



342519

R. Basard - M. R. J. Dalbera 7.4

342519

140314 11/18

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE
DE INVENCION PARA ESPAÑA POR "UN FILTRO DE
BAJA FRECUENCIA" A NOMBRE DE STANDARD ELEC-
TRICA, S.A. CON DOMICILIO EN MADRID, CALLE
DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5

El presente invento se refiere a mejoras en filtros de baja frecuencia.

En la ejecución de filtros con frecuencia de corte baja se excluye el uso de redes con condensadores y bobinas, dados
5 los valores tan altos que tienen que adquirir estos elementos cuando la frecuencia de corte se hace baja. Entonces se recurre al uso de redes que comprendan resistencias y condensadores. Estas redes están generalmente constituidas por un número n de células elementales acopladas por medio de un separador intermedio, siendo la frecuencia de corte del conjunto la de una célula elemental, mientras
10 que la pendiente de la función de transferencia queda teóricamente multiplicada por n . Esta solución presenta, sin embargo, el inconveniente de requerir que los elementos sean debidamente escogidos para que se obtenga la identidad de las n células. Además las pérdidas de inserción debidas a las células y a los separadores se
15

./..



342519

2.

acumulan de modo que aunque la atenuación teórica sea nula, la atenuación práctica no lo es.

Con objeto de evitar este último inconveniente se ha propuesto asociar un amplificador a la red, constituyendo el conjunto un filtro denominado "activo" en contraposición al filtro pasivo constituido únicamente por la red. Tal filtro activo se describe, por ejemplo, en un artículo de la revista "Electronics" del 10 de Abril de 1959, en la página 68; éste presenta el inconveniente de que sus características dependen de la ganancia del amplificador y además de que la pendiente de la función de transferencia no es suficiente para ciertas aplicaciones.

El objeto del presente invento es la realización de un filtro activo cuya atenuación varíe rápidamente para la frecuencia de corte requerida y cuyas características sean constantes y fácilmente reproducibles.

El presente invento se describe particularmente con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la Fig. 1 representa un ejemplo de un filtro pasa-bajo con las características del presente invento;
- 35 - la Fig. 2' representa las curvas de respuesta de un filtro activo constituido por dos células pasa-bajo asociadas a un amplificador;
- la Fig. 3 representa un ejemplo de ejecución de un filtro pasa-alto con características del presente invento;
- la Fig. 4 representa la curva de respuesta obtenida combinando una curva de respuesta del filtro activo y la curva de respuesta del circuito paralelo T simétrico;
- 40 - la Fig. 5 representa un ejemplo particular de ejecución del amplificador de c.c.

El filtro pasa-bajo de la Fig. 1 comprende un filtro activo 1 seguido por un filtro pasivo 2 constituido por un circuito

./..



paralelo-T simétrico, seguido asimismo por un circuito acoplado de impedancias, estando dichos tres elementos delimitados en la figura por las líneas de trazos.

El filtro activo 1 comprende dos células pasa-bajo
 50 R_1C_1 , R_2C_2 en serie, la segunda de las cuales R_2C_2 está conectada a la entrada de un amplificador de corriente continua 4 cuya ganancia está determinada por una cadena de realimentación constituida por las resistencias R_3 y R_4 ; la salida S de dicho amplificador está conectada a una de las placas del condensador C_1 , cuya otra placa lo está a la resistencia R_1 .
 55

La función de transferencia del filtro activo 1, es decir, la relación entre la tensión de salida e_s que aparece en el punto S y la tensión de entrada e_e aplicada al punto E, viene dada por la fórmula:

$$60 \quad \frac{e_s}{e_e} = \frac{w_1 w_2}{p^2 + (a_{w1} + (1 - \epsilon) w_2) p + w_1 w_2}$$

en la que:

$$p = jw, \quad a = \frac{C_1 + C_2}{C_2}, \quad w_1 = \frac{1}{R_1 C_1}, \quad w_2 = \frac{1}{R_2 C_2} \quad \text{y } \epsilon \text{ es la ga-}$$

65 nancia en circuito cerrado del amplificador de corriente continua.

