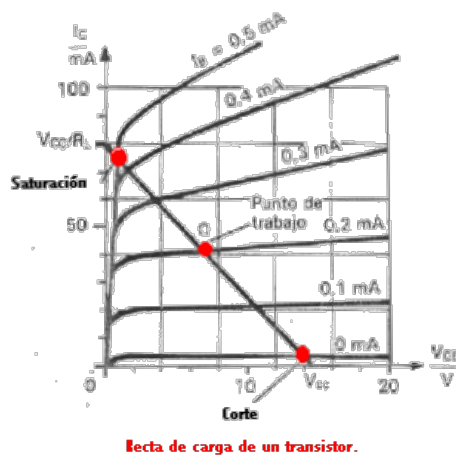


Recta de carga del transistor



Hemos de conocer el comportamiento del transistor trabajando con una determinada resistencia de carga y averiguar el punto de funcionamiento del mismo. Para ello, trazamos la recta de carga del transistor en las curvas de colector para poder determinar los puntos de funcionamiento.

Para determinar la corriente que circula por el colector (emisor común), podemos aplicar la ley de Ohm entre los extremos de la resistencia de carga R_L . La tensión aplicada a esta resistencia se corresponderá con la tensión total aplicada por la fuente V_{CC} menos la caída de tensión que se produce entre el colector y el emisor V_{CE} . De esta forma obtendremos la siguiente expresión, que se corresponderá con la ecuación de la recta de carga:

$$I_c = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_L}$$

Para dibujar esta recta sobre la curva característica, lo primero que hay que hacer es

encontrar sus extremos ($I_c=0$ y $V_{CE}=0$).

Para $V_{CE}=0$

$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_c = \frac{V_{CC} - 0}{R_L} \rightarrow I_c = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

Para $I_c=0$

$$I_c = 0 \rightarrow 0 = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_L} \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$$

Llevando estos valores a la curva característica de colector, obtendremos la recta de carga para una determinada resistencia de carga R_L y una fuente V_{CC} .

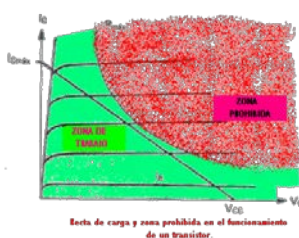
A lo largo de esta recta se pueden distinguir tres partes fundamentales: puntos de corte, punto de saturación, punto de trabajo.

El **punto de corte** es donde la línea de carga corta a la curva correspondiente a la corriente de base igual a cero ($I_B=0$). Dada la escasa polarización directa a que queda sometido el diodo de emisor-base, la corriente que aparece por el colector es prácticamente nula (sólo circula una pequeñísima corriente de fuga I_{CEO}). Haciendo una aproximación, se puede decir, sin equivocarse mucho, que el punto de corte se da en la intersección de la recta de carga con el eje horizontal, es decir cuando $V_{Cecorte}=V_{CC}$.

El **punto de saturación** aparece donde la línea de carga corta a la intensidad de base de saturación. En este punto, la corriente de colector es la máxima que se puede dar para la operación de transistor, dentro de los límites de la recta de carga. Haciendo una aproximación, se puede decir que el punto de saturación aparece en la intersección de la recta de carga con el eje vertical, es decir, cuando:

$$I_{C(saturación)} \approx \frac{V_{CC}}{R_L}$$

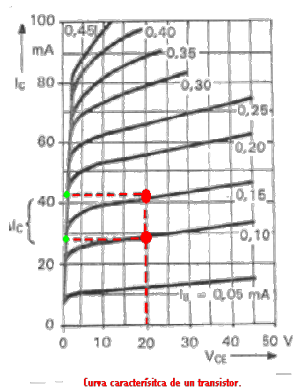
Para corrientes de base superiores a la de saturación se produce también el efecto de saturación en el transistor.



El **punto de trabajo** es aquél donde el transistor trabaja de una forma normal y que, normalmente, se encuentra entre la zona de corte de saturación. Para determinar el punto de trabajo (Q) de transistor para una determinada corriente de base (I_B), se busca el punto de intersección de la recta de carga con la curva correspondiente a dicha corriente de base.

