

## CAPITULO XXVII

### LOS MULTIMETROS HANSEN CHERRY S-100 Tr Y S-100 TrH COMO PROBADORES DE TRANSISTORES

INTRODUCCION - MEDICION DE  $I_{co}$ , RANGOS - ESCALA - RANGO N° 1: 0-12  $\mu A$ .  
EJEMPLOS - RANGO N° 2: 0-48  $\mu A$  - EJEMPLOS - MEDICION DE  $\alpha$  y  $\beta$  - EJEMPLOS

#### Introducción

Una de las ventajas más importantes de estos dos nuevos instrumentos es la de poder "probar" transistores con solo introducir sus terminales en el zócalo que a tal efecto se dispone en la parte inferior derecha del panel frontal, al costado de la llave general de rangos como se ilustra en la fig. 200.

Las comprobaciones que pueden realizarse sobre cualquier transistor son las típicas de la casi totalidad de todos los probadores de transistores individuales: la corriente de corte de colector ( $I_{co}$ ), también denominada "fugas" y la medición del factor amplificación de corriente,  $\alpha$  y  $\beta$ , de acuerdo a si el transistor opera en un circuito de base o emisor común respectivamente.

**Ico:** De acuerdo al circuito interno de estos instrumentos es posible determinar la corriente de colector en el punto de corte. Este dato es de gran importancia para conocer el estado real del transistor debido a que representa la corriente de pérdida entre emisor y colector cuando el transistor está polarizado en la condición no conductiva.

Si el valor de  $I_{co}$  es alto, el transistor no será útil para desempeñarse satisfactoriamente. Si el valor obtenido es mayor en un 5 % del indicado por el fabricante estará diciendo que bajo calentamiento se presentará el crecimiento térmico de la corriente haciendo inoperante al transistor para un circuito práctico.

El parámetro  $I_{co}$  es un dato que se incorpora siempre en los datos técnicos del transistor y que se obtiene de cualquier manual aun en los que la información de características es reducida.

Para tener una idea de los valores a obtener digamos que en los transistores de germanio de baja potencia el valor de este parámetro varía entre 1 y 10  $\mu A$ , según el tipo. En cambio en los transistores de juntura de silicio el valor de  $I_{co}$  es de alrededor de 0,005  $\mu A$ . En cambio en los transistores de potencia  $I_{co}$  puede adoptar valores de hasta 500  $\mu A$  ó más.

Es importante recordar que este parámetro depende de la temperatura a que está sometido, por lo que sus indicaciones son de valor más precisos cuando la temperatura ambiente es de 25° C, valor que por otra parte, es el indicado en casi todos los manuales de transistores.

#### Medición de $I_{co}$ - Rangos - Escala

Estos instrumentos poseen dos rangos para la medición de  $I_{co}$ , el primero de 0 a 12  $\mu A$  y el segundo de 0 a 48  $\mu A$

La escala a emplear es la ubicada en la parte inferior de la zona espejada, con la inscripción  $I_{co}$  a la izquierda y 12  $\mu A$  a la derecha, impresa en color rojo y se utilizará para ambos rangos.

#### Rango N° 1: $I_{co}$ 0 - 12 $\mu A$

Se coloca en primer término la llave deslizable ubicada sobre el zócalo de transistores en la posición " $V - \Omega - A I_{co}$ " y luego la llave de rangos en la posición "*Tr check*" (probador de transistores) la que tendrá que coincidir con la polaridad del transistor bajo prueba, es decir *PNP* o *NPN*.

A continuación se gira la perilla de " $\Omega$  ADJ" hasta que la línea blanca marcada en la perilla coincida con la flecha de color rojo que lleva

la inscripción "Tr Set", como se ha ilustrado en la fig. 200.

Luego se introduce el transistor en el zócalo insertando el terminal de colector en "C", el de base en "B" y el de emisor en "E".

**Importante:**

Antes de efectuar la medición compruebe que el manual de transistores indique un valor de  $I_{CO}$  inferior a  $12 \mu A$ , de lo contrario tendremos que utilizar el siguiente rango.

**Ejemplo N° 1:**

Supongamos que se trate de un transistor AF115 al que vamos a efectuarle la medición de la corriente de corte de colector.

Recurriendo al manual vemos que se trata de un tipo PNP, por lo que la llave de rangos se hará coincidir con la marca PNP del sector "Tr check", ya que  $I_{CO}$  (expresado como  $I_{CO}$ , por estar el emisor en circuito abierto), se indica como menor a  $8 \mu A$ , por lo tanto podemos efectuar el control en este rango.

