

P. 7.001 :

R. C. L. 1.381
Harshbarger. 1/8/48



26 FEB. 1949

186209

186209

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN SISTEMA DE ESTABILIZAR LA FRECUENCIA DE

"UN GENERADOR DE OSCILACIONES DE ALTA FRE-

"CUENCIA".

=====:

Este invento se refiere a la utilización de la resonancia molecular de ciertos gases para obtener elementos determinadores de frecuencia que tienen alta selectividad o alta Q a frecuencias ultra-altas discretas, y en especial se refiere a la estabilización de la frecuencia de los osciladores de microondas.



186209

Hasta ahora se han propuesto muchos métodos y sistemas para estabilizar la frecuencia de los osciladores de microondas, pero en general no han dado la exactitud de frecuencias ni la rigidez de control de frecuencia que se pueden obtener a las radio-frecuencias bajas y medias con cristales piezo-eléctricos.

Los espectros de absorción de microondas de ciertos gases, incluso el amoniaco, el sulfuro carbonílico y los halogenuros metálicos comprenden "líneas" de distribución de frecuencia distintiva y diferente para los diferentes gases. A presiones muy bajas, en el caso de amoniaco, cada una de estas "líneas" se rompe en una pluralidad de líneas aun más precisamente definidas, cada una correspondiendo a una frecuencia definida que es independiente de condiciones o factores de ambiente como la temperatura y la presión, y que, según se ha determinado, solo pueden variar sometiendo el gas a un campo magnético o eléctrico relativamente fuerte.

Según un aspecto de este invento, la resonancia molecular que muestra dicho gas se utiliza para ejercer un efecto de "tracción" sobre la frecuencia de las oscilaciones engendradas por un magnetrón, un clistrón u otro generador de microondas que incorpore una cavidad de resonancia o equivalente, o se use con ella. Conforme la frecuencia de las oscilaciones engendradas tiende a subir por encima de la frecuencia deseada o a caer por debajo de ella, la reactancia de un cuerpo del gas reflejada en la cavidad del tubo, cambia rápidamente y lo hace en sentido de restablecer la frecuencia a la magnitud deseada. Así, el cuerpo de gas, en analogía



186209

aproximada a un piezo-cristal, es el equivalente eléctrico de una red de dos bornes $\frac{y}{Q}$ de alta, que forma el elemento determinador de frecuencia del sistema oscilatorio.

5 En algunas formas del invento, el recipiente del gas absorbente de microondas es a su vez resonante con relativa amplitud a la frecuencia de funcionamiento deseada del oscilador, de manera que, en combinación con el gas absorbente, ofrece un elemento de circuito cuya Q es en extremo alta a la frecuencia de resonancia, y que posee considerable importancia en todo un campo apreciable por encima y por debajo de la frecuencia de resonancia.

10 En otra forma del invento, el recipiente del gas absorbente de microondas, es a su vez resonante, pero sus efectos reactivos sobre el oscilador son anulados por la reactancia de otra cavidad o equivalente, libre de gas y también acoplada por el oscilador. El recipiente de resonancia de la cámara para el gas, en cuanto se refiere al sistema de oscilador, es aperiódico, y no resonante, de manera que el gas solo sirve como un elemento de resonancia precisa para mantener constante la resonancia de las oscilaciones engendradas.

20 En cualquiera de las formas anteriores, el oscilador estabilizado puede usarse para suministrar fuerza a una carga, o como un generador de señales adecuado para usarlo como un patrón de frecuencia altamente preciso.

25 Además, según el invento, los elementos de circuito de Q alta arriba descritos pueden a su vez usarse como ondímetros de alta precisión adecuados para comprobar si la frecuencia



186209

cia de las oscilaciones engendradas corresponde a alguna de las frecuencias discretas correspondiendo a las líneas de absorción de uno o más gases que tengan la característica de resonancia molecular.

5 El invento reside además en los métodos de sistemas que después se describen y reivindican.

Para la comprensión más detallada del invento y para la ilustración de sistemas que lo incorporan, se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales;

10 Las figuras 1 a 4A inclusive son curvas a que se hace referencia en la explicación de los principios que informan el invento.

