

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

—

INFORME N.º 131

Trasdutor Logarítmico de Corriente Continua

por

Abel Julio González

==

BUENOS AIRES

1964

TRASDUCTOR LOGARITMICO DE CORRIENTE CONTINUA

Abel Julio González

INTRODUCCION

Durante el desarrollo de un equipo para la determinación de las exposiciones recibidas por film-monitores, a partir de las densidades ópticas de los mismos, se tuvo necesidad de utilizar un transductor logarítmico de alrededor de dos décadas.

Basándose en la característica logarítmica del diodo reja-cátodo de un triodo para bajas tensiones de reja, se ha obtenido un transductor de gran simplicidad y bajo costo que sigue las especificaciones estipuladas.

Se estima que el circuito que se presenta puede ser también de utilidad en los equipos de medición de magnitudes que puedan variar en algo más de dos órdenes. En ese caso convendrá colocar el transductor a la salida del aparato de medición y cargar sobre aquél el instrumento de lectura, calibrando la escala de éste en forma logarítmica. De esta forma, el error relativo que se cometa en la lectura se mantendrá constante en toda la escala.

DESARROLLO TEORICO

Es sabido que si se mantiene el cátodo de un diodo de alto vacío a una temperatura T , habrá una cantidad de electrones por unidad de tiempo que alcanzarán la placa. Esta cantidad depende, entre otras cosas, de la temperatura T y del potencial de placa respecto a cátodo V_{pk} .

Aún para $V_{pk} \leq 0$ un cierto número de electrones tendrá la suficiente energía cinética de salida como para remontar la barrera de potencial y llegar a la placa. El porcentaje de ellos que podrán hacerlo será e^{-KE} donde E es el potencial respecto del cátodo de la superficie equipotencial a alcanzar.

Considerando este fenómeno, se puede llegar a demostrar

(1) que la corriente de placa en esa zona toma la forma

$$i_p = i_{op} e^{\frac{a}{T} V_{pk}} \quad (I)$$

Donde:

a = constante $\cong 11.600$

T = temperatura del cátodo en $^{\circ}K$

V_{pk} = tensión placa-cátodo

i_{op} = corriente de placa para $V_{pk} = 0$

La fórmula I puede ser generalizada para el diodo reja-cátodo de un triodo (2); luego:

$$i_g = i_{go} e^{\frac{a}{T} V_{gk}} \quad (II)$$

Donde:

V_{gk} = tensión reja-cátodo

i_{go} = corriente de reja para $V_{gk} = 0$

Despejando V_{gk}

$$V_{gk} = \frac{T}{a} (\ln i_g - \ln i_{go}) \quad (III)$$

como la corriente de placa de un triodo está regida por la ley de Child-Langmuir (3)

$$i_p = K \left(V_{gk} + \frac{V_{pk}^{\frac{2}{3}}}{\mu} \right) \quad (IV)$$

Donde:

K = perveancia de la válvula

μ = factor de amplificación.

Valores que dependen de las dimensiones geométricas de la válvula.

Introduciendo la (III) en la IV resulta:

$$i_p = K \left[\frac{T}{a} \ln i_g - \frac{T}{a} \ln i_{g0} + \frac{V_{pk}}{\mu} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$\therefore V_{pk} = \mu \left[\left(\frac{i_p}{K} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{T}{a} \ln i_g + \frac{T}{a} \ln i_{g0} \right] \quad (V)$$

