

404623



J.S. Colardelle - C.P.H. Lerouge - M.A. Reigner 5-30-10

HOIF

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVEN-
CION EN ESPAÑA POR: "MEJORAS EN LOS CIRCUITOS GIRA-
DORES DE CORRIENTE LIMITADA", A NOMBRE DE STANDARD
ELECTRICA, S.A., DOMICILIADA EN MADRID, CALLE DE RA-
MIREZ DE PRADO Nº 5.

El presente invento se refiere a mejoras en los circuitos giradores de corriente limitada constituidas por un circuito girador activo de corriente limitada o dipolo de suministro ("supply dipole") el cual unicamen
5 te comprende dos terminales y asume las funciones siguien
tes:

- función de giración ("giration"), es decir, de transfor
mación de una capacitancia en una inductancia virtual que aparece entre los dos terminales;

10 - de suministro de una corriente a una carga exterior que aparece conectada en serie con la inductancia virtual, y
- de limitación de la corriente que pasa a través de la -
carga.

15 Un circuito de esta naturaleza se comprende que puede tener muchas aplicaciones, entre las que especial-



mente destaca la que se refiere al suministro de energía a los circuitos electrónicos, y que permite conseguir:

- 5 - unos sistemas de filtros que tienen entrada de inductancia en serie y en que el valor de la inductancia virtual puede alcanzar varios henrios, aún cuando se use un condensador de un valor relativamente bajo, y
- suministros de energía estabilizados con un diodo Zener en los que la resistencia que alimenta al diodo
10 Zener es sustituida por dicho girador.

En ambos casos, el girador de corriente limitada da un filtrado mejor y una protección contra los cortocircuitos en la carga. Es de observar que estas ventajas se pueden combinar, si se requiere, con un valor bajo de la resistencia de continua.
15

El objeto del presente invento es, por tanto, la obtención de un girador de corriente limitada que comprende unicamente dos terminales.

De acuerdo con el invento, se obtiene un medio para alimentar a una carga a través de un primer transistor, un medio para obtener un girador conectando el circuito de base de dicho transistor a su circuito de emisor a través de un condensador que así da al circuito las características de una inductancia virtual y un medio para
20 limitar la corriente suministrada a la carga modificando, con un segundo transistor, la polarización del primer transistor cuando la corriente consumida por dicha carga exceda de un valor límite preajustado.
25

Otros objetos, características y ventajas del presente invento aparecerán con la lectura de la descripción
30

404623 3.



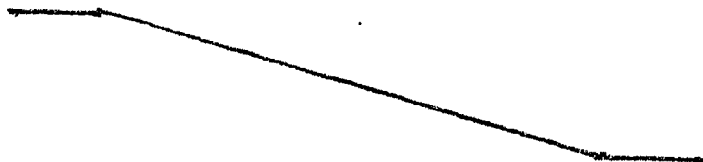
ción que sigue de un ejemplo de realización, descripción que se hace en relación con las figuras que se acompañan, en las que:

- la fig. 1 representa el diagrama detallado del girador;
- 5 - la fig. 2 muestra la característica $I_c = f(V_{DA})$;
- la fig. 3 representa el diagrama equivalente del girador de acuerdo con el invento;
- la fig. 4 representa un diagrama equivalente del girador para el cálculo de la inductancia equivalente;
- 10 - la fig. 5 representa un diagrama equivalente simplificado que se deriva del que se representa en la fig. 4;
- la fig. 6 es un diagrama equivalente del girador para el cálculo de la resistencia en c.a. del girador, y
- la fig. 7 representa el uso del girador con el diodo Zener.
- 15

La fig. 1 representa el diagrama del dipolo de suministro P usado como una inductancia en un filtro pa-
sa-baja y que también comprende el condensador C2. El
circuito, que comprende dos terminales A y D, entrega -
20 la corriente consumida por una carga R_c partiendo de una
fuente de tensión de +V voltios.

Este dipolo comprende los transistores T1, T2,
las resistencias $R'1$, $R''1$, R2 y el condensador C1.

La tabla que sigue da las definiciones y una se-
25 rie de valores típicos de los parámetros "h_e" que serán
usados durante la descripción, así como un ejemplo de
los valores de las resistencias en el dipolo.





| PARAMETROS | | SIMBOLO | VALOR TIPICO |
|---------------------------------|--------------------------------------------|---------|--------------------------------|
| PARAMETROS DEL TRANSISTOR T1 | Impedancia de entrada | hie | 900 ohmios |
| | Relación de tensión reversión-transfer. | hre | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| | Ganancia de corriente | hfe | 120 |
| | Admitancia de salida | hoe | $125 \cdot 10^{-6} \mu$ ohmios |
| Resistencia del Dipolo P | | R'1 | 80 ohmios |
| | | R''1 | 20 ohmios |
| | | R2 | 12 kilohmios |

10

A continuación veremos el funcionamiento en continua, el funcionamiento en alterna y una aplicación particular del dipolo P.