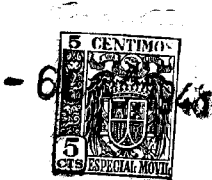
La figura 5 representa diagramáticamente un sistema para estabilizar un magnetrón, en el cual el elemento estabilizador es una cavidad de resonancia que contiene un gas que muestra resonancia molecular.

15 La figura 6 muestra diagramáticamente un sistema similar al de la figura 5, con disposiciones para compensar la reactancia de la cavidad que contiene gas.

20 La figura 7 es un gráfico que indica ciertas frecuencias de microondas a las cuales los gases especificados muestran resonancias moleculares.

La figura 8 muestra diagramáticamente otra forma de sistema de oscilador adecuada para frecuencias más bajas y que emplea resonancia molecular para estabilizar la frecuencia; y

25 Las figuras 9 y 10 representan dos formas del ondómetro que utiliza un gas de resonancia molecular como patrón de frecuencia.



186209

Al explicar los principios que informan el invento, diremos que es sabido que hay un número de gases incluyendo el amoniaco (NH_3), COS , CH_3OH , CH_3NH_2 , NH_2D , NHD_2 y ND_3 , que muestran absorción selectiva en la porción de frecuencia ultra alta del espectro de frecuencias. Por mediciones de la frecuencia "resonante" de tal gas, es sabido que la magnitud de coeficiente de absorción puede ser totalmente independiente de la presión de gas, pero que la anchura aparente de las líneas de absorción disminuye en un campo considerable de presión, al reducirse ésta. Específicamente, a una longitud de onda de 1.25 cm, (24 kilomegacilos) la Q, de la "línea" del amoniaco es aproximadamente 10 cuando la presión de gas es 1/10 de atmósfera y es 100 a 1/100 de atmósfera. Sin embargo, conforme la presión se reduce más y más, hasta, por ejemplo, el orden de milímetros de mercurio, la región de absorción se rompe en una pluralidad de líneas componentes definidas con precisión y que comprenden la fina estructura rotacional de la absorción primitiva, correspondiendo precisamente cada una a una frecuencia particular y no siendo afectada por ningún factor conocido salvo un fuerte campo eléctrico o magnético.

Este efecto de resonancia precisa del gas, puede utilizarse en un circuito de microondas para la estabilización o la medición precisa de una frecuencia discreta correspondiente a una seleccionada de dichas líneas definidas empleando un guíaondas o una cavidad resonante como cámara para el gas.

Por el momento se supone que dicha cavidad o equi-



186209

valente no tiene pérdidas en absoluto, esto es, que tiene una Q infinitamente grande y está llena de gas amoniac a la presión atmosférica: en estas circunstancias el gas es no resonante y absorbe energía de microondas en un campo de frecuencia relativamente amplio. El coeficiente de absorción (α), es 5×10^{-4} nepers por centímetro, y la Q de la combinación, debida al gas solo es:

$$Q = \frac{\pi}{\alpha \lambda} = \frac{3.14}{5 \times 10^{-4} \times 1.25} = 5.000$$

donde λ es igual a 1.25 cm.

Este gas, colocado en una cavidad con una Q inicial de 5000 da una Q neta de 2500 porque

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2}$$

donde Q_1 iguala a la Q del gas, y Q_2 es igual a la Q de la cavidad.

Pero cuando el gas absorbe microondas no en un amplio campo de frecuencias sino en un campo estrecho que puede controlarse, como arriba se ha dicho variando la presión de gas de manera que la línea de absorción se rompa en una pluralidad de líneas discretas definidas con precisión, la situación es totalmente distinta. Por ejemplo, a presión de 0.02 mm, de mercurio, los puntos de media anchura de la curva de resonancia de la combinación de gas de cavidad, corresponden a una Q de 40.000 y a presiones aun más bajas, pueden obtenerse fácilmente QQ tan altas como 100.000.

En la curva de resonancia de un elemento de circuito que comprende un gas de alta resonancia dentro de un resonador de cavidad es del carácter representado en la figu-



186209

ra l, con una caída pronunciada a la frecuencia de resonancia F del gas y la cavidad. La reactancia de la cavidad sola, sin el gas, se representa por la curva X , figura 2. Como se ve, al aumentar la frecuencia, la reactancia de la cavidad aumenta más bien lentamente hasta un valor máximo a una frecuencia F_1 mucho más baja que la frecuencia de resonancia F , y luego disminuye algo más rápidamente, pasando por el valor -x- cero a la frecuencia F ; cuando la frecuencia aumenta aun más, la reactancia de la cavidad aumenta, en sentido inverso, hasta un máximo a la frecuencia F_2 algo más alta que la frecuencia de resonancia F , y luego disminuye más lentamente. La cavidad ofrece la reactancia inductiva máxima a la frecuencia F_1 , y la reactancia capacitiva máxima a la frecuencia F_2 , ambas bien desplazadas de la frecuencia de resonancia F .