Con objeto de simplificar el cálculo de los elementos de este filtro activo se supone que $R_1 = R_2 = R_0$ y que $C_1 = C_2 = C_0$ y la fórmula anterior se escribe, si solamente está uno interesado en la amplitud de respuesta del filtro:

$$70 \quad \left| \frac{e_s}{e_e} \right| = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{w^2}{w_0^2}\right)^2 + (3 - g)^2 \frac{w^2}{w_0^2}}}$$

Con ella se obtienen diferentes curvas de amplitud de
 75 respuesta de acuerdo con los valores tomados por la ganancia g del

342519



4.

amplificador de c. c. La Fig. 2 representa algunas de estas curvas para ciertos valores $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4, \epsilon_5$ de la ganancia en circuito cerrado del amplificador. En esta Fig. 2, así como en la Fig. 4 el eje de abscisas está graduado en coordenadas logarítmicas correspondientes al logaritmo decimal de la relación $\frac{w}{w_0}$ y el eje de ordenadas lo está en decibeles, a ambos lados del valor de decibel cero, correspondiente a una atenuación nula. Dichas curvas tienen una pendiente de -12 db por octava cuando la relación $\frac{w}{w_0}$ es mayor que la unidad, pero esta pendiente es insuficiente en los casos en que se requiera la mayor atenuación posible para las señales que tengan una frecuencia mayor que $f_0 = \frac{w_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi R_0 C_0}$. Para obtener una atenuación decididamente mayor de -12 db por octava las señales de salida del amplificador de cc. 4 son aplicadas a un circuito paralelo-T simétrico 2 que comprende las resistencias R_{10}, R_{11}, R_{12} y los condensadores C_{10}, C_{11}, C_{12} .

La ecuación de la curva de respuesta de este filtro pasivo se escribe, suponiendo que los valores de las resistencias y de los condensadores sean $R_{10} = R_{11} = 2 R_{12} = R, C_{12} = 2 C_{10} = 2 C_{11} = 2C$, de la siguiente forma:

$$\left| \frac{e_T}{e_S} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{16 \left(\frac{w}{w_T} \right)^2}{\left\{ \frac{w^2}{2} - 1 \right\}^2}}}$$

en cuya fórmula la velocidad angular $w_T = \frac{1}{R C}$ es conocida por el nombre de "velocidad angular" antirresonancia" y e_T la tensión de salida del circuito paralelo - t simétrico, siendo la curva de respuesta la T de la Fig. 4. Esta curva T comprende dos ramas, una "izquierda" y otra "derecha", simétricas con respecto a la velocidad angular antirresonancia w_T .



Combinando las curvas de la Fig. 2 y la rama izquierda de la curva T de la Fig. 4 es posible determinar la curva del filtro activo 1 y los valores relativos de w_0 , w_T al acercarse lo más posible a la curva de respuesta ideal; esta curva ideal corresponde a una atenuación de la frecuencia cero en la frecuencia f_0 , y a una atenuación importante pasada esta frecuencia f_0 . Las curvas T y A de la Fig. 4 se obtienen de esta forma, correspondiendo la curva A a determinado valor de la ganancia g del amplificador 4 y estando la curva T en el valor $\frac{w_T}{w_0} = 2$. Con estos dos valores y suponiéndose conocido el de w_0 es posible determinar todos los elementos del filtro pasa-bajo objeto de este invento.

