



PROCEDIMIENTO PARA ESTABILIZAR Y FILTRAR LA FRECUENCIA DE LOS CIRCUITOS OSCILANTES POR MEDIO DE LOS CRISTALES PIEZOELECTRICOS Y PRINCIPALES APLICACIONES DEL MISMO.

MEMORIA

El objeto de esta patente es reivindicar, según se describe en la presente Memoria, las aplicaciones prácticas que se obtienen al utilizar adecuadamente las propiedades de los cristales o cuerpos denominados piezoeléctricos y que pasamos a exponer seguidamente.

PIEZO-ELECTRICIDAD.- Las principales propiedades de los cuerpos piezoeléctricos pueden resumirse así:

"Siempre que un cristal hemidríptico o asimétrico no conductor, cualquiera que sea la causa determinante, tal como la acción mecánica (presión, torsión, etc.) se contrae, o deforma, deja en libertad cierta cantidad de electricidad con la presencia de polos eléctricos en un cierto sentido, cambiando estos y verificándose el desprendimiento de electricidad en sentido contrario cuando este se dilata o expansiona. El fenómeno es reversible, esto es, cuando se aplican potenciales eléctricos en determinados puntos de la superficie del cristal sufre este una dilatación, torsión, etc.

Estos cristales asimétricos son precisamente los que desvían el plano de polarización de la luz, siendo precisamente la causa de ambos casos la misma.

Sólo los cristales hemidrípticos, hemimorfos o enantiomorfos poseen estas propiedades y lo mismo ocurre si la asimetría es molecular que si es estructural en sus cristales, es decir, si son asimétricos con respecto a su eje principal.

A continuación damos las leyes porque se rigen estos fenómenos.

1ª.- Los dos extremos de un cristal del género que estamos tratando sometidos a presión, adquieren cargas eléctricas iguales y de signos contrarios.

2ª.- La cantidad de electricidad liberada por un cierto au-



mento de presión en igual y de signo contrario a la producción por igual disminución que presión.

3a.- Esta cantidad es proporcional a la variación de presión

4a.- Para una misma variación de presión la cantidad de electricidad que se desprende es independiente de las dimensiones del cristal.

He aquí ahora, algunos ejemplos de cristales piezoeléctricos:

a)- La turmalina que es hemidríca caracterizándose por tener dos únicos polos terminales de caras desiguales; uno al extremo de un romboedro muy agudo, es positivo por contracción; el polo negativo es el extremo de un romboedro más achatado situado en el extremo opuesto al anterior (fig. 1).

b)- La blenda cristal hemidríca hemimorfo, es tetraédrica, tiene el polo positivo, por contracción, en el vértice; y el polo negativo en la base (fig. 2).

c)- La boracita, hemidríca, hemimorfo, es derivado de la forma cúbica con cuatro vértices truncados por un tetraedro, tiene cuatro ejes de electricidad según los cuatro ejes de cubo. Son polos positivos, por contracción los extremos de estos ejes; y negativos las bases de los tetraedros (fig. 3).

d)- El clorato sódico hemidríco, enantiomorfo, es un dodecaedro pentagonal con dos tetraedros complementarios, uno en el clorato dextrógiro y otro en el levógiro; son positivas las caras A, por oposición a las C. (figuras 4).

e)- El cuarzo, hemidríco, enantiomorfo, prismático exagonal terminado en pirámides con una constante piezoeléctrica de 0,0677.

Se le prepara cortando una lámina de cuarzo del interior de la masa de un cristal en la forma que indica la (fig. 5), en dirección normal a uno de los planos ejes, montando una de estas láminas entre dos placas metálicas aisladas entre sí por goma, ebonita, baquelita, etc. como se indica en la (fig. 6), a cuyas placas metálicas se conectan los conductores para la aplicación del cristal.

Por último y para no hacer esta relación excesivamente larga citaremos la sal de Rochela o tartrato sódico potásico (fig. 7 y 8) que tiene propiedades piezoeléctricas muy marcadas y cuya constante piezoeléctrica es de 10 unidades electrostáticas por kilogramo de



presión, habiendo llegado seleccionando cuidadosamente y preparando cristales de esta sustancia a obtener una carga de 200 unidades electrostáticas por kilogramo de presión.

Y en general, se puede decir que en mayor o menor grado todos los cristales hemidrícos o asimétricos poseen estas propiedades y así mismo todos estos cristales poseen las de presentar polos eléctricos, sometidos a variaciones de temperatura conociéndose esta nueva agrupación de fenómenos el nombre de piroeléctricos, siendo evidentemente de índole parecida a todos estos, los que nos explicarían el de la carga residual en los dieléctricos de los condensadores.

La cantidad de electricidad desprendida en el efecto piezoeléctrico se puede expresar por la siguiente fórmula:

$$Q = K \frac{L}{I} P$$

Don Q, es la carga en unidades electrostáticas C.G.S.K. la constante piezoeléctrica, L, la longitud de la cubierta metálica, I, la distancia entre los electrodos y P, la presión expresada en kilogramos.

Con esto cerramos la exposición de hechos conocidos, habiendo llevado esta a efecto, pues precisamente en las propiedades citadas nos basamos para obtener efectos y aplicaciones prácticas completamente nuevas y originales de estos cristales, aplicaciones que constituyen el objeto de esta patente y que pasamos a describir seguidamente.