1. Funcionamiento en continua

15

En este estudio no se tiene en cuenta el condensador C1 y se supondrá en primer lugar que el transistor T2 no existe.

La corriente continua que pasa a través del transistor T1 es $I_c = \frac{V}{r + R_c}$.

En esta ecuación:

20

- se tiene que $r = R_1 + \frac{R_2 + h_{ie}}{h_{fe}}$ siendo $R_1 = R'1 + R''1$;

- admitimos que las corrientes de emisor y de colector de T1 son iguales, dado el alto valor de hfe (vease la tabla).

25

El circuito equivalente del dipolo está por tanto representado por una fuente de tensión V de una resistencia interna r que alimenta a una carga Rc.

Con los valores dados en la tabla tenemos que $r \approx 200$ ohmios, y con $v = 20$ voltios, la corriente de

404623

5.



corto circuito del generador (cuando $R_c = 0$) es de 100 mA.

Bajo estas condiciones, la caída de tensión a través de los terminales de R_1 es de 10 voltios y la energía consumida es de 1 vatio en T_1 y de 1 vatio en R_1 .

5

Si ahora se conecta el transistor T_2 , queda el mismo bloqueado todo el tiempo que $R''_1 \cdot I_c < u$, siendo u el umbral de conducción del transistor. Cuando $R''_1 \cdot I_c > u$, el transistor T_2 se conecta y deriva una parte de la corriente que pasa a través de la resistencia R_2 , limitando así la corriente de base de T_1 . A través de los terminales de R''_1 se establece una diferencia de tensión constante u , de modo que la corriente se limita al valor $\frac{u}{R''_1} = 30$ mA, como se puede ver en la fig. 2, que representa la característica $I_c = f(VDA)$, siendo VDA la tensión entre los terminales D y A del dipolo P .

10

15

20

Bajo estas condiciones, la caída de tensión entre los terminales de R_1 es de 3 voltios y la energía consumida es de 0,5 vatios en T_1 y de 0,1 vatios en R_1 . Vemos que la disipación total de energía en el dipolo, cuando se tiene un corto circuito, se ha reducido en una relación mayor de tres.

25

En el circuito de la fig. 1 el punto establecido para la corriente depende del valor de R_1 . No obstante, se puede reducir la resistencia interna del dipolo r reemplazando el transistor T_1 por una configuración Darlington, teniéndose que $r \approx R_1 + \frac{R_2}{h_{fe}^2} \approx R_1$. Recíprocamente, es posible aumentarlo haciendo R_1 o R_2 (o ambos) mayores.

30

El circuito que ha sido descrito se hace por la conexión en serie de tres componentes que son la fuente de tensión V , el dipolo P y la carga R . Claro está que el



orden de colocación de estos elementos se puede cambiar sin que se altere su función.

También es posible suministrar un circuito con una fuente de tensión negativa usando transistores NPN.

5 2. Funcionamiento en alterna

Para describir el funcionamiento en alterna del circuito girador de acuerdo con el invento no tomaremos en cuenta el transistor T2 que está desconectado todo el tiempo en que $R_1 I_c \ll u$ y usaremos diagramas equivalentes en los que el transistor T1 estará representado por sus parámetros "h" en configuración de emisor común, de acuerdo con la tabla anterior.

Calcularemos sucesivamente la inductancia equivalente y la resistencia equivalente del girador a frecuencias medias, medidas entre los puntos A y D.

15 2.1 Inductancia equivalente

La fig. 3 representa el diagrama equivalente del girador de acuerdo con el invento en el que se ha supuesto que $h_{re} = h_{oe} = 0$.

La fig. 4 representa un diagrama equivalente derivado del de la fig. 3 y en el cual hemos separado el circuito de base y el circuito de colector-emisor en dos ramales que llevan respectivamente la indicación 1 y 2. De ello resulta que:

- 25 - en el circuito de base (ramal 1) la corriente de base está definida por la conexión en serie de la impedancia h_{ie} y de una impedancia de un valor $R_1 (h_{fe}+1)$, y que
- en el circuito de colector-emisor (ramal 2) la resistencia R_1 es sustituida por una resistencia $R_1 \left(\frac{h_{fe}+1}{h_{fe}} \right)$.

