

*Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I*  
*Examen Final de Septiembre de 2000 - Ejercicio 3 - Apartado (a)<sup>1</sup>*

**Enunciado**

Hallar el punto de trabajo del transistor  $T_1$  ( $V_{CE1}$ ,  $I_{C1}$ ) y la tensión  $U_{SAL}$  del circuito de la Figura 1, justificando los resultados.  
Datos:  $R_C = 1k\Omega$ ,  $R_E = 3,3k\Omega$ ,  $R_B = 200k\Omega$ , y para el transistor  $T_1$  :  $\beta_1 = 150$ ,  $V_{CEsat} = 0,22V$ ,  $V_{BEon} = V_{BEsat} = 0,7V$ .

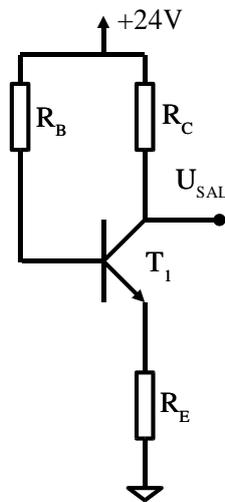


Figura 1: Circuito del Enunciado

**Solución:**

En este caso no se sabe en que zona de trabajo está el transistor. Lo mas lógico, debido al circuito de polarización, es suponer que está en zona lineal o en saturación. Escojamos zona lineal y comprobemoslo.

De la malla formada por la alimentación, la resistencia de base ( $R_B$ ), la union base emisor del transistor y la resistencia de emisor ( $R_E$ ) podemos ecuacionar

$$24V = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \quad (1)$$

como suponemos zona activa la ecuación pasa a ser

$$24V = I_B R_B + V_{BEon} + I_B (\beta_1 + 1) R_E \quad (2)$$

$$= I_B (R_B + (\beta_1 + 1) R_E) + V_{BEon} \quad (3)$$

despejando y resolviendo

$$I_B = \frac{24V - V_{BEon}}{R_B + (\beta_1 + 1) R_E} = \frac{24V - 07V}{200k\Omega + (150 + 1)3,3k\Omega} = 33,37\mu A \quad (4)$$

Del funcionamiento del transistor en zona lineal

$$I_C = \beta_1 I_B = 150 \cdot 33,37\mu A = 5,00mA \quad (5)$$

<sup>1</sup>Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez, aaugusto@lte.uvigo.es, 2000

$$I_E = (\beta_1 + 1) I_B = 151 \cdot 33,37 \mu A = 5,04 mA \quad (6)$$

$$V_{CE} = 24V - R_C I_C - R_E I_E \quad (7)$$

$$= 24V - 1k\Omega \cdot 5mA - 3,3k\Omega \cdot 5,04mA \quad (8)$$

$$= 2,37V \quad (9)$$

Finalmente la tensión  $U_{SAL}$  es

$$U_{SAL} = V_{CE} + I_E R_E$$

$$= 2,37V + 3,3k\Omega \cdot 5,04mA$$

$$= 19V$$

El punto de trabajo del transistor es  $V_{CE} = 2,37V \geq V_{CEsat} = 0,22V$  e  $I_C = 5mA$ , que está dentro de la zona lineal.

## Comprobaciones

Para quienes que hayan elegido comprobar otros estados del circuito (transistor en corte o saturación) esta sección puede ser de ayuda. Todas las suposiciones que se hacen pueden parecer correctas o incorrectas, pero los resultados numéricos que se obtienen contradicen las suposiciones y son los que validan las mismas.

La **suposición del transistor en corte** no es correcta, pues si así fuera las corrientes por el transistor serían nulas. Si la corriente de base del transistor es nula, la tensión que soporta la unión base emisor es de 24V, lo cual haría que la misma estuviese polarizada directamente, lo que implica que puede circular corriente a través de ella y de las resistencias de base ( $R_B$ ) y emisor ( $R_E$ ), lo que claramente contradice el estado de corte del transistor.

Supongamos que **el transistor está en saturación**. Esto implica que

$$V_{CE} = V_{CEsat} = 0,22V$$

y consecuentemente

$$V_{CBsat} = V_{CEsat} - V_{BEsat} = 0,22V - 0,7V = -0,48V$$

Al estar en saturación, las corrientes de colector y emisor no son ya proporcionales a la corriente de base. Despreciando  $I_B$  frente a  $I_C$  e  $I_E$  tenemos que

$$I_{Csat} \cong I_{Esat}$$

ys

$$24V = (R_C + R_E) I_{Csat} + V_{CEsat}$$

operando y despejando

$$I_{Csat} \cong I_{Esat} = \frac{24 - 0,22V}{(1 + 3,3)k\Omega} = 5,53mA$$

Cerrando la malla superior

$$I_{Bsat} R_B = V_{CBsat} + I_{Csat} R_C$$

y despejando

$$I_{Bsat} = \frac{V_{CBsat} + I_{Csat} R_C}{R_B} = \frac{-0,48V + 5,53mA \cdot 1k\Omega}{200k\Omega} = 25,25\mu A$$

Para que el transistor esté en saturación es necesario un valor mínimo de corriente de base ( $I_{Bsat-min}$ ), que debe ser superior al necesario para que circule la corriente de colector en zona lineal

$$I_{Bsat-min} = \frac{I_{Csat}}{\beta_1} = \frac{5,53mA}{150} = 36,87\mu A$$

como

$$I_{Bsat} = 25,25\mu A < I_{Bsat-min} = 36,87\mu A$$

la suposición del transistor en saturación es errónea.