



279217

279217

MEMORIA DESCRIPTIVA

PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA POR:

"DISPOSITIVO RECEPTOR DE RADIO NAVEGACION" A NOM-

BRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A., DOMICILIADA EN

MADRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO,5

-----

Este invento se refiere a dispositivos receptores de radio navegación en los que se dese adeterminar la relación de fase entre un tren de ondas determinado, que en adelante se denominará la "onda de señal" y un tren de ondas de fase predeterminada, en adelante denominada "onda de referencia". Tales dispositivos receptores de radio navegación tienen particular aplicación en receptores de radiogoniómetro y en receptores de radiofaro, si bien el invento no está limitado en su aplicación a utilización en tales receptores.

Se conocen varios medios para indicar el ángulo de fase relativo entre dos trenes de ondas. Es esencial que los sistemas eléctricos asociados con tales medios no introduzcan cambios de fase espureos de la onda de señal o de la de referencia. La onda de referencia es frecuentemente

279217

2.



de amplitud suficiente para ser aplicada directamente al indicador de ángulo de fase. Sin embargo, en muchos sistemas conocidos la onda de señal  
15 tiene que ser amplificada antes de compararla con la onda de referencia y en tales sistemas ha sido necesario asegurar que cualquier cambio de fase introducido en los pasos amplificadores o circuitos de acoplamiento sea  
tenido en cuenta y además que permanezca constante.

Este problema del cambio de fase espureo de la onda de señal surge particularmente en los tipos de sistemas receptores radiogonómétricos o de radiofaro en los que una onda de señal del orden de, por ejemplo,  
20 3 p.p.s. ha de ser amplificada antes de su aplicación a los circuitos de resolución de orientación e indicación.

El presente invento proporciona una disposición receptora en los que estos problemas de cambio de fase en el receptor se reducen a un mínimo.  
25

Según el presente invento se provee una disposición receptora de radio navegación que incluye: un primer modulador para modular la amplitud de una onda portadora por una onda de referencia de tal modo que  
30 se produce una primera onda modulada en amplitud sustancialmente libre de la componente de frecuencia portadora; un segundo modulador para modular la amplitud de una segunda onda portadora de la misma frecuencia que la primera onda portadora por una onda de señal de orientación de tal modo que  
se produce una segunda onda modulada en amplitud sustancialmente libre de  
35 la componente de frecuencia portadora; medios de circuito para aplicar las ondas primera y segunda moduladas en amplitud a un indicador de orientación que responde a la diferencia de fase entre las ondas de señal de referencia y orientación.

Se describirá ahora una forma del invento con referencia a los adjuntos dibujos en los que:  
40

La fig. 1 muestra en forma esquemático en bloque una forma del



invento utilizada en un radiogoniometro en un campo de aviación.

La fig. 2 muestra ondas de potencial en varios puntos del sistema.

45 La fig. 3 muestra un diagrama de circuito simplificado de un modulador equilibrado utilizado en el sistema.

La forma del invento que se describirá es adecuada para utilización en un sistema de radiogoniometro de efecto Doppler verdadero tal como el que se describe en la solicitud británica pendiente de concesión  
50 N°. 31222/61 (Cleaver-Cockerill-23-4).

Con referencia a la fig. 1 de los adjuntos dibujos, se muestran dos dipolos opuestos diametralmente 1 y 2 capaces de girar mecánicamente por medio de un sistema 3 movido por un motor 4. Las señales de radio de muy alta frecuencia (VHF) recibidas por las antenas 1 y 2 son transferidas por medio de un acoplamiento capacitivo giratorio (no se muestra) colocado dentro de 3 a los cables de radio frecuencia 5 y 6 respectivamente.  
55 Las señales del cable 5 se cambian en 4 Kc/s en una disposición de cambio de frecuencia 7 y se aplican a un par de terminales de entrada de un puente combinador de señal 8. Las señales del cable 6 se aplican directamente a un segundo par de terminales de entrada del puente combinador de señal 8.  
60 Las señales combinadas se aplican a la entrada de un receptor de modulación de amplitud 9 de cuya salida de audio se obtiene un tono modulado en frecuencia de 4 Kc/1.

65 Un síncrono del tipo que tiene un rotor monofásico y un estator trifásico se muestra en 11.

Cuando se utiliza la palabra "síncrono" en esta especificación y reivindicaciones, incluye transformadores variables rotatorios del tipo en que la posición de un rotor se determina por la interacción entre el campo generado por un número de devanados estacionarios y la del devanado del rotor.  
70

279217

4.