30 Como el generador G es un generador de corriente,

404623

7.



su resistencia interna es muy alta en comparación con la de la resistencia $R_1 \frac{(hfe+1)}{hfe}$. Por tanto, ésta última se puede despreciar, lo cual lleva al diagrama equivalente de la fig. 5. Con ello tenemos que:

5
$$X = - \frac{1}{C\omega}$$

$$R_a = R_1 (hfe+1) + h_{ie}$$

$$Z_b = \frac{R_o \cdot jX}{R_o + jX}$$

$$Z_c = R_2 + Z_b$$

Además, si llamamos V_c y V_b a las tensiones de alterna de colector y base del transistor T1, se pueden escribir las siguientes relaciones:

10
$$\text{- Corriente en el ramal 1: } \frac{V_c}{Z_c} = \frac{V_b}{Z_b} \quad (1)$$

$$\text{- Corriente de base: } i_b = \frac{V_b}{R_o} = \frac{i_c}{hfe} \quad (2).$$

Combinando las ecuaciones (1) y (2) y llamando Z a la impedancia compleja del ramal 2, tendremos:

15
$$Z = \frac{V_c}{i_c} = \frac{V_b}{i_c} \cdot \frac{Z_c}{Z_b} = \frac{R_o}{hfe} \cdot \frac{Z_c}{Z_b}$$

o bien
$$Z = \frac{R_o + R_2}{hfe} + \frac{R_2}{jX} \frac{R_o}{hfe} = R' + jX' \quad (3)$$

Para hallar el valor de la reactancia X' escribimos:

20
$$jX' = \frac{R_2}{jX} \cdot \frac{R_o}{hfe}$$

$$X' = \frac{R_2}{X} \cdot \frac{R_o}{hfe} = \frac{R_o \cdot R_2}{hfe} \cdot C\omega$$

Vemos que este término reactivo es equivalente a una inductancia de un valor:

$$L = R_2 \cdot \left[R_1 \left(\frac{hfe+1}{hfe} \right) + \frac{h_{ie}}{hfe} \right] \cdot C$$

25 Al referirnos a los valores típicos de la tabla anterior, vemos que el valor del primer término entre paréntesis no difiere mucho de 1 y, por lo tanto, tendremos que:



$$L = R_2 \cdot \left(R_1 + \frac{h_{ie}}{h_{fe}} \right) \cdot C .$$

Se ve que la inductancia equivalente del girador es practicamente independiente de los parámetros del transistor. Realmente, si tenemos por una parte que $R_1 = 100$ ohmios y por otra que $\frac{h_{ie}}{h_{fe}} \approx 7$ ohmios (veáanse los valores típicos de la tabla), el cálculo muestra que una variación en un 10% de la relación $\frac{h_{ie}}{h_{fe}}$ produce solo una variación de la inductancia de menos de un 1%.

2.2 Resistencia equivalente a frecuencias medidas (de 1 a 100 kHz)

La fig. 6 representa un diagrama equivalente - del girador de acuerdo con el invento en el que se ha su puesto que:

$$h_{re} = 0$$

$$\frac{1}{C \omega} \quad \text{---} \quad R_1$$

$$\frac{1}{C \omega} \quad \text{---} \quad R_2$$

Si llamamos V_e a la tensión alterna en el emisor de T1, podemos poner:

$$i_b = \frac{V_e}{h_{ie}} = \frac{i_c}{h_{fc}} \quad (4)$$

Las diferentes corrientes que hay en el nudo del emisor de T1 son:

- la corriente que pasa a través de la admitancia de salida h_{oe} cuyo valor es: $i_o = (V_c - V_e) \cdot h_{oe}$;
- la corriente que da el generador de corriente G, principalmente $i_c = - \frac{V_e \cdot h_{fe}}{h_{ie}}$;
- la corriente de base $i_b = - \frac{V_e}{h_{ie}}$;

404623



9.