Por último, hay que indicar que, cuando se diseña un circuito para un transistor, se tiene que procurar que el transistor nunca opere por encima de la curva de potencia máxima. Esto se consigue eligiendo valores adecuados de la tensión de fuente V_{CC} y de la resistencia de carga R_L , de tal forma que la recta de carga trazada con dichos valores, esté siempre por debajo de la curva de potencia máxima. En la figura siguiente, es esquematiza esta situación:

Obtención de la Ganancia a partir de las curvas características



La ganancia en corriente de un transistor se definía como la relación que se da entre la variación de la corriente del colector y la variación de corriente de base. Para determinar dicha ganancia se puede recurrir a las características del colector.

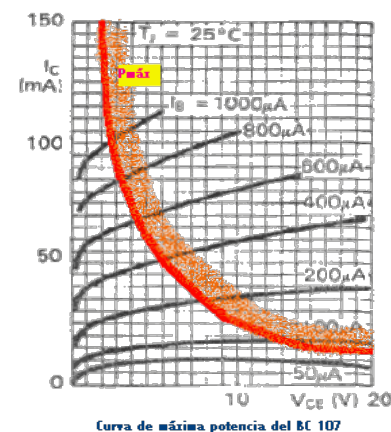
Como ejemplo, supongamos que las curvas características del transistor ensayado es la que se muestra en la figura de la izquierda.

Para un punto de funcionamiento situado en $V_{CE}=20V$, según las curvas de la figura de la izquierda, la intensidad de colector variará entre $I_C=28mA$ e $I_C=43mA$, mientras que la intensidad de base lo hará entre $I_B=0,10mA$ e $I_B=0,15mA$. La ganancia se calcula así:

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{43 - 28}{0,15 - 0,10} = 300$$

Hemos de tener en cuenta que punto de funcionamiento se encuentra trabajando el transistor, es decir, la tensión que se le está aplicando al mismo, y con ello, la ganancia calculada, será para esa tensión de trabajo, siendo para otra, otra ganancia diferente de la calculada en otro punto.

Curva de máxima potencia del transistor



Una de las aplicaciones de las curvas características de un transistor, es que, a partir de éstas se pueden determinar los límites de funcionamiento del mismo. Estos límites están determinados por una potencia máxima que puede desarrollar un transistor sin provocar su destrucción.

Veamos en qué consiste éste fenómeno:

El transistor posee una resistencia entre el colector y el emisor, que varía en función de la intensidad que se le aplique a su base I_B . Por esta resistencia variable circula una corriente I_C , relativamente grande, que provoca en la misma una potencia calorífica o calentamiento, debido al [efecto Joule](#). Esta potencia se calcula realizando el producto de la tensión V_{CE} , aplicada entre el colector y el emisor, por la intensidad de colector I_C . ($P = V_{CE} \cdot I_C$).

Como esta potencia se transforma íntegramente en calor, provoca un aumento de la temperatura en el transistor que, en el caso de salirse de los límites admisibles, provocará la destrucción del mismo.

La potencia máxima trabajo de un transistor es un dato que proporciona los fabricantes en las hojas de especificaciones técnicas.

Así, por ejemplo, para el transistor BC107 se indica una potencia máxima de 300mW.

Con este dato se puede trazar una curva de potencia máxima sobre la familia de curvas de colector, para así poder determinar para qué tensiones de colector-emisor y corrientes de colector es posible trabajar con el transistor sin que se deteriore.

Por ejemplo, para no superar los valores límite, en el caso del transistor BC107 se deberá cumplir en todo momento la expresión:

$$P_{max} = V_{CE} I_C = 300mW = 0,3W$$

Luego la curva de potencia máxima para este transistor será tal que el producto $V_{CE} \cdot I_C = 0,3W$.

En la figura de la derecha, se muestran las curvas correspondientes a la familia de colector del transistor BC107, y en las que se ha añadido la curva de potencia máxima.

La hipérbola divide a la característica en dos zonas diferenciadas: la zona prohibida de funcionamiento, que queda por encima de la misma (sombreado con naranja), en la cual la potencia es mayor de 300mW y, por lo tanto, es donde el transistor corre peligro de destrucción por la acción del calor; y la zona de trabajo, que queda por debajo de la hipérbola, y en la cual la potencia es inferior a 300mW.