En contraste con el cambio relativamente lento de reactancia de la cavidad entre las frecuencias F_1 y F_2 , se hará referencia a las figuras 3 y 3A, que muestran que la reactancia X_1 o X_2 del mismo gas alcanza valores máximos a frecuencias F_3 y F_4 , ambas muy próximas a la frecuencia de resonancia F , y cambia rápidamente de magnitud entre estas frecuencias. La curva de reactancia X_2 de la figura 3A es la inversión de la figura 3 efectuada para un transformador, por ejemplo.

La reactancia compuesta de la cavidad llena de gas, se ve como ejemplo en la curva (X, X_1) de la figura 4 o la curva (X, X_2) de la figura 4A, y como se representa, la reactancia aumenta muy rápidamente en amplitud a una diminuta



186209

desviación de la frecuencia en cualquier sentido desde la frecuencia de resonancia F , siendo la extrema pendiente de la curva en la vecindad de la resonancia debida a la alta Q del gas. En cualquier caso, la característica reactancia/frecuencia de la cavidad llena de gas le conviene idealmente como un elemento de circuito estable de alta Q .

En el sistema de generador de microondas representado en la figura 5, la característica de resonancia precisa de una cavidad resonante sintonizada a una frecuencia de funcionamiento deseada y que contiene un gas con resonancia molecular a dicha frecuencia, se utiliza para estabilizar la frecuencia de un magnetrón de cavidades múltiples 10. La cavidad 11 que contiene el cuerpo de gas 12 se acopla adecuadamente con el magnetrón para aparecer en él como una carga altamente reactiva capaz de "tirar" de la frecuencia de oscilaciones engendradas por el magnetrón a la frecuencia de funcionamiento deseada. El funcionamiento depende del conocimiento de la cifra de tracción del tubo que puede determinarse por técnicas conocidas. El "tirón" se ha definido arbitrariamente como el cambio máximo de frecuencia inducido en un generador de microondas por el uso de una carga reactiva que se establece a una proporción constante de montaje de 1.5 a 1. La fase del coeficiente de reflexión varía 180° y la frecuencia se anota al paso que se mantiene la misma la relación de onda constante. Obtenidos estos datos, las distancias -a- y -b- figura 5 puede elegirse para la utilización máxima de la característica de "tracción" del magnetrón para la estabilización de frecuencia por la carac-



186209

terística de resonancia precisa de la cavidad llena de gas
12. La distancia "b" se mide desde el empalme del magnetrón
y el guía-ondas 9 al empalme de la cavidad 11 y el guía ondas
9; la distancia "a" se mide desde este último empalme a la
5 ventanilla 17. El ajuste de las longitudes "a" y "b" puede
hacerse deseablemente mientras se anota la frecuencia de sa-
lida del tubo con un monitor de barrido o analizador de es-
pectros durante la aplicación de un voltaje modulador al tubo
oscilador 10. La regulación óptima es la que da por resul-
10 tado un cambio mínimo de la frecuencia portadora.

Cuando una cavidad resonante o equivalente se usa
para permitir la utilización de la resonancia molecular de
un gas para estabilizar o determinar la frecuencia de un osci-
lador, han de evitarse los efectos de saturación. Estos efec-
15 tos pueden ocurrir cuando la intensidad de los campos de ra-
dio frecuencia en la cavidad es excesivamente alta, y se ha-
cen evidentes por la aparente reducción en la absorción al
aumentar la intensidad de campo. Cuando se experimentan di-
20 ficultades con estos efectos, puede recurrirse a cavidades
de modo alto usando una muestra correspondientemente mayor
del gas y en el cual hay mayor distribución de la energía de
radio-frecuencia de manera que su intensidad de campo no es
en ninguna parte excesivamente intensa.

