

339667



P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N
=====

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad norteamericana - domiciliada en 195, Broadway, NEW YORK (EE.UU.),

por :

"Aparato acústico para transmitir una banda seleccionada de energía de características seleccionadas de carga, y método para su elaboración".

-----:oOo:-----

M e m o r i a d e s c r i p t i v a .

Este invento se refiere a transmisores de energía, y en particular a aparatos para la transmisión selectiva de energía con bajas pérdidas entre líneas respectivas, utilizando estructuras cristalinas de resonancia acústica.

5

Hasta ahora, tales aparatos de transmisión de energía han empleado varias estructuras cristalinas, principalmente como resonadores esta-

339667



bles, cuyas propiedades se han combinado y modificado con otros compo-
nentes para establecer las características conjuntas de transmisión de
energía. Esta combinación y modificación ha sido necesaria porque la
geometría de los cuerpos cristalinos ha fijado las características ope-
rantes de cada resonador tan rígidamente que se hace difícil regular de
otro modo las características de transmisión. La duplicación resultan-
te de estructuras cristalinas y los componentes adicionales han compli-
cado mucho tales aparatos.

Un ejemplo común de tan complejo aparato es un filtro piezoelé-
trico donde se emplean cristales piezoeléctricos electrodizados como
impedancias de alto Q, combinados eléctricamente para formar una red
de banda de paso. Se ha intentado combinar acústicamente las caracte-
rísticas de dos resonadores a cristal montando dos juegos de electro-
dos en un solo cuerpo; pero entonces, la geometría del cuerpo ha hecho
que los resonadores se interfieran y perturben así el paso de banda re-
sultante. Sólo modificando los componentes se ha podido controlar la
banda de paso del filtro.

En resonadores de impulsos se han eliminado muchos efectos de
la geometría de los cuerpos, de manera que puedan montarse varios re-
sonadores de acción independiente en una sola estructura cristalina.
Sin embargo, cada resonador tiene que conectarse además eléctricamente
con los otros a modo de red de celosía ó escalonada para constituir
bandas de paso seleccionadas.

Un objeto de este invento es perfeccionar medios de transmisión
de energía.

Otro objeto es transmitir acústicamente un espectro selecciona-
do de energía entre dos líneas elegidas, con pérdidas escasas ó nulas.

Otro objeto más del invento es controlar la función acústica de
una estructura cristalina sin alterar el cuerpo del cristal, particu-
larmente mientras se utiliza la estructura como medio para transmitir



una banda seleccionada de energía.

Otro objeto del invento es combinar acústicamente resonancias cristalinas en un cristal, de modo controlado, a pesar de la geometría del cuerpo.

5 Otro objeto del invento es controlar la acción de una estructura cristalina sin componentes externos.

Otro objeto más del invento es controlar las características de una estructura cristalina de modo que ésta sea monolíticamente capaz de desempeñar muchas funciones antes realizadas por redes enteras que
10 comprendían dichas estructuras cristalinas.

Un objeto particular de este invento es controlar una estructura cristalina monolítica para hacerla capaz de transmitir una banda prefijada de energía a un determinado terminal, particularmente a modo de filtro que funciona con cierta impedancia final.

15 Según el invento, estos objeto se consiguen en una estructura cristalina entre dos líneas de energía, cargando la superficie de un cuerpo cristalino, cortado para que vibre en modo transversal con dos pares de placas opuestas de masas suficientemente grandes para concentrar la amplitud de las vibraciones transversales del cuerpo cristali-
20 no en la proximidad de cada par y a distancia de los límites del cuerpo, mientras se separan los pares dentro de regiones recíprocas de concentración de la amplitud, y a una distancia adecuada para suministrar, según la carga y la separación, una característica dada de transmisión
25 para un determinado espectro de energía entre las dos líneas de energía elegidas. Con preferencia, las placas son suficientemente compactas para que la amplitud de la vibración en el cuerpo disminuya en proporción exponencial con la distancia entre la porción del cuerpo y las masas de cada par.

Se prefiere como cuerpo cristalino una lámina plana que lleva
30 las masas de un par en sus caras opuestas.



339667

Según una modalidad del invento, pares adicionales de masas cargan el cuerpo ó lámina cristalina lo bastante para concentrar la amplitud de energía junto al cuerpo en cada par, pero dentro del campo acústico de otro par al menos.

5 Otra modalidad del invento consiste en hacer conductivos dos pares de concentración de energía y de carga de masa, y en excitar eléctricamente un par desde una línea de energía, mientras se retira energía del segundo par con la otra línea, formando así electrodos con cada par.

10 El invento se basa parcialmente en el hecho comprobado de que la concentración de amplitud junto a pares cargados, y la separación entre los pares concentradores de amplitud, podrían ajustarse lo bastante para regular el acoplamiento entre los pares resonantes dentro de una gama suficiente para adaptar el espectro por el cual se transmite la energía entre las masas a una banda variable prefijada. En efecto, la carga de las masas se ha reconocido como medio de fijar la energía, y la separación, como medio de guiar la energía entre los estados combinados. En virtud de la regulación ejercida al fijar y guiar, es posible una considerable variación al elegir el espectro de energía conducido entre
15 dos líneas de energía.
20

Conforme a un aspecto más concreto del invento, un cuerpo cristalino se puede galvanizar ó electrodizar simplemente con masas suficientes para producir una banda de paso particular para cierta carga, a fin de formar un filtro. El funcionamiento del filtro se regula fácilmente variando la carga de la masa y la distancia entre los pares.
25

Estas y otras características del invento se señalan en las reivindicaciones. Otros objetos y ventajas del mismo se apreciarán por la siguiente descripción, referida a los dibujos anexos, en los cuales indiquen :

30 La figura 1, una perspectiva de una estructura de acuerdo con



11 ABR

339667

la invención;

La figura 2, un esquema de la estructura de la figura 1, utilizada de acuerdo con las características del invento;

5 La figura 3, la respuesta en frecuencia del aparato de las figuras 1 y 2;

La figura 4, un diagrama de la respuesta del aparato de las figuras 1 y 2, utilizado en la forma conocida;

Las figuras 5 y 6, esquemas de circuitos eléctricos equivalentes del aparato de las figuras 1 y 2;

10 La figura 7, un diagrama de la variación de la reactancia con la frecuencia de las impedancias de la figura 5, cuando el aparato de las figuras 1 y 2 se construye según la técnica antigua;

15 La figura 8, un diagrama que ilustra la variación de impedancia con la frecuencia en el aparato de las figuras 1 y 2, construido del modo conocido;

La figura 9, un diagrama de la variación de la reactancia con la frecuencia de las impedancias de la figura 5, cuando el aparato de las figuras 1 y 2 se construye según el invento;

20 Las figuras 10 y 11, diagramas de las impedancias real e imaginaria en los aparatos de las figuras 1 y 2, construidos según el invento;

Las figuras 12 y 13, secciones funcionales del aparato de la figura 1, mostrando el movimiento transversal del cuerpo cristalino de la figura 1;

25 Las figuras 14 y 15, diagramas de las pérdidas por inserción en el aparato de las figuras 1 y 2, cuando termina en impedancias específicas para acentuar una de dos bandas;

30 Las figuras 16, 17 y 18, diagramas de la relación entre la anchura de banda y el cociente de separación de electrodos por espesor del cuerpo cristalino, el tamaño de los electrodos y el "plateback" de carga de masa;

339667

11 AB



La figura 19, un esquema del circuito del aparato de la figura 1, incorporado de otro modo a un circuito según el invento;

La figura 20, una gráfica de la respuesta del circuito de la figura 19;

5 La figura 21, una vista esquemática parcial en elevación de otro aparato que comprende características del invento;

Las figuras 22 y 23, vistas en planta de otros dos aparatos que comprenden características del invento;

10 Las figuras 24 y 25, esquemas de circuitos equivalentes generalizados de los aparatos de las figuras 21 y 22;

Las figuras 26 y 27, esquemas de otros aparatos en sus circuitos respectivos, con características del invento;

La figura 28, un diagrama de la variación de las pérdidas por inserción con la frecuencia en los aparatos de las figuras 19, 26 y 27;

15 La figura 29, un esquema de una forma generalizada de resonador múltiple según el invento; y

La figura 30, un esquema del circuito eléctrico equivalente del aparato de la figura 29.

20 Los símbolos utilizados en estas figuras tienen los siguientes significados :

Figura 2 : S = generador.

L = carga.

Figura 3 : PI = pérdida por inserción en db

F = frecuencia en Hz

25 EA = escala A

EB = escala B

Figura 4 = PI = pérdida por inserción

F = frecuencia

Figura 7 : R = reactancia

30 F = frecuencia



- Figura 8 : II = impedancia de imagen.
RS = resistencia.
RA = reactancia.
F = frecuencia.
- 5 Figura 9 : RA = reactancia.
F = frecuencia.
- Figura 10 : RS = resistencia.
F = frecuencia.
- Figura 11 : RA = reactancia.
10 F = frecuencia.
- Figura 12 : M = modo.
- Figura 13 : M = modo.
- Figura 14 : PI = pérdida por inserción.
F = frecuencia.
- 15 Figura 15 : PI = pérdida por inserción.
F = frecuencia.
- Figura 16 : SF = separación de frecuencia $f_B - f_A$ en KHz a 10 mHz
SE = separación de electrodos.
EC = espesor del cristal.
- 20 Figura 17 : SF = separación de frecuencia $f_A - f_B$ en KHz a 10 mHz
PP = porcentaje de "plateback"
- Figura 18 : SE = separación de electrodos.
EC = espesor del cristal.
MN = mínimo.
- 25 T = típico.
MX = máximo.
- Figura 20 : CT = características normalizadas de transmisión de filtros de cristal monolíticos.
PS = pérdidas por encima de la semibanda en db.
MS = múltiplos de la anchura de la semibanda (lineal entre 0 y 1).
- 30



Figura 24 : nI = si n es impar.

nP = si n es par.

