

316672

20 AGO 1964

P - 29.864

PH N 351



20 AGO 1964

316672

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOBILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:  
"UNA DISPOSICION DE CIRCUITO PARA LA ESTABILIZACION CONTRA VARIACIONES DE LA TEMPERATURA DE LOS PUNTOS DE TRABAJO DE UNA PLURALIDAD DE TRANSISTORES"

La presente invención se refiere a una disposición de circuito para estabilización contra variaciones de temperatura particularmente a una disposición de circuito para estabilizar los puntos de trabajo de una pluralidad de transistores contra variaciones de la temperatura y la tensión de alimentación por medio de un elemento dependiente de la temperatura, acoplado a la conexión serie de los caminos emisor-base de los transistores, más particularmente un amplificador push-pull de clase B que tiene transistores complementarios, cuyas bases son alimentadas con señales de la misma

5

10

316672



fase y son polarizadas desde dicha disposición de circuito.

5 En disposiciones de circuito transistorizados a menudo resulta necesario establecer un punto de trabajo para los transistores que esté estabilizado contra variaciones de la temperatura y tensión de alimentación. Esto es particularmente válido para transistores que funcionan a potencias elevadas.

10 Es posible estabilizar el punto de trabajo contra variaciones de la temperatura eligiendo el resistor de emisor de valor suficientemente alto, pero el uso de tal valor alto del resistor de emisor no proporciona una solución cuando están involucradas potencias elevadas, debido a las grandes pérdidas introducidas por el mismo. Otras posibilidades consisten en usar resistores NTC y diodos estabilizadores de tensión, posibilidades que, sin embargo, no son siempre adecuadas tal como se verá de la siguiente descripción de una disposición de circuito conocida, por ejemplo más particularmente un circuito amplificador usado a menudo, que será  
15 descripto en relación con los dibujos esquemáticos que se acompañan, en que:

Las figuras 1 y 2 muestran diagramas de amplificadores que incluyen disposiciones conocidas para estabilizar el punto de trabajo de los transistores.

25 Las figuras 1y2 muestran diagramas de amplificadores conocidos que contienen un transistor excitador  $T_1$  que está conectado en disposición de emisor común con un resistor de carga  $R_1$  en el circuito de colector, entre el colector y una fuente de tensión de alimentación  $V_b$ . Desde el circuito  
30 de colector son suministradas dos señales de la misma fase



5 a las bases de dos transistores complementarios  $T_2$  y  $T_3$  que están conectados como seguidores de emisor en una así llamada disposición de circuito push-pull de "terminación única". Los emisores de dichos transistores están conectados, a través de un capacitor C, a un resistor de carga común  $R_L$ .

10 Con vistas al consumo de corriente y a fin de obtener una eficiencia elevada, los amplificadores de este tipo están dispuestos para trabajar en clase B pero como los transistores no son elementos amplificadores completamente ideales, es necesario proveer una corriente estática a través de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  a fin de evitar la distorsión cruzada. Tal corriente estática puede ser producida aplicando a la base de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  una polarización baja una con relación a la otra, por medio de un elemento  
15 de circuito, a través del cual circula la corriente del transistor excitador y que provee una pequeña caída de tensión. Esta caída de tensión es aplicada entre las bases de los transistores  $T_2$  y  $T_3$ .

20 Como el valor de la corriente estática en los dos transistores  $T_2$  y  $T_3$  es muy crítico debido a que valores demasiado bajos producirían la antes mencionada distorsión, mientras que un valor demasiado elevado además de ser la razón de pérdidas elevadas, puede dar lugar a inestabilidad térmica, especialmente a temperaturas elevadas, resulta de  
25 importancia esencial mantener dicha corriente estática a su valor óptimo independientemente de las variaciones de temperatura y tensión de alimentación. Dado que los transistores  $T_2$  y  $T_3$ , al igual que todos los transistores, son muy dependientes de la temperatura, aumentando la corriente a través  
30 de los transistores con temperaturas en aumento, deben tomar-

316672



se medidas a fin de asegurar que la polarización aplicada a los transistores sea reducida cuando aumenta su temperatura ya sea debid<sup>o</sup> a una elevación de la temperatura ambiente o como una consecuencia de las pérdidas inevitables que ocurren cuando son amplificadas señales potentes, mientras que la polarización debe ser aumentada cuando disminuye la temperatura a fin de evitar la distorsión cuando la disposición de circuito trabaja a temperaturas bajas. Además, deben tomarse precauciones para evitar que variaciones en la tensión de alimentación produzcan una variación esencial en la tensión producida sobre el elemento de circuito.