75 El rotor del síncrono gira a la frecuencia de rotación de la antena por medio de un sistema mecánico 12 desde el motor motriz de la antena 4. El motor 4 está conectado al suministro de 50 p.p.s. por medio del conductor 10 y el rotor del transmisor síncrono 11 se excita desde el mismo suministro a través del conductor 19.

Todos los aparatos mencionados se encuentran situados en el mismo lugar que la antena del radiogoniómetro. Los aparatos que se muestran dentro de la línea de rayas y puntos 35 están situados en la torre de control del campo de aviación.

80 La conexión eléctrica se efectúa por medio de conductores 13, 14 y 17 entre los devanados del estator del síncrono 11 y los devanados del estator de otro síncrono 15 que actúa un indicador 16 a través de un acoplamiento mecánico 26. Los componentes 15, 16 y 26 forman parte de una unidad indicadora de orientación 18. El indicador de orientación 18  
85 está situado junto con una unidad motriz de indicador de orientación 20 en la torre de control del campo de aviación. La unidad motriz de indicador 20 incluye un filtro de paso de banda 21, un amplificador limitador 22, un discriminador 23, un modulador equilibrado 24 y un amplificador de potencia 25. La salida del amplificador de potencia 25 está conectada al  
90 rotor del síncrono receptor 15 por el conductor 28. Un potencial de 50 p.p.s. derivado del suministro de 50 p.p.s. se alimenta a una entrada del modulador equilibrado 24 a través de un conductor 31. Se describirá ahora el funcionamiento del radiogoniómetro.

95 Con referencia a la fig. 1 de los adjuntos dibujos las dos antenas 1 y 2 están unidas a la unidad motriz de antena 3 que gira a la velocidad constante de 180 r.p.m. por medio del motor 4. Debido al cambio cíclico en el circuito de propagación, la energía de radiofrecuencia recibida por cada una de las dos antenas será modulada en frecuencia a una frecuencia de modulación que corresponde a la frecuencia de rotación de

./.

279217

5.



100 la antena, esto es,  $180:60$  c.p.s. = 3 c.p.s. Como las antenas 1 y 2 están  
opuestas diametralmente, el valor instantáneo de la desviación de frecuen-  
cia de la energía de señal recibida por las dos antenas será de la misma  
magnitud pero de dirección opuesta en cualquier instante. La máxima des-  
viación de frecuencia de la energía de radiofrecuencia recibida por cada  
105 una de las antenas es  $\pm 5 \pi$  c/s. Por lo tanto, el desplazamiento de fre-  
cuencia relativo máximo entre las señales recibidas por las dos antenas  
es  $\pm 10 \pi$  c/s.

La energía de radiofrecuencia recibida por la antena 1 se lleva  
por medio del cable de radiofrecuencia 5 al dispositivo de cambio de fre-  
cuencia 7 en el que la frecuencia central de la energía recibida se cam-  
110 bia a 4 Kc/s. La energía de radiofrecuencia recibida por la antena 2 se  
lleva por medio del cable de radio frecuencia 6 a un par de terminales  
de entrada del circuito combinador de señal 8. Un segundo par de termina-  
les de entrada del circuito combinador de señal 8 está conectado a los  
115 terminales de salida del dispositivo de cambio de frecuencia 7. Los ter-  
minales de salida del circuito combinador 8 están conectados a los ter-  
minales de entrada de un receptor de modulación de amplitud 9. La señal  
presente en la entrada del receptor 9 consiste en la combinación de las  
señales de radiofrecuencia recibidas por las antenas 1 y 2, estando des-  
120 plazadas las frecuencias centrales de las dos señales en 4 Kc/s.

Las dos señales se mezclan con un detector de modulación de am-  
plitud del receptor 9 para producir un tono de 4 Kc/s modulado en fre-  
cuencia a 3 c/s y que tiene una desviación de frecuencia de  $\pm 10$  Kc/s.

El funcionamiento del radiogoniómetro según se ha descrito hasta  
125 ahora, se describe con más detalle en la solicitud británica pendiente  
de concesión N<sup>o</sup>. 31222/61 (Cleaver - Cockerill 23-4).

La parte de indicación de ángulo del sistema de gonio se des-  
cribirá ahora.

./.



