



ESPAÑA

15 OCT. 1978

Concedido el Registro de acuerdos
con los datos que figuran en la pre-
sente descripción y según el con-
tenido de la Memoria adjunta.

NUMERO	467411	10 A1
FECHA DE PRESENTACION	28 FEB. 1978	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
773.197	1.3.77	EE.UU. de A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H03B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
PERFECCIONAMIENTOS EN CIRCUITOS OSCILADORES DE MICROONDAS		
71 SOLICITANTE (S)		
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
222 Broadway, New York, New York, 10038, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
DONALD FLOYD LINN, JAMES KEVIN PLOURDE, CLARENCE BURKE SWAN,		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
GONEZ-ACEBO		

El presente invento se refiere a un circuito oscilador de microondas que comprende un dispositivo semiconductor de microondas que tiene por lo menos un primer y un segundo circuitos de electrodo.

5 La estabilización de la frecuencia de un oscilador suele exigir un circuito de elevado factor de merito acoplado a un dispositivo oscilante. En algunos osciladores de transistores conocidos, como los que se describen en las patentes EE.UU. 2.825.813 y 3.611.206, y un cristal piezoeléctrico se acopla entre los circuitos de los electrodos emisor y colector de un transistor oscilante. Estos cristales piezoeléctricos proporcionan factores de mérito y estabilidad de la frecuencia mayores que los que se obtienen con los resonadores de cavidad de microondas. La frecuencia de funcionamiento de dichos osciladores de cristal de transistores es del orden de algunos MHz. No obstante, dichos dispositivos conocidos son inadecuados para estabilizar directamente osciladores de microondas del orden de 2 a 5 GHz. Además, estos osciladores de cristal de transistores conocidos exigen una circuiteria completa y costosa que comprende varias capacitancias e induc-
15 tancias. Un oscilador de transistores conocidos de alta frecuencia se describe en la patente EE.UU. 2.926.312, en el cual un circuito oscilador resonante paralelo se acopla al electrodo colector del transistor, y una capacitancia variable se acopla entre el circuito oscilador resonante paralelo y electrodo emisor del transistor. La capacitancia variable proporciona un medio para variar la cantidad de realimentación
20 entre el circuito resonante paralelo y el circuito emisor-base del oscilador. Aunque este oscilador de transistores conocidos puede generar una salida armónica a frecuencias que pueden alcanzar hasta 3,4 GHz, la complejidad, tamaño y dificultad en sintonizar y ajustar con precisión los diversos elementos variables del circuito del dispositivo propuesto hacen que este oscilador transistorizado sea inadecuado como os-
25
30

cilador de microondas de frecuencia estabilizada de bajo costo y montaje.

5 El empleo de resonadores dieléctricos en filtros de microondas se describe en la patente EE.UU. 3.840.828. En este dispositivo de filtro conocido, un resonador dieléctrico se sitúa sobre un conductor de línea de transmisión de estriás de modo que las líneas del campo magnético de la línea de transmisión de estriás pasen a través de las superficies paralelas planas del resonador en grado máximo. Este dispositivo conocido funciona satisfactoriamente para el fin a que está destinado, v.g., como filtro de microondas, donde no se necesitan ni elementos activos de microondas ni trayecto de realimentación para realizar la función del filtro.

15 Los problemas anteriores se resuelven según una modalidad ilustrativa del presente invento en la cual el circuito oscilador comprende además un resonador dieléctrico situado en las proximidades del dispositivo de microondas para completar un trayecto de realimentación entre el primer circuito de electrodo y el segundo circuito de electrodo. Una ventaja del presente invento es conseguir un pequeño oscilador de microondas de bajo costo que tiene una gran estabilidad en la frecuencia. Otra ventaja del presente invento es conseguir una configuración de circuito oscilador compacto que se puede montar en un horno compacto de temperatura regulada para una mejor estabilidad de la frecuencia.

25 Otra ventaja del presente invento es conseguir una configuración de circuito oscilador compacto en la cual se reducen prácticamente los efectos de la dilatación térmica diferencial.

Otra ventaja del presente invento es reducir los efectos de la variación de la frecuencia y la degradación del factor de mérito en pequeños osciladores de microondas.

