

**SABER**

# ELECTRÓNICA

Nº 22  
A 52

Año 2  
Marzo  
1989



**GENERADOR DE 455 KHz  
PARA AJUSTE DE F I**

**ELEVADOR DE OCTAVA**

**TEMPORIZADOR  
HASTA 36 HORAS**



**Audio: DISTORSION**

# EQUIVALENCIA DE TRANSISTORES

por Newton C. Braga

*Existen miles de tipos diferentes de transistores a disposición de los lectores proyectistas, estudiantes o reparadores. ¿Cómo elegir un equivalente en caso de necesidad? ¿Cómo saber cuáles son las características que debe tener un sustituto para hacer el cambio? Son algunos problemas, cuya solución no siempre es satisfactoria la cual abordaremos en este artículo.*

Normalmente los artículos prácticos que publicamos en nuestra revista se basan en un número limitado de transistores, que generalmente se pueden encontrar en los comercios especializados.

Con un número limitado de tipos, podemos lograr una gama de características suficientemente amplia para cubrir una gama muy grande de aplicaciones.

Normalmente usamos los siguientes tipos:

RF de baja potencia: BF494 ó BF495.

Audio NPN de uso general de baja potencia - BC237, BC238, BC547, BC548 ó BC549.

Audio PNP de uso general de baja potencia - BC557, BC558 ó BC559.

Audio de media potencia NPN - BD135, BD137, BD139, o TIP31.

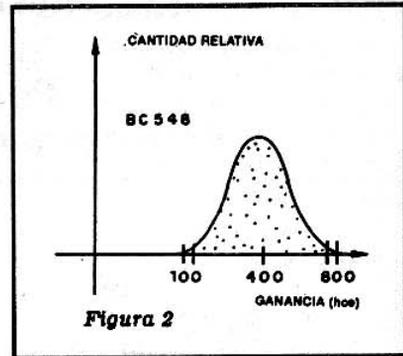


Figura 2

Audio de media potencia PNP - BD136, BD138, BD140, ó TIP32.

Uso general de potencia - 2N3055, TIP41, TIP42.

Sin embargo, consultando revistas importadas, traducciones, o incluso libros técnicos antiguos o esquemas de aparatos comerciales, el lector puede percibir fácilmente que existen centenas o incluso millares de otros tipos de transistores.

Además de los transistores japoneses con nomenclaturas diferentes como 2SB, 2SC, tenemos también tipos americanos como los "2N", los transistores de series especiales como los "HEP" ó "SK", muy comunes en las revistas norteamericanas, además de otros.

¿Cómo hacer para encontrar un equivalente?

TRANSISTOR	EQUIVALENCIA
2N3128	MPS 2712 . SK 3020
2N3129	MPS 6576 . SK 3122
2N3130	MPS A05 . SK 3122
2N3131	2N4143
2N3132	T13031 . SK 3009
2N3133	BSV15-6, 2N2904/5-3905, SK 3025

- ¿CUALES SON LOS FABRICANTES?
- ¿POR QUE EL SK3122 SUSTITUYE AL 3129 Y AL 3130 PERO ESTOS NO SON EQUIVALENTES?
- ¿CUAL ES LA POLARIDAD? (NPN o PNP)

(EJEMPLO DE PAGINA DE UN MANUAL DE TRANSISTORES)

Figura 1

## Tablas de equivalencia

Los técnicos reparadores, principalmente, acostumbran hacer uso de manuales de transistores para sustituir uno que deben cambiar.

Muchas tablas son de fácil consulta y traen, normalmente, la mayoría de los transistores más comunes de los aparatos comerciales (figura 1).

Tales tablas están formadas por una relación de los tipos de transistores con la indicación del sustituto para los componentes.

Sin embargo, lo que tal vez algunos lectores no sepan es que no podemos decir que un transistor sea totalmente equivalente a otro. ¡Esto no es posible!

Incluso aunque el lector tome un lote de BC548, por ejemplo, verá que no existen dos transistores con las mismas características.

Como podemos ver en la figura 2, en un lote de estos transistores, las ganancias (hFE) pueden estar entre 110 y 800 ¡No tendremos, por cierto, dos transistores con la misma ganancia, de modo que ya no podemos decir que sean equivalentes!