Figura 25 : ME = modelo escalonado.

Figura 28 : PI = pérdida por inserción.

5

FMS = frecuencia en múltiplos de anchura de semi-banda (lineal entre 0 y 1).

10

En las figuras 1 y 2 se expone un ejemplo de los principios y ventajas del invento que incorpora éste a una estructura piezoeléctrica empleada entre un generador y una carga como filtro monolítico, ó sea sin componentes adicionales. El ejemplo ilustra la sencillez con que pueden controlarse así las características del aparato, y tambien el grado en que el invento simplifica los filtros.

15

En la figura 1, dos electrodos rectangulares idénticos de oro -10- y -12- se depositan por vaporización sobre caras opuestas de un cuerpo ó lámina cristalina de cuarzo -14- cortada por AT, para formar un primer par de electrodos -16-. Otro electrodo rectangular de oro -18- depositado por vaporización forma con uno idéntico -20-, en lados opuestos del cuerpo -14-, un segundo par exactamente igual de electrodos -22-. Unos conductores adecuados de metal -24-, depositados tambien por vaporización sobre el cuerpo cristalino -14-, conducen a los bordes de la lámina, donde las cintas -26- soldadas a los conductores unen éstos a unas patillas, no dibujadas, que sobresalen de la base -28- del filtro de cristal. Un casquete -30-, ajustado en torno del cuerpo cristalino -14-, tiene su borde herméticamente unido al borde de la base -28-, para formar la unidad terminada. Los pares de electrodos -16- y -22- están alineados entre sí y paralelos al eje cristalográfico Z' del cuerpo cristalino -14-. El intersticio entre ambos es paralelo al eje cristalográfico X del cuerpo.

20

25

30

La figura 2 es una sección de la figura 1, pero ilustra la estructura de dicha figura 1, conectado para servir de filtro monolítico



entre un generador S y una carga L. Para mayor claridad, en la figura 2 se exagera el espesor del cuerpo cristalino -14-. El generador S suministra energía a los electrodos -18- y -20-, aproximadamente a la frecuencia fundamental transversal del cuerpo cristalino -14-. La energía que pasa por los electrodos -18- y -20- hace vibrar piezoelectricamente el cuerpo transversalmente. Las vibraciones son percibidas por los electrodos -10- y -12-, y aplicadas a través de una terminación T.

De conformidad con el invento, los electrodos -10-, -12-, -18- y -20- tienen suficiente masa para fijar ó "atrapar" energía en cantidad apreciable. Esta carga de masa de los electrodos concentra la amplitud de las vibraciones, impuesta por el generador S, en las zonas de la lámina -14- situadas entre los electrodos de cada par, -16- y -22-, y atenúa la amplitud de vibración del cuerpo -14- de modo exponencial, a medida que aumenta la distancia desde cada par de electrodos. Según el invento, la carga de masa es suficiente para reducir la amplitud de la vibración de manera que los bordes no influyan sensiblemente en el funcionamiento.

Al mismo tiempo, según el invento, la distancia d entre los pares de electrodos -16- y -22- es tal que los sitúa en regiones acústicas recíprocamente eficaces, ó sea donde aún se influyen en grado apreciable, de modo que entre ellos pasa eficazmente la energía. Las condiciones de carga de masa y de captación de energía difieren de las del cuerpo cristalino poco cargado ó no electrodizado. En este último caso la amplitud de la vibración disminuye sinusoidalmente desde un máximo en el punto de aplicación de la energía, y es importante en todo el cuerpo cristalino, incluidos sus bordes.

El cambio entre el estado no electrodizado y el de captación de energía se advierte muy bien al aumentar la masa de las placas, y ocurre cuando el vector de la onda componente en la región de la placa rebasa la magnitud del número de ondas exclusivo de la zona electrodizada.



Una disertación sobre este tema aparece en las Actas del XVII Simposio Anual sobre Control de Frecuencia, celebrado los días 27-29 mayo 1963, páginas 88 y siguientes.

La masa aplicada a los electrodos no es fácil de medir. Sin embargo, se dispone de una medida útil correspondiente a la masa de los electrodos, y derivada del grado en que la masa de un par de electrodos reduce la frecuencia resonante del cuerpo, y de la frecuencia resonante del cuerpo no electrodizado, ó sea del modo fundamental transversal del cuerpo. La desviación fraccional de la frecuencia resonante del cuerpo cristalino respecto a la frecuencia transversal del espesor fundamental de la placa no electrodizada, resultante de electrodizar el cuerpo cristalino con un par de electrodos, se denomina "plateback". Esta desviación ó "plateback" es función de la masa electródica sobre el cristal. Cuando se cargan varios electrodos en el cuerpo, el "plateback" tiende a desviar los efectos resonantes individuales y compuestos a lo largo del eje de frecuencia. En la realización de las figuras 1 y 2, son útiles "platebacks" de 0,3 a 3 %.

La respuesta de la estructura cristalina de las figuras 1 y 2 con un "plateback" de 1,5 % y una separación d adecuada, se representa en la figura 3 con una terminación T concordante con la impedancia a la frecuencia de semibanda f_m , tal como 5 a 15 MHz. En consecuencia, la estructura constituye un excelente filtro monolítico. Por otra parte, la misma estructura, esencialmente sin carga de masa, muestra la pérdida por inserción ilustrada en la figura 4. Tal respuesta hace inútil la estructura para la mayoría de aplicaciones como filtro, a menos que los elementos del circuito eléctrico eliminen la banda central de rechazo. Sin embargo, toda la banda de paso resultante suele ser entonces demasiado ancha y desigual para la mayoría de las aplicaciones en filtros de alta frecuencia. Anteriormente se han utilizado estructuras de este tipo en medios de alta frecuencia donde una de dos bandas



de paso adyacentes podía utilizarse, prescindiendo de la otra. El resultado era transmitir mucho ruido por la banda no utilizada.

En el aparato con carga de masa de las figuras 1 y 2, el paso de banda de la figura 3 puede ensancharse y estrecharse fácilmente reduciendo y aumentando respectivamente la distancia d , ó bien reduciendo ó aumentando la carga de masa. Este fenómeno se explica considerando las redes eléctricas equivalentes de las figuras 5 y 6 para el aparato de las figuras 1 y 2. La figura 5 es la red equivalente de celosía, y la figura 6, la red equivalente de escalonada. En este último circuito, los tres condensadores C_m representan el equivalente eléctrico del acoplamiento acústico entre las zonas electródicas de las figuras 1 y 2. Los dos circuitos se relacionan entre sí por las siguientes ecuaciones :

$$C_{1B} = \frac{C_1}{1 + \frac{C_1}{C_m}}$$

$$C_{1A} = \frac{C_1}{1 - \frac{C_1}{C_m}}$$

Los valores C_1 y L_1 son tales, que la frecuencia fundamental de modo transversal es igual a $\frac{1}{2}\sqrt{L_1 C_1}$. El valor de L_1 , por su parte, es función del espesor del cuerpo cristalino y de la geometría de los electrodos -10-, -12- y -18-, -20-. C_{12} es la capacitancia interelectródica entre los pares de placas -16- y -22-; C_0 es la capacitancia de un solo par.

El circuito equivalente de celosía es el más fácil de analizar. En la figura 5, cuando el generador S suministra energía a los electrodos -18- y -20-, aproximadamente a la frecuencia fundamental de modo transversal, el circuito actúa como si estuviera compuesto de dos

339667



5 pares de impedancias resonantes Z_A y Z_B . Estas impedancias sirven para determinar el valor de la impedancia de imagen Z_i , que, para la estructura de celosía de la figura 5, es igual a la raíz cuadrada de $Z_A Z_B$. Como el cuerpo cristalino -14- tiene un Q elevado, los valores de las impedancias Z_A y Z_B comprenden casi exclusivamente sus reactan-

10 En estructuras cristalinas sin carga de masa, y donde el generador S excita todo el cuerpo cristalino, las reactancias X_A y X_B de las impedancias Z_A y Z_B varían con la frecuencia, como se indica en la figura 7. La reactancia X_A varía desde un valor negativo bajo, debido a las capacitancias de Z_A a cero, a una frecuencia resonante f_A baja, cuando la capacitancia C_1 resuena con el inductor L_1 . La reactancia X_A continúa a un valor positivo elevado cuando el inductor L_1 resuena con su condensador derivado C_0 . A la frecuencia f_{aA} , la reactancia cambia desde un valor de inductivo positivo elevado hasta otro valor capacitivo negativo elevado también. Esto se denomina frecuencia antirresonante f_{aA} . Al aumentar la frecuencia, la reactancia capacitiva dominante disminuye a cero. La reactancia X_B sigue una curva análoga, con una frecuencia resonante f_B y una frecuencia antirresonante f_{aB} .

15 Como X_A y X_B son números imaginarios, es decir, iguales a jX'_A y jX'_B , su producto es negativo si llevan igual signo, pero positivo si llevan signos contrarios. La raíz cuadrada de un número positivo es real. Así, en las zonas de frecuencia donde X_A y X_B aparecen en lados opuestos de la abscisa, el filtro presenta impedancias positivas R_i reales.