- la corriente que pasa a través de la resistencia de emisor, principalmente

$$- i_e = - \frac{V_e}{R_I} .$$

La ecuación de las corrientes en el nudo es:

5 $i_o + i_c + i_b - i_e = 0$, o bien:

$$(V_c - V_e) \cdot h_{oe} = \frac{V_e \cdot h_{fe}}{h_{ie}} + \frac{V_e}{h_{ie}} + \frac{V_e}{R_I}$$

$$V_c - V_e = V_e \left(\frac{h_{fe}}{h_{ie}} + \frac{1}{h_{ie}} + \frac{1}{R_I} \right) .$$

La impedancia equivalente del generador de corriente G (ramal 2, fig. 6) es

10 $Z_g = \frac{V_c - V_e}{i_c} \quad (5)$

La ecuación (5) se hace entonces, tomando $i_c = - \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot V_e$ (ecuación 4):

$$Z_g = - \frac{1}{h_{oe}} \cdot \left(\frac{h_{fe} + 1}{h_{ie}} + \frac{1}{R_I} \right) \cdot \frac{h_{ie}}{h_{fe}} = - \frac{1}{h_{oe} \cdot h_{fe}} \cdot \frac{(1 + h_{fe} + h_{ie})}{R_I} \quad (6)$$

Vemos que Z_g es una impedancia negativa en paralelo con la impedancia de salida $Z_{oe} = \frac{1}{h_{oe}}$ del transistor (ramal 3, fig. 6). La resistencia equivalente Z_{23} del circuito constituido por la conexión en paralelo de los ramales 2 y 3 es:

$$\frac{1}{Z_{23}} = \frac{1}{Z_{oe}} + \frac{1}{Z_g} .$$

20 La ecuación (6) permite calcular el valor de Z_{23} que es:

$$Z_{23} = \frac{1}{h_{oe}} \left(1 + \frac{h_{fe}}{1 + h_{ie}/R_I} \right) \quad (7)$$

Si hacemos uso de los valores de los parámetros que se dan en la tabla, y con $R_I = 100$ ohmios, tendremos
25 que:

$$Z_{23} \approx 105 \text{ kilohmios} .$$



La resistencia equivalente Z_{123} del girador se compone de la conexión en paralelo de la resistencia R_2 (ramal 1 del circuito de la fig. 6) y de la impedancia Z_{23} de modo que, para $R_2 = 1.2$ kilohmios:

5 $Z_{123} \approx 10$ kilohmios.

Se observará que, cuando el transistor T_2 está en conducción, tenemos que el dipolo aún aparece como una inductancia.

Se entiende que si el transistor T_1 es sustituido por un par de transistores en una configuración Darling-
10 ton, con una ganancia de corriente h_{fe}^2 :

- la impedancia Z_{23} (ecuación 7) se aumenta aprecia-
blemente;
- la impedancia equivalente Z_{123} aumenta también,
15 dado que el valor de la resistencia R_2 se multi-
plica por una relación h_{fe}^2 .

3. Aplicación especial

La fig. 7 representa el uso del dipolo que ha si-
do descrito como resistencia para el suministro de un diodo
20 Zener dando lugar a la estabilización de la tensión entre -
los terminales de la resistencia de carga R_c .

Para el funcionamiento en continua, la resisten-
cia del dipolo se elige de forma que dé un funcionamiento
correcto en la gama de corrientes admisible en la carga R_c .
25 Si esta corriente toma un valor mayor que el preestablecido,
el diodo de Zener deja de estar en su región de la avalancha
y el dipolo da una corriente constante que puede disipar -
totalmente, aún cuando $R_c = 0$.

Para el funcionamiento en alterna este circuito
30 presenta las mismas ventajas que el filtro de entrada de -

404623



11.

inductancias en serie que fué descrito en relación con la fig.1 y que produce un filtrado mucho mejor que el que se obtiene con una configuración normal de un diodo Zener con una resistencia para el suministro.

5 Si bien el presente invento ha sido descrito en relación con un ejemplo concreto de realización del mismo, ha de ser claramente entendido que no se limita a dicho ejemplo y que del mismo se pueden hacer otras variantes y modificaciones sin por eso salirse del alcance del invento.

10 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Francia el día 8 de Julio de 1.971, señalada con el Nº. 71 25013 y se acoge, por tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- NOTA -----

