



292 489

PATENTE DE INTRODUCCION

292489

Br. 41.963/61

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Perfeccionamientos en sistemas de modulación de frecuencia".

*Solicitante:*

THE MARCONI COMPANY LIMITED, entidad inglesa, residente en: English Electric House, Strand, Londres, W.C.2., Inglaterra.

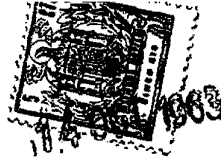
-----

Este invento se refiere a sistemas de modulación de frecuencia y, de modo más especial, aunque no exclusivamente, a sistemas de modulación de frecuencia del tipo de variación de frecuencia, o sea del tipo en el que una oscilación

5.

292489

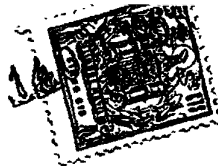
- 2 -



producida se alterna entre dos valores predeter-  
minados de frecuencia, de acuerdo con señales a  
transmitir. Los sistemas de modulación de frecuen-  
cia, de variación de frecuencia, son bien conoci-  
dos y se utilizan en alto grado, por ejemplo, pa-  
ra la transmisión de señales de datos en clave o  
código binario, por canales de portadora telefóni-  
ca, empleando señales de corriente continua -  
codificadas, para variar audio-tonos en frecuen-  
cia.

Este invento trata de proporcionar sis-  
temas perfeccionados de modulación de frecuencia,  
que satisfagan, en alto grado, las condiciones -  
siguientes: (1) buena estabilidad de frecuencia  
de las frecuencias de limitación entre las que -  
varía la frecuencia con objeto de evitar la dis-  
torsión resultante de la falta de dicha estabili-  
dad; (2) transición suave de una frecuencia de -  
limitación a otra (en el caso de un sistema de -  
variación de frecuencia) con objeto de evitar -  
los chasquidos de manipulación y las disconti-  
nuidades en la forma de onda portadora, que se  
presentan si existe una conmutación o paso instan-  
táneo desde una frecuencia de limitación a la -  
otra; y (3) desaparición de la modulación de am-  
plitud que, en muchos sistemas de modulación co-  
nocidos, acompaña a la modulación de frecuencia.

De acuerdo con este invento, en su as-  
pecto más amplio, un sistema de modulación de -  
frecuencia, comprende un amplificador resonante



sintonizado; un paso de regeneración o realimentación de desplazamiento de fases a través de dicho amplificador, de ganancia tal que da lugar a oscilaciones sostenidas a causa del paso de regeneración y medios regulados por señales de modulación, para variar el desplazamiento de fase en dicho paso de regeneración, con objeto de variar entre límites predeterminados, la frecuencia producida.

De acuerdo con una característica de este invento, un sistema de modulación de frecuencia por variación de frecuencia, contiene un amplificador resonante sintonizado; un paso de regeneración o realimentación de desplazamiento de fase a través del amplificador; la ganancia de este es tal que produce oscilaciones sostenidas, a causa del paso de regeneración, y medios regulados por señales de modulación para regular el desplazamiento de fase en el paso de realimentación, entre uno y otro de dos valores en uno de los cuales el desplazamiento total de fase alrededor del bucle constituido por el amplificador y el paso de regeneración, es de  $360^\circ$  para una frecuencia predeterminada de limitación y, en el otro de dichos valores, el desplazamiento total de fase es de  $360^\circ$ , para otra frecuencia predeterminada de alimentación.

Con preferencia, la frecuencia del amplificador resonante y sintonizado se encuentra en el punto medio entre las dos frecuencias de limitación.

En las construcciones preferidas de es-



te invento, el paso de regeneración está constituido por una red en forma de fuente de Wien que tiene una impedancia variable controlada por la señal de modulación, en un brazo "shunt" del mismo; el desplazamiento de fase introducido por el mencionado paso de realimentación, es prácticamente cero a la frecuencia para la cual el amplificador es resonante.