20 Como se expone para las curvas de la figura 8, existen dos impedancias de imagen R_i positivas reales, que se extienden respectivamente por la gama de poco resonante a antirresonante f_A a f_{aA} , y por la gama de muy resonante a antirresonante f_B a f_{aB} . Como la pérdida por inser-

30



ción es mínima cuando la impedancia final concuerda con la de imagen, dicha pérdida es muy grande para tal aparato en la zona de impedancia reactiva f_{aA} a f_B ; sólo es baja a dos frecuencias. Para resistencias de poca carga, las curvas de la figura 5 producen la pérdida por inserción indicada en la figura 4.

La respuesta resultante muestra en sustancia dos bandas de paso, que hacen la estructura sola inadecuada para uso como filtro de alta frecuencia. Esto se debe en gran parte a la capacitancia C_0 de los propios electrodos, inevitable si el cuerpo ha de vibrar piezoeléctricamente. El cambio del paso de banda total requiere otros componentes adicionales de impedancia, que pueden proporcionar varios resultados, pero complican en general considerablemente el filtro. Los componentes agregados pueden intentar asimismo regular las gamas en que actúan las bandas de paso, y eliminar tal vez la banda de rechazo en el centro. Los bordes del cuerpo -14- limitan el grado en que una de las bandas simples puede hacerse menor que $f_{aA} - f_A$, ó $f_{aB} - f_B$, y la banda total, menor que $f_{aB} - f_A$.

Según el invento, dando a los electrodos de las placas -10-, -12-, -13- y -20- suficiente masa, se concentra la energía transversal en la lámina -14- entre los electrodos de los pares respectivos -12- y -16-, de modo que el cuerpo cristalino -14- vibra con amplitud rápidamente decreciente fuera de la zona entre los electrodos. No puede llegar así considerable energía a los límites del cuerpo -14-. Tal carga de masa de las placas produce dos resonadores. Cuando éstos se hallan en campos de eficacia recíproca, funcionan a semejanza de un transformador sintonizado. Controlando la dimensión \underline{d} , \underline{r} y la masa de los pares de electrodos, se regula la banda ó el espectro por donde la energía del sistema del par -22- pasa al sistema del par -16-. Esto equivale a controlar el acoplamiento representado por los condensadores C_m .

Como se expone en la figura 4, reduciendo el acoplamiento entre

339667



las zonas electrodizadas aumenta el valor de C_m . En consecuencia, la relación C/C disminuye en las ecuaciones para los valores C_{1B} y C_{1A} . Esto aumenta el denominador para C_{1A} , y lo reduce para C_{1B} , con lo que disminuye el valor de C_{1A} y aumenta el de C_{1B} . Por consiguiente, se aproximan entre sí las frecuencias resonantes f_A y f_B . En una forma de realización del invento, la aproximación basta para que aparezcan como se indica en la figura 9, donde dos reactancias separadas X_A y X_B de las impedancias Z_A y Z_B siguen trayectos similares al indicado en la figura 7. Sin embargo, la carga de masa y la separación superponen las zonas de resonante a anteresonante. Ahora, la frecuencia resonante f_B en la curva X_B cae entre la resonancia f_A y la anteresonante f_{aA} . Las impedancias de imagen Z_i real y reactiva resultantes, ó sea R_i y X_i , aparecen en el plano real de la figura 10 y en el plano complejo de la figura 11. Como se representa en la figura 10, la impedancia Z_i posee dos zonas reales positivas. Una de ellas se extiende entre f_A y f_B . R_i comienza con un valor cero, sube, y vuelve a cero al aumentar la frecuencia. La segunda zona está entre f_{aA} y f_{aB} ; aquí comienza R_i en infinito, desciende, y vuelve a infinito al aumentar la frecuencia. Al separar los pares de electrodos -16- y -22-, se acercan así las curvas X_A y X_B , reduciendo cada zona real de impedancia.

Una de las dos zonas de frecuencia puede desecharse eligiendo una impedancia final T dentro de la zona de acción de una resistencia R_i , pero fuera de la otra, ó bien eligiendo el valor de la resistencia R_i concordante con el de una resistencia de carga deseada. La estructura con carga de masa de la figura 1 distingue una de otra las características de impedancia de cada banda.

Dicho de otro modo, en esta forma de realización del invento, hay pares de electrodos suficientemente cargados y separados para establecer entre las frecuencias f_A y f_B una impedancia positiva real continua, cuyo valor alcanza un máximo esencialmente a la frecuencia media entre am-



bas, lo cual convierte la estructura de las figuras 1 y 2 en un filtro eficaz, donde las anchuras de banda son variables según el invento. Aumentando la carga de masa ó la distancia d , disminuye la anchura de banda, y a la inversa.

5 En la estructura de la figura 1, las frecuencias f_A y f_B de pueden hallar físicamente por tanteo. A la frecuencia f_A , las oscilaciones transversales entre cada par de electrodos están en fase; a la frecuencia f_B , están desfasadas 180 grados. Esta situación se expone en las figuras -12- y -13-, donde el desplazamiento en las líneas S del cuerpo
10 -14- representa las vibraciones transversales en el cuerpo. La existencia de estas condiciones se ha confirmado mediante toporroentgenogramas. La concentración de las amplitudes de la vibración junto a los pares de electrodos -16- y -22- por efecto de la carga de masa se expresa por los cambios de amplitud de los desplazamientos de las líneas S.

15 En consecuencia, según este ejemplo concreto de realización del invento, en esta realización, los pares de electrodos están suficientemente cargados y separados para que, al funcionar en el modo transversal existente entre la frecuencia a la que los movimientos transversales del cuerpo cristalino bajo los pares de electrodos están en fase, y
20 la frecuencia a la que no están en fase, exista un valor de impedancia real continuo, que alcanza su máximo a una frecuencia sustancialmente intermedia entre estas dos frecuencias en fase y desfasada.

 Por ejemplo, la pérdida por inserción de un aparato conforme al invento, con la impedancia final -3- igualada a la máxima R_1 en la zona
25 inferior, se representa en la figura 3. Las pérdidas por inserción para un filtro terminado en una terminación T parcialmente no equilibrada, igual a R_2 y R_3 , se representan en las figuras -14- y -15-. De acuerdo con otra forma más específica del invento, las zonas de resonante a antirresonante se superponen hasta el punto en que el máximo de la
30 zona menor de impedancia es inferior a 0,1 del nadir de la zona mayor

3396671



de impedancia en la figura 10.

Los principios del invento se pueden aplicar a la elaboraci3n de un filtro de anchura dada de banda Bw en torno de una frecuencia elegida de semibanda f_m, a una impedancia prefijada Z₀. Para ello,
 5 primero se elige una frecuencia f, correspondiente a una frecuencia fundamental de modo transversal que interese. Esta frecuencia f corresponde a un "plateback" P_B adecuado, que varía en la práctica entre 0,3 y 3 %.

10
$$P_B = \frac{f - f_m}{f}$$

$$fP_B = f - f_m$$

$$f(1 - P_B) = f_m$$

15
$$f = \frac{f_m}{1 - P_B}$$

La elaboraci3n comienza cortando una l3mina -14- de un cristal de cuarzo con orientaci3n cristalogr3fica adecuada tal como la del corte AT. Luego se lapida y se corroe hasta un espesor t que corresponde a la frecuencia f de modo transversal buscada, como de costumbre. Generalmente, el espesor es inversamente proporcional a la frecuencia buscada. Se aplica una plantilla sobre el cristal, con calados para depositar los electrodos. El tamaño de éstos se determina de acuerdo con la anchura de banda y la impedancia deseadas, de
 25 donde se deduce la longitud de los distintos electrodos por la f3rmula

$$Z_0 = 2\pi \frac{Bw}{f_m} \quad 5 \times 10^6 \times \frac{t^2}{r^2}$$

Por consiguiente,

339667



$$r = t \sqrt{\frac{Bw \gamma'}{Z_0 f_m}} \times 10^4$$

donde t es el espesor de placa. Usualmente, $\frac{r}{t} = 12$, aunque en la práctica sirva cualquier valor entre 6 y 20. El de r se deduce de que el valor Z_0 es proporcional a la inductancia L_1 de la placa por 2 veces la anchura absoluta de banda. La inductancia se puede expresar también por

$$L_1 = \frac{50 \times 10^6}{f_m} \frac{(t)^2}{(r)}$$

10 ó

$$L = \frac{K_x}{f_m^3} \times A_e$$

donde A es el área de los electrodos, y el valor K_x varía entre 1,7 para electrodos cuadrados y 2,1 para los circulares. Así el área de los electrodos es

$$A_e = \frac{50 \times 10^6 \times f_m^2 t^2}{K_x r^2}$$

La separación adecuada d entre los electrodos se puede determinar a partir de las gráficas de las figuras 14, 15 ó 16, que muestran las variaciones de la anchura de banda por 100, para diversas relaciones entre la separación de los electrodos y el espesor de la placa, y para distintos "plateback" y diferentes valores de $\frac{r}{t}$.

Para obtener los "platebacks" elegidos, se deposita oro a través de la plantilla en capas muy delgadas, que permitan establecer las conexiones. Se aplica energía a un par de electrodos y se agrega masa hasta que sobrevenga una desviación correspondiente al "plateback" deseado. Esto se hace hasta que el par resuene a la frecuencia de semi-banda f_m , y se repite el proceso para el otro par. Durante esta repetición, puede ser necesario obviar el efecto del primer par terminándolo inductivamente, y entonces debe existir la anchura de banda deseada.

339667

1



En tal realización, el "plateback" es la disminución por 100 de la frecuencia de semibanda f_m entre f_A y f_B , respecto a la frecuencia transversal fundamental para el espesor de la placa no electrodizada, por efecto de la electrodización.