- - - - -

Efecto del conjunto de propiedades anteriormente mencionadas, se deduce, que sometiendo uno de estos cristales a presiones alternadas se convertirá en un generador de oscilaciones eléctricas. Así, si se registra sobre un oscilógrafo el efecto de un fuerte golpe o choque dado sobre un cristal este vibrará con su período propio y obtendremos un oscilograma notable (fig. 10) en el que se acusará la producción de dos trenes de oscilaciones superpuestas de trescientos y dos mil periodos que dependerán como es lógico del período y resonancia propios del cristal. En dicho oscilograma se observará que la frecuencia de las oscilaciones es constante, siendo estas amortiguadas a causa de decrecer la amplitud de las vibraciones mecánicas producidas en el cristal. Ahora bien, si nosotros por un medio



cualquiera conseguimos entretener las vibraciones mecánicas del cristal se comprenderá que este se habrá convertido en un generador de oscilaciones eléctricas entretenidas, es decir, poseyendo todas las misma amplitud, y con una frecuencia que dependerá exclusivamente de la propia del mismo y por lo tanto, de sus dimensiones.

Si ahora aplicamos una f, e, m , instantánea a uno de dichos cristales se explicará la producción de una deformación en el mismo, tendiendo a recobrar inmediatamente su forma primitiva (con devolución de energía eléctrica) y sobrepasándose esta por efecto de la inercia se repetirá la misma deformación, pero en sentido contrario, aunque esta vez de menor amplitud y así sucesivamente, originándose, pues, una vibración amortiguada con el periodo propio del cristal, exactamente lo mismo que si esta hubiese sido producida por un choque mecánico.

Se comprenderá pues, que si siempre que el cristal pase por la misma fase de vibración repetimos el choque eléctrico expresado, las oscilaciones se mantendrán convirtiéndose entonces este en asiento de oscilaciones entretenidas con un periodo igual al propio del mismo.

De lo expuesto se deduce, que conectando debidamente un cristal de este género a un manantial cualquiera, de oscilaciones entretenidas (ver fig. 11 y 12) como por ejemplo el formado por una válvula de tres electrodos acoplada adecuadamente a un circuito oscilante, al cerrarse dicho circuito este cristal experimentará un choque eléctrico que lo hará entrar en vibración, vibraciones que se mantendrán gracias a que el mismo absorberá energía, siempre que pase por la misma fase debido al campo eléctrico de sentido contrario originado por efecto piezoeléctrico cada medio periodo, dando lugar a que dichos choques eléctricos se repitan con la misma frecuencia que la propia del cristal.

Por lo tanto, la frecuencia de las oscilaciones será rigurosamente constantes, mientras no se cambie el cristal y de tal manera, tendrá influencia esta acción estabilizadora que empleando uno de cuarzo ver (fig. 11 y 12), las variaciones de corriente de filamento voltaje de placa resistencia inductancia capacidad o cualquier clase de variación eléctrica del circuito no afectará más de 1 a 2 centésimas por ciento en la frecuencia de las oscilaciones.



Estas tendrán su amplitud máxima cuando se verifique la resonancia entre los periodos propios del cristal y del circuito (igual a 200V LC.) En caso contrario se producirán en este, oscilaciones forzadas disminuyendo estas en amplitud hasta llegar a desaparecer bruscamente cuando la desigualdad de periodos, llegase a cierto limite, pero sin que por un momento se hubiese alterado perceptiblemente la frecuencia de oscilación.

Se cita el cuarzo entre los cristales piezoeléctricos, pues este es mas útil por su baratura, dureza y su coeficiente de expansión que prácticamente es cero, mientras que las sales de Rochela son tan higroscópicas que su forma y condición varían al absorber la humedad ambiente y la turmalina es bastante rara y costosa.

En efecto, el cuarzo para una variación de temperatura de $\pm 2^\circ$ a 24° centígrados no cambia en su frecuencia propia más que entre 3 y 1 centésima por ciento. Del mismo modo, aunque apliquemos a los electrodos una fuerza de dos kilogramos, no se produce un cambio perceptible en la frecuencia propia de aquel.

Segun se ha visto, un determinado cristal opone diferente resistencia al paso de las oscilaciones, si se varia el periodo propio del circuito, pudiéndose esto representar por la curva de la (fig. 13), que indica que la resistencia a la oscilación es minima cuando se verifica la resonancia o igualdad de frecuencias entre el cristal y el circuito, creciendo dicha resistencia hasta que llega a anular las oscilaciones por completo a medida que la desigualdad de periodos vá siendo mayor.

Por tanto, se puede aprovechar esta propiedad en una nueva aplicación del cristal, como es su utilización como circuito-filtro o tapón de frecuencias por ofrecer este diversa resistencia, segun sea la frecuencia que obre sobre él.

A continuación describimos una de las mas importantes en el...

APARTADO A.

En efecto, mediante la aplicación de este método a los receptores Radiotelefónicos, Radiotelegráficos y de Radiovisión, será posible eliminar de dichos aparatos aquellas frecuencias que obren sobre el sistema colector de energia de los mismos (antena, cuadro, etc)



siempre que no sean iguales a la propia del cristal, consiguiéndose así que, el receptor no responda más que a una frecuencia determinada, quedando invariablemente unido y encadenado únicamente a aquella emisión que se efectue con un período igual al propio del cristal empleado.