Cavidades resonantes llenas a baja presión de un
25 gas absorbente de microondas pueden usarse en un sistema de
guía-ondas en conexión en serie o en shunt, según se entien-
den estos términos en la técnica de las microondas.

Cuando, como en la figura 5, el elemento estabiliza-



186209

dor es una cavidad resonante y un gas de resonancia molecular, la impedancia (o admitancia) resultante incluye como componentes las resistencias (o conductancias) del gas y del resonador y las reactivancias (o susceptancias) de la

5 cavidad y del gas. El efecto reactivo (o de susceptancia) de la cavidad puede eliminarse, dejando solo los efectos resonantes del gas, por el uso (figura 6) de una segunda cavidad resonante 14 idéntica a la cavidad 13, pero que

10 no está llena del gas absorbente de microondas, y está espaciada de la cavidad 13 por una distancia "c" de manera que la reflexión en el empalme de la cavidad 14 con el guía-ondas 9 anula la onda reflejada en el empalme de la cavidad 13 y el guía-ondas 9. En una palabra, la distancia "c" se elige o regula de manera, por ejemplo, por secciones

15 telescópicas, que en ausencia del gas absorbente en la cámara 13, el guía se aparca a la frecuencia de funcionamiento para la máxima transferencia de fuerza del magnetrón 10 a una carga acomodada 16. El tornillo sintonizante 15, o un equivalente, puede utilizarse para la regulación fina

20 de la longitud eléctrica "c". Cuando se dispone luego un gas absorbente de microondas en la cavidad 13, solo queda efectivamente la componente de impedancia o admitancia debida a la resonancia del gas, y por tanto la efectividad estabilizadora de la disposición de dos cámaras de la figura 6

25 es la de un elemento de circuito que tenga una Q que puede ser del orden de 100.000 o más. En cada uno de los montajes anteriores debe entenderse por supuesto, que la cámara para contener el gas absorbente de microondas está provista



186209

de un cierre, tal como la ventanilla 17, que confina el gas pero es virtualmente transparente a la energía de microondas del generador. Las ventanillas 17 pueden ser, por ejemplo, de mica delgada.

5 En general, los gases adecuados para su uso como patrones de frecuencia precisa o para estabilizar generadores de microondas son los que tienen un momento dipolar que incluye por ejemplo, los gases arriba mencionados específicamente. Esta clase de gases, a presiones adecuadamente bajas del orden de 10^{-2} milímetros de mercurio, ofrecen un número importante de frecuencias discretas a las cuales, recurriendo al presente invento, puede estabilizarse un oscilador. A presiones adecuadamente bajas, el gas amoniaco solo (figura 7) tiene un número importante de líneas de absorción precisas en el campo de 19.5 a 25.5 kmc, cualquiera de las cuales puede usarse como arriba se describe como patrón de frecuencia para la estabilización del oscilador. Otros gases que el amoniaco, que tienen resonancia molecular, pueden, por supuesto, usarse; por ejemplo, hay transiciones rotacionales puras para COS a 2.5 y 1.25 centímetros para
10
15
20
- CH₃F a 6 mm, para CH₃Cl a 1.06 y 0.53 cm, y para CH₃Br a 1.53 y 0.765 cm. Por el gráfico de la figura 7 es evidente ver que aun unos pocos gases ofrecen un gran número de líneas de frecuencias normales esparcidas en un campo considerable de
25 frecuencias de microondas.

Materiales tales como NH₂D, NHD₂ y ND₃ muestran resonancia a longitudes de onda tan largas como de 1 metro o frecuencias tan bajas como 300 megaciclos. Con los gases



948

186209

últimamente citados, que ofrecen resonancia molecular a las
frecuencias de microondas más bajas, el elemento estabiliza-
dor de frecuencia puede ser, como se ve en la figura 8, una
longitud adecuada de línea concéntrica 18 hermética al gas
5 llena de uno de estos gases y conectada con una triodo corrien-
te u otro tubo 19. En el montaje particular de la figura
8, el oscilador es de tipo de rejilla sintonizada y placa sin-
tonizada, y el circuito de rejilla sintonizada que sirve como
el circuito determinador de frecuencia de alta Q del oscila-
10 dor es la línea concéntrica 18 llena del gas resonante. El
resto del circuito de oscilador es el ordinario y no necesita
describirse específicamente. Debe entenderse, por supuesto,
que otros montajes de oscilador corrientes que emplean cavida-
des resonantes, líneas concéntricas o guíaondas que pueden
15 servir como recipientes o celdas para el gas resonante molecu-
lar, pueden estabilizarse en cuanto a la frecuencia, recurrien-
do a los principios arriba explicados y en general según los
ejemplos específicos expuestos.