30 Otra ventaja adicional del presente invento es con-

seguir un oscilador de ruido sustancialmente bajo resultante del elevado factor de mérito de un resonador dieléctrico

En los dibujos:

5 La figura 1 es un diagrama esquemático de conjuntos de una modalidad ilustrativa del invento.

La figura 2 es la representación de admitancia equivalente de la modalidad de la figura 1.

La figura 3 y 4 representan una modalidad ilustrativa de un oscilador de microondas según el invento.

10 Las figuras 5 y 6 ilustran otras configuraciones del circuito para el oscilador de microondas de la figura 3 y 4.

La figura 7 y 8, representan otra modalidad ilustrativa de un oscilador de microondas según el presente invento,

15 La figura 9 ilustra la variación de frecuencia en función, a la temperatura de la modalidad de las figuras 7 y 8

En una modalidad ilustrativa del presente invento, un circuito oscilador de microondas comprende un dispositivo semiconductor de microondas que tiene al menos un primer y un segundo terminales de electrodo, y un resonador dieléctrico situado en las proximidades del dispositivo para completar un proyecto de realimentación entre el primer y segundo terminales de electrodo. Un separador dielectrico se situa entre los terminales de electrodo y el resonador para sostener este último y controlar la magnitud de acoplamiento entre los terminales de electrodo. Según el presente invento, el dispositivo semiconductor puede ser, por ejemplo, un transistor bipolar de microondas o un transistor de microondas con efecto de campo.

20

25

Según una modalidad preferible del presente invento, un oscilador de microondas comprende un dispositivo transistor de microondas que tiene por lo menos un primer y un segundo circuitos de ramificación de electrodos; una placa portadora en una primera y en una

30

segunda superficies planas para sostener, respectivamente, el primer y el segundo circuito de ramificación de electrodo, situandose el dispositivo transistor en un extremo de la placa entre las dós superficies; y un resonador dialéctrico situado proximo al dispositivo transistor para completar el trayecto de realimentación entre el primer y el segundo circuito de ramificación de electrodos. Variando la altura de un separador dieléctrico, v.g., un tubo de corte situado entre el dispositivo del transistor y el resonador, se puede controlar el acoplamiento entre los dos circuitos de ramificación de electrodos.

Refiriéndonos a la figura 1, se ilustra esquemáticamente un oscilador de microondas segun el presente invento. El oscilador comprende un dispositivo semiconductor de microondas que, a título de explicación solamente, es un transistor de microondas 1 que tiene un circuito de ramificación de electrodo base 2, un circuito de ramificación de electrodo emisor 3, y un circuito de ramificación de electrodo colector 4. El transistor 1 se puede constituir por otros dispositivos semiconductores de microondas que puedan generar activaciones de microondas. Además, aunque en la figura 1 el transistor de microondas 1 se ilustra como un transistor de NPN en la configuración de base común v.g, con el circuito electrodo base 2 acoplado al potencial de tierra, los principios del presente invento tienen también aplicación a configuraciones de emisor común, así como de colector común, de este u otros tipos de transistores. El circuito electrodo emisor 3 se acopla a un circuito de suministro de polarización del emisor 5, y un circuito de electrodo colector 4 se acopla a un circuito de suministro de polarización del colector 6 y a un circuito de carga 7. Según el presente invento, un pequeño resonador dieléctrico sin electrodos 8 se situa proximo al circuito del electrodo emisor 3 y el circuito del electrodo colector 4. Las propiedades del resonador dieléctrico 8 son de tal naturaleza que se utiliza según una modalidad del presente invento

para conseguir un trayecto de realimentación entre el circuito del electrodo colector 4 y el circuito del electrodo emisor 3. El tamaño pequeño, junto con la forma con la cual el resonador se puede acoplar a través de sus campos externos, permiten que el resonador se acople simultáneamente a los circuitos emisor y colector del transistor de microondas.