La impedancia variable, con preferencia, está constituida por una red de resistencia, que comprende elementos de resistencia y transistores asociados de conmutación, cuyas conductividades se controlan selectivamente por las señales de modulación, para regular a uno u otro de dos valores predeterminados, la resistencia total ofrecida por la mencionada red de resistencia.

Con preferencia también, el amplificador incluye una etapa de transistor seguidor de emisor; una etapa de transistor de limitación de amplitud y una etapa de transistor resonante sintonizado, por inductancia y capacidad. Este amplificador tiene una elevada impedancia de entrada, y una baja impedancia de salida.

Para la conservación de la estabilidad de la frecuencia, es importante que la forma de onda oscilatoria producida, esté lo más libre posible de armónicas. Por ser el amplificador un amplificador resonante sintonizado, no necesita un control inconvenientemente preciso de su ganancia, con objeto de mantener bajo el contenido de

292489

- 5 -

de armónicas.



5. Una ventaja importante derivada del empleo de una red en forma de fuente de Wien para el paso de realimentación o regeneración, es que (como puede demostrarse), la atenuación de dicha red es teóricamente de 3 tan sólo, a la frecuencia en que el desplazamiento de fase que introduce, es cero.

10. Este invento se representa en el dibujo adjunto, en el que la figura 1 es un esquema muy simplificado, representativo del principio de aquél, y la figura 2 es un esquema del circuito de una construcción preferida.

15. Con referencia a la figura 1, un amplificador A tiene su salida conectada a su entrada, a través de un paso de regeneración o realimentación en forma de red en puente de Wien, y comprende resistencias R1 y R2 y condensadores C1 y C2. La resistencia R2 se varía entre límites predeterminados, por señales de modulación, y por medios no representados en la figura 1. El amplificador A es un amplificador resonante y sintonizado. La red en puente de Wien está proyectada y calculada de tal modo que, a la frecuencia resonante del amplificador, el desplazamiento de fase en el paso de realimentación, o sea entre los puntos marcados FIN y FOUT en la figura 1, es cero. En un valor de limitación extremo de la resistencia R2, el desplazamiento de fase total alrededor del bucle constituido por el amplificador y el paso de re-

20.

25.

30.

292489



- generación, es de 360° a una frecuencia de limitación predeterminada, en un lado del amplificador de frecuencia resonante; en el valor de limitación del extremo opuesto para dicha resistencia,
5. el desplazamiento total de fase es de 360° para otra frecuencia de limitación predeterminada, prácticamente a igual distancia y al otro lado de la frecuencia resonante. En el caso de un sistema de modulación de frecuencia por variación de frecuencia,
  10. el valor de la resistencia R2 se alterna entre sus valores extremos de limitación, por señales de modulación, correspondiendo un valor a "marca o señal" y el otro a "espacio". Se observará que un terminal de la resistencia de modulación R2 está unido a tierra, conveniencia considerable desde el punto de vista de acoplar el circuito teórico de la figura 1, a un circuito práctico.

- La figura 2 representa, con mucho mayor detalle que la figura 1, una forma preferida de sistema de modulación de frecuencia por variación de ésta, que funciona de acuerdo con los principios del circuito de la figura 1. Con referencia a la figura 2, la parte amplificadora del sistema,
20. comprende tres etapas transistorizadas que incluyen respectivamente los transistores 1A, 2A y 3A. Estas etapas, son conocidas en esencia y precisan muy poca descripción. La primera etapa, que comprende el transistor 1A, es una etapa, emisor-seguidor que proporciona un elevado valor de impen-
  - 30.



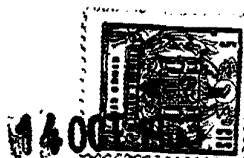
292489

14 OCT 1963

- dancia de entrada. La segunda etapa, que comprende de el transistor 2A, es una etapa limitadora de amplitud. La tercera etapa es una etapa resonante sintonizada, con una frecuencia de resonancia determinada por los valores de la inductancia 4A y el condensador 5A en el circuito emisor del transistor 3A. La salida modulada se obtiene del colector del transistor 3A en el terminal de salida O y se introduce también en un paso de realimentación o regeneración, constituido por una red en forma de puente de Wien .
- 5.
- 10.