A fin de proveer la estabilización de temperatura de la corriente estática, es conocido usar un resistor  $R_T$  (figura 1) con un coeficiente de temperatura negativo, resistor que está colocado en la vecindad inmediata de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  y consecuentemente, está térmicamente acoplado a los mismos.

Sin embargo, tal solución es inadecuada para mantener constante la polarización para los transistores  $T_2$  y  $T_3$  contra variaciones de la tensión de alimentación.

Otro método conocido, y esencialmente más costoso, de proveer la estabilización de temperatura de la corriente estática a través de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  consiste en usar uno o más diodos  $D_1$  y  $D_2$  (figura 2) en lugar del resistor  $R_T$ . Si se usan diodos de juntura del mismo material que el de los transistores  $T_2$  y  $T_3$ , se logrará una dependencia de temperatura correspondiente para el elemento de circuito estabilizador y para el transistor o transistores que deben ser estabilizados. Además, para tales diodos es válido que la caída de tensión sobre ellos es independiente en un grado

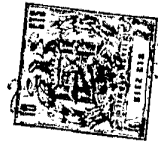


elevado de la corriente que circula a través de los diodos. Así las mediciones han mostrado que si se usan transistores de germanio, es necesario proveer una reducción en la polarización de aproximadamente 2,5 mV/°C para cada transistor a fin de mantener constante la corriente estática contra los cambios de la temperatura, variación que está relativamente de acuerdo con la variación de tensión por grado sobre cada diodo individual. Con el fin de producir la corriente estática óptima en los transistores  $T_2$  y  $T_3$  es necesario, además de los diodos, introducir un pequeño resistor  $R_D$  en el circuito estabilizador. La introducción de tal resistor, sin embargo, tiene el efecto de que la polarización aplicada a los transistores  $T_2$  y  $T_3$  ya no es más independiente de la tensión de alimentación.

La presente invención provee una disposición de circuito para estabilizar el punto de trabajo de una pluralidad de transistores, que no tiene las desventajas antes mencionadas, caracterizándose la disposición de circuito porque el elemento dependiente de la temperatura está constituido por un transistor, el transistor estabilizador, que teniendo un divisor de tensión conectado entre su colector y su emisor y teniendo su base conectada a una derivación sobre el divisor de tensión, está conectado como un amplificador de realimentación negativa en conexión con un resistor de carga, estando conectados el emisor y colector de dicho transistor a los extremos de la conexión serie de los caminos emisor-base.

A continuación se describirán y explicarán disposiciones de circuito de dicho transistor estabilizador de acuerdo con la invención y a título de ejemplos, a los que no está limitada la invención, el uso de dicho transistor estabi-

316672



bilizador en circuitos amplificadores, en relación con los dibujos esquemáticos acompañados, en que

Las figuras 3 y 4 muestran disposiciones de circuito de acuerdo con la invención.

5 Las figuras 5 y 6 son curvas para explicar la forma de funcionamiento de la disposición mostrada en la figura 4.

Las figuras 7 y 8 son amplificadores que incluyen las disposiciones de circuito de acuerdo con la invención.

10 La figura 9 es una modificación de la disposición de circuito mostrada en la figura 3, y

La figura 10 es una curva para explicar la forma de funcionamiento de la disposición de circuito de acuerdo con la invención mostrada en la figura 9.

15 En las distintas figuras elementos correspondientes entre sí han sido provistos con las mismas referencias.

Una realización de tal disposición de circuito de acuerdo con la invención está ilustrada en la figura 3. La disposición de circuito incluye un transistor  $T_0$  entre cuyo emisor y base está conectado un divisor de tensión que está  
20 constituido aquí por dos resistores  $R_2$  y  $R_3$ . El valor de resistencia del resistor  $R_1$  es más alto que el de la resistencia interna base-entrada del transistor  $T_0$ . Sin embargo, la suma de los valores de los resistores  $R_1$  y  $R_2$  son elegidas  
25 de modo que la corriente emisor-colector del transistor  $T_0$  es más alta que la corriente a través de los resistores  $R_1$  y  $R_2$ . La base del transistor  $T_0$  está conectada a la juntura de los resistores  $R_2$  y  $R_3$  con lo que el transistor  $T_0$  junto con el resistor de carga  $R_1$  es conectado como un amplificador  
30 de realimentación negativa de corriente continua. Por lo



tanto la tensión  $V_{CE}$  que se produce sobre el camino emisor-colector puede ser expresada como

5

$$V_{CE} = \frac{R_2 + R_3}{R_3} V_{BE}$$

en que  $V_{BE}$  es la tensión sobre el camino emisor-base.