Así es posible conservar la sintonía o enlace con una estación dada, sin posibles alteraciones en éste, por fluctuaciones fortuitas en las características eléctricas del receptor, balanceo de antena, variaciones en las tensiones de alimentación, id. de capacidad etc. y por tanto, asegurándose la fijeza y estabilidad en la comunicación.

Como resumen de todo lo anterior, es que tenemos mediante la utilización o empleo de los cristales piezoeléctricos un procedimiento completamente nuevo y original para conseguir fijar, estabilizar o filtrar las frecuencias de oscilación en los circuitos eléctricos dependiendo únicamente cada caso particular de las dimensiones de los cristales empleados.

ASI PUES, SE REIVINDICA PARA LOS FIRMIANTES DE ESTA PATENTE.

La aplicación o empleo en los circuitos eléctricos de los cristales o cuerpos denominados piezoeléctricos (cuarzo, Turmalina, Sal de Rochela, etc. etc.) cuando mediante este procedimiento se trate de conseguir cualquiera de los objetos fundamentales siguientes:

1ª.- Estabilizar y conservar inalterable la frecuencia de oscilación de los circuitos eléctricos en todas sus múltiples aplicaciones; detallándose algunos en el...

APARTADO B.

a)- Empleo de los cristales piezoeléctricos para conservar rigurosamente exacta e invariable la frecuencia de emisión en las estaciones productoras de ondas herzianas clasificadas en dos grandes grupos:

1ª.- Estaciones emisoras a lo largo de líneas conductoras, siendo ejemplo los aparatos de telefonía y telegrafía múltiples por alta frecuencia conectados en líneas telefónicas, telegráficas o de alta tensión.



2º.- Estaciones emisoras sin hilos como son las de radiotelegrafía, radiotelefonía, radiovisión etc.

b)- Empleo de los cristales piezoeléctricos en la construcción de osciladores eléctricos rigurosamente calibrados, tales como en ondámetros y heterodinos de oscilación fija.

c)- Empleo de los cristales piezoeléctricos para obtener por este medio en diferentes circuitos corrientes alternas de un corto número de periodos y de frecuencia rigurosamente idéntica en todos ellos, consiguiéndose mediante la utilización de estas corrientes en motores eléctricos distintos un riguroso sincronismo de fases en el giro de todos ellos aplicable y de gran utilidad en múltiples casos como en los sistemas de televisión telegrafía rápida, telefonía automática, radiotelefonía secreta, telefonía múltiple etc. etc.

- - - - -

2º.- Filtrar, taponar o eliminar frecuencias perturbadoras, empleándose estos cristales en sustitución de los filtros eléctricos; lo que se podrá hacer en todos aquellos casos en que estos están indicados detallándose algunos en el....

APARTADO C.

a).- Empleo de los cristales piezoeléctricos como filtros de frecuencia en los receptores radiotelefónicos, radiotelegráficos y radiovisión en la forma que se ha detallado anteriormente en el Apartado A).

- - - - -

3º.- Por último en todos aquellos casos que contengan a un mismo tiempo la aplicación de los dos grupos anteriores, detallándose alguno en el

APARTADO D.

A)- Empleo de los cristales piezoeléctricos en la construcción de receptores superheterodinos utilizando como sintonizador un cristal, cuyo periodo de vibración sea igual al de la estación que se desea recibir, filtrándose así las diferentes frecuencias de las oscilaciones que recoge el aparato y actúan sobre él. En el oscilador heterodino se empleará otro cristal de una frecuencia propia, tal como interfiriendo con la anterior produzca la frecuencia in-



termedia para su amplificación susceptible a su vez de filtrarse a través de un nuevo cristal para obtener mayor selectividad.

b)- Citaremos tambien los aparatos de telefonia múltiple por alta frecuencia en que su funcionamiento sea a base del empleo de los cristales piezoeléctricos, tantas veces citados.

Presentemos a continuación como ejemplo de aplicación de los dos grupos fundamentales anteriores, un modelo detallado de uno de los múltiples circuitos que se pueden idear a base de la utilización de estos cristales como filtro y estabilizadores de frecuencia.

- - - - -

NUEVO APARATO DE TELEFONIA MULTIPLE POR ALTA FRECUENCIA A LO LARGO DE LINEAS CONDUCTORAS A BASE DE LA UTILIZACION DE LOS CRISTALES PIEZO-ELECTRICOS (CUARZO, TURMALINA, ETC. ETC.)

- - - - -

GENERALIDADES.- Definición.

Entendemos por telefonia múltiple por alta-frecuencia aquellos sistemas que permiten mediante el empleo adecuado de estas corrientes sostener simultáneamente varias conversaciones telefónicas por un mismo circuito de tal manera que estas no se interfieran entre si.

Esto se ha conseguido produciendo en un circuito eléctrico acoplado a una válvula de tres electrodos y un cristal piezoeléctrico (de preferencia Cuarzo, por razones apuntadas en párrafos anteriores), una oscilación entretenida y rigurosamente estabilizada de alta-frecuencia y cuya amplitud es modulada por las corrientes microfónicas originadas por la voz.

De la misma manera se procede para las restantes conversaciones, pero empleando frecuencias portadoras, distintas en cada una de ellas lo que se consigue utilizando cristales de diferentes dimensiones.

Estas oscilaciones llegarán en su propagación al otro extremo de la línea donde aprovechando la propiedad descrita anteriormente de presentar los cristales piezoeléctricos diferente resistencia o amortiguamiento al paso de las oscilaciones, según sea la frecuencia de éstas (ver fig. 13) podemos seleccionarlas para su separación, yendo por último cada una de ellas a órganos adecuados donde nuevamente se manifiestan las corrientes primitivas con la consiguiente



reproducción de la palabra original.