El síncrono trifásico 11 funciona como síncrono transmisor con un rotor excitado por corriente alterna. Como es bien sabido, una señal de salida de corriente alterna de la misma frecuencia y forma de onda que la onda de corriente alterna aplicada al rotor, puede obtenerse de cada una de las fases del estator del síncrono. La amplitud de la señal de salida obtenida de cada fase del estator varía en forma sinusoidal con respecto al desplazamiento angular del eje del rotor desde una posición de norma. El eje del rotor gira continuamente a 3 c/s. por medio del motor motriz de la antena 4. El tren de ondas de señal de salida obtenible de cualquiera de las fases del rotor es de forma similar a la mostrada en la fig. 2a. La onda sinusoidal modulada en amplitud 40 representa el potencial de 50 c/s. inducida en el devanado del estator por el acoplamiento inductivo entre los devanados del rotor y el estator. Las curvas de puntos 41a y 41b representan la envolvente de modulación de 3 c/s. de la señal de salida de 50 c/s. Los puntos A, B, y C corresponden a los desplazamientos angulares del eje del rotor en los que el acoplamiento inductivo entre el devanado del rotor y el devanado del estator bajo observación es el mínimo. Se observará que la fase de la señal de salida de 50 c/s. varía en  $180^\circ$  al pasar la envolvente de modulación a través de los puntos de amplitud cero A, B, y C. El intervalo de tiempo entre los puntos A y C corresponde a un ciclo de la envolvente de modulación, esto es,  $1/3$  de segundo.

La forma de onda de los potenciales de señal de salida derivados de las otras dos fases del estator son similares; sin embargo, las fases de la envolvente de modulación están respectivamente avanzadas y retardadas en  $120^\circ$  en comparación con la fase de la envolvente de modulación de la forma de onda mostrada en la fig. 2 (a). Las componentes de 50 c/s. de las tres fases del estator están en fase o  $180^\circ$  defasadas una con respecto a otra. En cualquier momento dado las amplitudes relativas de las señales de salida de 50 c/s. de cualquiera de las fases del estator

27927

7.



160 del síncrono 11 dependen de la orientación del acimut de las antenas 1 y 2. Esto es debido a que las antenas 1 y 2 son giradas por el mismo motor que mueve el rotor del síncrono 11.

165 Con referencia a la fig. 1, cada uno de los devanados del estator del síncrono trifásico 15, situado dentro de la unidad indicadora de dirección 18, es excitado en un valor que depende de la amplitud relativa de la señal de salida de 50 c/s. desde la fase del estator determinada del síncrono 11 a que está conectado. La conexión es por medio de uno de los conductores 13, 14 o 17.

170 Como se ha mencionado se obtiene un tono de 4 Kc/s. de la salida de audio del receptor 9, estando la frecuencia del tono modulada cíclicamente dentro de los límites de  $\pm 10$  c/s a una frecuencia de modulación de 3 c/s. Componentes de frecuencia de conversación pueden también estar presentes en la salida de audio del receptor 9. Estas son separadas de las componentes de 4 Kc/s por un filtro de banda (no se muestra). El tono de 4 Kc/s. modulado en frecuencia es seleccionado por el filtro de paso de banda 21 y después de la selección se amplifica y limita en amplitud en el amplificador limitador 22. Después se modula en el discriminador de frecuencia 23. Se obtiene una onda sinusoidal de 3 c/s. de los terminales de salida del discriminador de frecuencia 23. La onda de 3 c/s puede considerarse como una "onda de señal" de un sistema indicador de ángulo de fase que comprende el síncrono transmisor 11 y los aparatos mostrados dentro de la línea de puntos 35. La información de orientación puede obtenerse comparando la fase de esta "onda de señal" de 3 c/s. con la fase de la "onda de referencia" representada por la envolvente de modulación de la señal de 50 c/s. generada en el síncrono transmisor 11 y aplicada al estator del síncrono 15.

185 El síncrono 15 funciona como síncrono receptor.

./.



La onda de potencial de 50 c/s modulada aplicada a los devanados del estator del sincrónico 15 puede ser representada matemáticamente por la expresión:

$$E_1 \sin \omega t \sin p t \dots \dots \dots (1) \text{ en donde } \frac{\omega}{2\pi} \text{ c/s} = 50 \text{ c/s}$$

190 es la frecuencia del potencial de la corriente alterna aplicada al rotor del sincrónico transmisor 11,  $\frac{p}{2\pi}$  c/s = 3 c/s es la frecuencia de rotación del rotor del mismo y  $E_1$  es una constante característica del sincrónico.