10            Como la tensión emisor-base  $V_{BE}$  es del mismo orden de magnitud que la polarización que debe aplicarse a cada uno de los caminos emisor-base conectados en serie en los transistores, cuyos puntos de trabajo deben ser estabilizados por la disposición de circuito, se comprenderá que es posible mediante una elección adecuada de la razón del divisor de

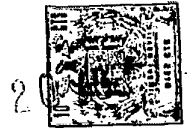
15            tensión proveer sobre el transistor  $T_0$  la polarización total para la conexión serie de los caminos emisor-base en los transistores que deben ser estabilizados y al mismo tiempo es alcanzada la dependencia deseada de la polarización con

20            respecto a la temperatura dado que una variación de la temperatura producirá un cambio de la tensión emisor-base  $V_{BE}$  que multiplicada en el transistor  $T_0$  es aplicada a la conexión serie de los caminos emisor-base en los transistores que deben ser estabilizados. Si varía la tensión de alimentación

25            y, por ejemplo, disminuye, la corriente a través del divisor de tensión disminuirá igualmente, con lo que disminuirá la tensión aplicada a la base del transistor  $T_0$  de modo que el transistor se vuelve menos conductor, mientras que la tensión sobre el colector aumenta de modo que la caída en la tensión

30            de alimentación que es transferida a través del resistor  $R_1$

316672



5 al colector del transistor  $T_0$ , es substancialmente compensada a expensas de una caída en la corriente a través del transistor  $T_0$ . La polarización para los transistores que deben ser estabilizados, por lo tanto es vuelta substancialmente independiente de la tensión del alimentación.

10 Por medio de la disposición de circuito mostrada en la figura 3, no es posible compensar completamente las variaciones en la tensión de alimentación dado que la tensión aplicada a la base del transistor  $T_0$  debe variar con la tensión de alimentación. Afin de lograr otro aumento en la eficiencia de la disposición de circuito con respecto a la compensación de las variaciones de la tensión de alimentación la disposición de circuito de acuerdo con la invención puede ser provista con un resistor, un extremo del cual está conectado a base del transistor estabilizador, y cuyo otro extremo está conectado a un punto que tiene una tensión dependiente de la tensión de alimentación. Un ejemplo de tal disposición de circuito se muestra en la figura 4 en que el resistor adicional  $R_0$  está conectado entre la base y la tensión de alimentación. Las figuras 5 y 6 ilustran curvas que se han obtenido midiendo una disposición práctica de circuito mostrado en la figura 4 en que los resistores  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  tenían los valores 4,7 kOhm, 1 kOhm y 470 Ohms, respectivamente. La tensión  $V_{CE}$  sobre el transistor  $T_0$  ha sido ilustrada como una función de la tensión de alimentación  $V_p$ . En la figura 5 el resistor  $R_0$  ha sido elegido como parámetro y tenía para las curvas a, b y c los valores 47 kOhms, 100 kOhms y 220 kOhms, respectivamente. Se verá que para un determinado valor de  $R_0$  la curva es substancialmente horizontal. Con este valor de  $R_0$ , por ejemplo 100 kOhms, las curvas correspondientes que tenía como parámetro la temperatura están ilustradas en la figura 6, correspondiendo las curvas d, e y f a las tempera-



turas + 55, + 20 y -15°C, respectivamente. Se verá que las curvas permanecen substancialmente horizontales independientemente de la temperatura, y que la tensión  $V_{CE}$  sobre el transistor  $T_0$  disminuye con el aumento de las temperaturas.