Si se coloca en el circuito de rejilla de la válvula una resistencia muy grande para simular una fuente de corriente (figura 1); es evidente que si $R \gg r_{gk}$

$$i_g = \frac{V_e}{R} \quad (VI)$$

con V_e = tensión de entrada

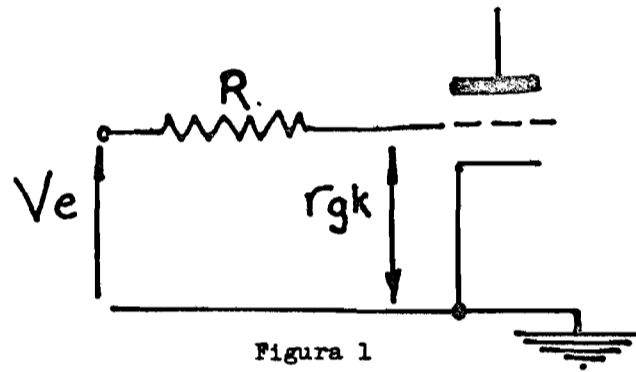


Figura 1

Introduciendo (VI) en (V),

$$V_{pk} = \mu \left[\left(\frac{i_p}{K} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{T}{a} \ln V_e + \frac{T}{a} \ln R + \frac{T}{a} \ln i_{g0} \right] \quad (VII)$$

Si $V_{pk} = V_s$ = tensión de salida, resulta

$$V_s = A - B \ln V_e \quad (VIII)$$

Donde:

$$A = \mu \left[\left(\frac{i_p}{K} \right)^{\frac{3}{2}} - \frac{T}{a} \ln i_{g0} \right] + \frac{\mu T}{a} \ln R \quad (IX)$$

$$y \quad B = \frac{\mu T}{a} \quad (X)$$

La (VIII) muestra que, trabajando en las condiciones descritas, un triodo de alto vacío actúa como un transductor logarítmico.

CIRCUITO PRACTICO

Se elige como válvula de trabajo la ECC 82/12 AU7(4), aprovechando una mitad del doble triodo para mantener fijo el potencial de cátodo de la otra y bajar el "drift" (5) y (6).

El circuito de prueba se muestra en la figura 2.

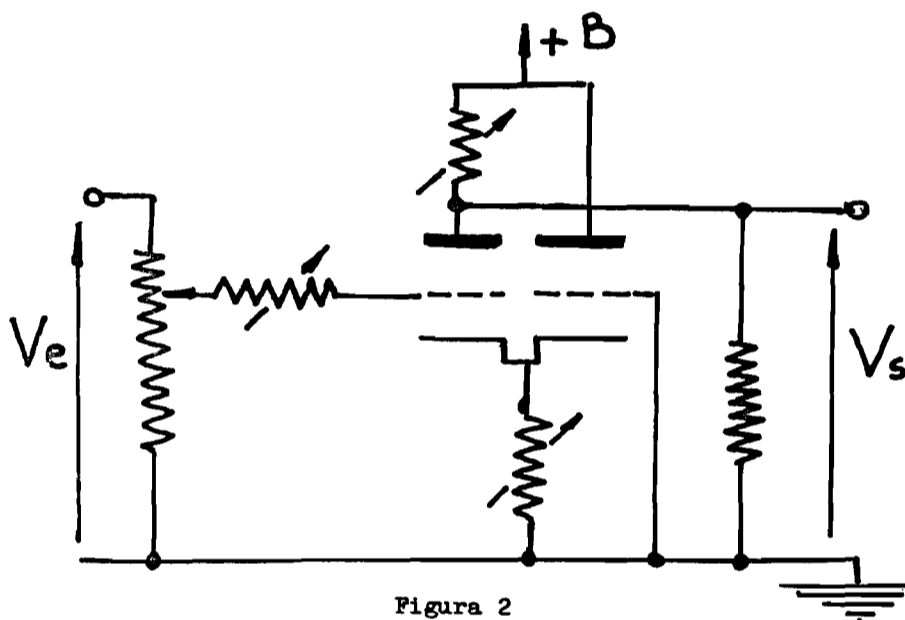


Figura 2

Variando la tensión de entrada entre 0.1 y 350 V la figura 3 muestra la relación entre $\lg V_e$ y V_s , en la que se aprecia que entre $V_e = 1$ V a $V_e = 350$ V la respuesta es lineal, verificando experimentalmente la fórmula (VIII).