En el proceso que hemos descrito a grandes rasgos se obtienen varias conversaciones simultáneas en un solo sentido, necesitaremos por tanto, para poder celebrar estas en las dos direcciones, disponer en cada estación extrema de la línea tantos aparatos emisores y receptores como conversaciones queramos obtener.

A la agrupación formada entre un emisor y un receptor le designamos nosotros con el nombre de "aparato", siéndonos preciso para realizar un diálogo entre dos estaciones dos grupos de "aparatos" como el indicado; bastará por tanto para entender su funcionamiento hacer la descripción de uno de ellos por resultar idéntico su correspondiente.

- - - - -

SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES.-

El "esquema de montaje" que acompaña a esta Memoria nos muestra las conexiones entre los distintos elementos que constituyen una estación completa o "aparato" (emisor y receptor).

A continuación describimos dando idea de su funcionamiento, todo lo referente a dicho esquema; emisor, receptor, función desempeñada por los cristales piezoeléctricos fuentes de energía, válvulas, sistema de llamada etc. etc.

CIRCUITO EMISOR

EL OSCILADOR.-

Empezamos describiendo ligeramente el circuito de oscilación y la marcha de las corrientes por el mismo.

La corriente de alta frecuencia de emisión es producida en la válvula generadora 14, cuyo circuito de placa está alimentado a través de la imperancia 5, y de la bobina de choque 6.

Entre los puntos m' y t se toma la derivación para el circuito oscilante formado por la auto-inducción 8, y la capacidad 9.

Colocase el condensador 10, para impedir el corto-circuito que en otro caso se produciría en la alta-tensión de alimentación anódica. Al mismo punto t, se conecta el circuito de rejilla en el que está intercalado el cristal piezoeléctrico 11, cuyas características son las que marcan únicamente la frecuencia de emisión.



Este cristal se montará en forma análoga a como aparece en la fig. 6, del otro plano.

FUNCIONAMIENTO TEORICO.-

Estando encendido el filamento de la lámpara L4 al conectar la tensión anódica al aparato, el circuito oscilante 8 y 9 sufrirá un choque eléctrico que lo hará entrar en oscilación, al mismo tiempo que establece la corriente placa-filamento en la válvula L4.

Las oscilaciones creadas en 8 y 9 se transmiten a través del condensador 10, a una de las armaduras del cristal de cuarzo 11, produciendo vibraciones mecánicas en el mismo con su periodo propio. Estas se traducen debido al efecto piezoeléctrico en fluctuaciones de la misma frecuencia de la tensión de rejilla provocando la oscilación de la corriente de placa y por tanto, a causa del choque de alta frecuencia 6, la renovación de las acciones eléctricas sobre el circuito 8 y 9 manteniendo en este las oscilaciones con un periodo idéntico al del cristal que rige el circuito de rejilla. Estas propagándose a través del condensador 10, entretienen las vibraciones mecánicas del mismo, evitando el amortiguamiento consiguiente que si no se introduciría en ellas.

Desde luego la frecuencia de oscilación del circuito 8 y 9 no se altera mientras no se cambie el cristal; y las posibles variaciones en la autoindicación 8 y capacidad 9, sólo influirán en modificar la amplitud de la misma de manera que esta será de energía máxima cuando exista identidad de periodos entre el del cristal y el propio del circuito 8 y 9 = 2 V I.C. Las oscilaciones cesarán por completo cuando el desacuerdo exceda de cierto limite.

Por tanto, el papel que desempeña el condensador variable 9 es unicamente el de conseguir la amplitud máxima en las oscilaciones eléctricas, pero nunca el de modificar la frecuencia de las mismas por depender esta exclusivamente del cristal empleado 11.

- - - - -

CONEXION DE LA LINEA DE ABONADO.-

El microteléfono, o bien la línea de abonado se conecta a los terminales 1 del aparato marchando las corrientes de conversación por B. lengüeta 43, contacto b, resistencia 49, primario O'M'P' del transformador diferencial de baja frecuencia 3 y por último, por las



resistencias 47 y 48 se cierra el circuito por b, la otra lengüeta 43 y 51 terminal A.

Parte de estas corrientes se bifurcan por la resistencia 50 y también por el punto M' y filtro 32, siendo estas pérdidas pequeñas por la mayor resistencia de estos circuitos.

SISTEMA AMPLIFICADOR DE BAJA.-

La amplificación en baja frecuencia necesaria para el buen funcionamiento del tubo modulador se consigue mediante las válvulas L 1 y L 2 montadas en (pus-pul) a través de los transformadores diferenciales 3 y 4. La corriente de conversación controlada por la resistencia 46 atraviesa el primario del transformador diferencial 3, engendrando fuerzas electromotrices inducidas en el secundario del mismo que obran sobre las rejillas de las válvulas amplificadores L 1 y L 2 que se llevan al potencial más adecuado a su funcionamiento mediante la caída de tensión provocada en la resistencia 44, sentada con un condensador de 2 MF. para impedir el amortiguamiento que ésta podría producir.

Las placas de los tubos amplificadores L 1 y L 2 están alimentadas a una tensión de 220 voltios a través del arrollamiento primario del transformador 4 en cuyo secundario tendremos por tanto, la misma corriente microfónica del abonado, pero notablemente amplificada, sin distorsión, gracias al montaje diferencial adoptado.