195 Si el rotor del sincrónico 15 se excita con una onda de potencial que puede representarse matemáticamente por la expresión:

$$E_2 \sin \omega t \sin (p t + \phi) \quad (2)$$

200 en donde  $E_2$  es el valor pico de la onda de potencial y  $\phi$  es la diferencia de fase entre la "onda de señal" y la onda de referencia, entonces el rotor del sincrónico 15 adoptará una posición angular (en la que no hay par de arranque de desplazamiento fijo) directamente proporcional a la diferencia de fase  $\phi$ . Cada una de las expresiones (1) y (2) corresponden a los términos de banda lateral en la expresión de una onda modulada en amplitud.

205 El potencial de 50 c/s aplicado al rotor del sincrónico 11 forma la "onda portadora" que se modula en amplitud a la frecuencia de rotación de la antena (3 c/s) por medio de la "onda de referencia". Un método de comparar la fase de la "onda de señal" de 3 c/s obtenida de los terminales de salida del discriminador 23, con la fase de la envolvente de modulación de la onda modulada de 50 c/s aplicada a los devanados del estator del sincrónico 15, es por lo tanto modularla amplitud de una segunda onda portadora de 50 c/s por la onda de señal de 3 c/s en un modu-  
210 lador equilibrado y aplicar la onda portadora modulada resultante al rotor del sincrónico receptor 15. Una diferencia de fase que tenga lugar entre las dos ondas portadoras de 50 c/s no afectará la exactitud de la



278217 9.

215 comparación de fase de las ondas de "señal" y "referencia".

En esta forma del invento la salida de 3 c/s del discriminador 23 se aplica por lo tanto directamente a los terminales de entrada del modulador equilibrado 24. La señal portadora que consiste en un potencial de 50 c/s derivado del suministro de energía del equipo, se alimenta al  
220 modulador 24 por medio del conductor 31.

Formas de ondas que representan las ondas de modulación de 3 c/s y 50 c/s portadora, aplicadas al modulador, se muestran en la figura 26 y 2c respectivamente.

Se describirá ahora el funcionamiento del modulador equilibrado  
225 29 con referencia a la figura 3 de los adjuntos dibujos que muestra un diagrama de circuito simplificado del modulador. El modulador incluye un transformador de entrada de 50 c/s 50, que tiene un devanado primario 57 y un devanado secundario equilibrado 52 conectado a tierra en el punto 60. Los diodos 53 y 54 están conectados en serie, en paralelo con el  
230 devanado 52. Un conductor 55 está conectado a la unión de los diodos 53 y 54 a través de una resistencia 56. La unión de los diodos 53 y 54 está conectada a los terminales de entrada de un filtro de paso de banda 58 a través de un conductor 57. Un conductor 59 lleva la salida del filtro 58 a los terminales de entrada del amplificador 25 de la figura 1.

235 La señal portadora de 50 c/s se aplica al devanado primario 51 del transformador 50. La señal de modulación de 3 c/s (obtenida de los terminales de salida del discriminador 23 de la figura 1), se aplica al conductor 55. El valor de la resistencia 56 se hace mucho mayor que la impedancia efectiva a tierra en el punto de unión de los diodos 53 y  
240 54. Durante los medios ciclos positivos de la onda de señal de 3 c/s, el conductor 57 estará efectivamente en cortocircuito a tierra por el diodo 54 durante los medios ciclos negativos del potencial de 50 c/s en el cátodo del diodo 54. Durante los medios ciclos negativos de la onda de

279217 10



245 señal de 3 c/s el conductor 57 estará efectivamente en cortocircuito a tierra por el diodo 53 durante los medios ciclos negativos del potencial en el cátodo del diodo 54. La forma de onda de la señal producida en la entrada al filtro 58 será como se muestra en la figura 2(d). El filtro 58 tiene una banda de paso que es sustancialmente plana en el margen de 47-53 c/s, pero la componente de 3 c/s y los armónicos de 50 c/s presentes en la forma de onda mostrada en la figura 2 d están grandemente atenuados. La forma de onda en los terminales de salida del filtro 58 es como se muestra en la figura 2e y se vé que es similar a la forma de onda de la onda de potencial de salida de los devanados del estator del síncrono transmisor 11, mostrada en la figura 2a.

255 La señal de salida del filtro de paso de banda 58 consiste sustancialmente en las componentes de banda lateral superior e inferior de la frecuencia de 53 c/s y 47 c/s respectivamente, habiendo sido efectivamente eliminada la componente portadora de 50 c/s en el proceso de modulación equilibrada. Las dos componentes de banda lateral son amplificadas en el amplificador 25 (figura 1), que tiene un circuito de salida en contrafase que incluye dos transistores de potencia accionados en condición de clase "B".

