporciona una ganancia relativa de la mitad de cada una de las señales alimentadas por dichos cuatro micrófonos, proporcionando dicho segundo y tercer dispositivos de combinación

aditiva ganancias de $\sqrt{\frac{2}{2}}$ por cada una de dichas señales procedentes de los citados cuatro micrófonos, proporcionando además dicho segundo dispositivo de combinación inversión de señales procedentes de dos micrófonos adyacentes, y proporcionando dicho

10.

tercer dispositivo de combinación inversión de señales procedentes de uno de dichos dos micrófonos adyacentes y la inversión de señales procedentes del tercer micrófono adyacente al primero.

15.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos transductores comprenden una pluralidad de dispositivos captadores magnéticos, cada uno de ellos asociado con una pista de registro magnético de sonido correspondiente, comprendiendo dicho aparato además una pluralidad igual de potenciómetros de seno-coseno acoplados en circuito entre cada uno de dichos dispositivos captadores y dichos segundos y tercer dispositivos de combinación.

20.

5.- Perfeccionamientos en sistemas de reproducción sonora, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

25.

Esta Memoria consta de 13 hojas escritas a máquina por una sola cara. - 9 MAYO 1973

Madrid,

RCA CORPORATION

A. GÓMEZ ACEBO Y MORENO
Firmado L. Ceala Fernández

414567

414567

414567

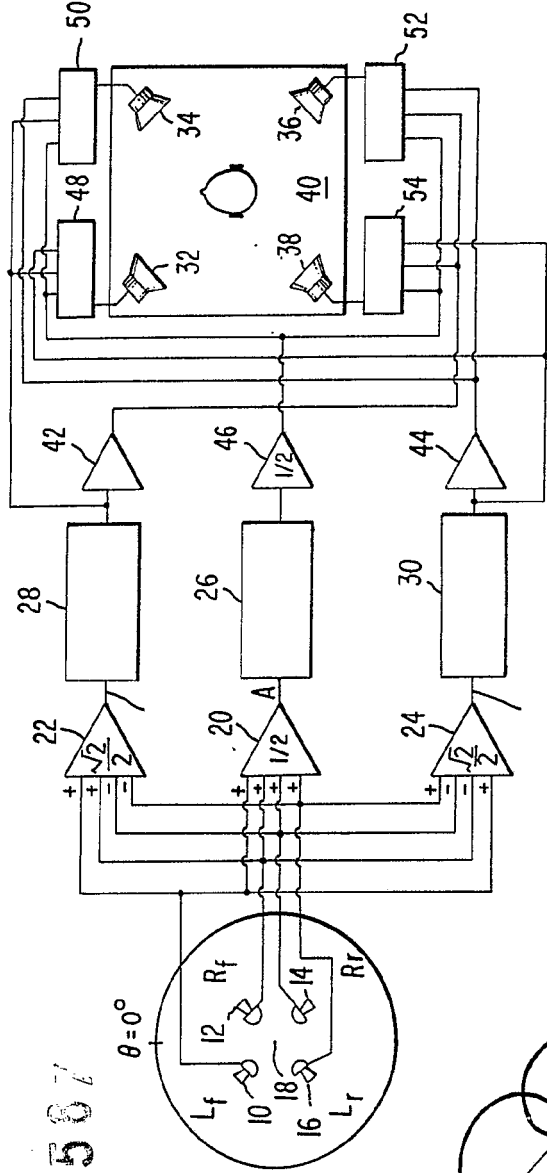


FIG. 1-

ESCALA VARIABLE

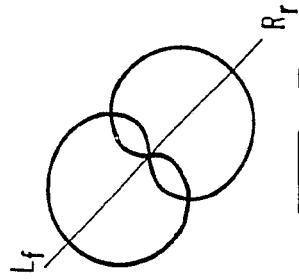


FIG. 2-

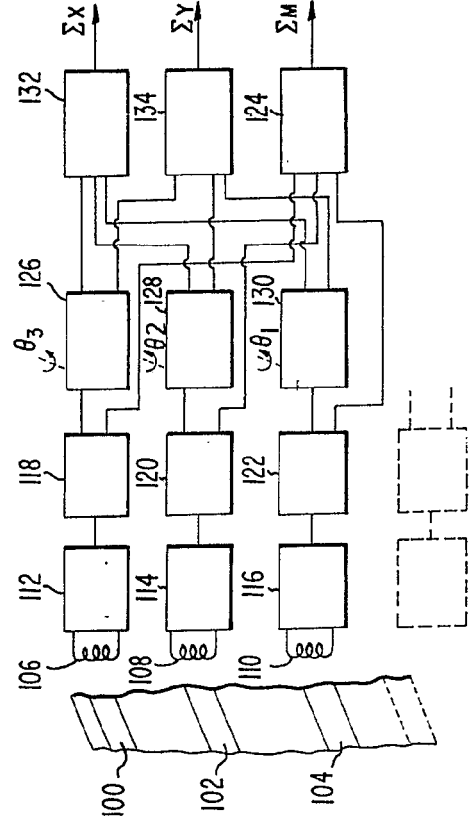
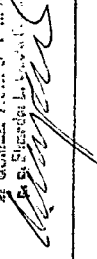


FIG. 3-

INVENTED BY
 R. G. BROWN, JR. AND J. W. HARRIS
 BY S. B. BROWN, JR. AND J. W. HARRIS


414567

414567

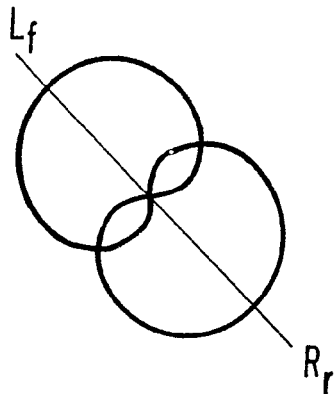
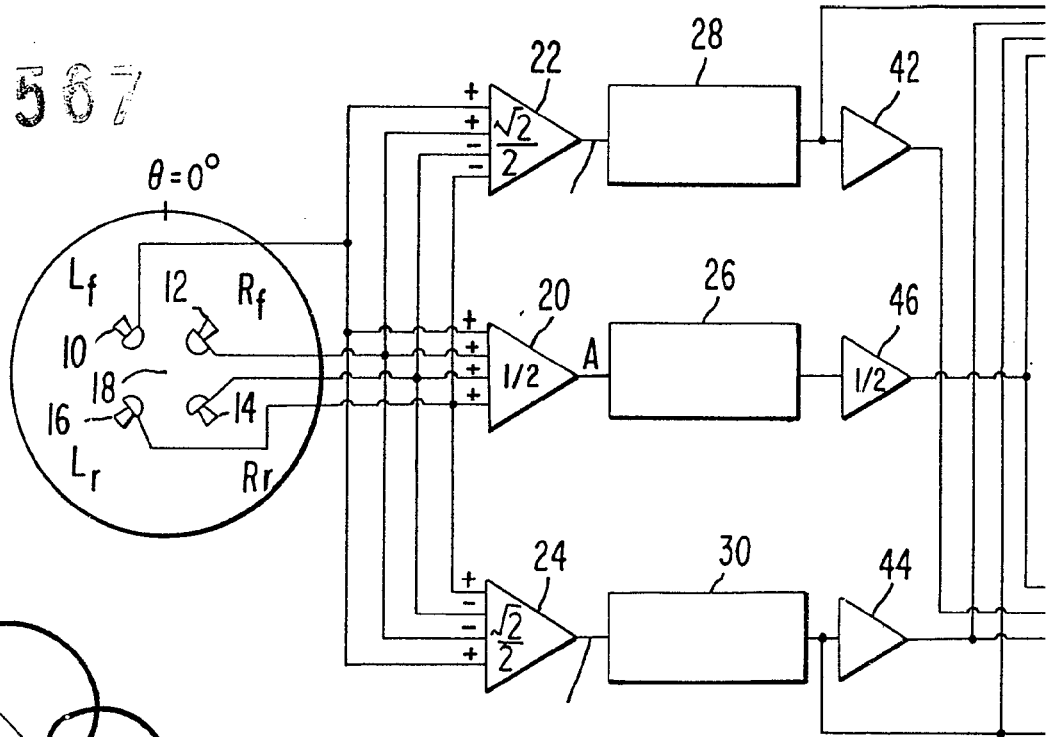
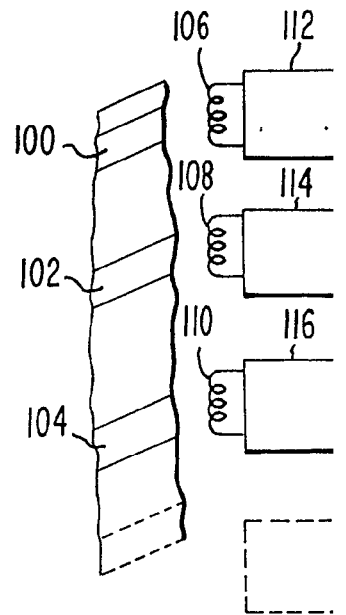


Fig. 2.