El resonador dieléctrico 8 se puede fabricar de titanato de bario ($Ba_2Ti_9O_{20}$), según se describe en la patente EE.UU. 3.938.064. Otros materiales dieléctricos conocidos v.g., tantalato de litio ($LiTaO_3$), niobato de litio ($LiNbO_3$), o una composición de dióxido de titanio (TiO_2) con $LiTaO_3$ o $LiNbO_3$ se puede emplear como resonador dieléctrico 8 sin desviarse del espíritu y principio del presente invento. En una modalidad ilustrativa del presente invento, el resonador dieléctrico 8 es preferiblemente un resonador dieléctrico de cerámica de $Ba_2Ti_9O_{20}$ de una sola fase que tiene a 4 GHz un factor de mérito del orden de 8000 a 11000, una constante dieléctrica de 39,8, y un coeficiente de temperatura de frecuencia resonante de + 2 ppm/grados C. En dicho resonador, el modo TE_{018} tiene un modelo de campo de tipo bipolar magnético que se dirige hacia fuera del resonador, según se ilustra en la figura 1, por líneas de rayas y puntas de flechas. De este modo, el resonador dieléctrico 8 se puede acoplar a una línea de transmisión de estrías o a circuitos de electrodos formadores de líneas de transmisión de estrías 3 y 4, cuando se sitúa próximo a una distancia predeterminada de los circuitos de los electrodos emisor y colector 3 y 4. Más adelante se describen varias modalidades y configuraciones para conseguir la distribución de acoplamientos requerida así como el desfase a través del trayecto de realimentación.

Una representación de admitancia equivalente de la modalidad ilustrativa de la figura 1 se ilustra en la figura 2 en la cual Y_T es la admitancia del transistor e Y_L es la admitancia de carga consistente en la admitancia de los circuitos acoplados al circuito del elec-

trodo colector 4 y de una carga 7 de 50 ohmios de impedancia. Según una modalidad ilustrativa del presente invento, la admitancia de realimentación Y_F entre el circuito del electrodo colector 4 y el circuito del electrodo emisor 3 contiene la admitancia del resonador Y_R y la admitancia del circuito Y_E .

Una modalidad ilustrativa de un oscilador de microondas según el presente invento, se ilustra en las figuras 3 y 4, en las cuales se utilizan números idénticos correspondientes a los números de las figuras 1 para ilustrar elementos de circuito similar. El resonador dieléctrico 8 se sitúa por encima del transistor de microondas 1 y se mantiene a una distancia determinada del mismo por medio de un separador dieléctrico 9. El separador 9 se forma preferiblemente de una sección de tubo de cuerno cortada a una longitud predeterminada. No obstante, se pueden emplear otros medios separadores dieléctricos para sostener mecánicamente al resonador dieléctrico 8 y para proporcionar una menor pérdida dieléctrica y una menor dilatación térmica. Las figuras 3 y 4, las dimensiones físicas del transistor 1 el resonador 8 y el separador dieléctrico 9 se han exagerado para que se pueda comprender mejor los principios del presente invento. En principio el resonador dieléctrico 8 se ilustra como un cilindro mantenido en posición por encima del circuito del emisor 3 y el circuito del colector 4 por medio del separador cilíndrico 9. Se pueden emplear otras formas geométricas para el resonador dieléctrico 8 y el separador 9 dentro del espíritu y principios del presente invento. El pequeño tamaño del separador dieléctrico 9, junto con el acoplamiento de los campos externos del resonador 8 con los circuitos del emisor y el colector permiten completar el trayecto de realimentación entre los mismos. El pequeño resonador dieléctrico de bajo coeficiente de temperatura y elevado factor de mérito 8 se emplea por lo tanto como trayecto de realimentación para estabilizar la frecuencia del oscilador. Además, la magni-

tud del acoplamiento de realimentación entre los circuitos del emisor y el colector 3 y 4 está principalmente en función a la altura del separador dieléctrico 9

Las figuras 5 y 6 ilustran otras configuraciones de circuito para el oscilador de microondas de la figura 3. En la figura 5 el resonador dieléctrico 8 se sitúa por encima del transistor de microondas 1, así como por encima de dos circuitos 3' y 4'. El circuito del electrodo emisor 3 está provisto de un circuito 3', mientras que el circuito del electrodo colector 4 está provisto de un circuito 4'. La adición de los circuitos 3' y 4' a los circuitos de electrodo 3 y 4, respectivamente, permite un ajuste del acoplamiento de realimentación y el defasaje a través del trayecto de realimentación entre los circuitos del emisor y el colector 3 y 4. Variando las dimensiones de los circuitos 3' y 4' se pueden ajustar convenientemente estos últimos dos parámetros.