5           Además, el resistor  $R_0$  proporciona la posibilidad de ajustar la corriente estática al valor más favorable en los transistores que deben ser estabilizados por medio de la disposición de circuito. En una realización de la disposición de circuito de acuerdo con la invención, el divisor de  
10           tensión está constituido por dos resistores que tienen una relación tal que  $1/n$  de la tensión sobre el camino colector-emisor es aplicada a la base, en que  $n$  es la amplificación deseada de la dependencia de temperatura del camino emisor-base. Consecuentemente, resulta extremadamente simple en-  
15           contrar la relación requerida del divisor de tensión; y para la estabilización de por ejemplo dos transistores cuyos caminos emisor-base están conectados en serie, paralelamente al transistor  $T_0$ , en cuyo caso se desea una polarización cuya variación en dependencia de la temperatura es el doble  
20           de la de un camino emisor-base único, es posible usar resistores  $R_2$  y  $R_3$  del mismo valor, mientras que si deben ser estabilizados tres resistores, es posible usar un resistor  $R_2$  entre el colector y la base, cuyo valor es el doble que el del resistor  $R_3$  entre base y emisor.

25           La figura 7 muestra un amplificador que incluye cuatro transistores  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  y  $T_5$  en la conocida conexión Derlington. El amplificador es estabilizado por una disposición de circuito de acuerdo con la invención. El amplificador incluye tres transistores  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  cuyos caminos emisor-base  
30           están conectados en serie sobre la disposición de circuito que

316672



5 provee una polarización adecuada y consiste del transistor  $T_0$  los resistores  $R_2$  y  $R_3$  y el resistor  $R_0$ . El valor del resistor  $R_2$  es el doble del valor del resistor  $R_3$  con lo que el transistor  $T_0$  provee una triplicación de la dependencia de temperatura en el camino emisor-base del transistor  $T_0$ .

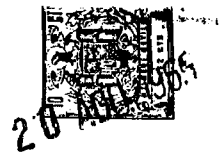
10 En esta y en las demás figuras de los circuitos amplificadores mostrados, el transistor  $T_1$  es el mencionado transistor excitador. Se mencionará especialmente que es posible conectar la base del transistor  $T_1$  de una manera conocida, no mostrada, a través de un resistor a otro punto del amplificador, por ejemplo el punto de salida, al que está conectada la carga, y a través de otro resistor a un punto de potencial constante, de modo de obtener una realimentación y estabilizar al potencial de dicho punto de salida del amplificador.

15 De acuerdo con otra realización simplificada de la disposición de circuito de acuerdo con la invención, el divisor de tensión puede estar constituido por los caminos emisor-base de los transistores cuyos puntos de trabajo deben ser estabilizados, estando conectada la base del transistor en la disposición de circuito a un punto en la conexión serie de los caminos emisor-base de los transistores que deben ser estabilizados. En otra realización de tal disposición de circuito en que la conexión serie incluye resistores de emisor, la base del transistor estabilizador está conectada, de acuerdo con la invención, a un punto tal de la conexión serie, especialmente directamente a uno de los emisores que además, una dependencia de tensión sobre la corriente que circula a través de los transistores que deben ser estabilizados, es aplicada a la base del transistor estabiliza-

20

25

30

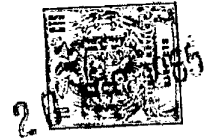


dor.

El amplificador mostrado en la figura 8 comprende dos caminos emisor-base conectados en serie de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  con resistores de emisor  $R_4$  y  $R_5$  asociados, conectados sobre el transistor  $T_0$ . El divisor de tensión requerido para el transistor  $T_0$  está constituido por el camino emisor-base del transistor  $T_2$  como un ramal y los resistores  $R_4$  y  $R_5$  en conexión con el camino emisor-base del transistor  $T_3$  como el otro ramal, estando conectada la base del transistor  $T_0$  al emisor del transistor  $T_2$ . Con ello se obtiene otra estabilización, dado que si la corriente estática a través de los transistores  $T_2$  y  $T_3$  por una u otra razón tiende a aumentar, la caída de tensión sobre el resistor  $R_4$  aumentará también, con lo que la tensión emisor-colector sobre el transistor  $T_0$  disminuirá y tenderá a disminuir la corriente estática.