MODULACION Y TUBO MODULADOR.-

Las corrientes de conversación del abonado amplificadas considerablemente por válvulas L 1 y L 2 actúan sobre la rejilla del tubo modulador L 3, el cual las vuelve a amplificar, ahora bien, la corriente de alimentación de placa de dicho tubo tiene necesariamente que pasar a través de la impedancia 5, que como se observa está intercalada igualmente en la alimentación anódica de la lámpara L 4.

Por tanto, las variaciones de la corriente de placa del tubo modulador L 3 se traducirán en alteraciones idénticas, pero de signo contrario de la corriente anódica de la válvula osciladora L 4, debido a que la impedancia 5, evita varíe la suma total de corrientes que la atraviesa.

Estas fluctuaciones de corriente de placa del triodo L 4, se



efectuarán siguiendo el ritmo natural de las frecuencias producidas por los sonidos ocasionando variaciones idénticas en la intensidad de los choques eléctricos experimentados por el circuito oscilante 8 y 9 y por tanto, afectada la amplitud de oscilación del mismo, teniendo así lugar la modulación de la frecuencia portadora originada por el cristal 11.

AMPLIFICACION DE LAS OSCILACIONES Y PROPAGACION DE ESTAS POR LINEA.-

Las oscilaciones de alta frecuencia ya moduladas que se producen en el circuito 8 y 9 son aplicadas por intermedio de la toma K' y el condensador 12 a la rejilla del tubo amplificador de alta frecuencia L 5 y amplificadas por este, para ser transferidas al primario del transformador L 3, gracias al choque de alta-frecuencia intercalado en 7.

Estas oscilaciones se transmiten por inducción el asecundario A' de dicho transformador que se sintoniza de una vez para siempre al poner en marcha el aparato mediante el condensador fijo 14.

Estas por último, salvan los choques de baja frecuencia 15, conectados en V y X gracias a los condensadores que los asuntan para marchar a la línea a lo largo de la cual se propagan en el sentido R S evitándose penetren en la central, mediante los choques de alta frecuencia 16.

Por otra parte, las corrientes de alta-frecuencia que provienen de A' y 14, no pueden tampoco pasar al receptor por impedirlo el circuito oscilante 18 y 17 y el cristal piezoeléctrico 19 que responden a frecuencia distinta que la de emisión y producen en ella un gran amortiguamiento.

Queda así detallada toda la marcha de las corrientes microfónicas del abonado hasta que salen del aparato bajo la forma de oscilaciones de alta frecuencia moduladas para su propagación por la línea en la que sufre un amortiguamiento más o menos grande, según sean las características de la misma, llegando por último a un aparato idéntico al representado en el esquema de "montaje" donde después de atravesar la parte receptora del mismo arreglado para responder únicamente a la misma frecuencia que la de emisión son puestas otra vez de manifiesto en el teléfono del abonado co-



responsal.

RECEPCION

La contestación originada en la parte emisora de un aparato igual al detallado, pero con frecuencia portadora diferente, llegará de la dirección R.S. no siguiendo su propagación hacia T. U. a causa de las bobinas de choque 16.

Las corrientes de alta frecuencia salvarán de la manera descrita las bobinas de impedancia 15 (cuyo objeto es impedir que las corrientes de baja frecuencia que circulan por la línea penetren en el aparato), marchando por último al primario del transformador 18 por estar este sintonizado para esta frecuencia y ofrecer un amortiguamiento mínimo.

FUNCIONAMIENTO DEL CRISTAL PIEZOELECTRICO 19 COMO FILTRO DE FRECUENCIA.-

Las oscilaciones engendradas en el secundario del transformador 18, producirán un choque eléctrico en el cristal piezoeléctrico 19, originando un estado de vibración en el mismo que será mantenido, gracias a la energía de la oscilación de llegada y a ser el periodo de esta última idéntico al propio del cristal.

Debido al efecto piezoeléctrico, dichas vibraciones originarán cargas eléctricas variables en la armadura del cristal, unida a la rejilla de la lámpara amplificadora L 6, las que se propagarán a esta, produciendo oscilaciones de la misma frecuencia en el potencial de dicha rejilla.

Se comprende desde luego que no pudiendo ser entretenidas las vibraciones del cristal por frecuencias diferentes de la propia de este se evitará la propagación de todas aquellas a la rejilla de la válvula amplificadora L 6 obteniéndose así la selección en la frecuencia portadora.

El efecto filtrante del cristal será más marcado a medida que la curva del mismo (ver Fig. 13), sea más aguda.

La amplitud de la oscilación que actúa sobre la rejilla, depende de la fuerza con que vibre el cristal y esta a su vez de la amplitud de la oscilación de llegada. Por tanto, una onda modula-



da de frecuencia idéntica a la del cristal, se reproducirá exactamente en la rejilla del tubo amplificador L 6.

- - - - -

AMPLIFICADOR DE ALTA-FRECUENCIA.-

La oscilación de alta-frecuencia después de haber atravesado los órganos sintonizadores o filtros del aparato es amplificada mediante las válvulas L 6 y L 7 acopladas por el transformador 20 y cuyos circuitos se sintonizan o no a voluntad con los condensadores fijos 22 y 21.

El secundario del transformador 20 lleva en derivación la resistencia 23, cuyo objeto es poder variar el grado de amplificación.