Otra configuración de circuito ilustrado en la figura 6 es similar a la ilustrada en la figura 5, excepto que los circuitos 3" y 4" son respectivamente mas largos que los circuitos 3' y 4'. Esto da por resultado la colocación del pequeño resonador dieléctrico 8 separado del transistor 1 sobre partes de los circuitos 3" y 4". En esta configuración de circuito alternativa, el acoplamiento de realimentación y el defasaje a través del trayecto de realimentación se pueden modificar variando la longitud de los circuitos y/o desplazando lateralmente el resonador dieléctrico respecto al transistor 1. Los circuitos 3', 4', 3" y 4" en combinación con el resonador dieléctrico, proporcionan sintonización reactiva de los circuitos de los electrodos del transistor, permitiendo un ajuste del defasaje del trayecto de realimentación.

Las figuras 7 y 8, ilustran respectivamente, una vista frontal y una vista de costado de otra modalidad ilustrativa de oscilador de microondas según el presente invento. Esta modalidad ilustrativa, conocida como "Estructura de oscilador doblada", comprende nú-

meros idénticos de referencia correspondientes a los números de las figura 3. La estructura doblada comprende una placa portadora 10 para sostener un transistor de microondas 1 y sus circuitos emisor y colector 3 y 4. Los circuitos emisor y colector se forman sobre un substrato de alúmina según una tecnología de circuito integrado de microondas perfectamente conocida (MIC). La placa portadora 10 se une a una base 11 que tiene una pluralidad de terminales de conexión 12, 13 y 14. El terminal 12 corresponde al terminal de polarización del colector que se ha de acoplar al circuito de polarización 6 de la figura 1. El terminal 14 corresponde al terminal de salida del oscilador que se ha de acoplar al circuito de carga 7 de la figura 1. Diversas secciones de impedancia características se pueden acoplar al circuito colector 4 entre el transistor 1 y los terminales 12 y 14. El circuito emisor 3 se acopla al terminal 13 para proporcionar el potencial de polarización del emisor exigido generado por el circuito de polarización del emisor 5 de la figura 1. La placa portadora 10 se puede fabricar de un terminal conductor o no conductor, en el supuesto que su dilatación térmica coincida aproximadamente con la del substrato de cerámica, alúmina u otro substrato, para los circuitos del emisor y el colector 3 y 4. Se pueden emplear como placa portadora 10 materiales conductores, por ejemplo aluminio, latón compuesto de níquel y acero u otra composición metálica.

Según se ilustra en las figuras 7 y 8, el transistor de microondas 1 se sitúa en el "doblez" de la estructura. El resonador dieléctrico 8 se sitúa por encima del transistor 1 y se mantiene en posición por medio del separador dieléctrico 9. La estructura doblada del oscilador permite la realización de un pequeño oscilador de microondas en el cual una sola placa portadora, de dilatación térmica aproximadamente comparada con la del substrato cerámico, se utiliza para sostener los substratos de los circuitos del emisor y el colector. Además, todas las conexiones eléctricas en dicha estructura doblada se pueden ha-