Como se ha mencionado precedentemente es posible por medio del resistor  $R_0$  mostrado en la figura 4, obtener una estabilización completa de la tensión emisor-colector contra variaciones de la tensión de alimentación. Otra posibilidad de lograr el mismo efecto consiste de acuerdo con otra realización de la disposición de circuito de acuerdo con la invención, en que un extremo del camino emisor-colector del transistor estabilizador sea conectado a la conexión serie a través de un divisor de tensión al que es aplicada una tensión dependiente de la tensión de alimentación. Tal disposición de circuito es mostrada en la figura 7 en que entre la fuente de tensión de alimentación y el emisor del transistor  $T_0$  se ha provisto un divisor de tensión que consiste de los resistores  $R_6$  y  $R_7$ . En la derivación de este divisor de

316672



5 tensión se producirá una tensión que es proporcional a la  
tensión de alimentación tal como se muestra por la curva g  
en la figura 10. La figura 10 muestra también una curva h  
que muestra la tensión emisor-colector del transistor  $T_0$   
como una función de la tensión de alimentación  $V_p$ . Se verá  
que es posible elegir una relación adecuada entre los resis-  
tores  $R_6$  y  $R_7$  de modo que las curvas g y h serán paralelas  
sobre un rango grande, con lo que la diferencia de tensión  
entre la derivación del divisor de tensión y el colector del  
10 transistor  $T_0$  será substancialmente independiente de la ten-  
sión de alimentación. Esta realización provee además la  
ventaja que la polarización que debe ser aplicada a los tran-  
sistores que deber ser estabilizados puede ser hecha cambiar  
de polaridad con temperaturas en aumento en que la caída  
15 de tensión sobre el transistor  $T_0$  a temperaturas elevadas  
puede sumir un valor menor que la caída de tensión sobre el  
resistor  $R_7$ . Esto tiene el efecto que la estabilización de  
temperatura será eficaz aún a temperaturas muy altas.

20 Por razones de buen orden debería mencionarse que  
ya es conocido usar la dependencia de la temperatura de un  
transistor para proveer la estabilización de un transistor  
único.

25 Será obvio que la disposición de circuito de acuer-  
do con la invención puede ser usada no solamente para esta-  
bilizar los puntos de trabajo de amplificadores push-pull  
clase B que tienen transistores complementarios; sino que  
son posibles también otras aplicaciones de la disposición  
de circuito de acuerdo con la invención. Aunque el dibujo  
muestra el uso de transistores pnp en la disposición de  
30 circuito de acuerdo con la invención será obvio que también

316672,0



5 pueden usarse transistores npn y pueden introducirse muchas modificaciones dentro del alcance de la invención. Bajo ciertas circunstancias puede ser deseable, además, introducir un elemento estabilizador de tensión, por ejemplo un diodo Zener, en el circuito emisor del transistor estabilizador.

10 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Dinamarca el 22 de Agosto de 1.964, bajo el número 4162/64, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

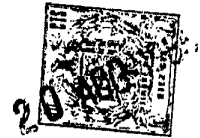
15

N O T A

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

25 1.- Una disposición de circuito para la estabilización contra variaciones de la temperatura, particularmente para una disposición de circuito para estabilizar los puntos de trabajo de una pluralidad de transistores contra variaciones de la temperatura y la tensión de alimentación, por medio de un elemento dependiente de la temperatura acoplado a la conexión serie de los caminos emisor-base en los transistores, más particularmente un amplificador push-pull clase B que tiene transistores complementarios cuyas bases son alimentadas  
30 con señales de la misma fase y están polarizadas desde dicha

316672



disposición de circuito, caracterizada porque el elemento dependiente de temperatura está constituido por un transistor, el transistor estabilizador, que tiene un divisor de tensión conectado entre su colector y emisor y tiene su base conectada a una derivación sobre el divisor de tensión, está conectado como un amplificador de realimentación negativa en conexión con un resistor de carga, estando conectados el emisor y el colector de dicho transistor a los extremos de dicha conexión serie.

2.- Una disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por comprender un resistor un extremo del cual está conectado a la base del transistor estabilizador, y cuyo otro extremo está conectado a un punto que tiene una tensión dependiente de la tensión de alimentación.

3.- Una disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque el divisor de tensión está constituido por dos resistores, que tienen valores cuya relación es tal que  $1/n$  de la tensión producida sobre el camino emisor-colector es aplicada a la base, siendo  $n$  el número de caminos emisor-base en la conexión serie.

4.- Una disposición de circuito de acuerdo con las reivindicación 1 o 2, caracterizada porque el divisor de tensión está constituido por los caminos emisor-base en la conexión serie, estando conectada la base del transistor estabilizador a un punto de dicha conexión serie.

