2.3 BJT Switching Times

Consider the BJT Switching circuit shown in Fig.(2.5), the BJT is at the cutoff region when the input signal at level VBB and at the saturation region at level -VBB . when the switch is transformed from level VBB to level -VBB the response of the circuit will be as shown in fig.(2.6).

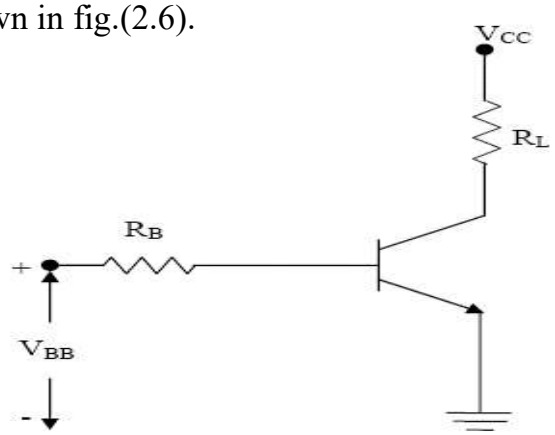


Fig. (2-5) Common emitter BJT switch

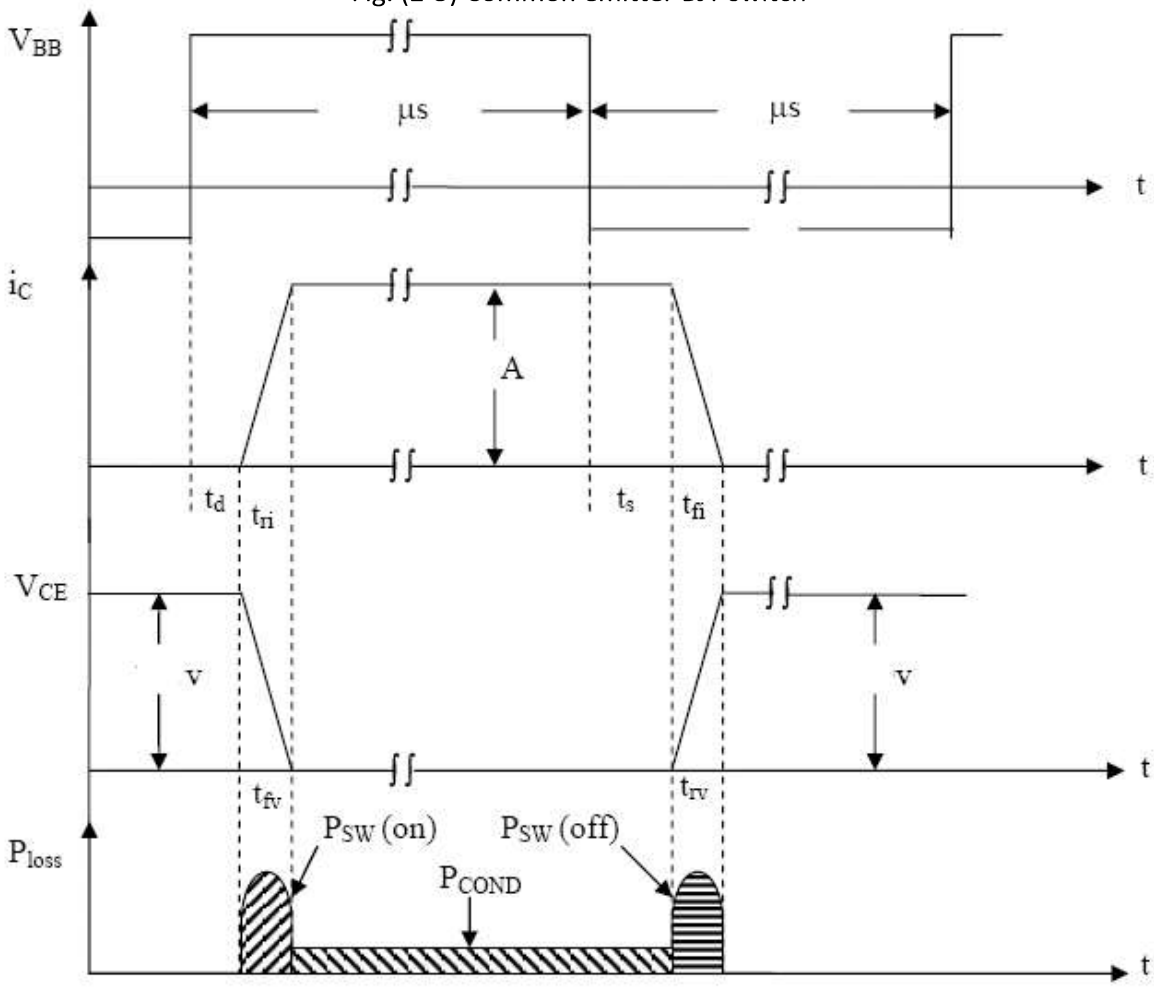


Fig. (2-6) Switching time specifications of common emitter BJT switch

The Switching Times of BJT are: -

1- Delay time

$= t_d$ *is the time period required for* I_C *to become* 10% *of* $I_{C(sat)}$ *when the input pulse is applied*