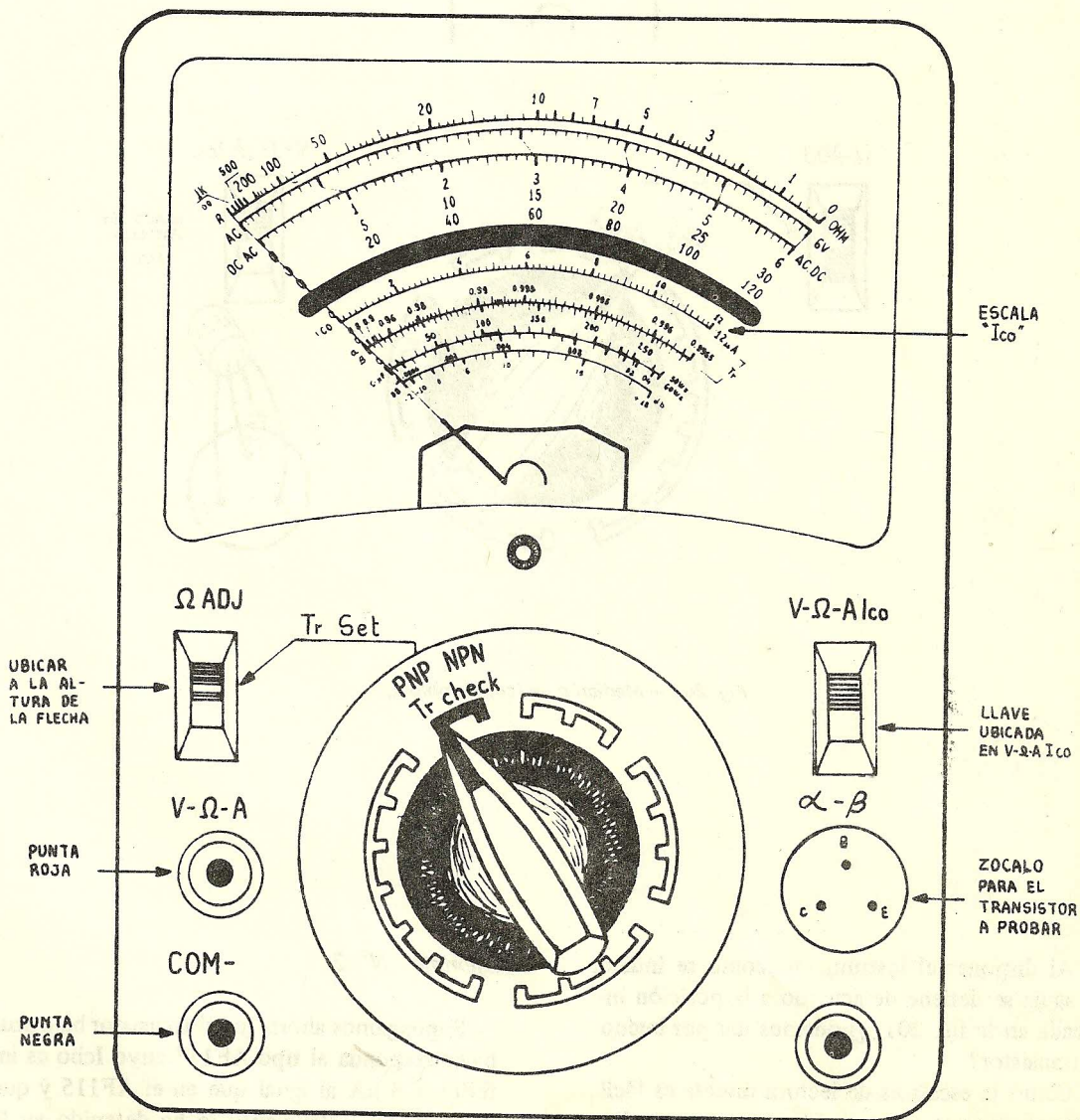


Fig. 200.— Disposición del instrumento para la prueba de transistores: medición de  $I_{CO}$ .

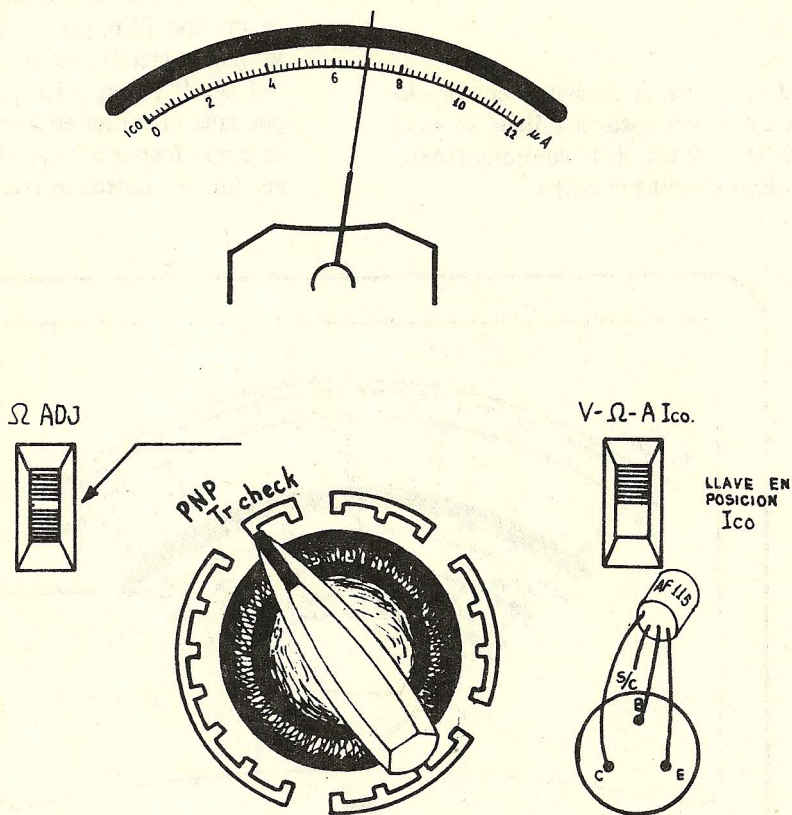


Fig. 201.— Medición de  $I_{co}$ , ejemplo 1.