15 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

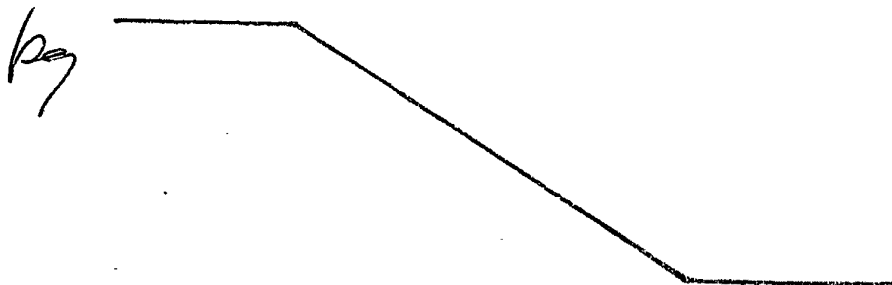
1.- Mejoras en los circuitos giradores de corriente limitada, constituidas por un circuito girador que comprende solamente dos terminales A y D, caracterizado por el hecho de que entre los terminales A y D hay conectado un transistor T1, estando su colector directamente conectado al terminal A y su emisor conectado al terminal D a través de dos resistencias R'1 y R"1 en serie ($R'1 + R"1 = R1$);
20 porque dicho transistor recibe su corriente de base a través de una resistencia R2 conectada al terminal A; porque el terminal libre del circuito girador y el terminal libre de la impedancia Rc están conectados a una fuente de suministro de energía de modo que el transistor T1 es conductor y suministra a la carga una corriente cuyo valor está
25
30



5 dado por el valor de las resistencias R_1 , R_2 y por sus parámetros (h_{fe} , h_{ie}) y porque dicho transistor está conectado al terminal D a través de un condensador C_1 de modo que aparece una impedancia virtual entre los terminales A y D, siendo esta impedancia una función directa, en una primera aproximación, del valor de los componentes R_1 , R_2 , C_1 de modo que el girador constituye, asociado con un condensador C_2 situado entre los terminales de la carga R_c , un filtro de entrada de inductancias en serie.

10 2.- Mejoras constituidas por un circuito girador de acuerdo con la reivindicación 1 diseñado para obtener una limitación de la corriente y caracterizado por una parte por el hecho de que el colector y el emisor de un transistor T_2 de la misma polaridad que el transistor T_1 están respectivamente conectados a la base de dicho transistor T_1 y al terminal D y porque, por otra parte, la base de dicho transistor T_2 está conectada al punto común de las resistencias R'_1 y R''_1 de modo que, cuando aumenta la tensión a través de la resistencia R''_1 debido a un aumento de la corriente consumida por la carga R_c y excediendo el umbral de conducción del transistor T_2 , se conecta éste último, produciendo una limitación de la corriente suministrada por el girador el cual entonces actúa como fuente de corriente constante.

25 3.- Mejoras en los circuitos giradores de corriente limitada.



404623

13.



Tal y como ha sido descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

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

Madrid, 7 JUL 1972

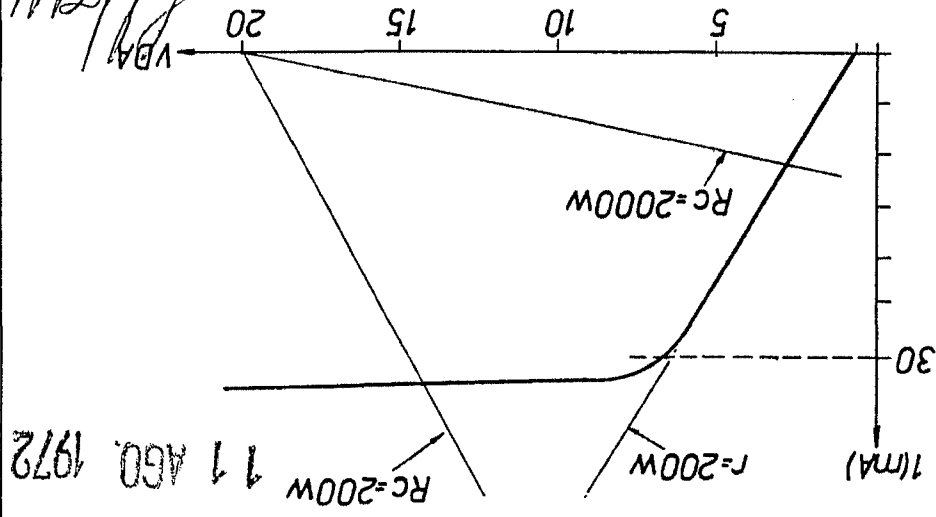
109



M. G. Santamaría

M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL

EUGENIO BARRIOS
 Ingeniero General



11 AGO. 1972



FIG.2.