2- Rise time

$= t_r$ *is the time period required for* I_C *to rise from* 10% *of* $I_{C(sat)}$ *to* 90% *of* $I_{C(sat)}$

3- Turn-on time $t_{on} = t_d + t_r$

4- Storage time

$= t_s$ *is the time period required for* I_C *to fall to to* 90% *of* $I_{C(sat)}$ *when the input pulse falls from* VBB *to* $-VBB$

5- Fall time

$= t_f$ *is the time period required for* I_C *to fall from* 90% *of* $I_{C(sat)}$ *to to* 10% *of* $I_{C(sat)}$

6- Turn-on time $t_{on} = t_s + t_f$

The switching times can be improved by shunting the base resistance R_B with capacitor C_{su} called speed up capacitor

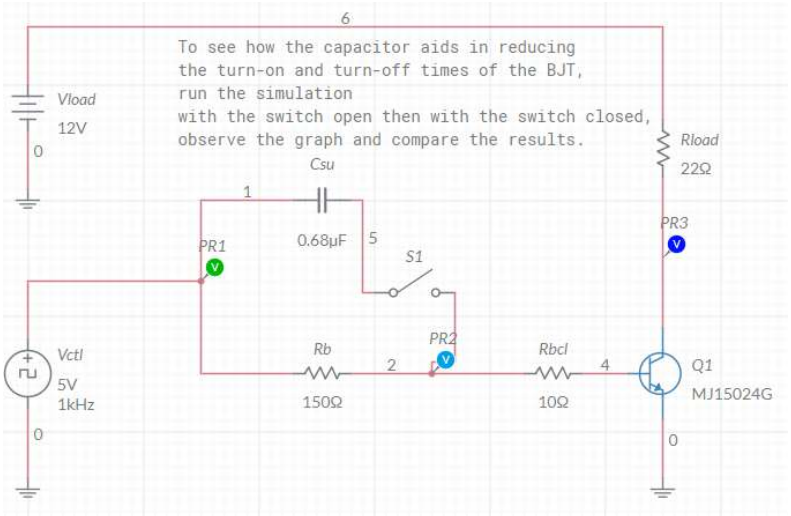
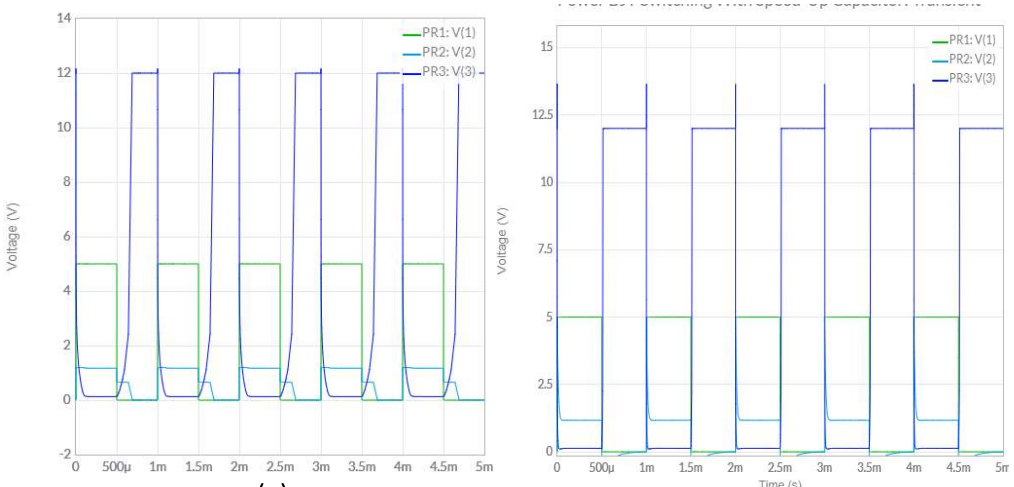


Fig. (2-7) Common emitter BJT switch with speed up capacitor



(a) (b)

Fig. (2-8) output of Common emitter BJT switch (a) without speed up capacitor, (b) with speed up capacitor