Al disponer el instrumento como se indicó, la aguja se detiene de acuerdo a la posición indicada en la fig. 201, ¿podemos dar por bueno al transistor?

Como la escala es de lectura directa es fácil comprender que este transistor presenta una  $I_{co}$  ( $\equiv I_{cbo}$ ) de  $7 \mu A$ , por lo que el transistor se halla en buenas condiciones.

### Ejemplo N° 2

Supongamos ahora que el transistor bajo prueba corresponda al tipo AF117 cuyo  $I_{cbo}$  es inferior a  $8 \mu A$  al igual que en el AF115 y que la aguja del instrumento se ha detenido en la posición ilustrada en la fig. 202, ¿se halla en buenas condiciones este transistor?

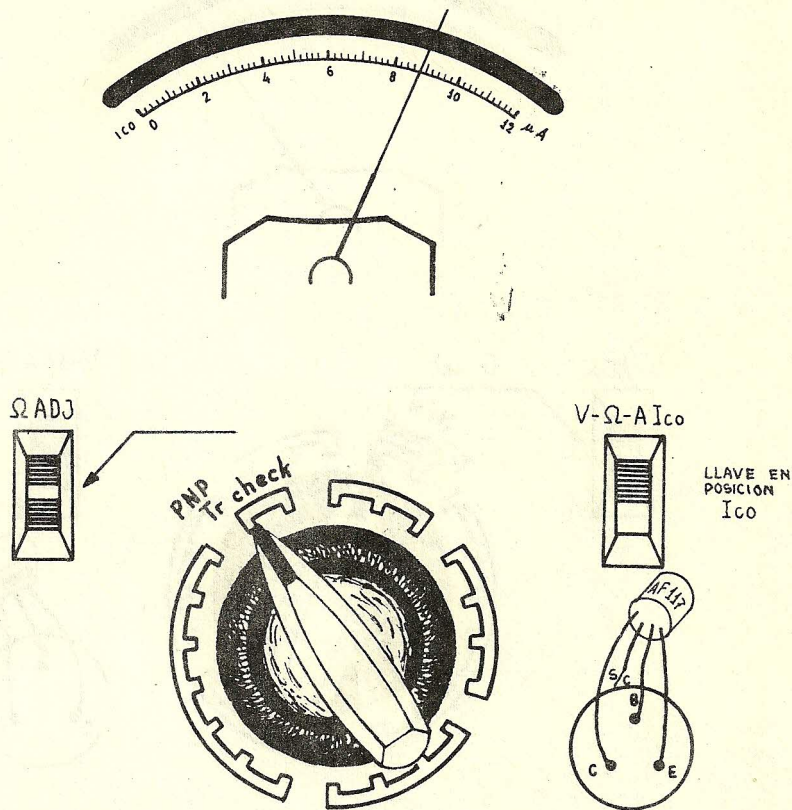


Fig. 202.— Medición de  $I_{co}$ , ejemplo 2.

Observando la figura vemos que la aguja indica 8,8  $\mu A$  y como hemos expresado anteriormente un aumento de más de un 5 % indica que al estar el transistor sometido a las condiciones normales de trabajo por crecimiento térmico de la corriente hará inoperante al transistor.

### Ejemplo N° 3

Supongamos que se trate de un transistor Texas 2A99, recurriendo al manual vemos que es tipo NPN y que el valor de  $I_{co}$  es 10  $\mu A$  (máx).

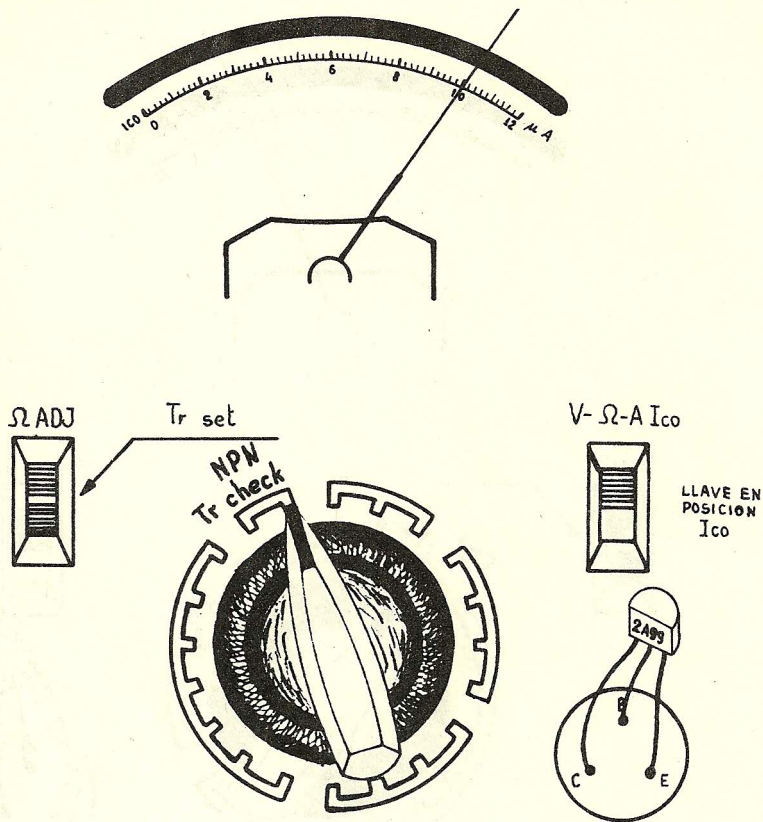


Fig. 203.— Medición de  $I_{co}$ , ejemplo 3.