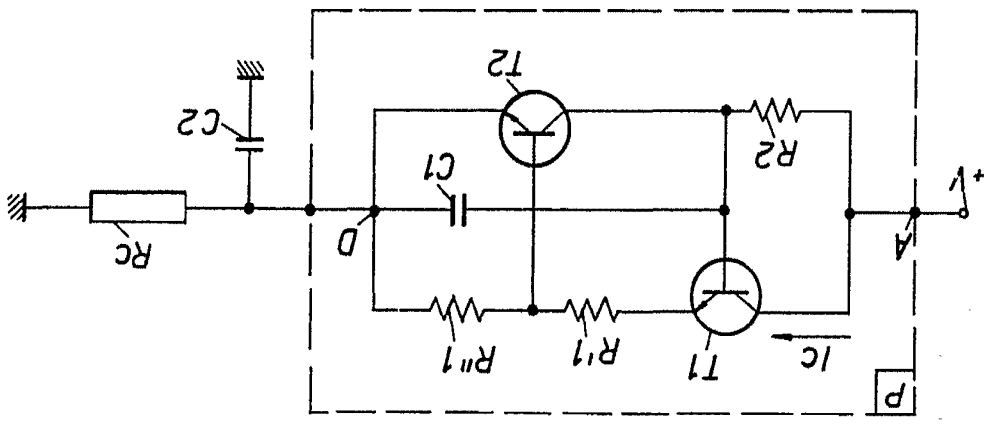


FIG.1.

404623



2/2



404623

FIG.3.

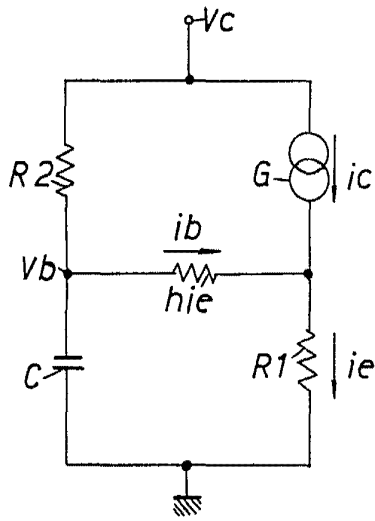
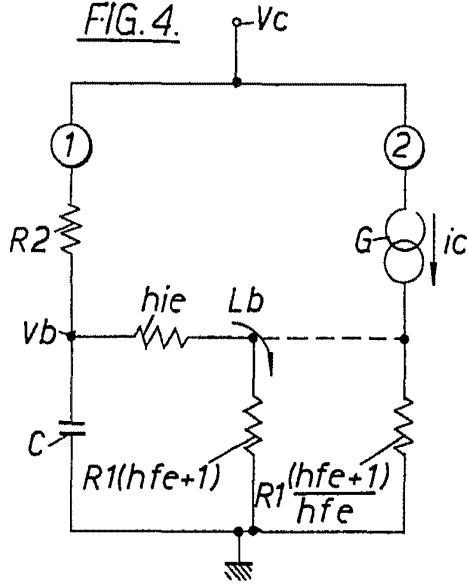


FIG.4.



11 AGO. 1972

FIG.5.

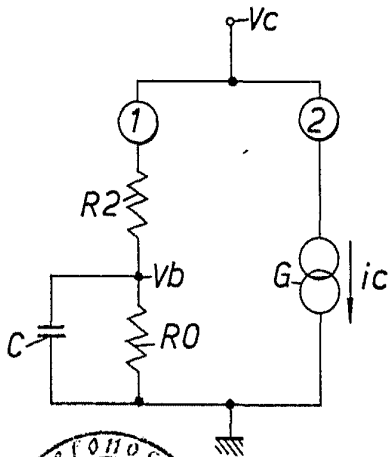


FIG.6.

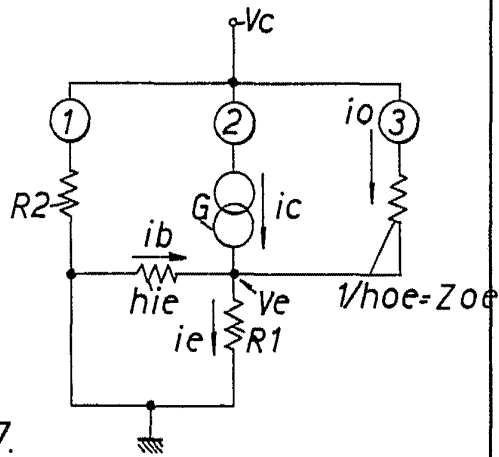
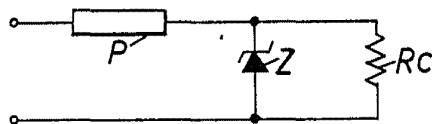


FIG.7.



[Handwritten signature]
 SECRETARIO GENERAL