Cualquiera de los osciladores así estabilizados pue-
20 de usarse para suministrar fuerza a una carga, por ejemplo, a
una antena, o como patrones altamente precisos de frecuencia
en métodos de medición de frecuencia por lo demás ordinarios.
Además, una cavidad resonante 20, figura 9, o una longitud de
guíaondas 21, figura 10, llenas de un gas de resonancia mole-
25 cular a los modos fundamentales o más altos de la cavidad o
guía, pueden usarse como ondímetro de absorción para regular
un oscilador a funcionar a frecuencia de resonancia molecular
del gas o para comprobar si la frecuencia de las oscilaciones



186209

engendradas corresponde a la del ondímetro de precisión. Un juego de estos ondímetros de precisión o de patrones de frecuencia para un gran número de frecuencias discretas puede hacerse eligiendo adecuadamente el gas y las dimensiones de las cavidades asociadas. Cada unidad de ondímetro, figura 9 y 10, puede proveerse de un rectificador de cristal, o equivalente, para su conexión con un medidor sensitivo 22 o un dispositivo equivalente, para indicar o registrar la respuesta del ondímetro a las oscilaciones comunicadas.

Por las reglas generales explicadas y los ejemplos específicos dados, será evidente para los profesionales cómo pueden utilizarse otros gases de resonancia moleculares para determinar la frecuencia de la energía de microondas.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 8 de enero de 1948, bajo el número 1,240, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

* N O T A *

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes;



2659

186209

1º - Un sistema de oscilador de microondas para engendrar oscilaciones de frecuencia altamente precisa con arreglo al método descrito, que comprende un generador de microondas y una cámara que contiene un cuerpo de gas que muestra resonancia molecular a dicha frecuencia, estando el cuerpo de gas acoplado con el generador para producir en él un efecto reactivo que aumenta rápidamente en magnitud al desviarse la frecuencia de las oscilaciones engendradas desde la frecuencia de resonancia molecular y de opuestos sentidos para desviaciones de sentido opuesto.

2º - Un sistema oscilador de microondas según se reivindica en el punto 1º., en el cual el generador de microondas tiene un circuito sintonizado, y se disponen medios de circuito para reflejar los efectos reactivos de dicho gas en el circuito sintonizado.

3º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en el punto 1º., en el cual el generador de microondas tiene una cavidad resonante, y se dispone una línea de transmisión para acoplar la cámara con la cavidad para reflejar en ella los efectos reactivos del gas cuando la frecuencia en las oscilaciones engendradas se desvía de la frecuencia de resonancia molecular del gas.

4º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en los puntos 1º., 2º o 3º., en el cual la cámara de gas es ampliamente resonante a dicha frecuencia y la línea de transmisión está acoplada con dicha cavidad para reflejar en ella efectos reactivos producidos juntamente por la cámara y el gas cuando la frecuencia engendrada se des-



186209

via de la frecuencia de resonancia molecular del gas.

5 5º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en los puntos 1º., 2º o 3º., en el cual un par de cavidades resonantes están conectadas con la línea de transmisión en tales puntos que sus efectos reactivos se anulan mutuamente al ser reflejados en la cavidad del generador de microondas habiendo un cuerpo de dicha gas en una sola del par de cavidades resonantes.

10 6º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en los puntos 1º., 2º. o 3º., en el cual la cámara de gas es una cámara no resonante conectada con la cavidad del generador.

15 7º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en el punto 3º., en el cual la línea de transmisión conecta la cavidad del generador de microondas con una carga apareada, estando la cámara que contiene dicho cuerpo de gas, conectada con la línea de transmisión.

20 8º - Un sistema determinador de frecuencia de microondas que comprende una cámara eléctricamente conductora y hermética al gas, que muestra resonancia a las frecuencias de microondas, y gas en dicha cámara a presión de menos de 1 mm., de mercurio y que tiene resonancia molecular bien definida a una frecuencia a la cual dicha cámara es resonante.