260 El amplificador 25 incluye un preamplificador de transistores acoplado por resistencia, de dos pasos, cuyo circuito de salida está acoplado al circuito de entrada del paso final en contrafase por medio de un transformador. Los circuitos de acoplamiento utilizados son capaces de pasar las componentes de 47 c/s y 53 c/s sin cambio de fase relativo importante.

270 La señal de salida del amplificador 25 se conecta a través del conductor 28 al rotor del receptor síncrono 15. Cuando los devanados del estator y del rotor del síncrono son excitados por las señales apropiadas el rotor quedará en reposo en una posición angular que es directamente proporcional a la diferencia de fase entre las ondas de "referencia" y



# 279217

de "señal".

275 El indicador 16 está montado en el eje 26 que es una prolon-  
gación del eje del rotor del síncrono 15. El indicador comprende un  
disco que tiene una ranura que puede ser iluminada por un conjunto de  
lámparas miniatura. Una escala de orientación circular, fija, circunda al  
disco del indicador. La solicitud británica pendiente de concesión núme-  
280 ro 31548/61 (Cleaver - Cockerill - Cox 25-6-1) describe medios por los cua-  
les el tiempo de respuesta efectiva del indicador de orientación puede  
ser disminuído y medios para suprimir la indicación de orientación de la  
señal recibida.

285 Debe hacerse resaltar que aunque la forma del invento descrita  
forma parte de un radiogoniómetro, el invento no está limitado en su  
aplicación a tales disposiciones. El invento puede aplicarse a una dis-  
posición de receptor utilizada en conexión por un sistema de radiofaro,  
en el que se requiere medir la diferencia de fase entre una "onda de  
señal" y una "onda de referencia". En este caso, la expresión "onda de  
290 señal" se refiere a una onda de señal de orientación obtenida por demodulación por el receptor de una señal de radiofrecuencia direccional radiada por el radiofaro. La "onda de referencia" se obtiene por demodulación en el receptor de una señal omnidireccional radiada desde el radiofaro.

295 La onda de señal de orientación, que en algunos sistemas puede ser del orden de 3 c/s, se utilizará para modular la amplitud de una portadora en un modulador equilibrado. La onda de referencia, que es de la misma frecuencia que la onda de señal de orientación, se convierte desde un potencial monofásico a un potencial polifásico en un dispositivo  
300 divisor de fase, o por otros medios. Cada fase de la onda de referencia se utiliza entonces para modular la amplitud de una onda portadora en un modulador equilibrado separado. Se obtiene una onda modulada en amplitud de la salida de cada modulador equilibrado, la diferencia de fase entre



305 las envolventes de modulación de los cuales es igual al ángulo entre las fases de la onda de referencia.

Las ondas polifásicas moduladas en amplitud se aplican a los devanados del estator de un receptor síncrono y la onda monofásica modulada en amplitud, modulada por la onda de señal de orientación, se aplica al devanado rotor del síncrono. El rotor del síncrono quedará en reposo en una posición angular que es directamente proporcional a la diferencia de fase entre las ondas de señal de referencia y orientación. El invento es aplicable a otros sistemas en que se requiere medir la diferencia de fase entre dos trenes de ondas sinusoides.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Inglaterra el 1 de Septiembre de 1961, señalada con el número 31549/61 y se acoge, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes:

----- N O T A -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años, son los siguientes:

320 1.- Un dispositivo receptor de radionavegación que incluye un primer modulador para modular la amplitud de una onda portadora por una onda de referencia, de tal modo que una primera onda modulada en amplitud es producida sustancialmente libre de la componente de frecuencia portadora, un segundo modulador para modular la amplitud de una segunda onda portadora de la misma frecuencia que la primera onda portadora por una onda de señal de orientación de tal modo que una segunda onda modulada en amplitud es producida sustancialmente libre de la componente de frecuencia portadora, medios de circuito para aplicar las ondas primera y segunda moduladas en amplitud a un indicador de orientación que responde a la diferencia de fase entre las ondas de señal de referencia y de orientación.



279217 13.

355

360

2.- Un dispositivo receptor de radionavegación según el punto 1 incluido en un radiogoniómetro, en el que dicho primer modulador incluye un síncrono cuyo rotor está dispuesto para seguir la rotación de la antena del sistema de radiogoniómetro, estando el devanado de dicho rotor excitado por dicha onda portadora, obteniéndose la primera onda modulada en amplitud de los devanados del estator del síncrono, incluyendo dicho segundo modulador un modulador equilibrado, incluyendo dicho indicador de orientación un segundo síncrono, proveyéndose una conexión a los devanados del estator del segundo síncrono para la onda primera modulada en amplitud y proveyéndose una conexión al devanado del rotor del segundo síncrono para dicha segunda onda modulada en amplitud.