5 Las curvas de las figuras 16, 17 y 18 se han trazado a base de una estructura cristalina de muestra con electrodos divididos y sintonizados a unos 10 MHz. Empleando "platebacks" de 1,0 a 2,5 %, las relaciones entre la separación de los electrodos y el espesor de la placa de cristal necesarias para obtener intervalos de frecuencia de 15 a 30

10 kilociclos en torno de una frecuencia de semibanda de 10 megaciclos, se exponen en la figura 16. Las cuatro curvas representan la relación entre $\frac{d}{t}$ y la separación de frecuencia entre f_A y f_B para cuatro "platebacks" distintos. La figura 16 muestra que a una mayor separación de electrodos y a un mayor "plateback" corresponde un intervalo menor de

15 frecuencia entre f_A y f_B . Así, para reducir la anchura de banda desde cualquier valor, se aumentan la separación de los electrodos y el "plateback", conforme al invento. La figura 17 ilustra este caso para separaciones de seis pares de electrodos, representadas por seis curvas que relacionan el porcentaje de "plateback" con la separación de fre-

20 cuencia. Estos resultados se pueden generalizar para otras frecuencias de semibanda, si se toma Bw como porcentaje.

De acuerdo con las precedentes relaciones,

$$Z_0 = 2\eta' BwL \quad \text{y} \quad Z_0 = 2\eta' \frac{Bw}{f_m} 50 \times 10^6 \frac{t^2}{r^2},$$

25 la resistencia de terminación para la banda inferior de transmisión es proporcional a la inductancia del resonador para la anchura de banda que interesa, Si $\frac{r}{t} = 12$, la anchura de banda en ciclos del filtro de la figura 1 es igual a la mitad del producto de la impedancia terminal igualada y la frecuencia media en megaciclos. Por ejemplo, un fil-

30 tro de 100 ohmios a 10 megaciclos se puede igualar para obtener la anchura

339667

11 APR



de banda de 500 ciclos. Si se quiere una anchura de banda de 5000 ciclos, con una relación $\frac{F}{f} = 12$, el filtro se ha de proyectar para 1000 ohmios de impedancia máxima en banda de transmisión baja. En general, con $n = 12$, un filtro de 100 ohmios a cualquier frecuencia alta tiene una anchura de banda de 0,005 %.

En virtud del invento, es posible utilizar una sola estructura cristalina como filtro completo. El invento permite controlar fácilmente los pasos de banda, y también vencer con la estructura los efectos de la electrodización. Cargando la estructura conforme al invento, no se limita el filtro a un uso monolítico, como en la figura 2; puede utilizar componentes adicionales determinantes de la banda, en cualquier combinación, entre cualesquiera de los electrodos -10-, -12-, -18- y -20-. Agregando un condensador C_A , por ejemplo, como se expone en la figura 19, el paso de banda ó pérdida por inserción representado en la figura 20 por la curva A, siendo $C_A = 0$, puede cambiarse a las curvas B, C y D. La frecuencia de estas curvas se indica en múltiplos de anchuras de semibanda; sin embargo, para mayor claridad, las frecuencias entre 0 y 1 son lineales. La curva B ilustra la pérdida por inserción cuando C_A es igual a 0,75 C_0 , la capacitancia a través de cada par de electrodos. Las curvas C y D representan la respuesta en pérdida por inserción para valores de C_A iguales a 3,6 C_0 y 19 C_0 respectivamente.

En el ejemplo de aplicación del invento para hacer un filtro como el de las figuras 1 y 2, el cuerpo cristalino de cuarzo tiene un diámetro de 1,5 cm. y un espesor aproximado de 0,25 mm. Las dimensiones de los electrodos -10-, -12-, -18- y -20- son de 5,36 x 2,70 mm., y la separación d de los electrodos entre los bordes, de 3,15 mm. Los pares de electrodos están alineados entre sí a lo largo del eje cristalográfico Z' del cuerpo cristalino -14-. La masa de los electrodos corresponde a un "plateback" de 1,79 %.

339667

1 ABR.



Tal estructura muestra una impedancia de imagen de semibanda de 115 ohmios para una banda de paso, y una impedancia de imagen de varios miles de ohmios é más para una segunda banda de paso. Los valores f_A y f_B son de 6,335868 y 6,336132 megaciclos, respectivamente.

5 La inductancia equivalente L es de 44 milihenrios.

El precedente ejemplo de la capacidad del invento para excluir la geometría de los bordes de la lámina de cristal y conducir energía entre dos resonancias, demuestra cómo se puede obtener un filtro de características prefijadas a partir un aparato inelástico. Hay otros

10 ejemplos del efecto del invento. Éste no se limita a láminas de cristal con dos pares de electrodos de metal. Si un cristal está suficientemente cargado con varios pares de placas no metálicas, hay fijación de energía sin el efecto capacitivo de los electrodos. Variando la carga de masa y los espacios entre las placas, es posible obtener un aparato resonador multimodal con resonadores acoplados; esto corresponde a

15 un transformador sintonizado de varios arrollamientos. Aplicando energía en forma no eléctrica, sino magnetostrictiva, la estructura puede servir como filtro mecánico controlado. Esto se expone en la figura 21, donde las bobinas -50- imprimen vibraciones transversales y perciben la

20 energía procedente del cuerpo -52-, provisto de electrodos -54-.

El invento se puede incorporar a una estructura mixta piezoeléctrica y mecánica. Cargando la masa y espaciando los pares de placas, se pueden conseguir cualquier banda de paso para uso como filtro. Tal estructura se representa en las figuras 22 y 23. Electrodos de oro -60-

25 depositados en forma de vapor en las caras opuestas de la lámina -14-, reciben energía por conductores -62-. Placas intermedias -64- no metálicas aparecen en ambas caras del cuerpo cristalino cortado por AT, formando pares. Los pares de placas y de electrodos están suficientemente cargados de masa para producir bastante fijación de energía de modo

30 transversal al espesor, a fin de evitar efectos apreciables de los bor-



des de las placas, pero están bastante próximos entre sí para conducir considerable energía de uno a otro, es decir, están acoplados. El grado de carga de masa y la separación entre los pares regula el acoplamiento, y con ello la banda de paso resultante.

5 Las figuras 24 y 25 ilustran dos esquemas equivalentes para el caso general de los ejemplos expuestos en la figura 22. La figura 24 es el circuito equivalente de celosía, y la figura 25, el circuito escalonado equivalente. Éste se compone de varios circuitos resonantes RS iguales al número n de pares acoplados entre sí según valores k_{12} ,
10 $k_{23}, \dots, k_{(n-1)n}$. El circuito equivalente de celosía comprende impedancias Z_A y Z_B , cada una con varios circuitos serie resonantes.

En la forma de realización de la figura 22, las porciones del cuerpo que llevan los respectivos pares de electrodos oscilan en fase a la frecuencia resonante mínima f_A , es decir, en el extremo bajo de la
15 banda. A la frecuencia resonante máxima f_B , ó sea en el extremo alto de la banda las respectivas porciones oscilan alternativamente en fase ó fuera de fase con las porciones adyacentes del mismo.

Estas relaciones en las oscilaciones se pueden observar en toporoentgenogramas, donde las secciones entre los pares de placas son esencialmente opacas cuando los respectivos pares de placas oscilan en fase,
20 y son relativamente translúcidas cuando están desfasados en el negativo de rayos X.

Según el invento, los pares de electrodos están suficientemente cargados, con relación a las separaciones, para reducir el acoplamiento entre los pares de manera que exista una impedancia real continua
25 entre la resonancia baja y la alta.

El efecto de los pares extra de electrodos es hacer más empinadas las bandas laterales. Éstas se pueden empinar más aún tolerando ligeras variaciones en la banda de paso.

30 En la figura 28 se exponen como curvas A y B bandas de paso de



muestra para dos estructuras cristalinas con carga de masa, con resonadores multimodales acoplados de las figuras 26 y 27. La curva C es la banda de paso para un resonador bimodal similar. Los números de referencia corresponden a los de las figuras 22 y 24.

5 Las placas -64- pueden ser metálicas. En todo caso, los resonadores multimodales pueden considerarse como extensiones de la estructura bimodal de la figura 1. Las placas -64- determinan la banda.

10 En la figura 29 se expone el invento en su forma más generalizada. Consiste en un filtro mecánico compuesto de una serie de resonadores individuales -70- de tipo transversal acoplados por las constantes elásticas del material -72-. La impedancia y la frecuencia resonante de cada resonador pueden variar, y también el acoplamiento entre los resonadores. La estructura puede ser mandada por un transductor piezo-eléctrico ó mecánico con anchura de banda mayor que la del filtro mecánico representado, ó igual a ella. F_0 y V_0 son la fuerza y la velocidad de entrada, y F_m y V_m , las de salida, respectivamente.

15 Aunque se han descrito con detalle distintas formas de realización del invento, es evidente que los entendidos en la materia pueden conseguir otras realizaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

N O T A

Se reivindica como objeto de la presente patente :

- 25 1. - Aparato acústico para transmitir una banda seleccionada de energía en un vehículo de energía de características seleccionadas de carga, el cual comprende un cuerpo cristalino que presenta caras opuestas, y está tallado para funcionar en el modo transversal al espesor, provisto de un primer par de elementos planos en caras opuestas del cuerpo cristalino, y un segundo par de elementos planos en caras opuestas
- 30 del mismo; presentando un elemento plano de cada par, suficiente masa



339667

para reducir exponencialmente la amplitud de la energía en el cuerpo al aumentar la distancia desde cada par, a fin de limitar así la energía acústica a un campo acústico del cuerpo alrededor de cada par y a distancia de los bordes del cuerpo; caracterizado porque los pares están espaciados en los campos acústicos recíprocos, de modo que pasa 5 energía entre ellos por una banda dada, que depende de las características de carga del vehículo de energía, así como de las dimensiones y masas de los elementos planos y de los espacios, y porque las masas de los elementos planos y los espacios determinan dicha banda dada, de manera que ésta coincida con la banda elegida. 10

2. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el cuerpo lleva pares adicionales de elementos planos, con uno de ellos de suficiente masa para reducir exponencialmente la amplitud de la energía en el cuerpo al aumentar la distancia desde dicho par suplementario, 15 a fin de limitar así la energía acústica a un campo acústico en el cuerpo, alrededor de dicho par adicional, el cual se halla separado dentro del campo acústico de uno de los otros pares, de manera que la energía pasa a dicho par adicional.

3. - Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque los 20 pares adicionales están espaciados entre los campos acústicos de los pares primero y segundo.

4. - Aparato según la reivindicación 3, en el que los elementos planos primero y segundo son de metal conductor, y comprenden conductores para la conexión con un generador eléctrico y con una carga; caracterizado porque dichos pares adicionales son no metálicos. 25

5. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos pares tienen un "plateback" de 0,3 a 3 % de las relaciones entre la separación de los electrodos y el espesor de las placas cristalinas, para funcionar a la frecuencia de modo transversal fundamental del espesor. 30

339667



6. - Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque los citados pares tienen un "plateback" mayor de $0,3/n$ %, para funcionar cerca del sobretono enésimo de la frecuencia de modo transversal fundamental del espesor de dicho cuerpo.

5 7. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque la separación y las masas de los elementos planos se disponen de modo que cuando la energía acústica hace vibrar el cuerpo, hay una frecuencia a la cual las vibraciones entre un par están en fase con las vibraciones en el otro par, y que a otra frecuencia, las vibraciones entre los pares del cuerpo
10 están fuera de fase; y porque existe una impedancia de imagen positiva, real y continua, que sube a un máximo cerca del centro y desciende luego, al variar la frecuencia entre dichas dos citadas frecuencias.

15 8. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque cada par muestra una zona de resonante a antirresonante, y ambas zonas se superponen ó traslapan.

9. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque una capacitancia conecta dicho primer par con el segundo par.

20 10. - Método de elaboración de un aparato acústico para transmitir una banda seleccionada de energía desde un generador, el cual comprende la fase de corroer una lámina hasta reducirla a un espesor correspondiente a una frecuencia índice; caracterizado por depositar en caras opuestas de dicha lámina un primer par de placas cuyas dimensiones adaptan la lámina a la característica de una de las líneas de energía; aumentar la masa de dichas placas hasta que la frecuencia resonante disminuya desde la
25 frecuencia índice entre $0,3$ y 3 %; y depositar un segundo par de placas en caras opuestas de la lámina, con masas que disminuyan la frecuencia de resonancia, desde la frecuencia índice, entre $0,3$ y 3 %, y a una distancia del primer par adecuada para establecer con las masas de las placas una banda de transmisión correspondiente a dicha banda de transmi-
30 sión seleccionada.

339667



11. - Aparato acústico para transmitir una banda seleccionada de energía de características seleccionadas de carga, y método para su elaboración.

Esta memoria consta de veinticinco páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 11 ABR. 1967
P. A.