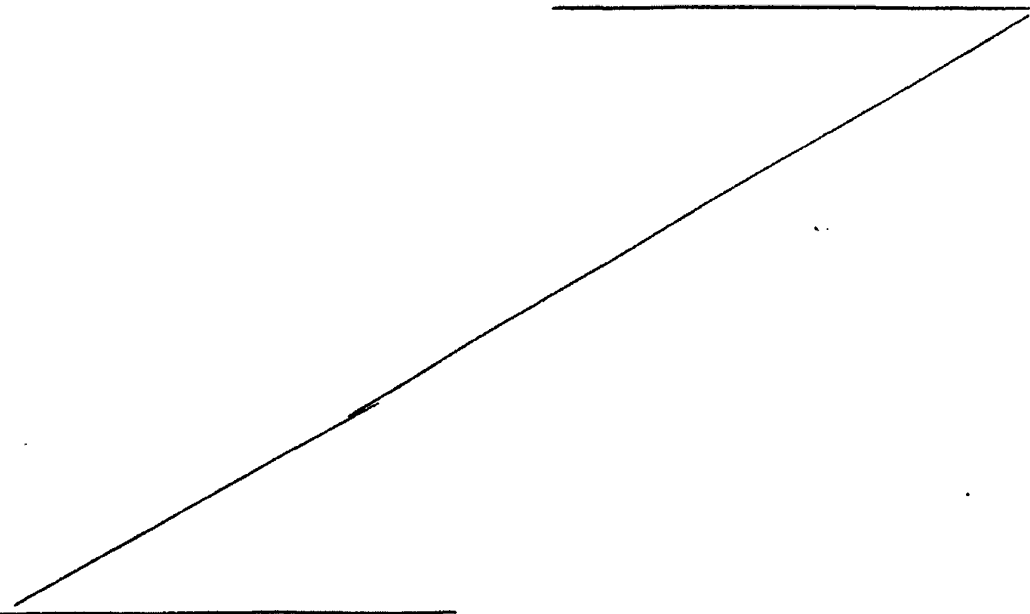
cer en un solo plano perpendicular a la placa portadora, de modo que sean insignificantes los efectos de dilatación térmica diferencial entre la caja del dispositivo y la placa portadora y substratos. Asimismo, debido a la reducción del área del plano de tierra bajo el resonador dieléctrico 8, se reducen notablemente los efectos de variación de la frecuencia y degradación del factor de mérito. A título de ejemplo solamente, para un oscilador de microondas de 4,5 GHz, el resonador dieléctrico se fabrica preferiblemente de un cilindro de $Ba_2Ti_9O_{20}$ con un diámetro del orden de 12,7 mm y una altura del orden de 5 mm. El separador dieléctrico 9 es preferiblemente un tubo cilíndrico de cuarzo con una altura comprendida entre 3,81 y 7,72 mm. Así, en dicha estructura doblada con las dimensiones de preferencia anteriores, se produce un acoplamiento importante del resonador dieléctrico a los circuitos del emisor y el colector solamente en las proximidades inmediatas del transistor.

Algunos resultados de estabilidad de la temperatura normales para un oscilador de "estructura doblada" de 4,5 GHz se presenta en la figura 9. La dilatación térmica diferencial entre la estructura de la placa portadora del resonador y el separador y la caja del oscilador, se ha utilizado para mejorar la estabilidad de la temperatura más allá de la que ya es propia en el propio resonador. Si se elige como temperatura de referencia $25^{\circ}C$, los coeficientes de temperatura lineal y cuadrática para un resonador son $+0,68$ ppm/grados F y $+0,0054$ ppm/grados F^2 . Los coeficientes de temperatura para el oscilador son $-0,21$ ppm/grados F $+0,0055$ ppm/grados F^2 . Por lo tanto, este efecto se suma a un coeficiente de temperatura lineal de compensación que se puede utilizar convenientemente para desplazar el coeficiente de temperatura cero del punto de frecuencia resonante a una temperatura más elevada. Por encima de la gama de 0 a 160 grados F, la variación total de la frecuencia es de 200 kHz que corresponde a 44 ppm. Cuando se monta

en un horno de temperatura regulada, se ha conseguido estabilidad a largo plazo de ± 5 ppm en un año.

La descripción anterior, el dispositivo de microondas se ha ilustrado como un transistor de microondas acoplado en la configuración de circuito de base común. No obstante, el presente invento no está limitado a los osciladores de transistores bipolares. El transistor puede ser sustituido por otros dispositivos de microondas semiconductores capaces de generar oscilaciones de microonda. Además, en aplicaciones que exijan frecuencias normalmente superiores a 5 GHz, el empleo de un transistor de microondas con efecto de campo, por ejemplo un transistor con efecto de campo de galio-arseniuro, permite la generación directa de energía de microondas de una forma sencilla, compacta y económica.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