Si a la salida del transductor se resta una tensión continua proporcional a la constante A y se aplica un transductor que multiplique por $\frac{1}{B}$ se tendrá

$$V's = \ln V_e \quad (XI)$$

que es el resultado buscado.

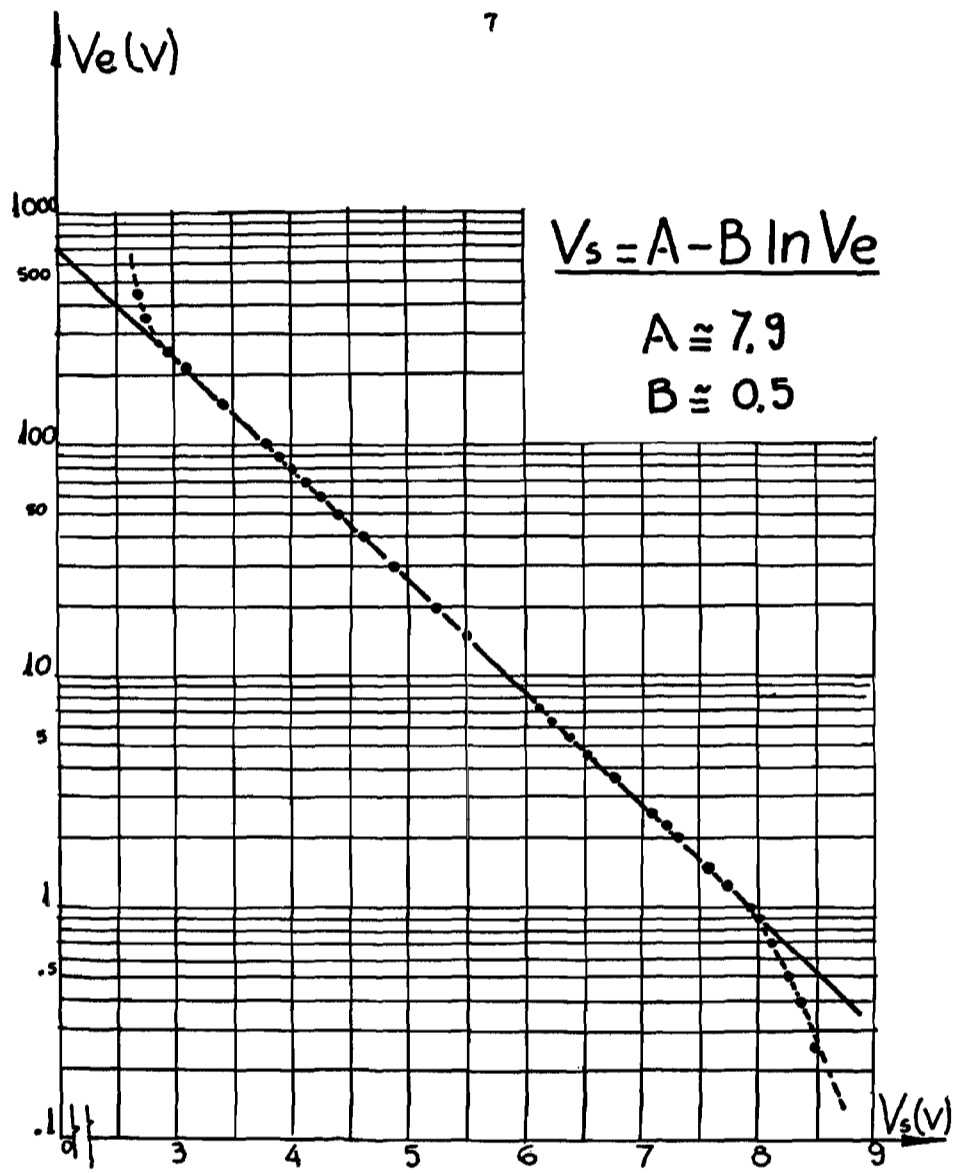
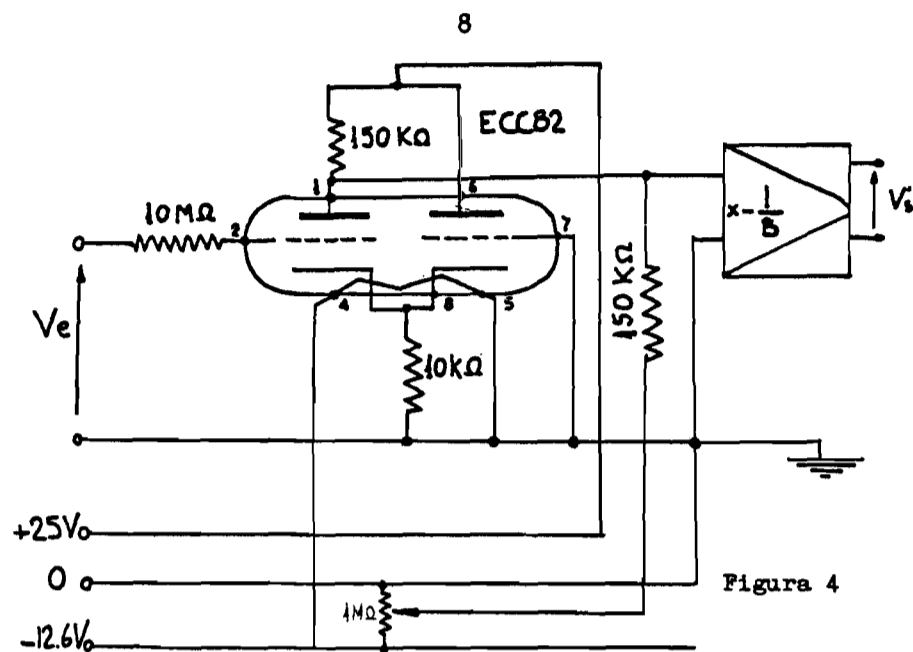