FIG. 2

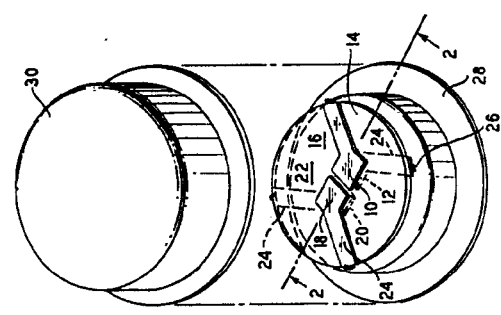


FIG. 1

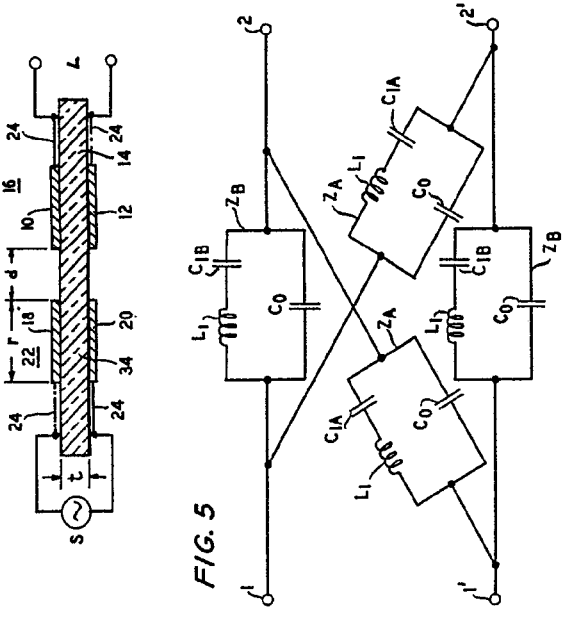


FIG. 5

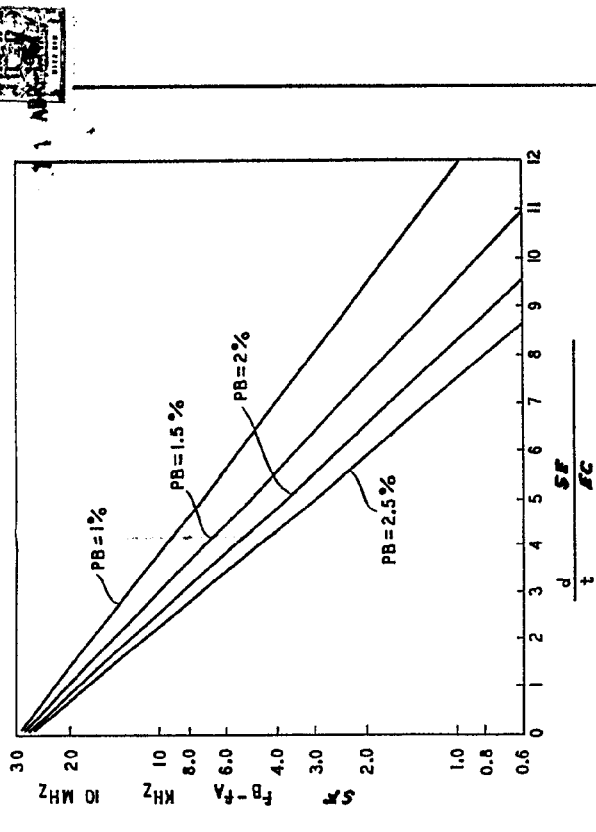


FIG. 16

7 HOURS NOV 1

57400-10C

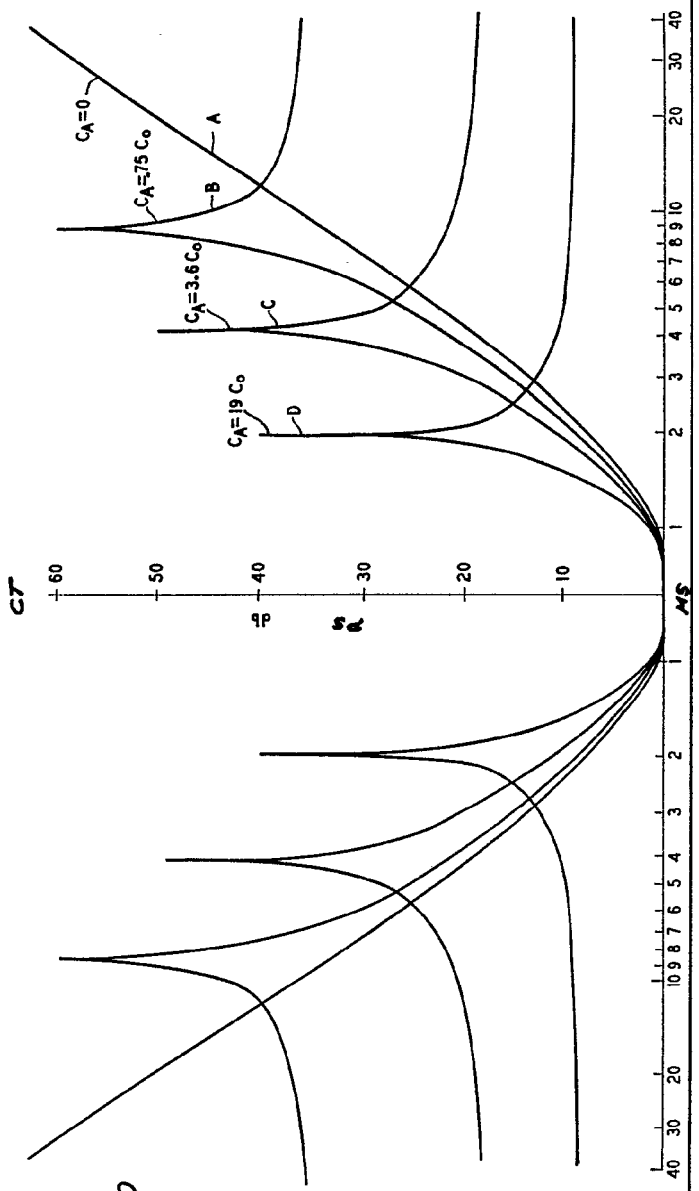


FIG. 20



FIG. 3

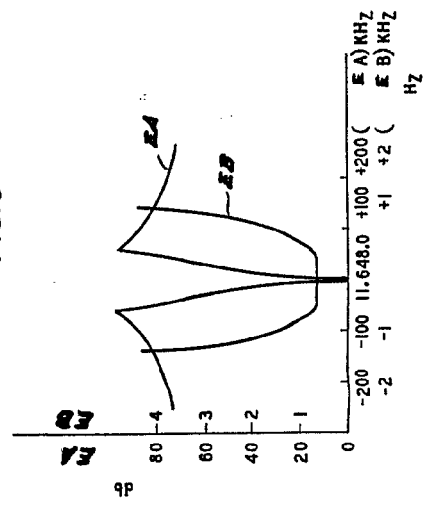


FIG. 3

339667

WESTERN ELECTRIC CO., INC

FIG. 2

FIG. 1

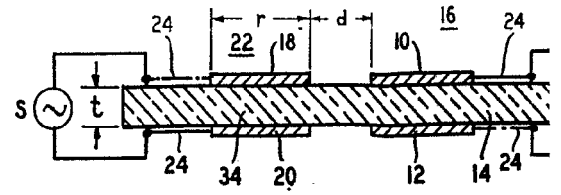
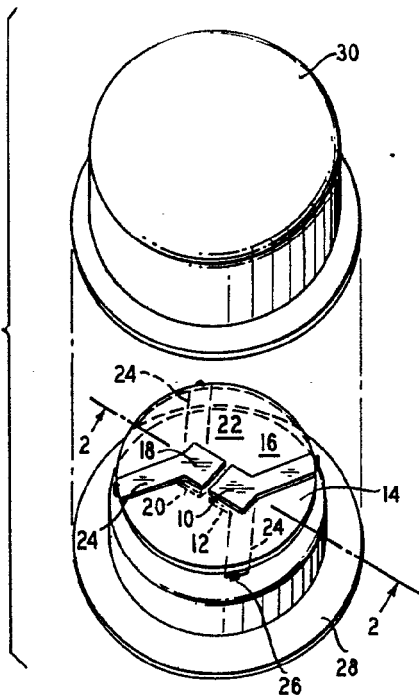


FIG. 5

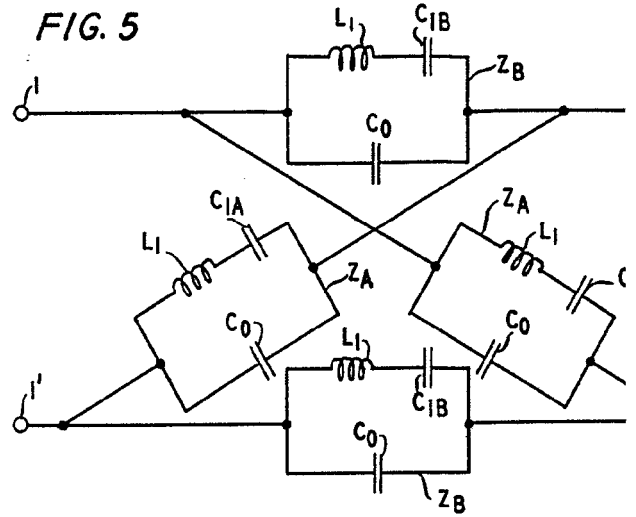
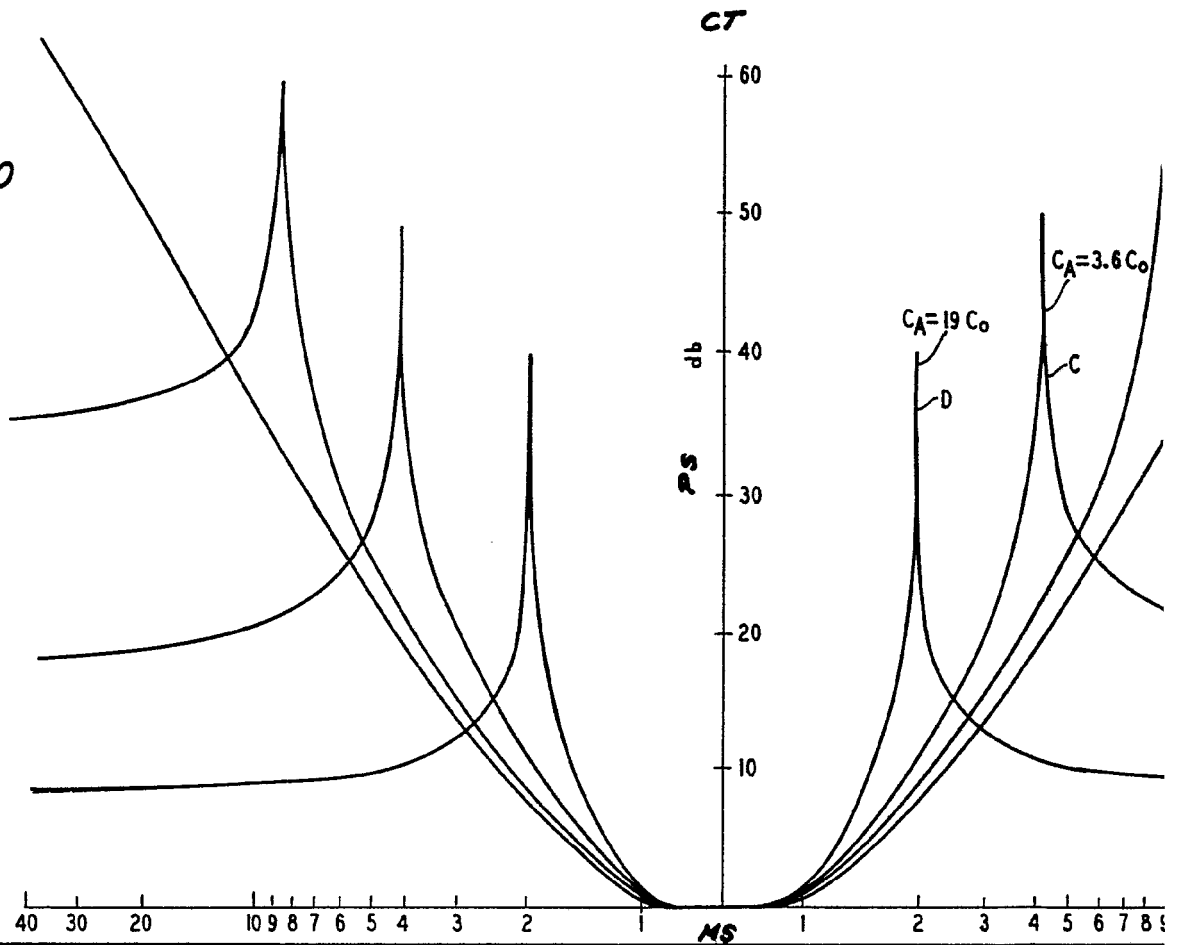


FIG. 20



338667

7 HOMAS HOJA 1

Beaver WC

FIG. 16

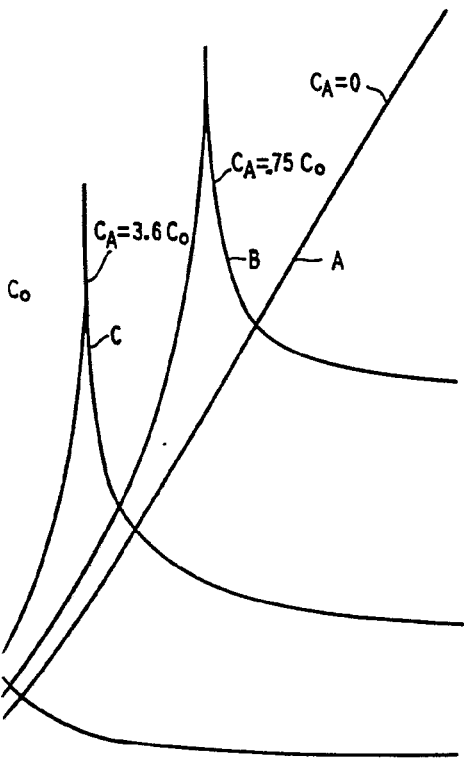
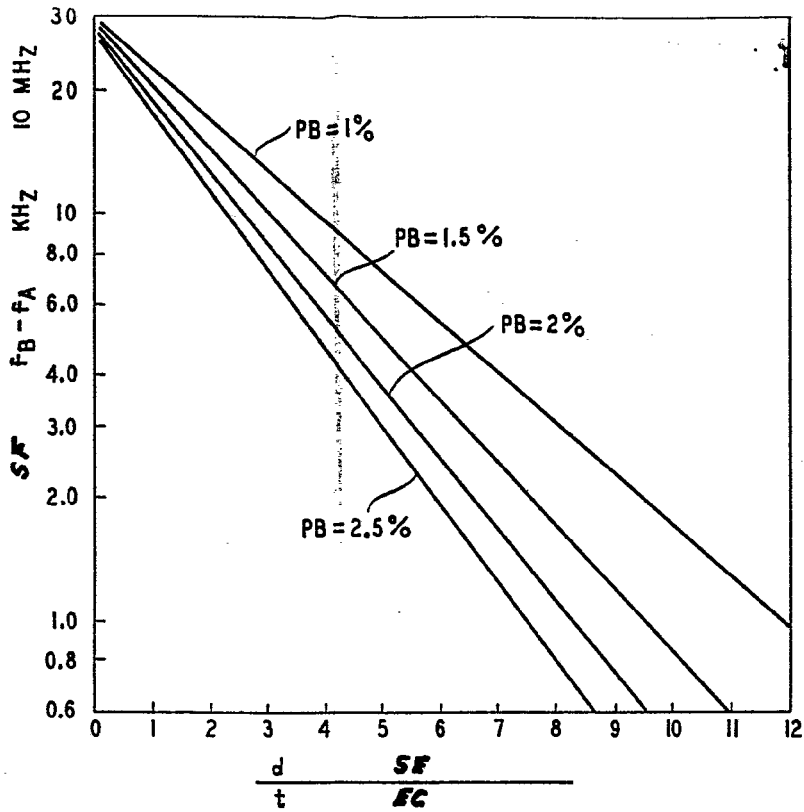
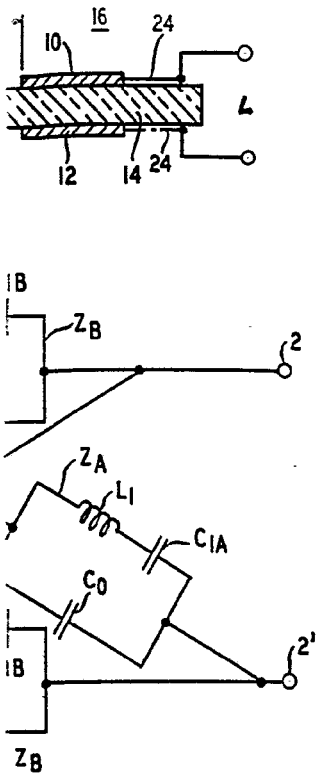
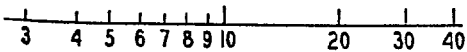
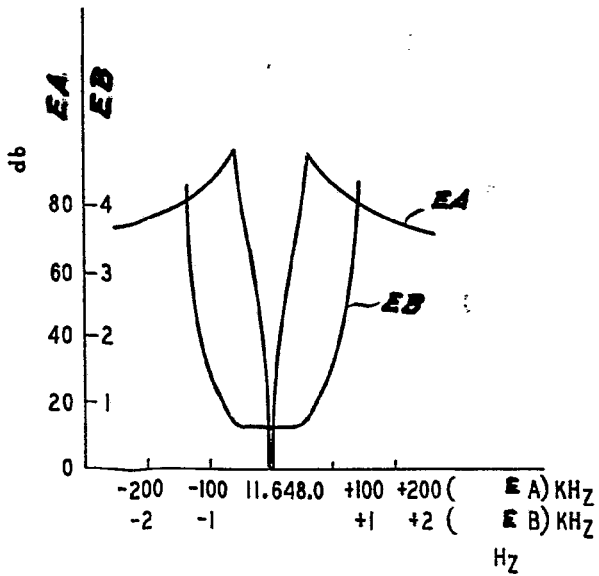