- 5 1.- Perfeccionamientos en circuitos osciladores de microondas caracterizados porque cada circuito se forma mediante un dispositivo semiconductor de microondas que tiene por lo menos un primer y un segundo circuitos de electrodos y un resonador dieléctrico situado en las proximidades del dispositivo para completar un trayecto de realimentación entre el primer y el segundo circuito de electrodo.
- 10 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los medios situados entre los circuitos de electrodo y el resonador dieléctrico comprenden un separador dieléctrico para controlar la magnitud del acoplamiento entre el primer y el segundo circuito de electrodo.
- 15 3.-Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el dispositivo semiconductor es un dispositivo transistor Bipolar de microondas.
- 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el dispositivo semiconductor es un transistor de microondas con efecto de campo.
- 20 5.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el oscilador de microondas comprende un dispositivo transistor de microondas que contiene por lo menos un primer y un segundo circuitos de ramificación de electrodo, una placa portadora que tiene una primera y una segunda superficies planas para sostener, respectivamente, el primer y el segundo circuitos de ramificación de electrodo; medios para situar el dispositivo transistor al final de dicha placa entre la superficie, y un resonador dieléctrico situado proximo al dispositivo transistor para completar un trayecto de realimentación entre el primer y el segundo circuitos de ramificación de electrodo
- 25 30 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, ca

racterizados porque el circuito oscilador comprende además medios separadores situados entre el dispositivo transistor y el resonador dieléctrico para controlar el acoplamiento entre los circuitos de ramificación de electrodo

5

7.- Perfeccionamientos en circuitos osciladores de microondas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 12 hojas escritas a máquina por una sola cara.

28 FEB. 1978

Madrid,
WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED

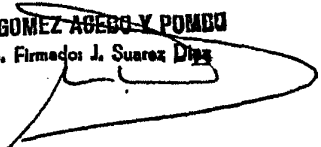
J. M. GOMEZ ACEBO Y POMBO
p. p. Firmado: J. Suarez 

FIG. 1

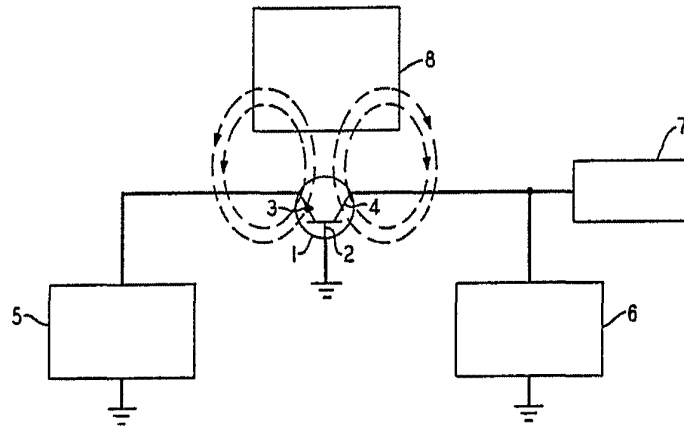
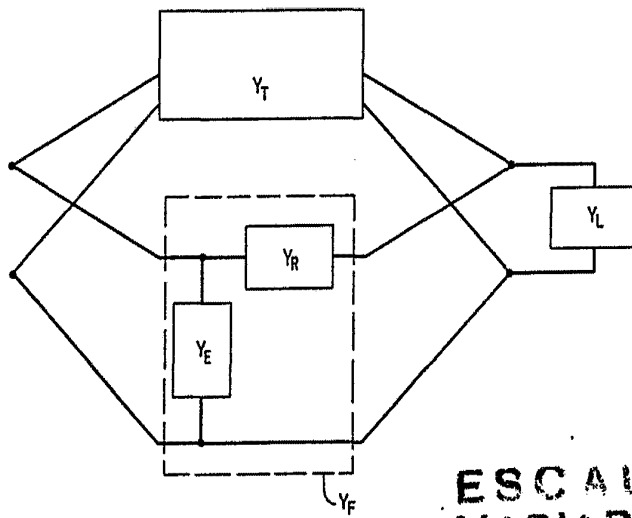