365

3.- Un dispositivo receptor de radionavegación según el punto 1 incluido en un radiofaro en el que dicho segundo modulador incluye un modulador equilibrado, dicho indicador de orientación incluye un síncrono, se provee una conexión a los devanados del estator del síncrono para dicha primera onda modulada en amplitud y se provee una conexión al devanado rotor del síncrono para la segunda onda modulada en amplitud.

370

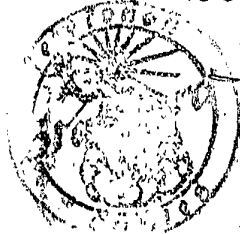
4.- Un dispositivo receptor de radionavegación incluido en un radiogoniómetro sustancialmente como se ha descrito con referencia a las figuras 1 y 2 de los adjuntos dibujos y funcionando como se ha indicado.

5.- Dispositivo receptor de radionavegación.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta Memoria consta de trece hojas escritas por una sola cara.

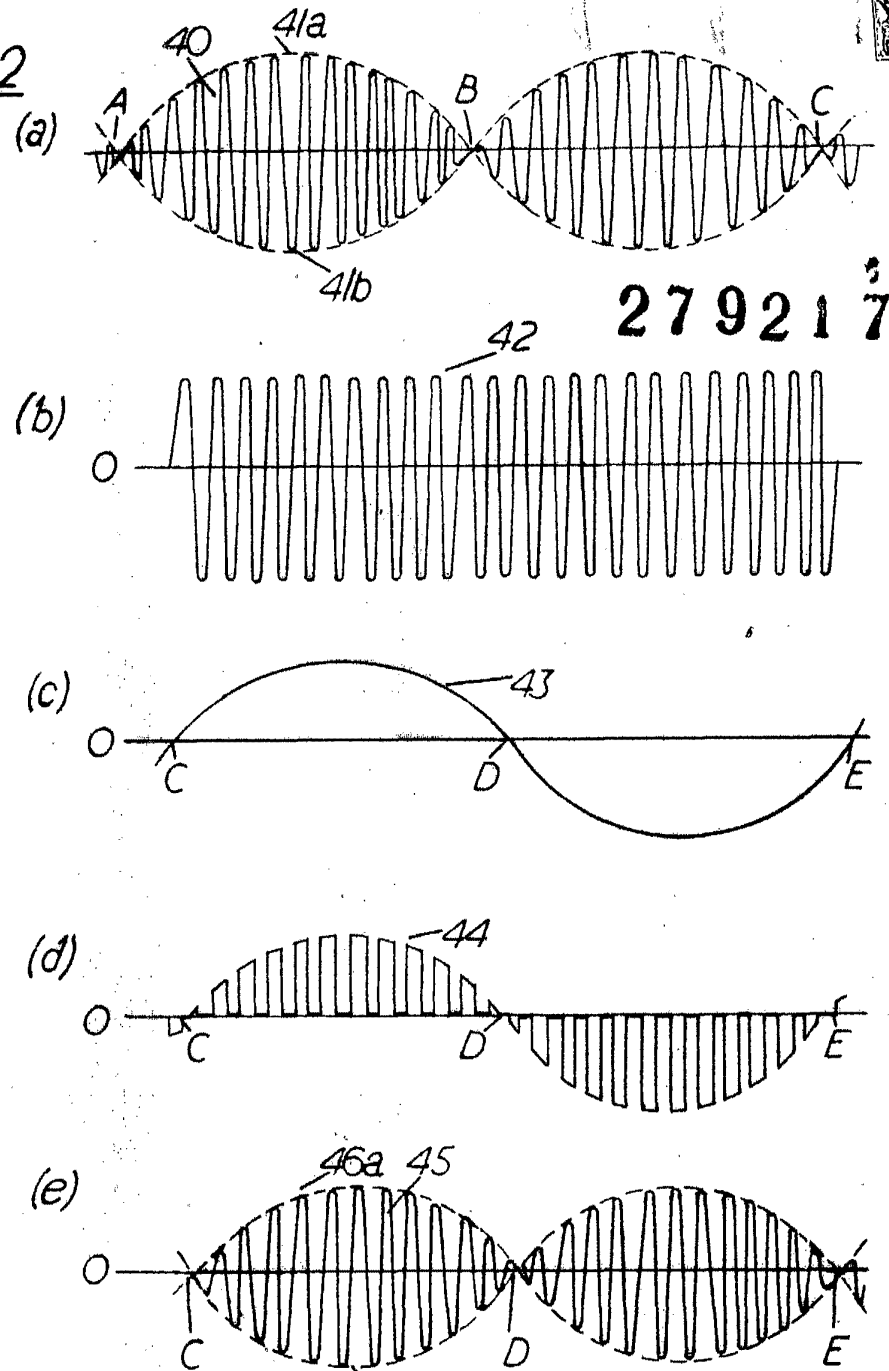
MADRID, 13 JUL. 1962 STANDARD ELECTRICA, S. A.