El circuito acoplador de impedancias 3 está constituido por dos transistors NPN T_1 y T_2 , cada uno de los cuales comprende una resistencia emisora conectada a la fuente de tensión $-V$ a través de una célula de desacoplamiento, por la resistencia R_7 para el transistor T_1 y la resistencia R_5 para el transistor T_2 , y de una resistencia colectora común R_6 conectada a la fuente de tensión $+V$ a través de una célula de desacoplamiento. Además, el emisor del transistor T_1 constituye la base del transistor T_2 ; a este circuito se le conoce mas particularmente con el nombre de circuito Darlington. La señal de salida e_T del circuito paralelo - T simétrico es aplicada a la base del transistor T_1 y la señal de salida se toma en el emisor del transistor T_2 ; la ganancia del circuito está próxima a la unidad.

Las fuentes de tensión $+V$ y $-V$ están aplicadas a los diferentes circuitos de la Fig. 1 por las células de desacoplamiento RC y en particular a los terminales $+$, $-$ y P del amplificador de cc 4 que se describe en relación con la Fig. 5.

En esta figura 5 se ven claramente los terminales del amplificador 4 de corriente continua, los cuales están marcados E_1

342519



6.

para el terminal de entrada de la señal e_1 , E_2 para el terminal de
entrada de la tensión de realimentación, S para el terminal de sali-
da de la señal e_s , - para la tensión de suministro - V, + para la ten-
sión de suministro + V y P para el terminal de entrada de la tensión
de realimentación obtenida partiendo de la tensión - V.

Este amplificador de cc. comprende un amplificador dife-
rencial constituido por unos transistors NPN idénticos Q_{1A} y Q_{1B} ,
los cuales tienen una resistencia emisora común 32 y las resisten-
cias colectoras 31 y 32 del mismo valor. La tensión a amplificar se
aplica a la base del transistor Q_{1A} en el punto E_1 , recibiendo la
base del transistor Q_{1B} la tensión de realimentación obtenida de la
tensión de salida del amplificador a través del divisor de tensión
 R_{40} - R_{41} . Este amplificador diferencial es seguido por un amplifica-
dor que comprende tres transistors en serie Q_{2A} , Q_3 y Q_{2B} , siendo
los transistors Q_{2A} y Q_{2B} unos transistors NPN idénticos, mientras
que el transistor Q_3 insertado entre los dos anteriores es un transis-
tor PNP. El emisor del transistor PNP Q_3 está conectado a un sumi-
nistro de tensión + V por una resistencia 36 y su colector está co-
nectado al suministro de tensión - V por una resistencia 37. Los co-
lectores de los transistors NPN Q_{2A} y Q_{2B} se conectan respectiva-
mente a la fuente de tensión por las resistencias 34 y 38 mientras
que el emisor del transistor Q_{2A} se conecta a tierra por una resis-
tencia 35 y el emisor del transistor Q_{2A} se conecta al suministro
de tensión - V por una resistencia 39. La tensión de salida e_s es la
tensión que aparece en el emisor del transistor Q_{2B} .

El potenciómetro P1 (Figs. 1 y 3) situado entre el ter-
minal P y la fuente de tensión - V sirve para equilibrar el amplifi-
cador de cc., cuyos elementos constituyentes están todos encerrados
en una caja, para mantener en ellos idénticas condiciones térmicas.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de obtención de un filtro

./..



342519

7.

pasa-alto con las características del presente invento. Este filtro está constituido, como en el caso del filtro pasa-bajo, por dos células con resistencia y condensador en serie $R_{20} C_{20}$ y $R_{21} C_{21}$, cuyas dos células son filtros pasa-alto, de un amplificador 4 idéntico al usado en el filtro pasa-bajo de la Fig. 1, y la ganancia en circuito cerrado está dada por la cadena de realimentación que comprende las resistencias R_{14} y R_{15} de un circuito paralelo-T simétrico similar al usado en el filtro pasa-bajo de la Fig. 1, por lo que los elementos de este circuito acoplador tienen las mismas referencias de los de la Fig. 1.