Fig. 3.



414567

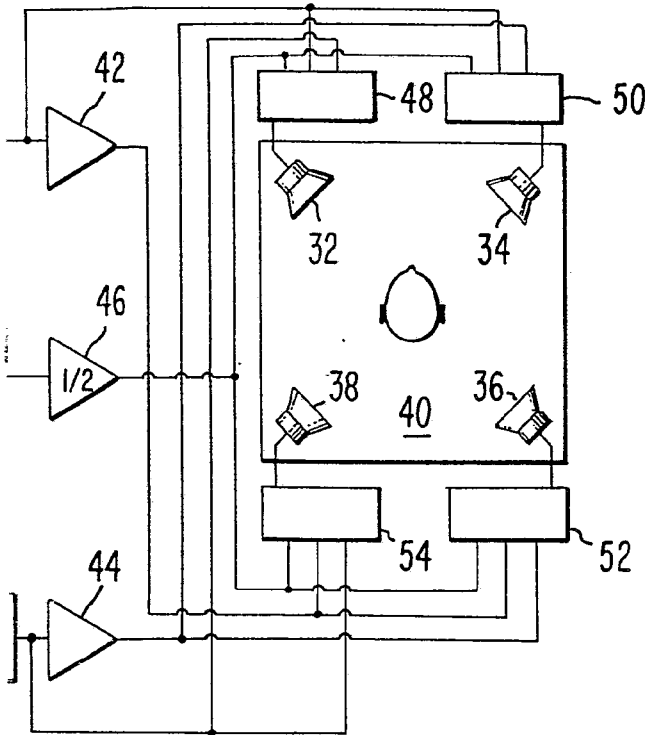
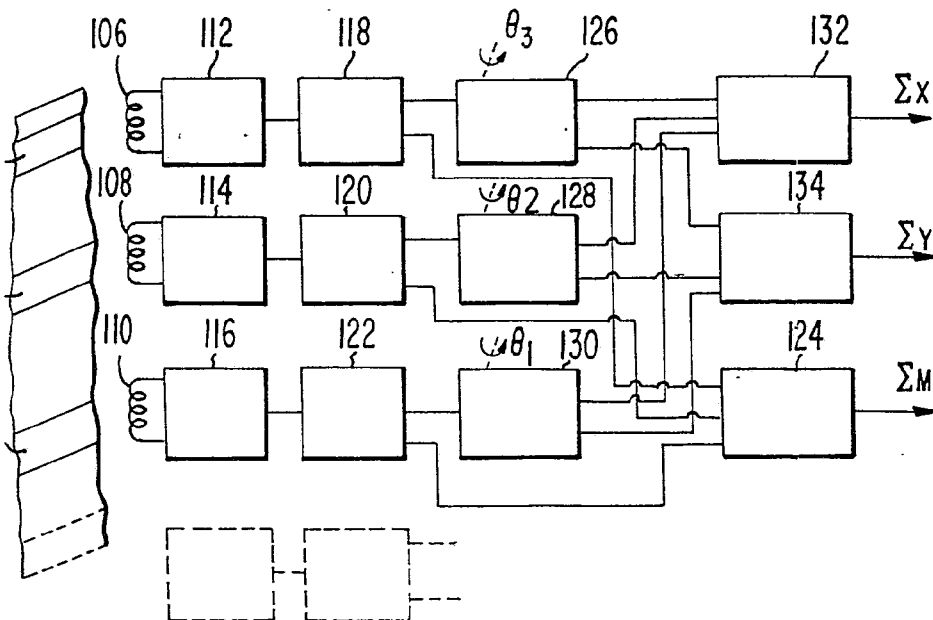


Fig. 1.

ESCALA
VARIABLE



W. 1111

A. GOMEZ ACUNA Y C^{DA} S.
C. E. Elmadad L. G. de F. ...