La fig. N° 203 nos dice que este transistor se encuentra en condiciones normales de funcionamiento ya que la aguja del multímetro se ha detenido sobre la marca correspondiente a  $10 \mu A$ .

#### Rango N° 2: $I_{co}$ 0-48 $\mu A$

Para utilizar el multímetro en este rango se coloca la llave deslizante ubicada sobre el zócalo del probador de transistores en la posición "V -  $\Omega$  - A,  $I_{co}$ ", y posteriormente la llave de rangos en "Tr check" (probador de transistores)

en el sector PNP o NPN de acuerdo al tipo de transistores a probar.

Luego se gira la perilla " $\Omega$  ADJ" en sentido contrario a las agujas del reloj hasta el final de su recorrido. La lectura real será en este caso *cuatro veces* la lectura de escala; es decir que para llegar al valor correcto tendremos que aplicar la siguiente fórmula:  $L_r = L_e \times 4$ , donde  $L_r$  es la lectura real y  $L_e$  la lectura de escala.

Se introducen a continuación los terminales de transistor en el zócalo, observando la posición de acuerdo a lo ilustrado en la fig. N° 204.

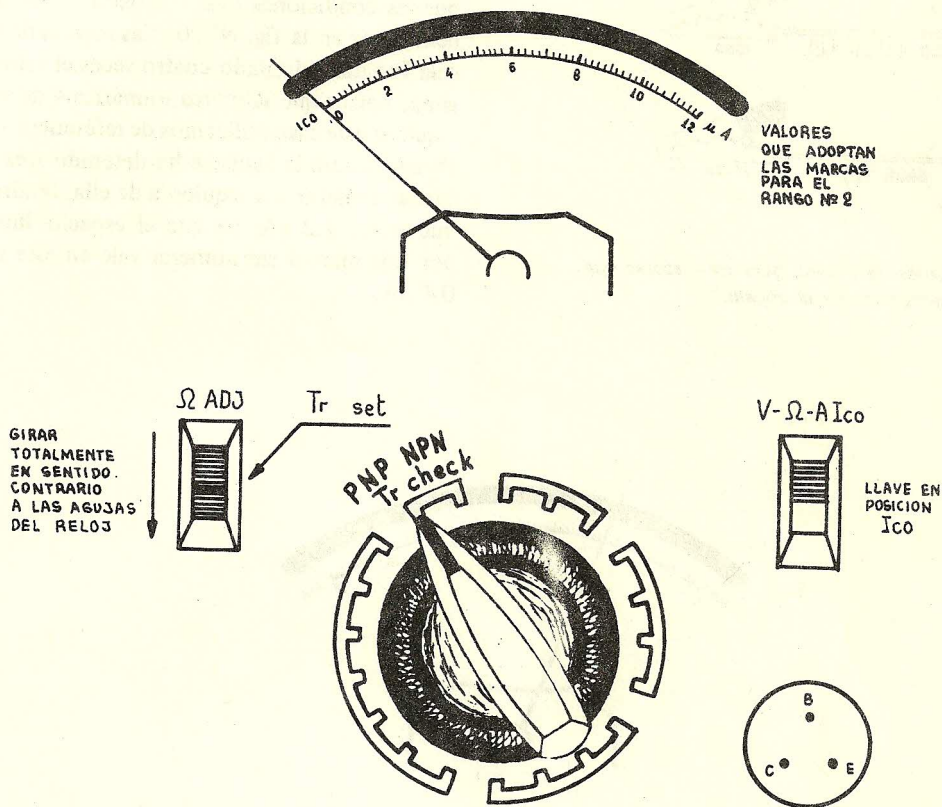


Fig. 204.— Medición de Ico en el rango 2.

**Importante**

En la actualidad hay una serie de transistores del tipo "autoanclaje" que no podría ser incorporado al zócalo con facilidad. Para estos y otros casos recomendamos la fabricación de una sencilla prolongación que estará formada por tres cables flexibles de 0,25 mm de diámetro y 200 mm de longitud de colores rojo-negro y verde. En uno de los extremos de cada cable soldaremos una pinza cocodrilo miniatura aislada, cu-

yos capuchones aislantes coincidan con los colores de los cables. (Las pinzas miniatura aisladas rojas y negras son fáciles de conseguir en nuestro mercado; no así la verde; por lo que se empleará una roja a la que le agregaremos una cinta aislante de ese color, ver fig. N° 205).

Los extremos restantes de los tres conductores se pelarán y retorcerán bien para luego estafiarlos cuidadosamente, a fin de que se puedan introducir en el zócalo del multímetro fácilmente.

Ejemplo del rango 2

Tomemos un transistor BC409 en el que al comprobar su  $I_{co}$ , la aguja se detiene en la posición indicada en la fig. N° 206. ¿Se halla en buenas condiciones este transistor? Como podemos ver en la fig. N° 204, las marcas de la escala  $I_{co}$  han adoptado cuatro veces el valor original, por lo que la marca numérica 4 de escala —que en este caso utilizamos de referencia—, vale  $16 \mu A$ . Como la aguja se ha detenido tres marcas sin numerar a la izquierda de ella, tendremos que restar  $1,2 \mu A$ , ya que el espacio limitado por dos marcas sin numerar vale en este rango  $0,4 \mu A$ .