El valor de los distintos elementos del filtro pasa-alto se determinan de la misma manera que los del filtro pasa-bajo, es decir, determinando previamente la función de transferencia

$$\frac{e_s}{e_o} = \frac{1}{1 - \frac{w'^2}{w^2} - j(3 - g) \frac{w'_0}{w}}$$

(suponiendo que $R_{20} = R_{21} = R'_w$, que $C_{20} = C_{21} = C'_0$ y que $w'_0 = \frac{1}{R'_0 C'_0}$) del filtro activo, que comprende las dos células $R_{20} C_{20}$, $R_{21} C_{21}$ y el amplificador 4, se trazan varias curvas de respuesta en amplitud de dicho filtro activo para diferentes valores de la ganancia g del amplificador 4 y combinando después cada una de dichas curvas con la rama derecha de la curva de respuesta del circuito paralelo-T simétrico para determinar el valor de g y los valores relativos de la velocidad angular de corte w' del filtro que se trata de preparar y la velocidad angular antirresonancia w'_T del circuito paralelo-T simétrico, determinando la velocidad angular w'_0 los valores de los elementos de las células $R_{20} C_{20}$ y $R_{21} C_{21}$ y la velocidad angular w'_T los correspondientes a los elementos del circuito paralelo-T simétrico.

Los antedichos elementos del circuito paralelo-T simé-

342519

8.



200 trico tienen valores tales como $R_{30} = R_{31} = 2R_{32} = R$ y $C_{32} = 2 C_{30} =$
2 $C_{31} = 2 C$ siendo $w_T = \frac{1}{RC}$.

Dado que los principios que se han descrito del anterior
invento lo han sido según realizaciones específicas y modificaciones
200 particulares, debe quedar claro que esta descripción se da a modo
de ejemplo y sin que deba servir como una limitación del alcance
del invento.

En particular, pueden ser usados transistors de polari-
dad opuesta para la inversión de la polaridad de las fuentes de su-
205 ministro.

Este invento corresponde a una solicitud de patente fer-
mulada en Francia el día 30 de Junio de 1966, señalada con el número
PV 67.554 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los
convenidos internacionales vigentes.

----- N O T A -----

210 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan
para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguien-
tes:

1. Un filtro de baja frecuencia que, como filtro pasa-
bajo comprende un filtro activo seguido por un circuito paralelo-T
215 simétrico y por un circuito acoplador de impedancias, comprendiendo
este filtro activo dos resistencias y dos condensadores conectados
como filtro pasa-bajo y seguido por un amplificador de realimenta-
ción de cc., estando conectada la salida de este amplificador de cc.
al primer condensador.

220 2. Un filtro de baja frecuencia que, como filtro pasa-
alto comprende un filtro activo seguido por un circuito paralelo-T
simétrico y por un circuito acoplador de impedancias, comprendiendo
este filtro activo dos resistencias y dos condensadores unidos en
225 forma de filtro pasa-alto, seguido por un amplificador de realimen-

342519

9.



225 tación de cc., estando conectada la salida de este amplificador de
cc. a la primera resistencia.

3. Un filtro de baja frecuencia.

230 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede,
representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especi-
ficados.

Esta Memoria consta de nueve hojas escritas por una
sola cara.