2.4 BJT Switching Energy Losses

القدرة الكلية المفقودة = القدرة المفقودة بسبب الحرارة + القدرة المفقودة بالمفتاح

القدرة المفقودة بسبب الحرارة = القدرة الخاصة بالتشبع $P_{heat} = P_{Sat}$

القدرة المفقودة بالمفتاح = تردد المفتاح × طاقة المفتاح P_{MS}

Total power losses = Heat power losses + Switching power losses

$$P_{total} = P_{Sat} + P_{MS}$$

$$P_{heat} = P_{Sat} = V_{CE} \times I_C$$

$$P_{MS} = W_S \times f_C$$

القدرة المعالجة P_{MH}

$$P_{MH} = V_{CC} \times I_C$$

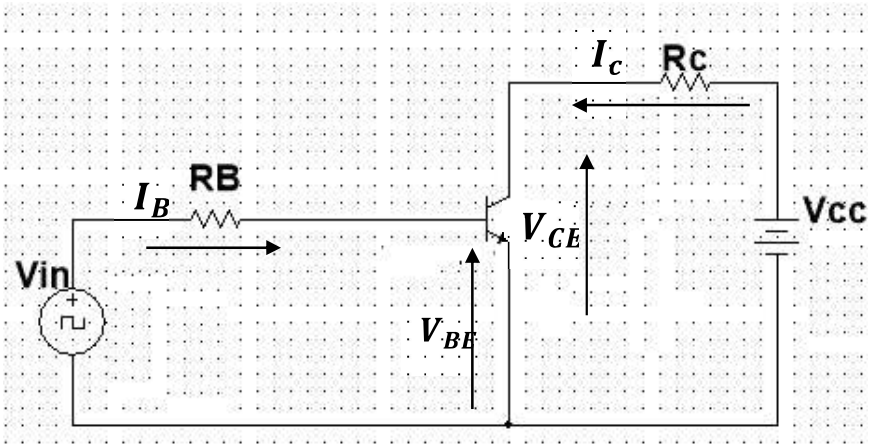
الطاقة المفقودة بالمفتاح = الطاقة المفقودة بالتشغيل + الطاقة المفقودة بالإطفاء

$$W_S = W_{on} \times W_{off}$$

2.5 Summary

* في هذا الفصل نوعين من الدوائر التي تستخدم الترانسيستور كمفتاح

اولا : دائرة المفتاح كامل التشغيل Fully driven BJT switching



تعتبر هذه الدائرة غير مثالية وذلك لوجود خسائر بشكل حرارة متمثلة بقيمة ال V_{CE} وعلية فأن القوانين المستخدمة للحل تكون

$$I_c = I_{sat} = \frac{V_{cc} - V_{cE}}{R_c}$$

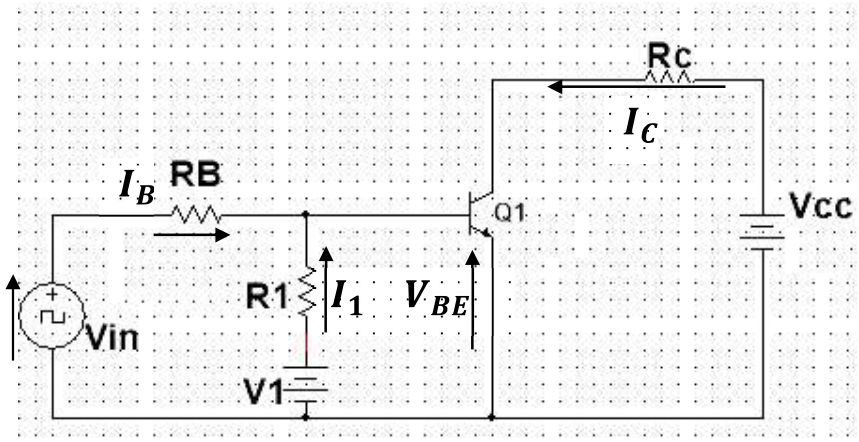
$$I_{Bmin} = \frac{I_{c(sat)}}{B_{dc}}$$

Condition of operation

$$I_B = 3 \times I_{Bmin}$$

$$V_{in} = I_B R_B + V_{BE}$$

ثانيا : دائرة المفتاح فوق التشغيل Over driven BJT switching



تعتبر هذه الدائرة مثالية وذلك لعدم وجود خسائر V_{CE}=0 وعلية فأن القوانين المستخدمة للحل تكون

$$I_c = I_{max} = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

$$I_{Bmin} = \frac{I_{max}}{B_{dc}},$$

Condition of operation

$I_B = I_{Bmin}$

$I_1 = 2 \times I_B$

$V_{in} = I_B R_B + V_{BE}$

$V_1 = I_1 R_1 + V_{BE}$

2.6 Exercises and Problems

Q1] An ideal common emitter NPN BJT switching circuit , for $V_{cc} = 25v$ and the control signal $I_B = 0.1\ mA$, find the value of R_c if B_{dc}= 50.

Ans.

$$I_{Cmax} = I_c = B_{dc} \times I_B = 50 \times 0.1 = 5\ mA$$

$$R_c = \frac{V_{cc}}{I_C} = \frac{25}{5 \times 10^{-3}}$$