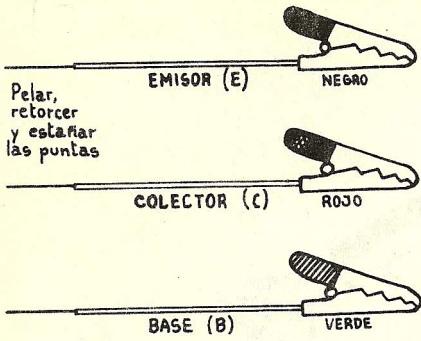


Fig. 205.— Puntas de prueba para transistores que no pueden introducirse en el zócalo.

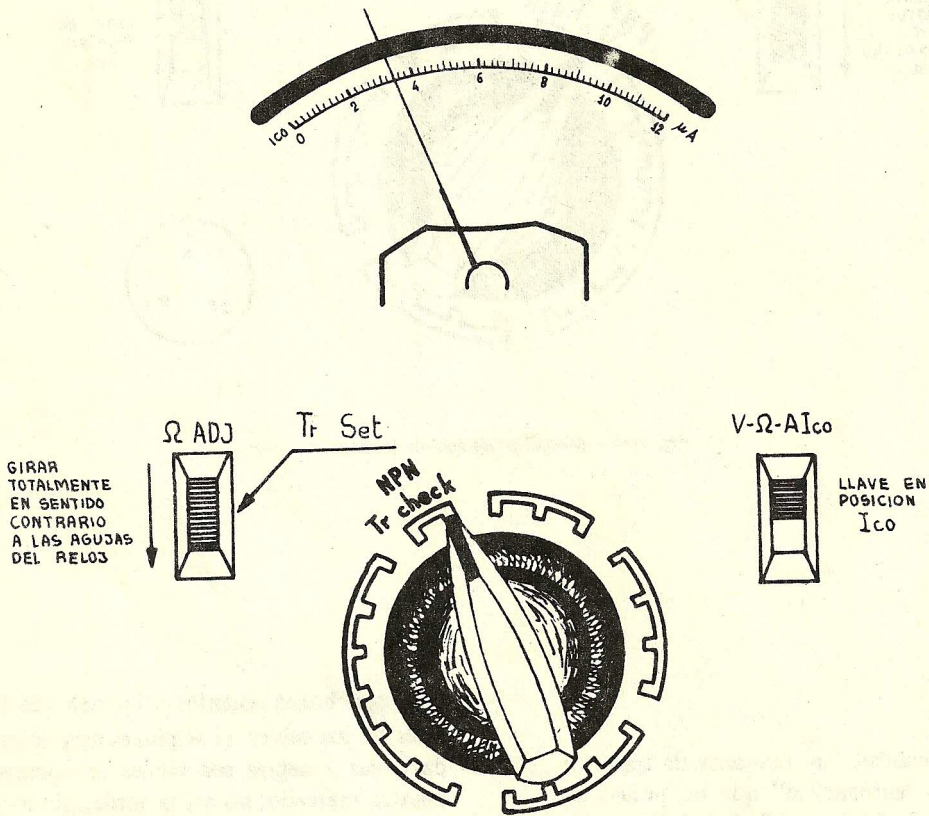


Fig. 206.— Ejemplo del rango 2 como medidor de  $I_{co}$ .

También hubiéramos llegado al mismo resultado si hubiéramos aplicado la fórmula:

$$\begin{array}{r} 16 \mu A \\ - \\ 1,2 \mu A \\ \hline 14,8 \mu A \end{array}$$

$$L_r = L_e \times 4$$

$$L_r = 3,7 \mu A \times 4 = 14,8 \mu A.$$

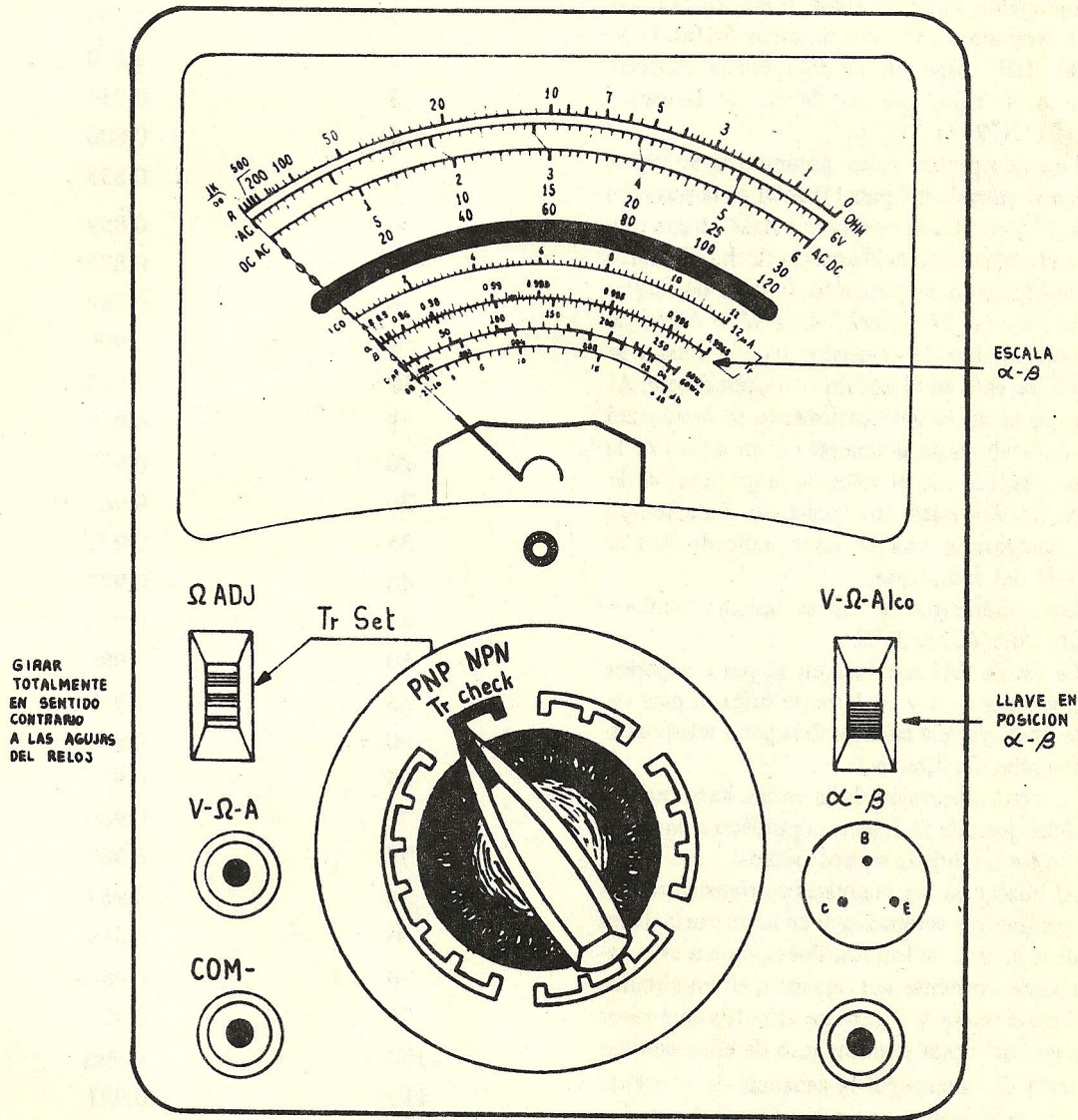


Fig. 207.— Disposición del instrumento para medir  $\alpha$  y  $\beta$ .



Observando ahora el manual de transistores vemos que  $I_{co}$  ( $\equiv I_{cbo}$ ) para el transistor BC409 es inferior a  $15 \mu A$ . Por lo tanto el transistor probado se encuentra en buenas condiciones.

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

Para facilitar la tarea del lector se da a continuación una tabla donde se han calculado estos valores:

### Medición de $\alpha$ y $\beta$

Para medir el factor de amplificación de corriente de un transistor,  $\alpha$  ó  $\beta$ , de acuerdo a su configuración circuital (base o emisor común, respectivamente), los multímetros S-100 Tr y S-100 TrH disponen de una escala especial impresa en rojo, ubicada debajo de la escala  $I_{co}$  (fig. N°207).

Para comprobar estos parámetros se ubica la llave deslizable del panel frontal en la posición "α y β" y se gira la perilla "Ω ADJ" hasta que la banda blanca coincida con la flecha "Tr set". A continuación se posiciona la llave de rangos en la función "Tr check" en PNP o NPN, de acuerdo al tipo de transistor bajo prueba y se introduce este en el zócalo correspondiente. Al hacerlo, la aguja del instrumento se desplazará por la escala hasta detenerse en un punto de la misma, siendo ese el valor de amplificación de corriente del transistor analizado. Este tendrá que compararse con el valor indicado por el manual del fabricante.

Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  se indican también como:  $h_{fe}$ ;  $h_{21b}$ ;  $h_{FE}$ .

La escala está tabulada en su parte superior para valores de  $\alpha$  y en la parte inferior para valores de  $\beta$ , ya que entre ambos parámetros existe una relación directa.

La clara impresión de la escala hace que las medidas sean de fácil lectura pudiendo determinar en forma directa ambos valores.

Al buscar en los manuales de transistores estos parámetros veremos que en la mayoría de los casos se da uno de los dos. Puesto que  $\alpha$  es la ganancia de corriente del transistor en un circuito de base a masa y  $\beta$  para un circuito de emisor a masa, no basta conocer uno de ellos cuando se trata de determinar la ganancia de corriente de un amplificador en un circuito dado. Pese a ello si se conoce uno de estos parámetros puede calcularse el restante de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\alpha = \frac{1}{\frac{1}{\beta} + 1}$$

$\beta$	$\alpha$
1	0.500
2	0.670
3	0.750
4	0.800
5	0.835
6	0.859
7	0.875
8	0.889
9	0.900
10	0.910
15	0.938
20	0.952
30	0.967
35	0.972
40	0.975
45	0.978
50	0.980
55	0.982
60	0.984
65	0.985
70	0.986
75	0.987
80	0.9875
85	0.988
90	0.9889
95	0.989
100	0.990
110	0.991
120	0.992
125	0.993
130	0.9931
140	0.9932
150	0.9933

160	0.9938
170	0.9942
180	0.9945
190	0.9948
200	0.9952
210	0.9954
220	0.9956
230	0.9958
240	0.996
250	0.9962
260	0.9963
270	0.9964

