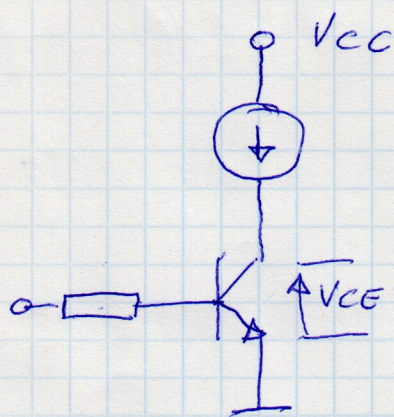


EJERCICIO TRANSISTOR CONMUTACIÓN



DATOS:

- * Frecuencia de conmutación $f_s = 10 \text{ KHz}$
- * Ciclo de trabajo $\delta = 50\%$
- * Tensión de alimentación $V_{cc} = 200 \text{ V}$
- * $V_{ce(\text{SAT})} = 2 \text{ V}$
- * $I_{CS} = I_{C(\text{SAT})} = 100 \text{ A}$
- * $I_{CE0} = 3 \text{ mA}$
- * $t_d = 0.5 \mu\text{s}$
- * $t_{ri} = 1 \mu\text{s}$
- * $t_s = 5 \mu\text{s}$
- * $t_{fi} = 3 \mu\text{s}$

Calcular la potencia de pérdidas totales que se producirán en el transistor.

Tenemos los siguientes tiempos

- a) t_d (retardo)
- b) t_r (subida) $\rightarrow$ se produce un máximo
- c) t_n (conducción)
- d) t_s (almacenamiento)
- e) t_f (caída o bajada) $\rightarrow$ se produce un máximo
- f) t_o (corte)

a) Potencia durante el tiempo de retardo

$$P_d = I_{CE0} \cdot V_{cc} \cdot t_d \cdot f_s$$

$$P_d = 3 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 200 \text{ V} \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

$$P_d = 3 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 3 \text{ mW}$$

b) Potencia durante el tiempo de subida

$$P_r = f_s \cdot I_{c(sat)} \cdot t_r \left[\frac{V_{cc}}{2} + \frac{V_{CE(sat)} - V_{cc}}{3} \right]$$

$$P_r = 10 \cdot 10^3 \cdot 100A \cdot 1 \cdot 10^{-6}s \left[\frac{200V}{2} + \frac{2V - 200V}{3} \right]$$

$$P_r = 1 \left[100 + (-66) \right] = 1 \cdot 34 = 34W$$

Durante este tiempo hay un máximo

$$P_{pico} = \frac{V_{cc}^2 \cdot I_{c(sat)}}{4 \left[V_{cc} - V_{CE(sat)} \right]}$$

$$P_{pico} = \frac{200V^2 \cdot 100A}{4 \left[200V - 2V \right]} = 5050,51W$$

Si queremos saber en que instante de tiempo se produce la potencia máxima.

$$t_m = \frac{t_r \cdot V_{cc}}{2 \cdot \left[V_{cc} - V_{CE(sat)} \right]} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 200V}{2 \left[200V - 2V \right]}$$

$$t_m = 0,505 \mu s$$

→ se puede apreciar que más o menos cae por la mitad de (t_r)

c) Potencia durante el tiempo de conducción

$$P_{conducción} = V_{CE(sat)} \cdot I_{c(sat)} = 2V \cdot 100A$$

$$P_{conducción} = 200W$$

VER DETRAS

→ MUY IMPORTANTE

La fórmula más exacta para calcular el tiempo de conducción durante el tiempo que el transistor permanece saturado.

$$t_{\text{cond}} = S T - t_d - t_r$$

$$t_{\text{cond}} = 0'5 \cdot 100 \mu\text{s} - 0'5 \mu\text{s} - 1 \mu\text{s}$$

$$t_{\text{cond}} = 48,5 \mu\text{s}$$

$$P_{\text{cond}} = V_{\text{CE}(\text{SAT})} \cdot I_{\text{C}(\text{SAT})} \cdot t_{\text{cond}} \cdot f_s$$

$$P_{\text{cond}} = 2\text{V} \cdot 100\text{A} \cdot 48,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{Hz}$$

$$P_{\text{cond}} = 97\text{W}$$

d) Potencia durante el tiempo de almacenamiento

$$P_s = V_{CE(SAT)} \cdot I_{C(SAT)} \cdot t_s \cdot f_s$$

$$P_s = 2V \cdot 100A \cdot 5 \cdot 10^{-6}s \cdot 10 \cdot 10^3 Hz = 10W$$

e) Potencia durante el tiempo de caída. $\rightarrow$
(DESPRECIANDO I_{CEO})

$$P_F = \frac{V_{CC} \cdot I_{C(SAT)} \cdot t_f \cdot f_s}{6}$$

$$P_F = \frac{200V \cdot 100A \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3}{6} = 100W$$

Durante este tiempo hay un máximo para $t = \frac{t_f}{2}$

$$P_{PICO}(t_F) = \frac{V_{CC} \cdot I_{C(SAT)}}{4} = \frac{200V \cdot 100A}{4} = 5000W$$

$$P_{PICO}(t_F) = 5000W$$

f) Potencia durante el tiempo de corte.

$$P_C = I_{CEO} \cdot V_{CC} = 3 \cdot 10^{-3}A \cdot 200V = 0.6W$$

El tiempo de corte se calcula de la siguiente manera:

$$t_0 = 8 \cdot T - t_s - t_f = 0.5 \cdot 100 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-6} - 3 \cdot 10^{-6}$$

$$t_0 = (50 - 5 - 3) \mu s = 42 \cdot 10^{-6} = 42 \mu s$$

La fórmula más exacta para calcular la potencia durante el tiempo de corte:

$$P_0 = I_{CE0} \cdot V_{cc} \cdot t_0 \cdot f_s$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 200V \cdot 42 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ Hz} = 0'252 \text{ W}$$

Como podemos comprobar, se trata de un valor inferior al calculado anteriormente, aún así los dos valores son muy pequeños en comparación con otros valores.

LAS PÉRDIDAS TOTALES QUE SE PRODUCIRÁN EN EL TRANSISTOR SERÁN:

$$P_{TOT} = P_d + P_r + P_n + P_s + P_F + P_0$$

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
RETARDO SUBIDA CONDUCCIÓN ALMACENAMIENTO CAIDA CORTE

$$P_{TOT} = 3 \cdot 10^{-3} + 34 + 97 + 10 + 100 + 0'252$$

$$P_{TOT} = 241.255 \text{ W}$$

NORMALMENTE A $P_d + P_r = P_{ON}$

$$P_s + P_F = P_{OFF}$$

La fórmula quedaría

$$P_{TOT} = P_{ON} + P_{CON} + P_{OFF} + P_0$$