Secretario General

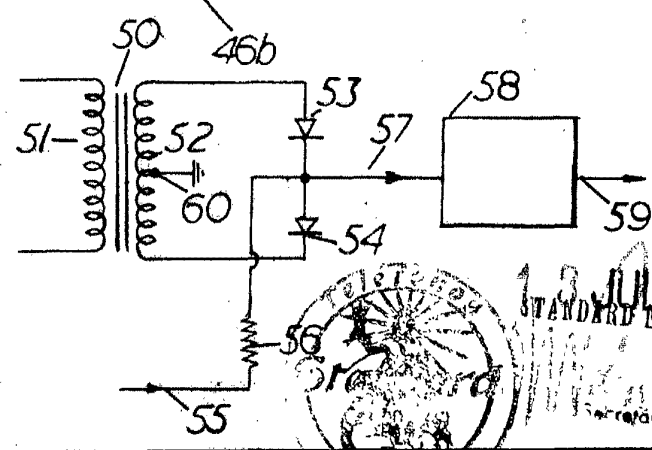


FIG. 2



279217

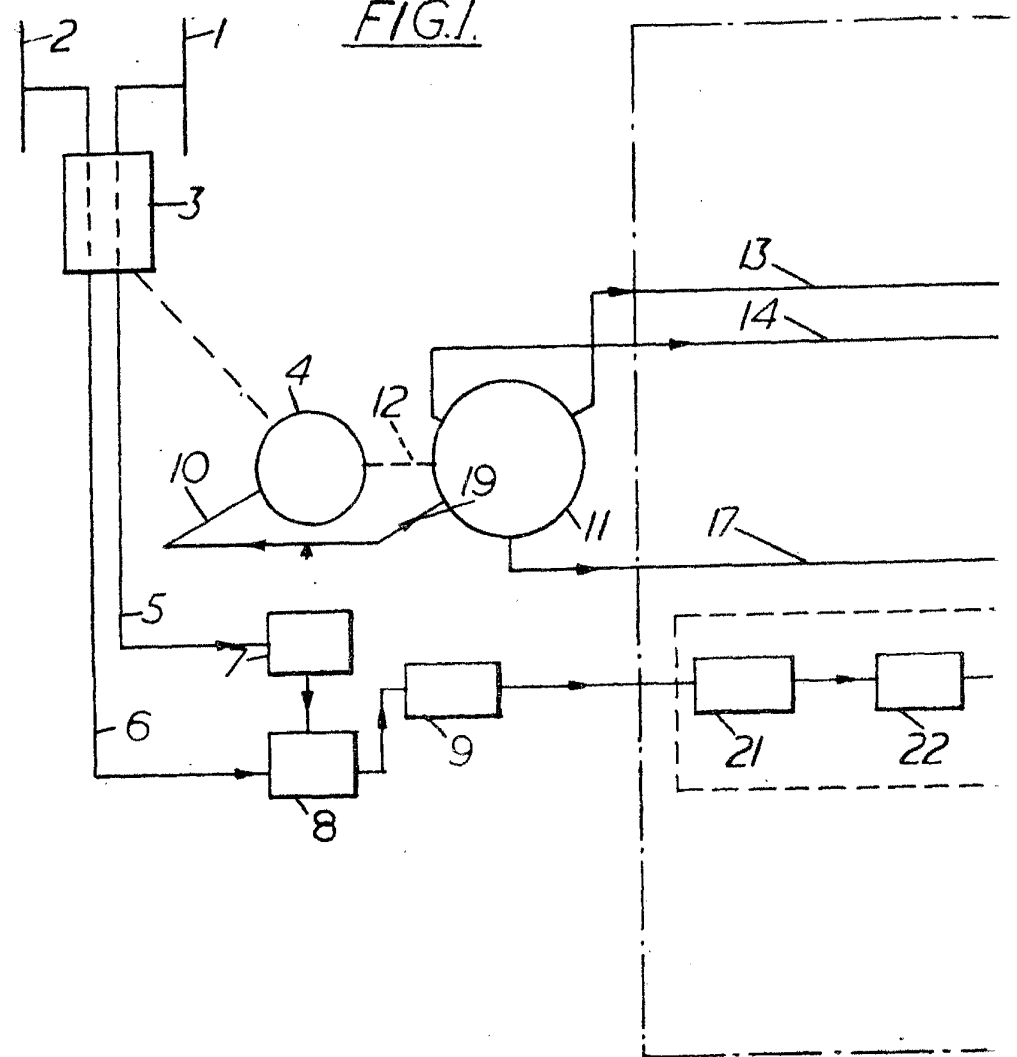
FIG. 3



13 JUL 1962  