- La red en forma de puente de Wien, está constituida por la resistencia R1 y el condensador C1 (correspondientes a los elementos de referencias análogas a la figura 1) en el brazo serie, y el condensador C2 (correspondiente al condensador C2 de la figura 1), y las resistencias 1R2, 2R2, 3R2 y 4R2 en el brazo "shunt". El valor total eficaz de las resistencias en el brazo "shunt", se controla por las señales de modulación, mediante tres transistores T1, T2 y T3. Cuando la señal de modulación aplicada al terminal M llega a su límite negativo, el transistor T1 conduce, y los transistores T2 y T3 están interrumpidos. En esta condición, la resistencia efectiva del brazo "shunt" es de valor máximo, siendo la ofrecida por las dos ramas de resistencia, en paralelo, una constituida por las resistencias 1R2 y 2R2 en serie, y la otra, constituida por las resistencias 3R2 y 4R2, en serie. La frecuencia de salida a O,
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

292489



está por tanto en su valor inferior de limitación. Cuando la señal moduladora de entrada alcanza su límite positivo, el transistor T1 se interrumpe, y los transistores T2 y T3, conducen. El transistor T2, consiguientemente, "shunta" la resistencia  $1R2$ , y el transistor T3 "shunta" la resistencia  $4R2$ , y la resistencia efectiva del brazo "shunt", en este caso, es prácticamente la de las resistencias  $2R2$  y  $3R2$ , en paralelo. La frecuencia de salida a 0 se encuentra por tanto en este caso en su valor de limitación más elevado. Se observará que el circuito modulador es de forma equilibrada, del tal modo que el voltaje de corriente continua en la base de transistor 1A es practicamente constante en todo ciclo de modulación.

El potenciómetro P1 sirve para el ajuste del equilibrio de entrada; la resistencia variable  $6A$  en el circuito de transistor 3A del amplificador, es una resistencia de ajuste del "desplazamiento graduado"; y el ajuste de la inductancia variable  $6A$ , desde luego, ajusta la frecuencia resonante del amplificador. Estos tres ajustes se establecen previamente.

Se observará que en la figura 2, la capacitancia  $C2$  está en realidad, en paralelo con el equivalente de la resistencia  $R2$  de la figura 1. Esto, sin embargo, no constituye una diferencia en el funcionamiento substancial y, desde el punto de vista del invento, los circuitos de las figuras 1 y 2, son equivalentes.



292489

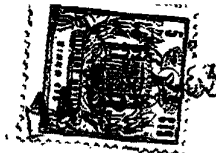
5. En una construcción práctica, como se representa en la figura 2, destinada a funcionar a 3,4 kilociclos/segundo con una variación de frecuencia de 85 ciclos/segundo, los distintos elementos de los circuitos se calcularon como se indica en la figura; la ganancia del amplificador era de unas 8 veces. La estabilidad de frecuencia del sistema es virtualmente, la del circuito sintonizado en el amplificador.

10. En casos en que se precise una amplia variación de frecuencia, y en aquellos en que el sistema de modulación ha de aplicarse a un canal telegráfico de portadora de baja frecuencia, es preferible preparar dicho sistema de modulación para funcionar a una frecuencia más elevada que la finalmente necesaria, y reducir la salida modulada a la frecuencia inferior necesaria, por medio de un cambiador de frecuencia heterodino.

N O T A

20. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la practica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Introducción por 10 años en España: PERFECCIONAMIENTOS EN SISTEMAS DE MODULACION DE FRECUENCIA"; caracterizandose por lo siguiente:

30.