FIG. 2



ESCALA
VARIABLE
- 5 ABR. 1978
Madrid

FIG. 3

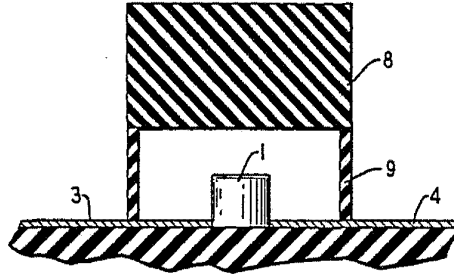


FIG. 4

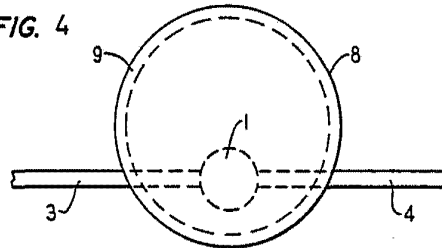


FIG. 5

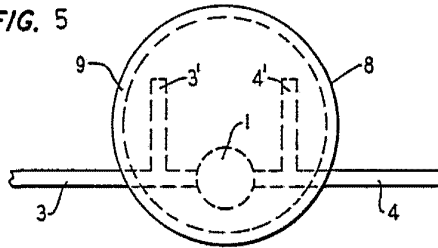
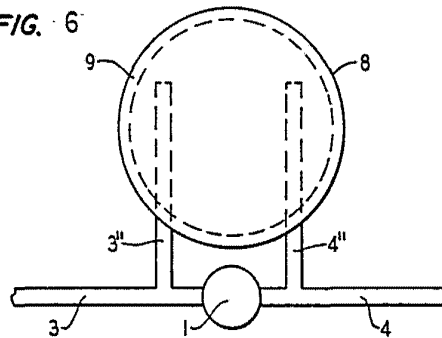


FIG. 6



ES
VARIABLE
5 APR. 1978

[Handwritten signature]

FIG. 7

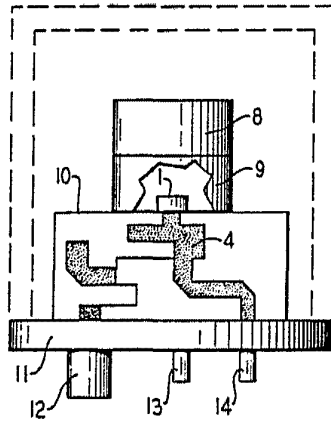


FIG. 8

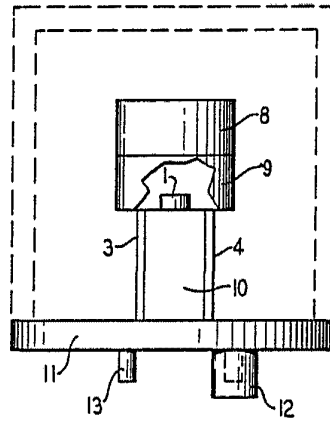
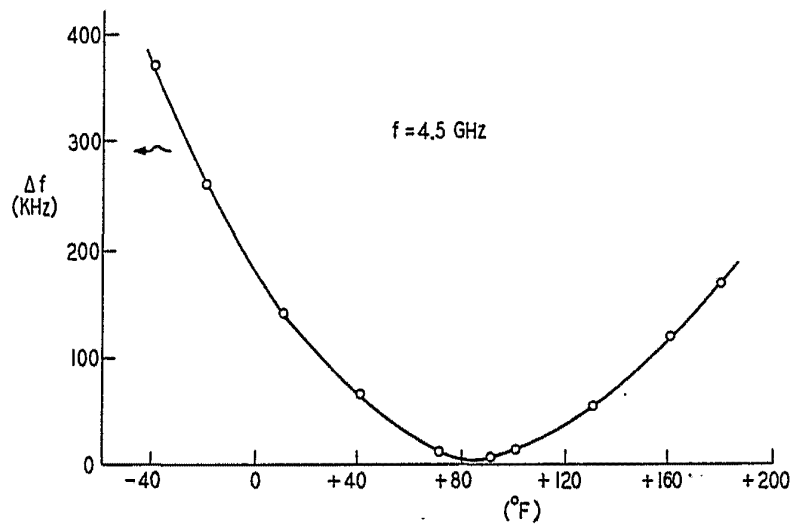


FIG. 9



RECEIVED

APR 1978

J. M. GONZALEZ Y PONDO
p. n. Fernando J. Suarez Diaz