STANDARD ELECTRICA

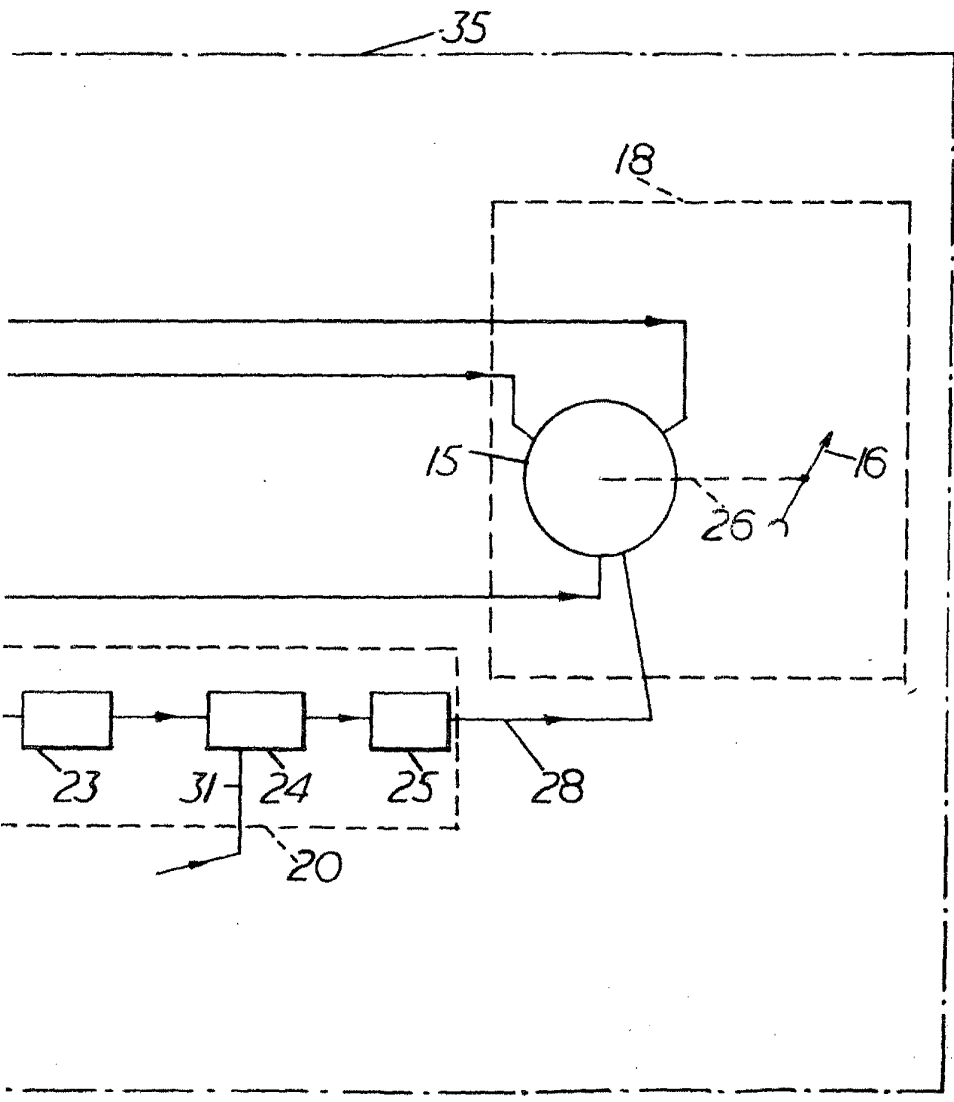
Secretario General

FIG. 1.





279217



13 JUL. 1962

STANDARD ELECTRIC CO., INC.

Secretary General