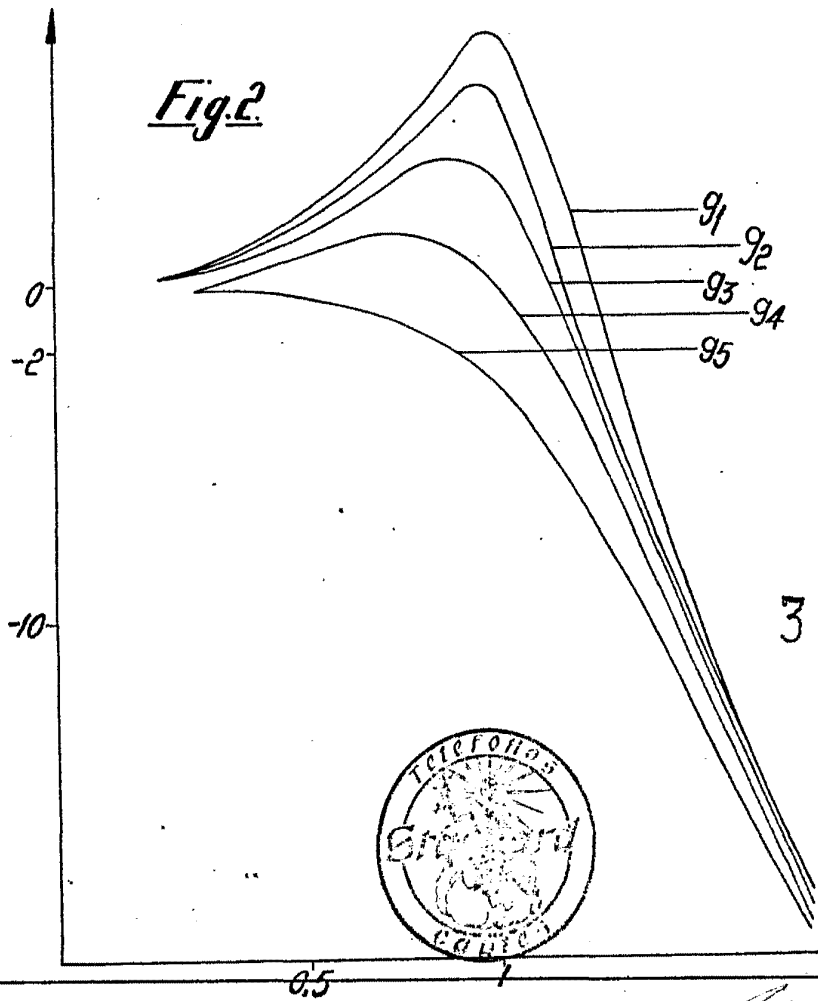
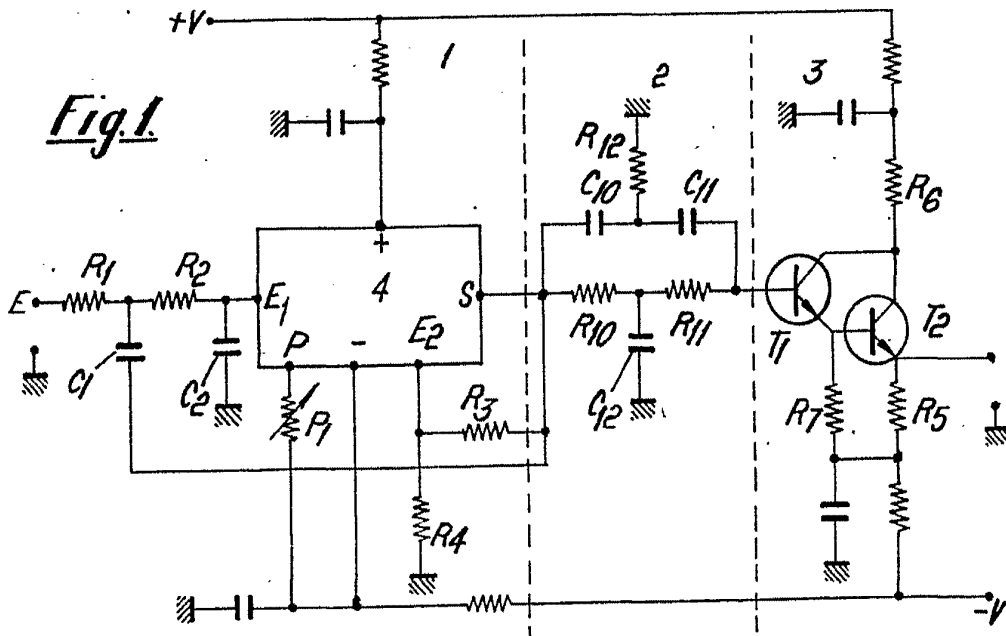
Madrid, 30 JUN. 1967