5.- Una disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 4, en que la conexión serie incluye resistores de emisor, caracterizada porque la base del transistor estabilizador está conectada a un punto tal de la conexión



serie, especialmente directamente a uno de los emisores, que además es aplicada a la base del transistor estabilizador una tensión dependiente de la corriente que circula a través de los transistores que deben ser estabilizados.

5                   6.- Una disposición de circuito de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque un extremo del camino emisor-colector del transistor estabilizador está conectado a la conexión serie a través de un divisor de tensión al que es aplicada una tensión dependiente  
10 de la tensión de alimentación.

7.- Una disposición de circuito para la estabilización contra variaciones de la temperatura de los puntos de trabajo de una pluralidad de transistores.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los  
15 fines que se han especificado.

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

Madrid, 20 AGO 1965

P. A.

Alberto de Elizabur  
*Alta*

20

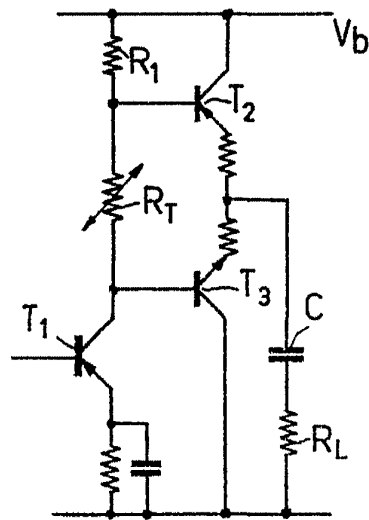


FIG. 1

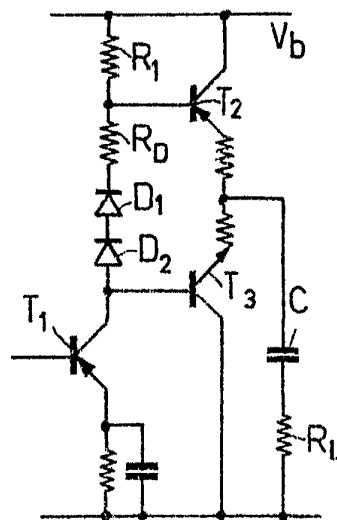


FIG. 2

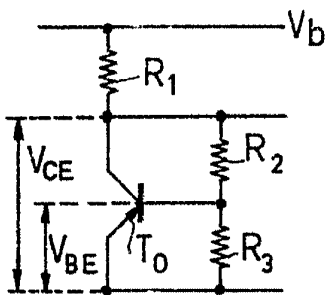


FIG. 3

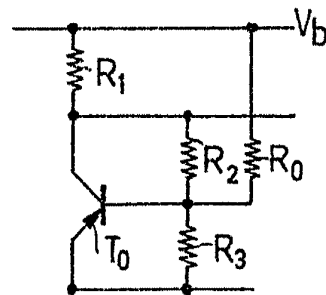


FIG. 4

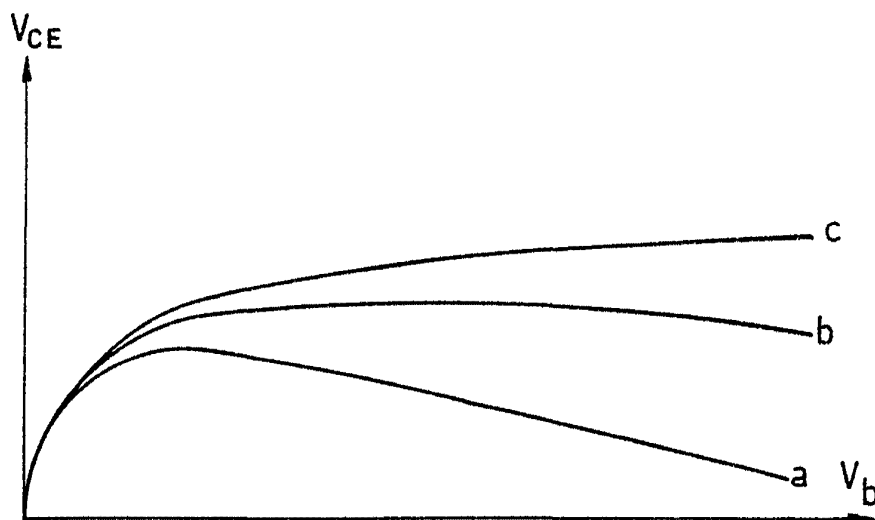


FIG. 5

Alberto de Elzaburu  
Dip. Ing. 1951

316672

20 AGO 1966

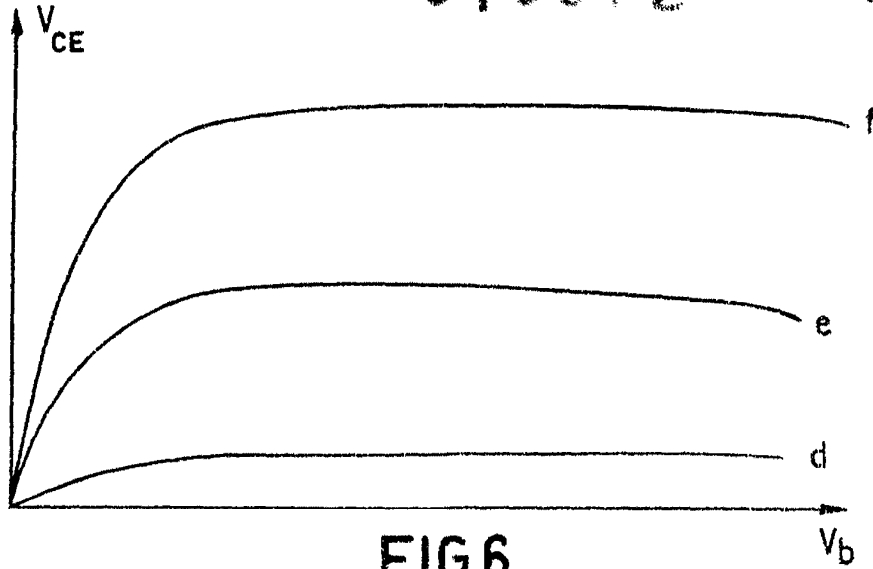


FIG.6

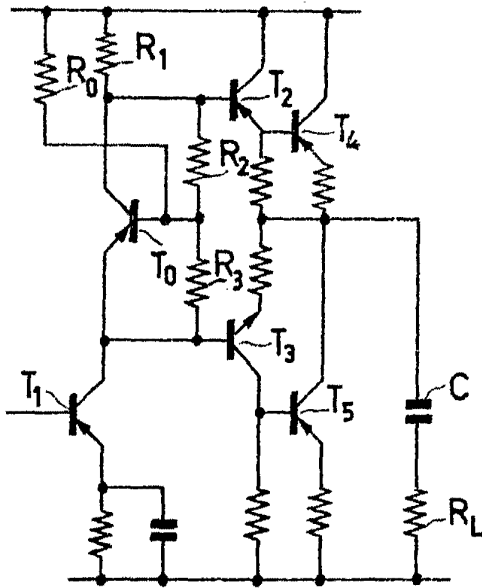


FIG.7

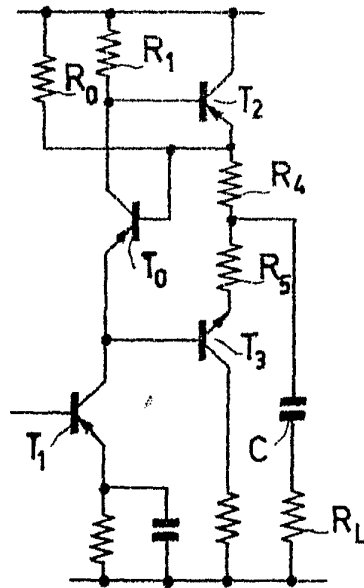


FIG.8

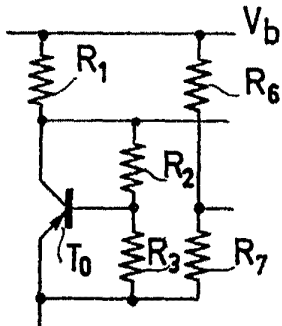


FIG.9

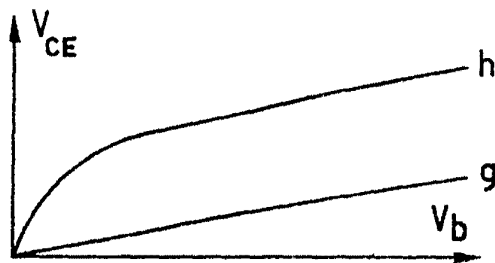


FIG.10

Alberto de Elzabur  
Prof. Emer.