292489

- 1<sup>a</sup>.- "Perfeccionamientos en sistemas de modulación de frecuencia", caracterizados por comprender un amplificador resonante sintonizado; un paso de regeneración de desplazamiento de fase a través del amplificador; la ganancia de éste es tal que produce oscilaciones sostenidas, a causa del paso de regeneración, y medios controlados por señales de modulación, para variar el desplazamiento de fase en el paso de regeneración, con objeto de variar entre límites predeterminados, -
5. la frecuencia engendrada.
- 10.

- 2<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos en sistemas de modulación de frecuencia por variación de la misma, caracterizados por comprender un amplificador resonante sintonizado; un paso de regeneración de desplazamiento de fase, a través del amplificador; la ganancia de éste es tal que produce oscilaciones sostenidas a causa del paso de regeneración, y medios regulados por señales de modulación, para controlar el desplazamiento de fase en el paso de regeneración, entre uno y otro de dos valores, en uno de los cuales el desplazamiento total de fase alrededor del bucle constituido por el amplificador y el paso de regeneración es de  $360^\circ$  para una frecuencia de limitación predeterminada, y en el otro de aquellos, el desplazamiento total de fase es de  $360^\circ$  para otra frecuencia predeterminada de limitación.
- 15.
- 20.
- 25.

- 3<sup>a</sup>.- Perfeccionamiento según reivindicaciones 1<sup>a</sup> o 2<sup>a</sup>, caracterizado porque la frecuen--
- 30.

292489 - 11 -



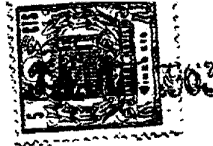
cia resonante sintonizada del amplificador se encuentra a mitad de distancia entre las dos frecuencias de limitación.

5. 4ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizados porque el paso de regeneración está constituido por una red en puente de Wien, de impedancia variable controlada por señales de modulación, en un brazo shunt de aquella; el desplazamiento de fase introducido por el paso de regeneración, es
10. prácticamente cero a la frecuencia en que el amplificador es resonante.

15. 5ª.- Perfeccionamientos según reivindicación 4ª, caracterizados porque la impedancia variable está constituida por una red de resistencia que comprende elementos de resistencia y transistores asociados de conmutación, cuyas conductividades se controlan selectivamente por las señales de modulación, con objeto de regular, para
20. uno u otro de los valores predeterminados, la resistencia total ofrecida por la mencionada red de resistencia.

25. 6ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el amplificador comprende una etapa transistorizada de emisor-seguidor; una etapa transistorizada de limitación de amplitud, y una etapa transistorizada, resonante y sintonizada, que se sintoniza por inductancia y capacidad.

30. 7ª.- "Perfeccionamientos en sistemas de



292489

modulación de frecuencia"; tal y como queda sus  
tancialmente descrito en la presente Memoria e  
ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de DOCE hojas es-  
critas a máquina por una sola cara.

Madrid,

14 OCT. 1963

THE MARCONI COMPANY LIMITED

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO

S.E.