EUGENIO BARROSO
Secretario General



342519



30 JUN 1967



$\frac{W}{W_0}$

Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
 Secretario General



342519

Fig.3

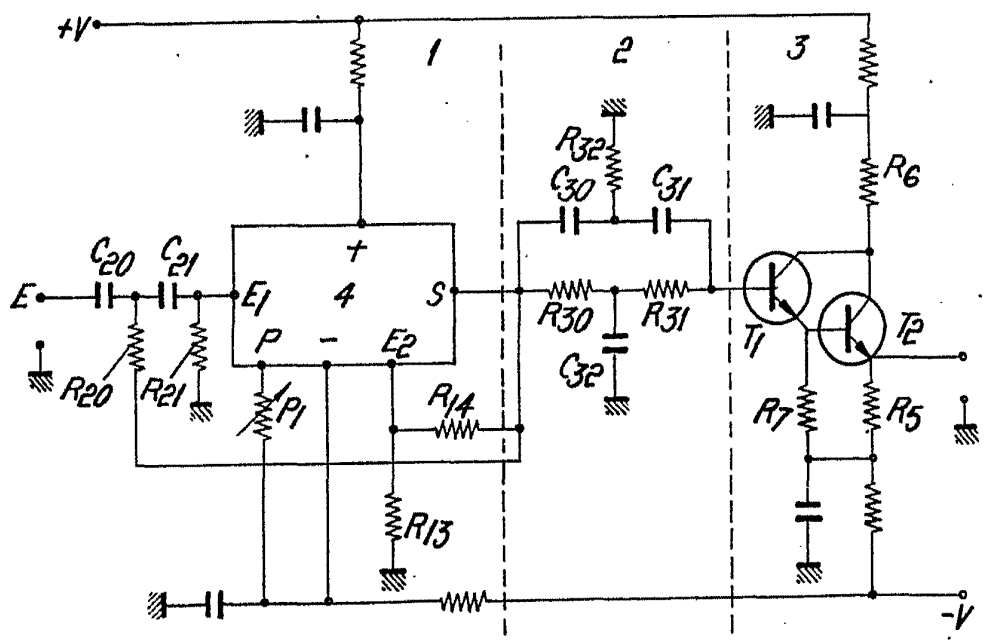
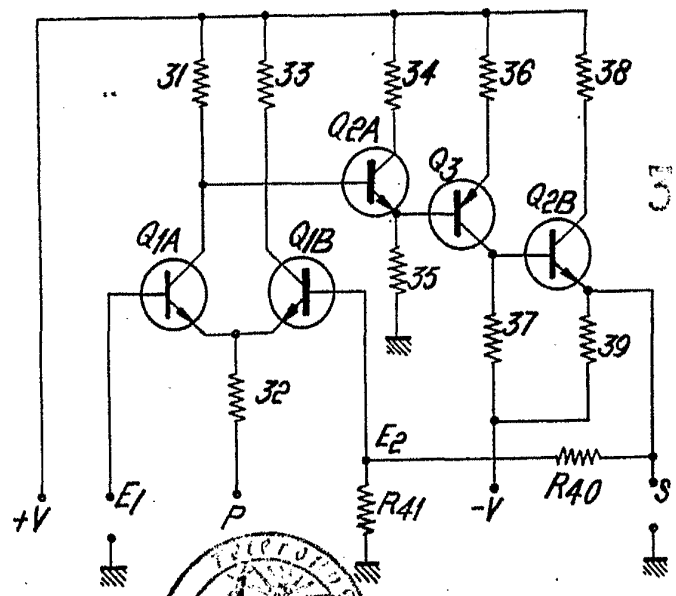
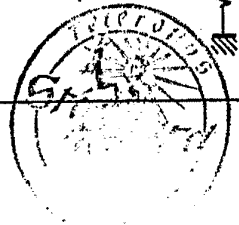