El tubo amplificador L 7 se conecta por el transformador 24 a la válvula detectora o demoduladora L 8.

DETECCION

La energía de alta frecuencia pasa por último a través del condensador 28 a la rejilla del tubo demodulador L 8 que trabaja en el punto de máxima curvatura de su característica.

Para ello, se destruye el exceso de carga negativa que toma la rejilla debido al desprendimiento electrónico del filamento con la resistencia de varios megohmios (27) sujeta al condensador 28, y que está unida por el secundario del transformador 24, al polo positivo de la batería de calefacción. Se consigue así un equilibrio entre la carga muy negativa de la rejilla provocada por el condensador 28 y la pérdida de dicha carga a través de la resistencia 27 unida al polo positivo de filamento con lo que se coloca la rejilla automáticamente con el potencial necesario para que la válvula trabaje en el punto demodulador de su característica.

AMPLIFICACION DE BAJA-FRECUENCIA.-

Conseguida la demodulación, se vuelve a tener por tanto, la corriente original microfónica de frecuencia musical que se amplifica mediante las válvulas L 8 y L 9 montadas (pus-pul), lo que tiene la ventaja de evitar toda deformación y que funciona de una manera análoga a lo que se explicó para el amplificador



(pus-pul) del emisor, este no tiene más objeto que dar a la palabra el volumen de sonido necesario habiéndose efectuado el acoplamiento con la detectora por el transformador 29.

Los enodos de los amplificadores L 8 y L 9 están alimentados a través del primario del transformador (33) de impedancia elevada para frecuencias superiores a 100 periodos. Se ha colocado el condensador 34 para facilitar el paso de las frecuencias de conversación.

MARCHA DE LAS CORRIENTES DE CONVERSACION A LA LINEA DEL ABONADO.-

Por último, las corrientes de conversación se inducen en el secundario del transformador diferencial 31, pasando a través del filtro 32, dispuesto para eliminar todas las frecuencias audibles superiores a 5.000 periodos (la de la palabra oscila entre 200 y 2.000 periodos), evitándose así silbidos o estridencias en la conversación que se ocasionarían bien por interferencias, o bien en el caso de emplear ondas portadoras de frecuencia audible.

A la salida del filtro estas corrientes marchan por la línea en la que está colocada la resistencia 39, cuyo objeto es graduar la intensidad del sonido, yendo por último a través de la caja de equilibrio constituida por la resistencia 47, 48, 49 y 50 al arrollamiento primario del transformador diferencia 3 a la línea del abonado A.B. después de pasar por los contactos b y lenguetas 43, cerrándose así la marcha de una conversación sostenida en las dos direcciones.

CAJA DE EQUILIBRIO.-

El objeto de ésta es impedir que las corrientes de llegada que marchan por la línea de abonado, impresionen el secundario del transformador 3 y retrocedan por el emisor.

Para ello, uno de los hilos de la corriente de llegada está conectada al punto medio del primario del transformador diferencial 3, bifurcándose en el mismo la corriente en sentidos opuestos, uno para cerrar su circuito a través de la resistencia 29 línea de abonado AB y resistencia 48 con una pequeña derivación a través de la resistencia 50 y el otro cierra directamente por la



resistencia 47 y el secundario del transformador 31.

Se comprende desde luego que calculando convenientemente las resistencias antes dichas, según la de la línea que se conecte en AB conseguimos que la corriente en ambas mitades del primario del transformador diferencial 3, sean iguales y por ser estas de sentidos opuestos se anule la inducción sobre el secundario con lo que se evita el retroceso de la corriente de llegada por el emisor no sucediendo esto cuando se trate de hablar desde AB, puesto que entonces la corriente pasa toda en el mismo sentido por el primario del transformador 3.

DISPOSITIVO DE LLAMADA.-

Para la llamada se modula la corriente portadora de alta-frecuencia por la de baja frecuencia de 25 periodos de la máquina de llamada de la central conectando esta momentáneamente, mediante una llave a la línea AB, y sucediendo todo exactamente igual que en el caso de modulación microfónica.

A la llegada de esta al receptor atravesará este de la misma manera que cuando se trata de la conversación obteniéndose una vez demodulada, la corriente primitiva de 25 periodos que finalmente después de ser amplificada por los tubos L 8 y L 9 atraviesa el primario del transformador de llamada 33, que para dicha frecuencia le ofrece menos dificultad que el condensador de pequeña capacidad 34, La corriente inducida en el secundario de este transformador pasa ultimamente por las bobinas del relais 36, entre cuyos polos se halla situada una lengüeta, cuyo periodo propio de vibración es idéntico a la corriente de baja frecuencia de llegada. Esta laminilla entrará pues, en vibración tocando alternativamente a los contactos 37, quedándose pagada a uno de ellos debido al paso de la corriente continua que entonces se establece por los electro-imanés de relais 36 cerrándose el circuito por el polo positivo de la batería de calefacción el relais 41, los electro-imanés 36, lengüeta 35 contactos 37, contacto 38 y volviendo por tierra al polo negativo.

Al pasar la corriente por el relais 41 este atraerá las laminillas 45 encendiendo la lamparita 42 y conectándose la máquina de llamada de la misma central unida en C.D. a la línea de abonado



AB que queda aislada del transformador 31.