FIG. 3



336667



FIG. 4

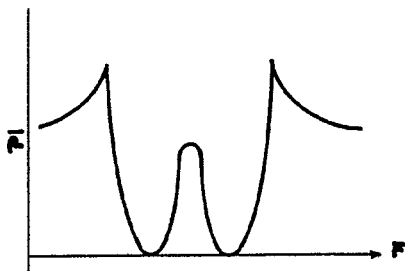


FIG. 9

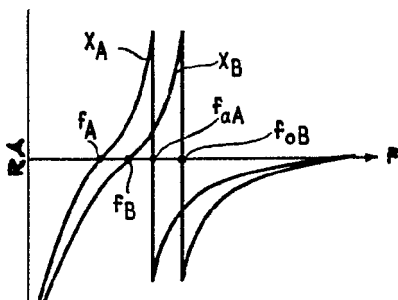


FIG. 7

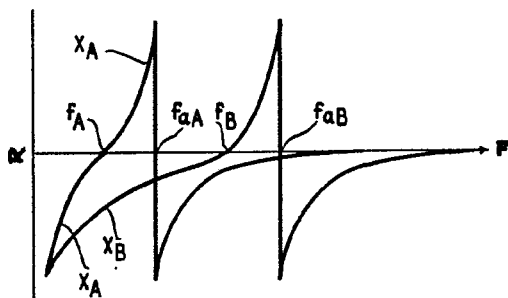
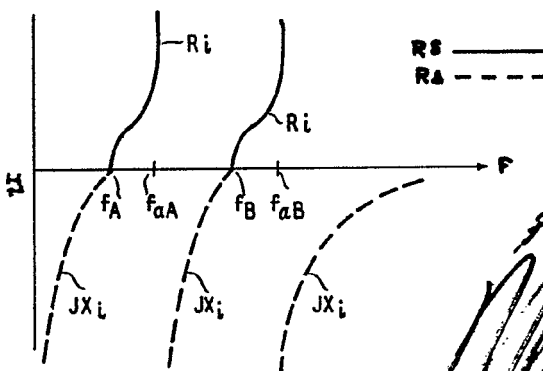
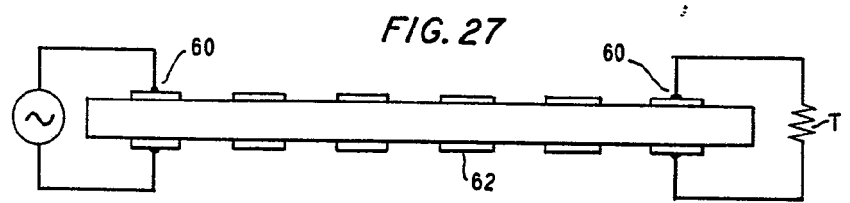
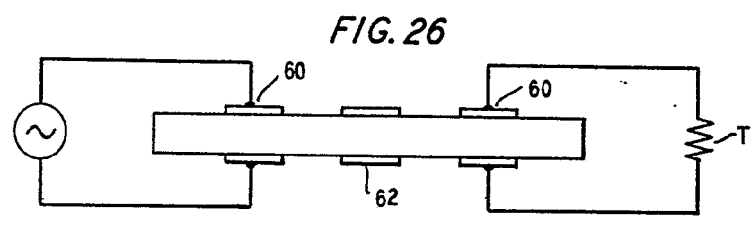
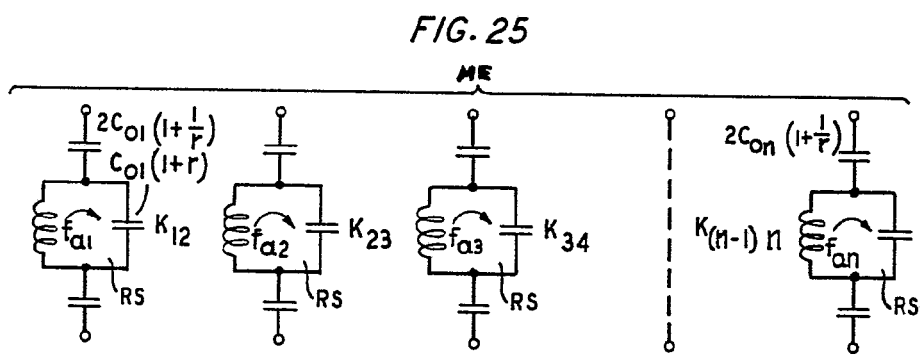
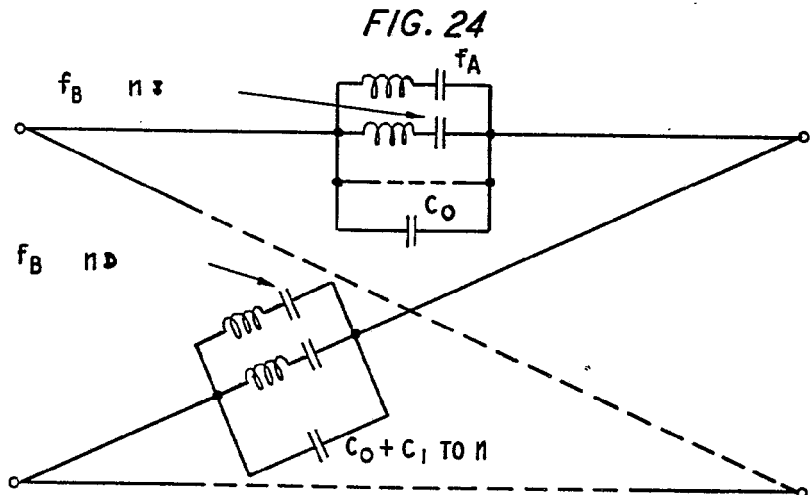
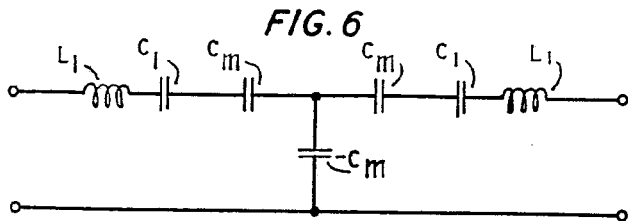


FIG. 8



60 3887



7-A

30 307 FIG. 10

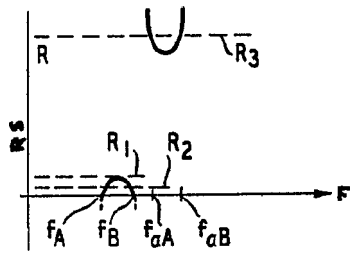


FIG. 11

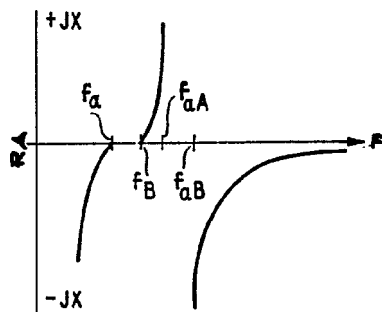


FIG. 14

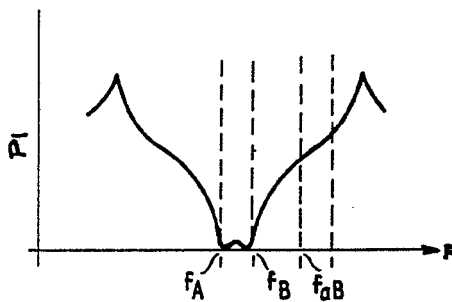
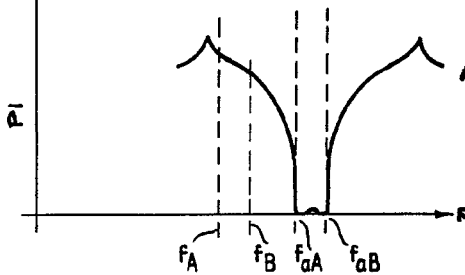