¿Podemos citar como equivalente del BC547 al BC548, sabiendo que sus bandas de ganancia son diferentes? En realidad, existen condiciones en que esto se puede hacer y condiciones en que no se puede.

Vean los lectores que muchos proyectos se hacen de modo de admitir que los transistores usados tengan ciertas bandas de características. Si los transistores elegidos por un montador tuvieran tales bandas de características, pueden ser usados perfectamente sin problemas, de allí que podamos citar una relación de los mismos en una lista de materiales, incluso aunque no tengan las mismas bandas y no sean siquiera equivalentes.

En un circuito como el de la figura 3, por ejemplo, se admite

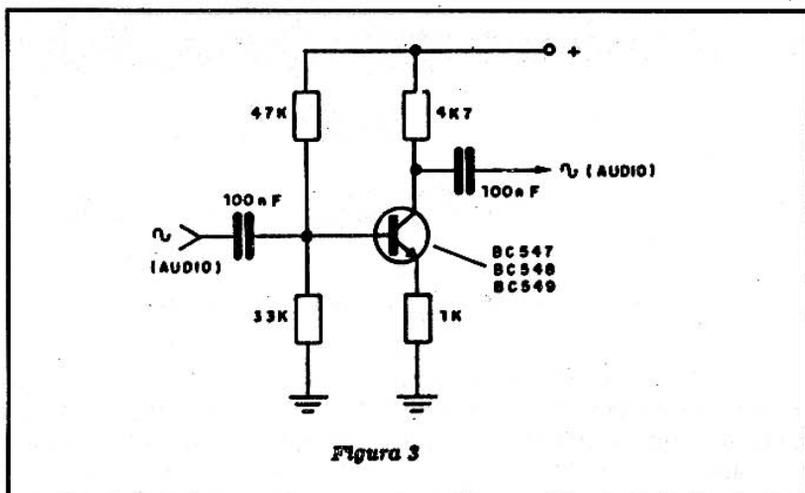


Figura 3

cualquier transistor de uso general con ganancia mayor que 100.

Esto significa que podemos, en una lista de materiales para tal circuito, recomendar al mismo tiempo el BC548 ó BC549, pero esto no significa que sean equivalentes.

Las tablas de equivalencia a veces son problemáticas justamente porque toman como referencia las características medias de los transistores.

Así, puede perfectamente ocurrir que en un caso general el sustituto indicado no dé ningún problema, pero en una condición especial puedan surgir obstáculos.

El técnico que hace uso de una tabla, debe usarla como guía inicial para verificar cuáles son los posibles transistores sustitutos, pero antes de elegir uno, debe comparar sus características en un manual para ver si el tipo indicado realmente sirve para tal aplicación. Otro problema más grave, constatado en algunos manuales, es que no indican el fabricante. ¡Dos fabricantes pueden dar el mismo nombre a sus transistores que tienen características completamente diferentes!

Damos como ejemplo un caso citado en un libro técnico norteamericano, en que el autor cita que Delco fabrica un transistor tipo DS-25, que es para RF de baja potencia, operando como conversor en radios AM. Pues bien, existe otra

empresa que fabrica también un transistor DS-25, el cual, sin embargo, es un amplificador de audio de potencia. En un manual que tuviera estos transistores sin indicación del fabricante, las equivalencias serían totalmente diferentes y engañosas.

## Cómo elegir equivalente

Por lo que hemos visto hasta ahora, lo mejor para elegir equivalentes, o mejor dicho sustitutos para transistores, sería siempre partir del conocimiento de sus características. Podemos decir de un modo general que:

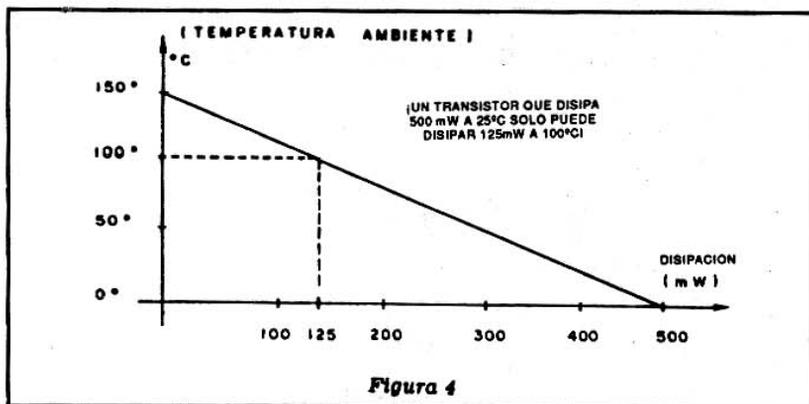
- \* el sustituto debe tener una banda de ganancia semejante o más amplia que el sustituido.
- \* el sustituto debe tener una capacidad de disipación de potencia igual o mayor que el sustituido.

Vea que la potencia máxima que el transistor disipa es también función de la temperatura ambiente, como muestra la figura 4.

¡A medida que sube la temperatura, la capacidad de disipación se hace mucho menor!

Las tensiones máximas del colector y base deben observarse. Normalmente se las especifica como:

$V_{CEO}$  (máx.) - máxima tensión



entre el colector y el emisor con la base abierta.

$V_{BE0}$  (máx.) - máxima tensión entre base y emisor con el colector abierto.

\* La máxima corriente de colector es otro punto importante. El sustituto debe tener una  $I_{cmax}$  mayor o igual al sustituido.

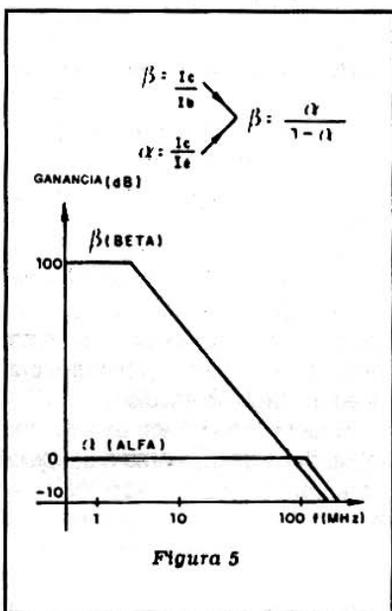
\* Finalmente en las aplicaciones que involucran RF (altas frecuencias), es importante verificar que el transistor sustituto pueda amplificar del mismo modo las señales que el que sacamos.

Vea que la ganancia de un transistor cae acentuadamente cuando las frecuencias se elevan. Así, existen diferentes maneras de especificar la frecuencia límite de operación de un transistor:

\* La primera manera consiste en especificar la frecuencia de transición como  $f_t$  que por lo tanto, es la máxima frecuencia que teóricamente el transistor puede producir

como oscilador o amplificador (figura 5).

\* La segunda manera consiste en dar el producto ganancia-banda; ¡si un transistor tiene un Beta de 100 veces y su producto ganancia-



banda pasante es de 100 MHz, eso significa que su frecuencia de corte es apenas  $100M/100 = 1MHz!$

Si el transistor se usara en una aplicación especial, como por ejemplo la entrada de un circuito preamplificador en que se exige un bajo nivel de ruidos, o en la amplificación de señales de altas frecuencias tenemos también que conocer características como el nivel de ruidos (si es alto o bajo), la capacitancia entre sus elementos, etc.

## Conclusión

Para sustituir transistores no basta tener un manual de equivalencias, pues las equivalencias son muy relativas. Lo que tales manuales traen son realmente sustitutos aproximados. La elección debe hacerse con buen criterio después del análisis de la función que ejerce el transistor que debe ser sustituido. Y dicho análisis debe ser tanto más cuidadoso cuanto más crítica sea la función del transistor que debe cambiarse.

Para facilitar este análisis, los lectores que realizan a menudo este tipo de sustituciones deben equiparse con buenos manuales sobre el tema.

Entre los libros que ofrecemos a nuestros lectores, se encuentran: "Manual de Semiconductores de Silicio" (Texas Instruments) y "Guía de Reemplazos de Semiconductores" (Editorial Emedé).

## ARCHIVO "SABER ELECTRONICA"

TODOS LOS MESES \* fichas con informaciones útiles  
\* características de componentes  
\* tablas y fórmulas

... y muchas cosas más