Figura 3

De esta manera el circuito definitivo es el dado en la figura 4.

COMENTARIO: Causas de "drift"

Las fórmulas (9) y (10) demuestran que, para una misma v_{fil} vula, las variaciones de la tensión de salida dependerán solo de la temperatura del cátodo y del valor de la resistencia R. Este último puede ser tan preciso e invariable como se quiera, pero en cambio la temperatura del cátodo variará al ritmo de variación de la tensión de filamento. Por esa razón la tensión debe ser regulada como se aprecia en el circuito definitivo.



RESUMEN

El transductor logarítmico presentado se compone de una sola válvula (un doble triodo de mediano μ) y cinco resistores.

Las partes auxiliares del mismo son: una fuente de tensión regulada con salidas de 25 V y -12 V.

Un amplificador de tensión que nos eleve el voltaje de salida en $-\frac{1}{B}$

En caso de reemplazar la válvula se podrá ajustar fácilmente el equipo variando la resistencia de placa del primer triodo hasta obtener 8 V de salida para una $V_e = 1$ V.

Se logra respuesta logarítmica para tensiones de entrada de 1 a 350 V.

BIBLIOGRAFIA

1. CHANCE, HUGHES, etc. - "Waveforms"; Mc Graw Hill Company Inc; 1949; pag. 62, form. 2.
2. CHANCE, HUGHES, etc. - op. cit.; pag. 66.
3. M.I.T. - "Applied Electronics"; J. Wiley & Sons, Inc; 1949; pag. 174/6.
4. PHILIPS ELECTRON TUBE MANUAL - "Receiving and Picture Tubes" (1963).
5. MILLER, S.D. - "Sensitive D.C. Amplifiers with A-C operation"; Electronics; Volumen 14; pag. 27; Noviembre 1941.
6. TERMAN, F.E. - "Ingeniería Electrónica y de Radio"; Arbó; 1961; pag. 278/9.