### Ejemplo de $\alpha$ y $\beta$

La fig. N° 208 nos muestra la posición de la aguja para el caso de un transistor 2N410, determinar los valores  $\alpha$  y  $\beta$ . Como se observa en la figura, la aguja se ha detenido sobre la marca sin numerar anterior a la numerada 50 de escala. Resulta fácil determinar que esta expresa "45". Ahora bien, esta marca es también coincidente con la anterior a la numerada 0,980 de  $\alpha$ . Como allí puede determinarse la marca sin numerar más grande ubicada entre 0,960 y 0,980, corresponde a 0,970, por lo que las marcas más pequeñas corresponderán a 0,972 - 0,974 - 0,976 y 0,978, esta última coincidente con  $\beta = 45$ . Lleno a la tabla de conversión vemos que estos valores son los que hemos obtenido matemáticamente, lo que nos garantiza la exactitud de la escala. Esta, fue tabulada para valores de  $\alpha$  de 0 a 0,9965 y  $\beta$  de 0 a 285.

Esta tabla se da para los casos de cálculos muy precisos ya que la escala es de muy fácil lectura.

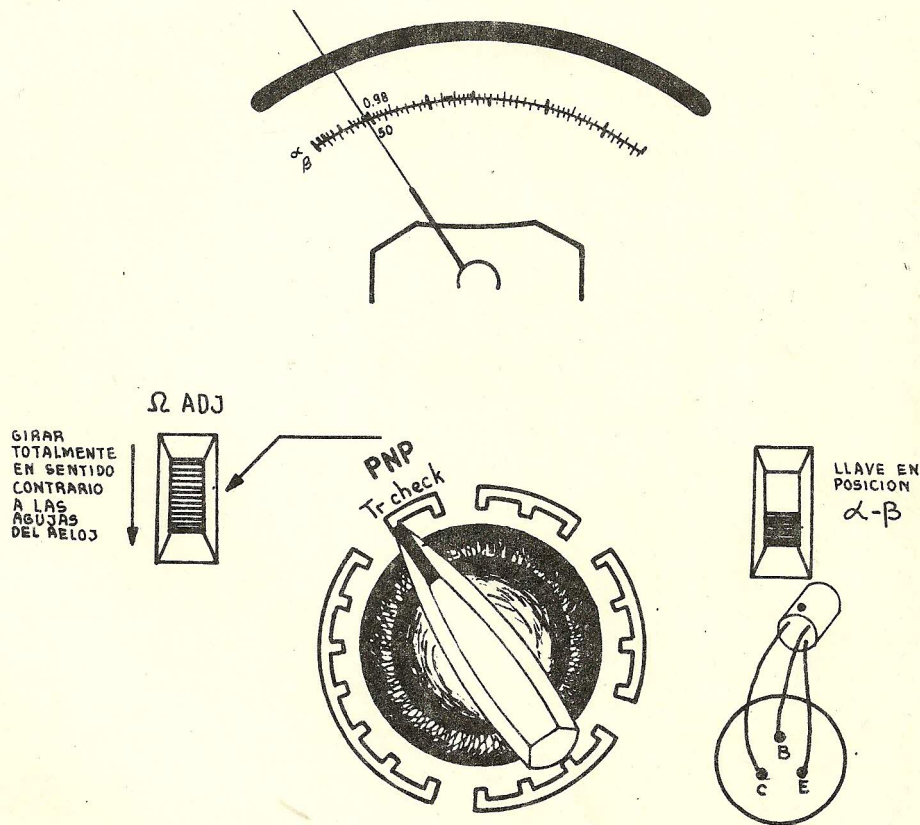


Fig. 208. — Ejemplos de  $\alpha$  y  $\beta$ .

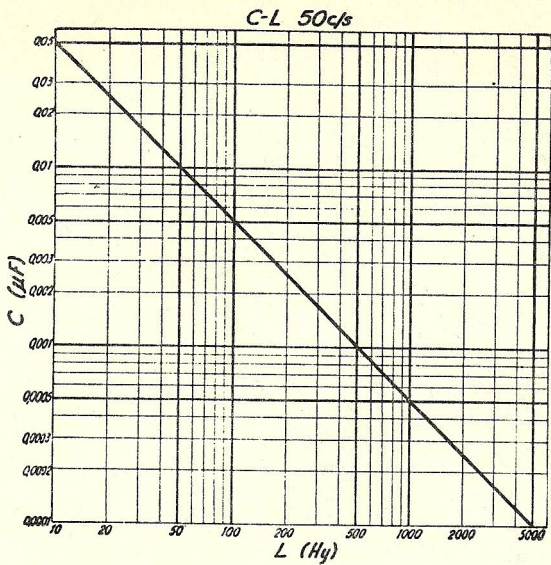


Fig. 59.— Gráfico para determinar la inductancia.