Fig.5



50 JUN. 1967

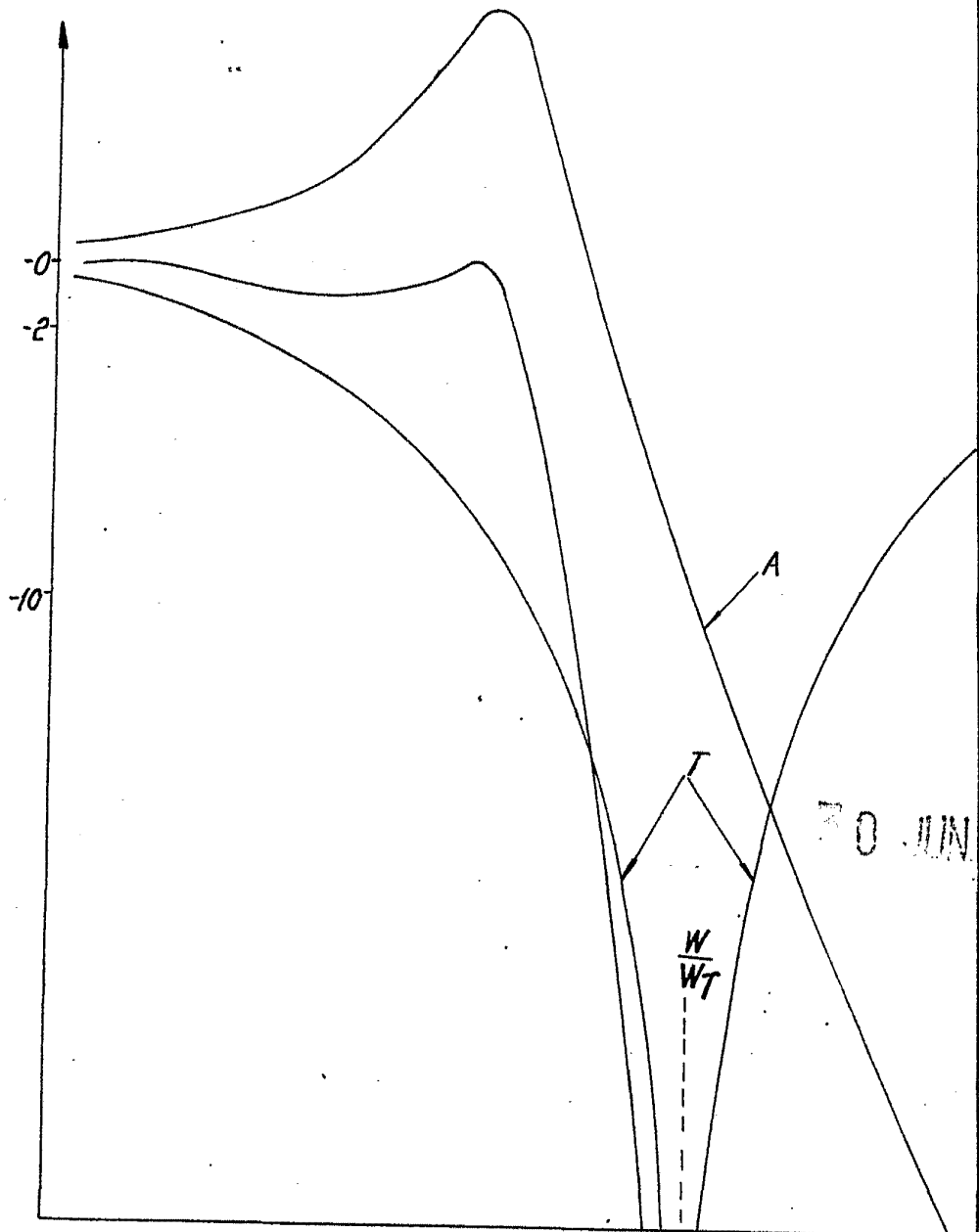


Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
 Secretario General



342519

Fig. 4



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
 Secretario General