Al llegar la llamada por la línea AB al cuadro de la central y establecer el encargado de este la comunicación mediante una clavija se cierra el circuito del cuerpo de esta a través del relais 52, que interrumpiendo el contacto 38, corta la corriente de los relais 41 y 36, volviendo todo a su posición inicial y quedando conectada nuevamente la línea de abcnado al través de los contactos 6, al transformador 31.

VALVULAS.-

Las válvulas o triodos empleados pueden ser cualesquiera, siempre que se adapten al funcionamiento a que se las destina y se les hará trabajar en el punto adecuado de su característica suministrando el potencial necesario a sus rejillas.

No obstante, se preferirá aquellas, cuyos cátodos sean a base de óxidos de metales raros para evitar el gran consumo de corriente de filamento que, si no se produciría debido al número elevado de lámparas que se emplean y poder disminuir así la capacidad de las baterías utilizadas.

La alimentación de los filamentos de los tubos se hará en paralelo para conseguir así que los circuitos de estos sean independientes. Sin embargo, en caso de necesidad se podrán poner estos en serie o en acoplamiento mixto para disminuir aun más el gasto de corriente.

FUENTES DE ENERGIA.-

Para la corriente de calefacción se emplea una batería de acumuladores de una tensión que dependerá del montaje y clase de las válvulas empleadas y la capacidad del número de juegos de aparatos y de las horas que haya de funcionar diariamente la instalación. La conexión al aparato se efectúa por los puntos E.G. llevando los fusibles F. para proteger este de un posible cortocircuito.

La tensión anódica necesariamente continua se conecta a los puntos H y S, pudiendo ser suministrada, bien por una batería de acumuladores, bien por la corriente industrial, o bien por una dinamo movida por un pequeño motor; para estos dos últimos casos se



ha dispuesto el filtro 40 que eliminará la componente alterna que se produce en la conmutación de la misma. Lleva también por último, sus correspondientes fusibles en P.

La tensión negativa para las válvulas amplificadoras y la moduladora, se toma de la caída que se provoca en la resistencia 44, sustentada por el condensador 45, que impide el acoplamiento y oscilación de baja frecuencia que aquella produciría.

La tensión necesaria para el mejor funcionamiento del cristal piezoeléctrico 19, se toma mediante el potenciómetro M'.

COMPROBACION GENERAL DEL APARATO

Finalmente, se comprueban las tensiones y la marcha general del aparato con los jaks de prueba M'T'R'S'.

La existencia de la oscilación emisora se comprueba con el miliamperímetro B' que recoge una pequeña parte de la energía emitida, mediante el arrollamiento B' del transformador de salida 13, que se rectifica por el detector de cristal C'. Al mismo tiempo es factible comprobar la modulación con el jak de escucha J'.

La demodulación y la energía de llegada, se comprueba con el jak intercalado en el circuito de placa del tubo L 8.

M A N E J O.

El manejo es de una sencillez extraordinaria, una vez puesta en funcionamiento la instalación y sintonizadas y reguladas las dos estaciones con el empleo de cristales piezoeléctricos de dimensiones apropiadas a cada caso solo es necesario conectar y desconectar los aparatos a las fuentes de energía de alimentación.

La única intervención necesaria por parte del encargado de cada estación consiste en la maniobra de los reguladores de intensidad de sonido 39 y 46 y eso solamente será necesario cuando el amortiguamiento de la línea de abonado experimente grandes variaciones.



CONSIDERACIONES FINALES.

Desde luego se comprende que montando en un extremo y otro de la línea tantos grupos de "aparatos" como conversaciones se deseen obtener se habrá conseguido el fin propuesto con un mayor rendimiento económico de la línea empleada.

El objeto principal en la descripción del circuito que se ha detallado (que entra de lleno en uno de los grupos que se reivindica), es para que sirva de modelo entre los muchos que se pueden idear a base de la utilización de las dos propiedades fundamentales de los cristales piezoeléctricos, cuya reivindicación es el objeto primordial de esta patente.

Milwaukee
Rafael Aparicio

Nota reivindicativa

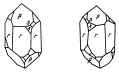
1º La aplicación ó empleo en los circuitos eléctricos de los cristales ó cuerpos denominados piezoeléctricos (como termocristalina del de Rochelle etc) cuando mediante este procedimiento se trate de conseguir cualquiera de los objetos fundamentales siguientes

2º Estabilizar y conservar inalterable la frecuencia de oscilación de los circuitos eléctricos en todos sus múltiples aplicaciones, detallando algunos en el apartado B de esta memoria.

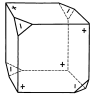
3º Filtrar taponar ó eliminar frecuencias perturbadoras empleándose estos cristales en sustitución de los filtros eléctricos, lo que se podrá hacer en todos aquellos casos en que esto está indicado. Detallando algunos en el apartado C de esta memoria.

4º Por último, en todos aquellos casos que contengan á un mismo tiempo aplicaciones de los dos grupos anteriores, detallando algunos en el apartado D de esta memoria. La única lo que se reivindica es "La aplicación ó empleo en los circuitos eléctricos de los cristales ó cuerpos denominados piezoeléctricos 9 de Mayo de 1926" *Milwaukee*, *Rafael Aparicio*

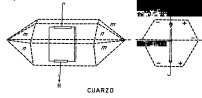
Figuras que se describen en la adjunta memoria.



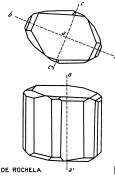
TURMALINA
Fig. 1.