25 9º - Un sistema de oscilador de microondas según se reivindica en el punto 1º., virtualmente como aquí se describe, con referencia a cualquiera de las varias modificaciones representadas.

10º - Un sistema de estabilizar la frecuencia de



186209

un generador de oscilaciones de alta frecuencia.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

5

Entre líneas "y de", vale.

Esta memoria consta de diez y seis hojas escritas por una sola cara.

Madrid,

1949

F. A.

Alberto de Lizaburu

**MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**



P 7001

186209

Fig.1.

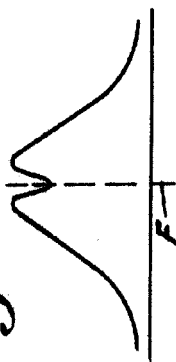


Fig.2.

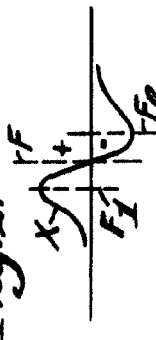


Fig.3.

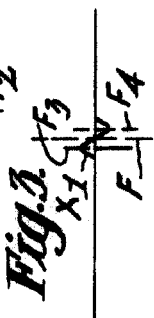


Fig.4.



Fig.3a.

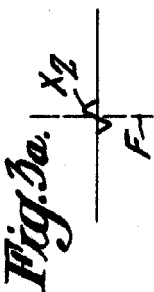


Fig.4a.

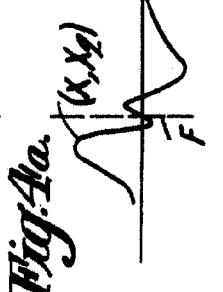


Fig.9.

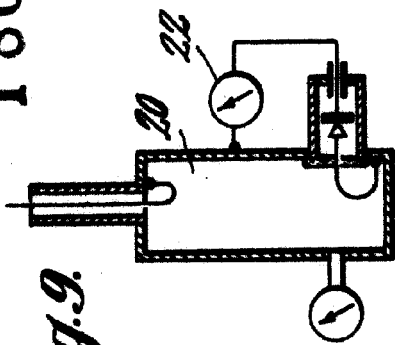


Fig.5.

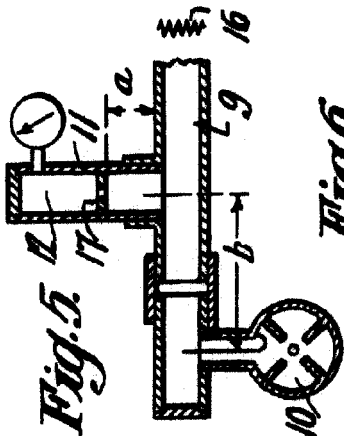


Fig.6.

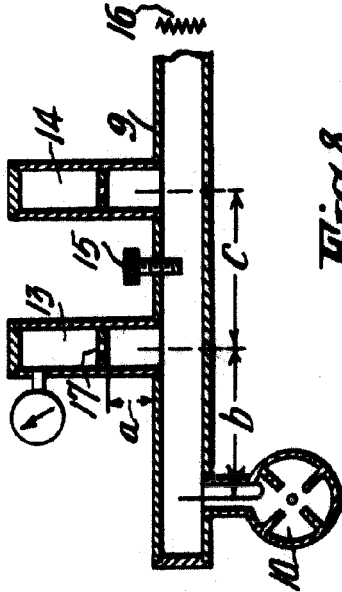


Fig.8.

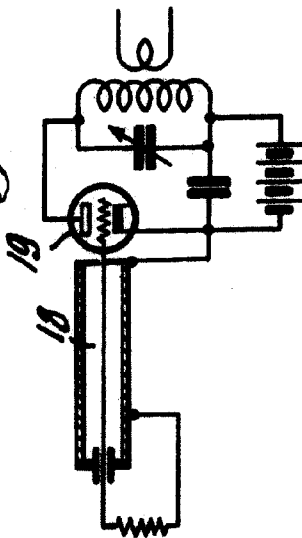
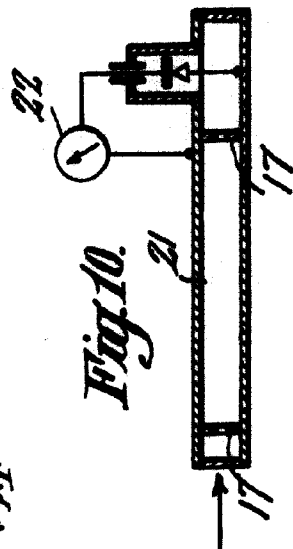


Fig.10.