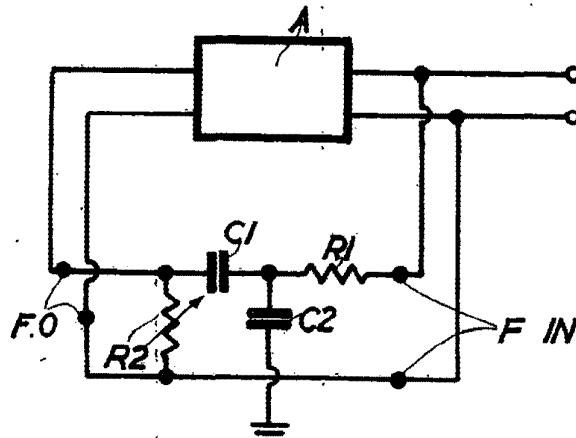


FIG. 1

292489

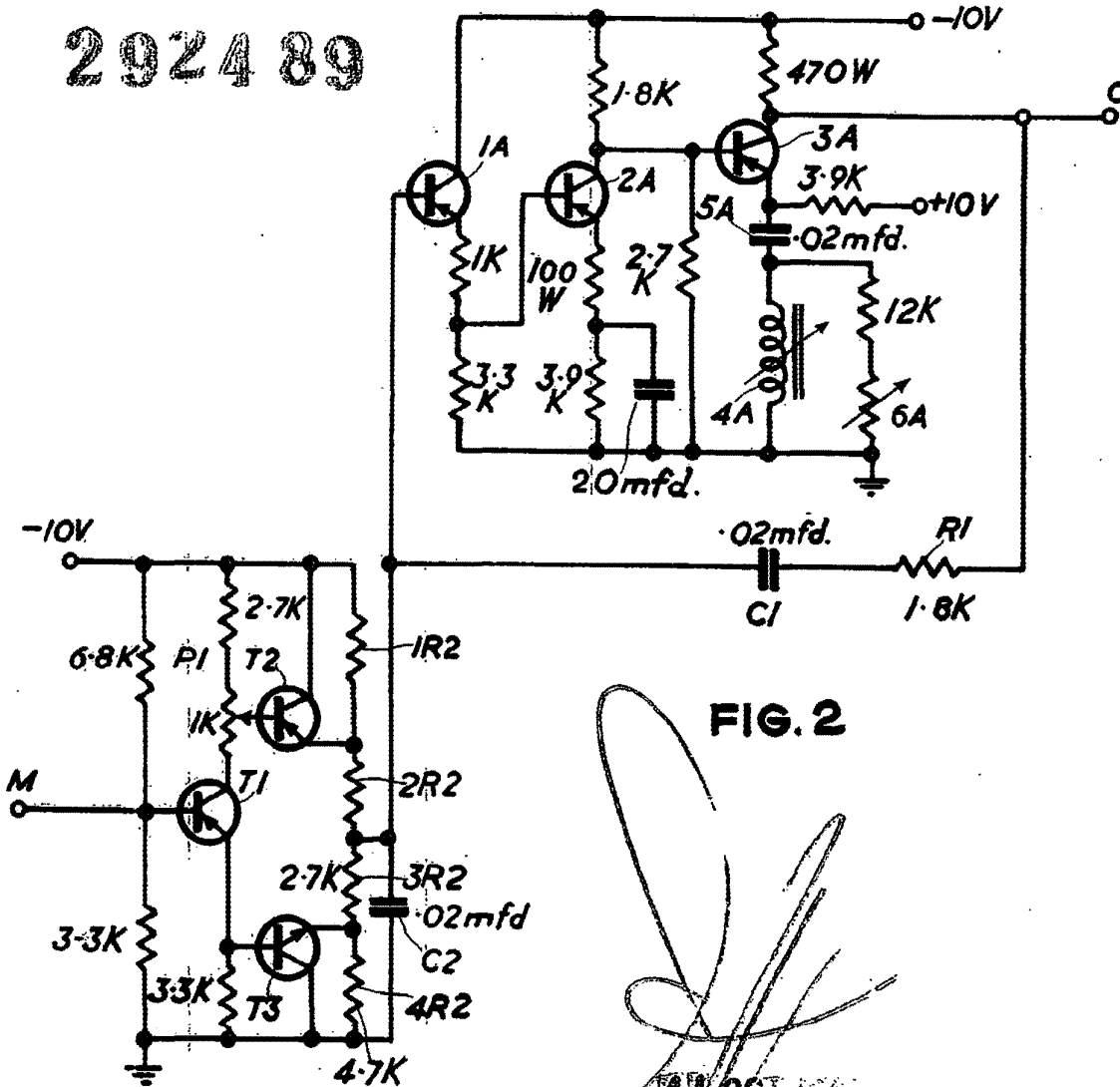


FIG. 2

MADRID DE 1963.  
THE MARCONI COMPANY LIMITED.

J. GOMEZ ACEDO Y MODER