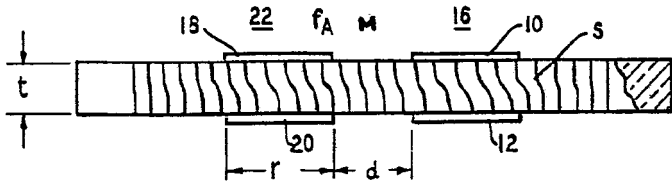
FIG. 15



PA
[Handwritten scribbles]

667

FIG. 12



91 ARR. 1957



FIG. 13

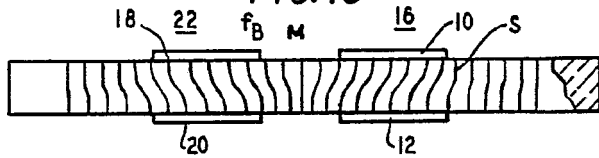


FIG. 28

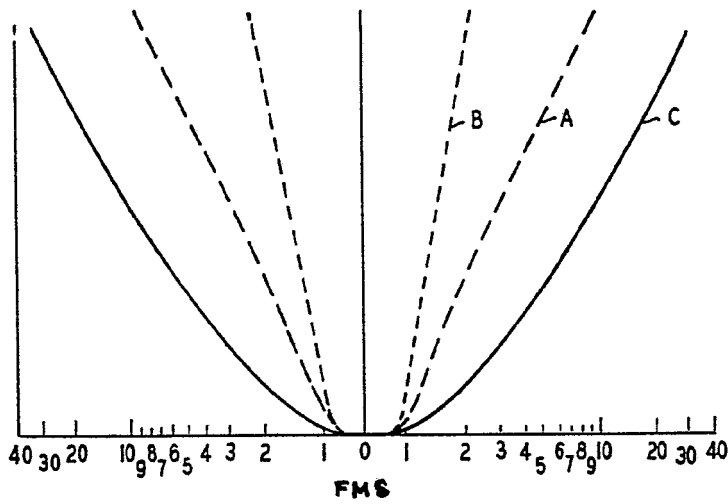


FIG. 29

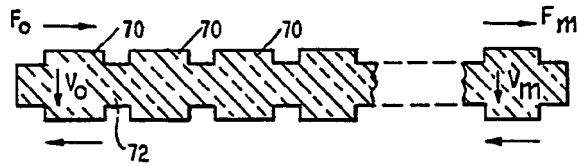
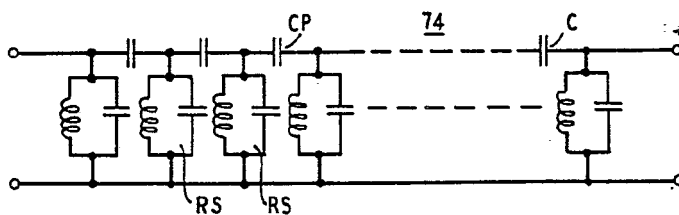


FIG. 30



P.A.

33-337



FIG. 18

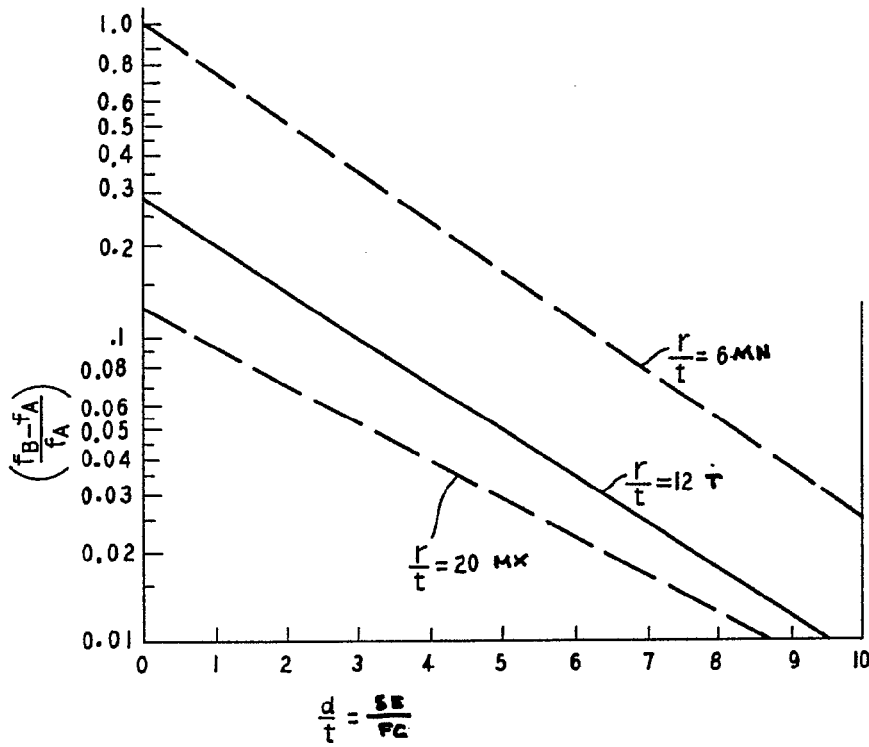
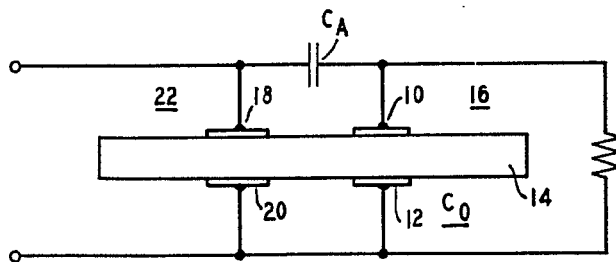


FIG. 19



Handwritten scribbles or signatures in the bottom right corner of the page.

33 0067

FIG. 17

11 AB

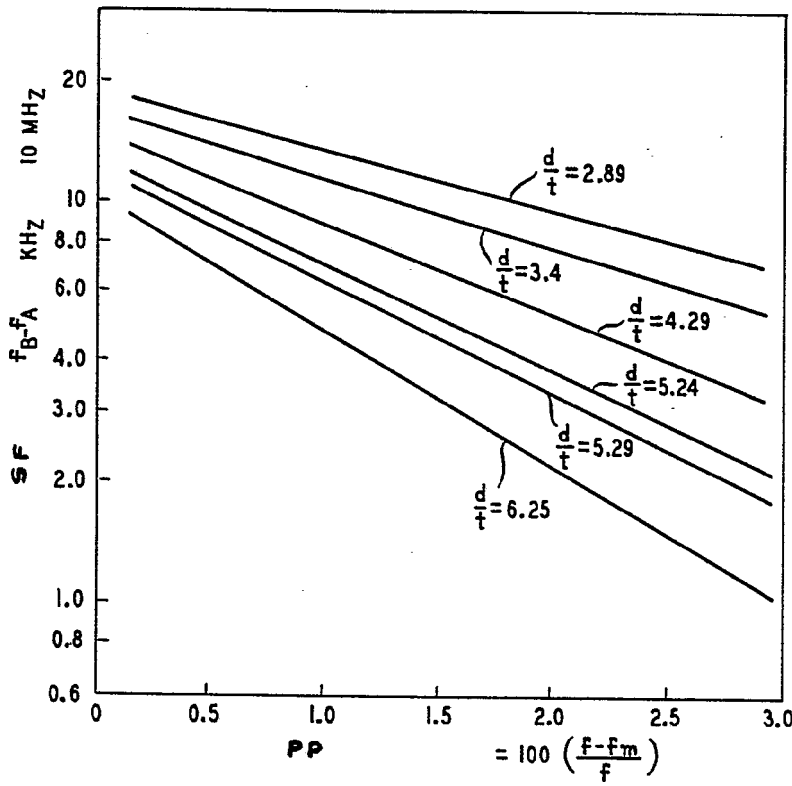


FIG. 22

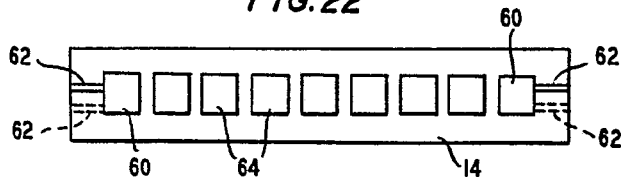


FIG. 23

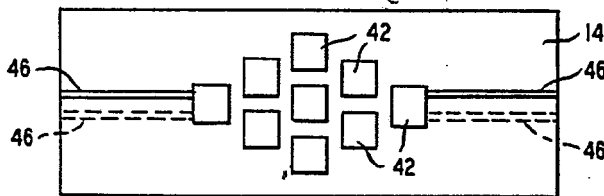
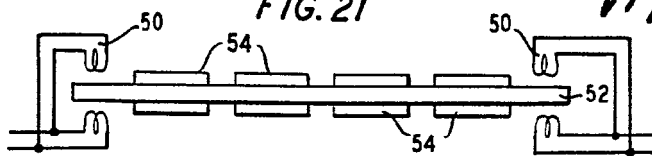


FIG. 21



Handwritten scribbles and initials, possibly 'P.A.'