P. A.

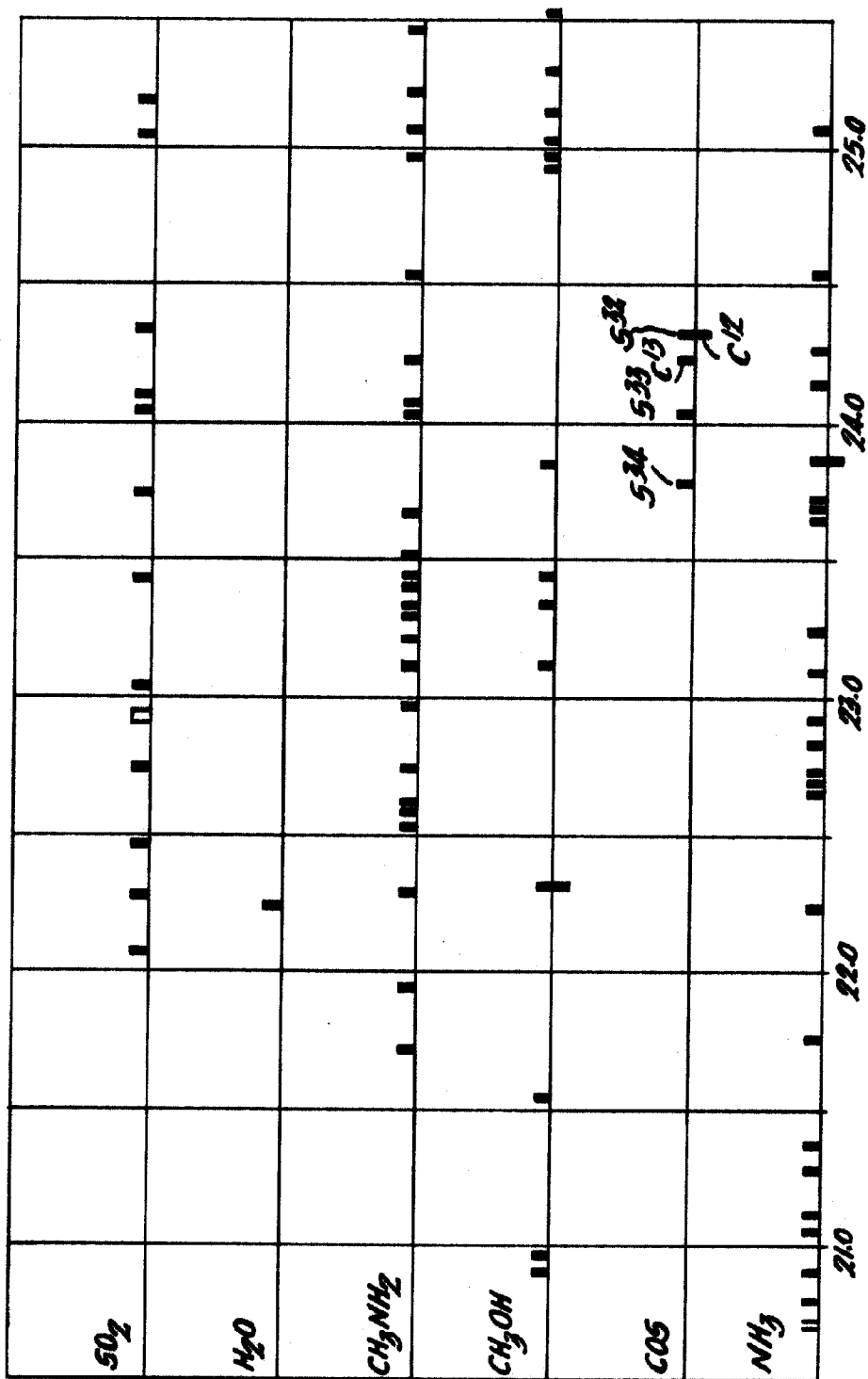
Alberto de Figueru



p 7001

186209

Fig. 7.



P. S.

Alberto de Elcabeuro