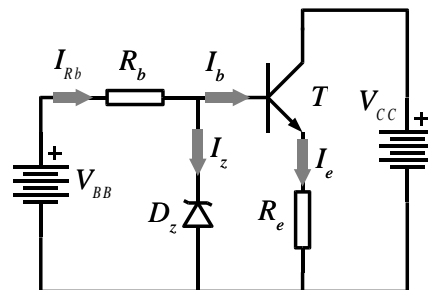


Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I
Examen de Septiembre de 2001 - Ejercicio 3¹

Enunciado

Hallar, de manera razonada y justificada, los valores que deben tener R_b y R_e para que la corriente de emisor del transistor T sea $I_e = 10\text{mA}$ y que el diodo Zener D_z esté regulando. Datos: $V_{CC} = 26\text{V}$; $V_{BB} = 10\text{V}$; el diodo Zener D_z tiene $|V_Z| = 5,9\text{V}$, $I_{Z\text{min}} = 5\text{mA}$ e $I_{Z\text{max}} = 15\text{mA}$; y el transistor T_1 tiene las siguientes características: $V_{BE(\text{on})} = 0,7\text{V}$, $V_{CE(\text{sat})} = 0,18\text{V}$ y $\beta = 99$.



Solución

Por los datos del problema no es posible deducir si el transistor T está en zona lineal o de saturación, pero podemos descartar el corte, pues de lo contrario, la corriente $I_e = 0\text{mA}$. En ambos casos, la tensión entre base y emisor será $V_{BE(\text{on})} = 0,7\text{V}$ y la caída de tensión en la resistencia R_e será positiva, lo que implica la posibilidad de que el diodo D_z esté trabajando en zona Zener, que es lo que se pide.

Por sencillez de razonamientos y planteamiento de ecuaciones vamos a suponer que el transistor T está en zona activa y que el diodo D_z está en zona Zener.

De la malla formada por el transistor T , la resistencia R_e y el diodo D_z ecuacionamos:

$$V_{Dz} = R_e I_e + V_{BE(\text{on})}$$

y obtenemos

$$R_e = \frac{V_{Dz} - V_{BE(\text{on})}}{I_e} = \frac{5,9\text{V} - 0,7\text{V}}{10\text{mA}} = 520\Omega$$

Consecuentemente, como el transistor T está en zona lineal

$$I_b = \frac{I_e}{\beta + 1} = \frac{10\text{mA}}{99 + 1} = 100\mu\text{A}$$

De la malla formada por la fuente V_{BB} , la resistencia R_b y el diodo Zener ecuacionamos:

$$V_{BB} = I_{Rb} R_b + V_{Dz} = (I_{Dz} + I_b) R_b + V_{Dz}$$

En este punto podemos asignar dos valores diferentes a I_{Dz} , uno correspondiente a su máximo y otro a su mínimo, lo que equivale a decir que R_b también tendrá dos valores: uno mínimo y otro máximo respectivamente. Ecuacionando:

$$R_{b\text{MIN}} = \frac{V_{BB} - V_{Dz}}{I_{Dz\text{MAX}} + I_b} = \frac{10\text{V} - 5,9\text{V}}{15\text{mA} + 100\mu\text{A}} = 271,523\Omega$$

$$R_{b\text{MAX}} = \frac{V_{BB} - V_{Dz}}{I_{Dz\text{MIN}} + I_b} = \frac{10\text{V} - 5,9\text{V}}{5\text{mA} + 100\mu\text{A}} = 803,922\Omega$$

¹Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez, aagusto@dte.uvigo.es, 2001

Comprobaciones

¿Que ocurriría si supusieramos el transistor T en saturación? Suponiendo que queremos saber el estado del diodo zener, de la malla formada por el transistor, la fuente de colector y la resistencia de emisor obtendríamos el valor de R_e :

$$R_e = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{I_e} = \frac{26V - 0,18V}{10mA} = 2,582K\Omega$$

lo que implica una caída de tensión

$$V_{Re} = R_e I_e = 2,582K\Omega \cdot 10mA = 25,82V$$

Cerrando la malla con el zener y la tensión entre base y emisor, la tensión en el zener sería de

$$V_{Dz} = V_{Re} + V_{BE(on)} = 25,82V + 0,7V = 26,52V$$

que es un resultado incoherente, pues el diodo zener nunca puede trabajar con esa tensión.