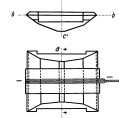
BORACITA
Fig. 3.



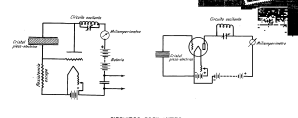
CUARZO
Fig. 5.



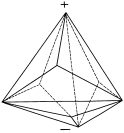
SAL DE ROCHELA
Fig. 7.



CRISTAL PREPARADO PARA EXPERIENCIAS
PIEZO-ELECTRICAS
Fig. 9.



CIRCUITOS OSCILANTES
Fig. 11 y 12



SELENITA
Fig. 2.

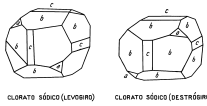
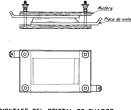


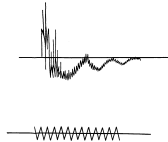
Fig. 4.



MONTAJE DEL CRISTAL DE CUARZO
Fig. 6.



SAL DE ROCHELA SEGUN EL PLANO
DE LOS EJES SECUNDARIOS
Fig. 8.



OSCILOGRAMA PRODUCIDO POR UN GOLPE
Fig. 10.

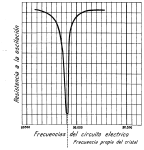
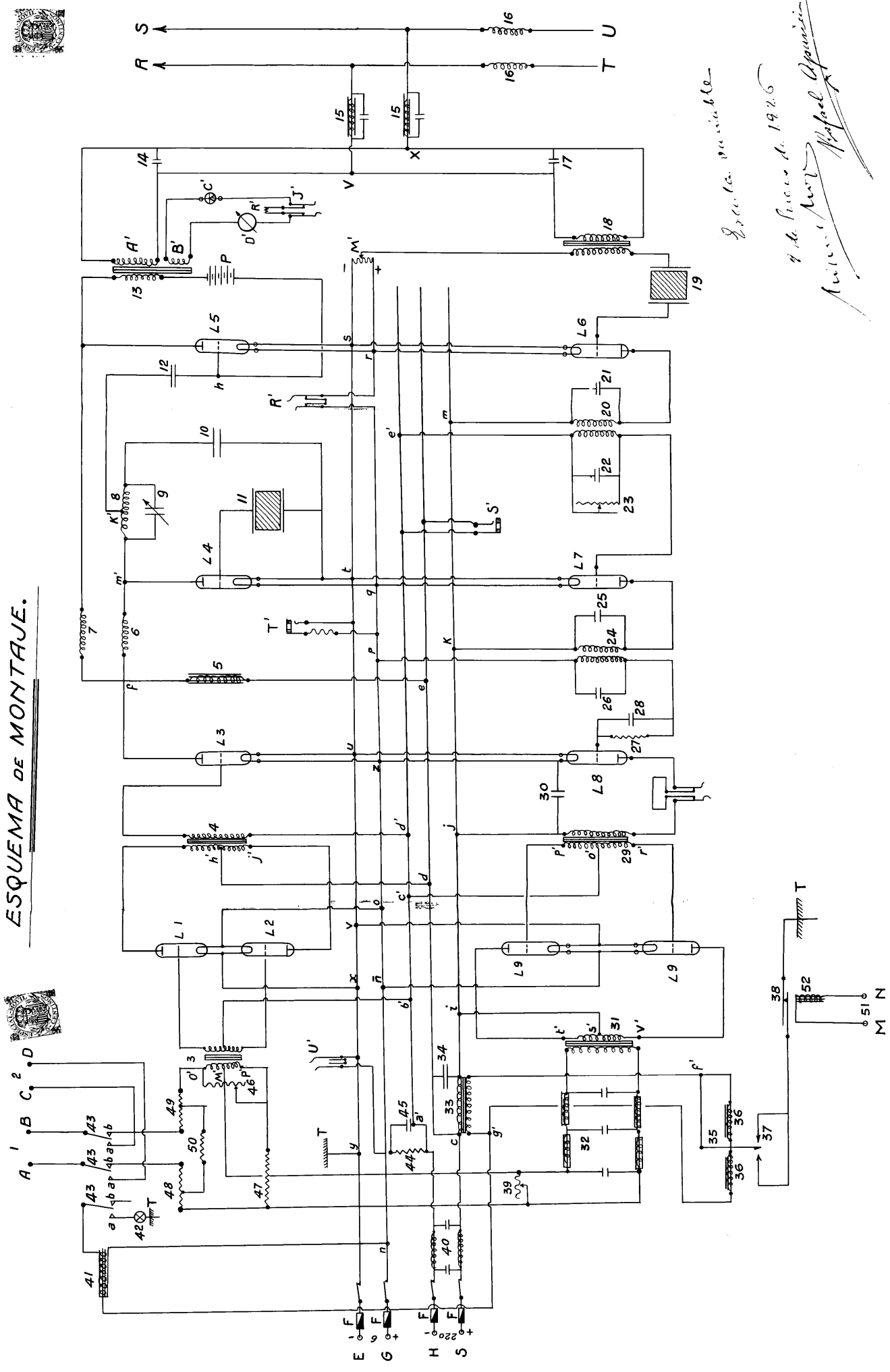


Fig. 13.

*Escuela Nacional
de Ingenieros
1946
Rafael Aguirre*

ESQUEMA DE MONTAJE.



Escuela Nacional de Ingenieros
9 de Febrero de 1926
Prof. J. M. ...