Indicación en la escala	TIPOS DE VALVULAS
12 - 40	1S5 <sub>2,5</sub> - 1U5 <sub>2,5</sub> - 3BN6 - 3DT6 - 6BF11(det. son) - 6BN6 - 6DT6 - 12AL11(det. son.)
20 - 55	1L4 - 1R5 - 1T4 - 1U4 - 6GX6.
25 - 70	3Q4 - 3S4 - 3V4 - 6AL5 - 6AT6 <sub>2</sub> - 6AV6 <sub>2</sub> - 6SQ7 <sub>2</sub> - 6SR7 <sub>2</sub> - 6S4 - 6T8 - 6ZDH3A - 12AT6 <sub>2</sub> - 12AV6 <sub>2</sub> - 12SQ7 <sub>2</sub> - EBC41 <sub>2</sub> - EBC81 <sub>2</sub> - UBC41 <sub>2</sub> - UBC81 <sub>2</sub> .
60 - 100	6AR5 - 6E5 - 6ZP1 - EM34 - Tubos de rayos catódicos.
75 - 110	6AT6 <sub>3</sub> - 6AV6 <sub>3</sub> - 6C5 - 6C6 - 6D6 - 6EA8 <sub>3</sub> - 6F6 - 6H6 - 6SC7 - 6SJ7 - 6SQ7 <sub>3</sub> - 6SK7 - 6SR7 <sub>3</sub> - 6T8 - 12AT6 <sub>3</sub> - 12AV6 <sub>3</sub> - 12SK7 - 12SQ7 <sub>3</sub> - 42 - 76 - 80 - EBC41 <sub>3</sub> - EBC81 <sub>3</sub> - EF80 - EF89 - UBC41 <sub>3</sub> - UBC81 <sub>3</sub> - UF80 - UF89.
90 - 120	4JC6 - 4JD6 - 5V3 - 5Y3 - 5U4 - 5U4GB - 6BD6 - 6CG7 - 6FQ7 - 6J5 - 6JZ8 <sub>3</sub> - 6SL7 - 6SN7 - 6X4 - 6X5 - 8FQ7 - 12AP7 - 12AX7 - 12F - 523 - 6211 - ECC81 - ECC82 - ECC83 - ECL84 <sub>3</sub> - ECL85 <sub>3</sub> - PCL84 <sub>3</sub> - PCL85 <sub>3</sub>
100 - 130	5BQ5 - 6AQ5 - 6AU8 <sub>5</sub> - 6AW8 <sub>5</sub> - 6BQ5 - 6BQ6 - 6CU5 - 6CU6 - 6CX8 <sub>5</sub> - 6CZ5 - 6DB5 - 6DQ6 - 6BF11 (sal. AF) - 6EM5 - 6GB6 - 6JZ8 <sub>5</sub> - 6L6 - 6V6 - 6W6 - 6Y9 <sub>5</sub> - 8CX5 <sub>5</sub> - 8JV8 <sub>5</sub> - 25L6 - 35L6 - 50L6 - 12BY7 - 12AL11 (sal. AF) - 12CU8 - 12FX5 <sub>5</sub> - 33GY7 <sub>5</sub> - 38HE7 <sub>5</sub> - 243 - EL36 - EL81 - EL84 - EL86 - ECL82 <sub>5</sub> - ECL84 <sub>5</sub> - ECL85 <sub>5</sub> - PCL82 <sub>5</sub> - PCL84 <sub>5</sub> - PCL84 <sub>5</sub> - PCL85 <sub>5</sub> - PL36 - PL84.
105 ó más	2FH5 - 2CY5 - 3GK5 - 5MK9 - 6BE6 - 6BN4 - 6CY5 - 6FH5 - 6GK5 - 6J6 - 6WC5 - 6SA7 - 6SH7 - 6SG7 - 12BA6 - 12BE6 - 12SA7 - 12SG7 - 12SH7 - 80H5 - 807 - EC900 - ECH21 - ECH41 - ECH42 - ECH81 - KT66 - PC900 - UCH21 - UCH41 - UCH42 - UCH81
115 ó más	2C51 - 3BZ6 - 3DK6 - 4BZ6 - 4DK6 - 5CG8 <sub>5</sub> - 6AK5 - 6AL5 - 6AS6 - 6AU6 - 6BH8 - 6BK7 - 6BQ7 - 6BZ6 - 6CB6 - 6CG8 <sub>5</sub> - 6DE7 - 6EJ7 - 6EM7 - 6FH7 - 6GJ7 <sub>5</sub> - 6GM6 - 6KZ8 <sub>5</sub> - 6SD7 - 6U8 - 6U9 <sub>5</sub> - 12BH7A - ECC189 - ECF80 <sub>5</sub> - EF183 - EF184 - PCC189 - PCF80 <sub>5</sub> .
120 ó más	6AG5 - 6AG7 - 6AU8 <sub>3</sub> - 6AW8 <sub>3</sub> - 6BH8 <sub>3</sub> - 6CG8 <sub>3</sub> - 6GJ7 <sub>3</sub> - 6KZ8 <sub>3</sub> - 6U8 <sub>3</sub> - 12AT7 - ECF80 <sub>3</sub> - ECF801 <sub>3</sub> - PCF80 <sub>3</sub> - PCF801 <sub>3</sub> .
125 ó más	6AX4 - 6CL6 - 6DE4 - 6W4 - 33GY7 <sub>2</sub> - 33HE7 <sub>2</sub> - EY81 - EY88 - PY81 - PY88
130 ó más	6J4 - 6AU4 - 12GK7 - 25Z5 - 25Z6 - 35W4 - 35Z5 - EZ41 - UY41 - UY81.

Fig. 64.— Indices de emisión para distintas válvulas.

NOTA: Recorte estas figuras para pegarlas en la caja del instrumento, a fin de facilitar su consulta durante el uso del Hansen F-N.