OBJETIVOS: Analisar o comportamento de um transistor no corte e na saturação

INTRODUÇÃO TEÓRICA

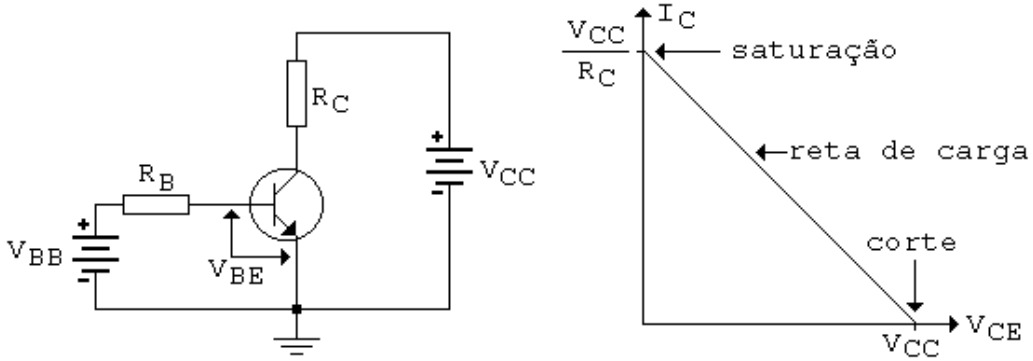
I - Transistor como chave eletrônica:

Um transistor pode operar como chave eletrônica, bastando para tal polarizá-lo de forma conveniente: corte ou saturação.

Quando um transistor está saturado opera como um curto (chave fechada) entre o coletor e o emissor de forma que $V_{CE} \cong 0V$ e quando está no corte, opera como um circuito aberto (chave aberta) entre o coletor e o emissor, de forma que $V_{CE} \cong V_{CC}$.

No ponto de saturação (chave fechada) a corrente de base é alta ($I_{B\ SAT}$) e no ponto de corte (chave aberta) a corrente de base é zero.

Veja na figura a seguir um transistor operando como chave eletrônica e sua respectiva reta de carga.



Para obter o extremo superior da reta de carga (corrente I_C) devemos supor um curto entre coletor e emissor ($V_{CE} = 0$), de forma que toda a tensão de alimentação se fixe no resistor de coletor.

Teremos então: $\mathbf{I_C = V_{CC} / R_C}$

Para obter o extremo inferior da reta de carga, devemos supor os terminais de coletor e emissor abertos.

Teremos então: $\mathbf{V_{CE} = V_{CC}}$

Fica então caracterizado que o transistor opera apenas em um dos extremos da reta de carga: corte ou saturação.

Podemos então, tomando como exemplo o circuito mostrado anteriormente, calcular a corrente de base e a corrente de coletor.

Aplicando LKT para calcular a corrente de base, temos:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$\mathbf{I_B R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0}$ **onde:**

OBS: V_{BE} típica é da ordem de 0,7V

Supondo $V_{BB} = 4V$ e $R_B = 680k\Omega$, a corrente de base (I_B) será:

$$\mathbf{I_B = (4V - 0{,}7V) / 680k\Omega = 4{,}85\mu A}$$

Para calcular a corrente de coletor podemos aplicar LKT na malha V_{CC}, V_{RC} e V_{CE}, onde teremos: $\mathbf{V_{CC} - V_{RC} - V_{CE} = 0}$

$\mathbf{V_{RC} = V_{CC} - V_{CE}}$

$\mathbf{I_C = V_{RC} / R_C}$ **ou** $\mathbf{I_C = (V_{CC} - V_{RC}) / R_C}$

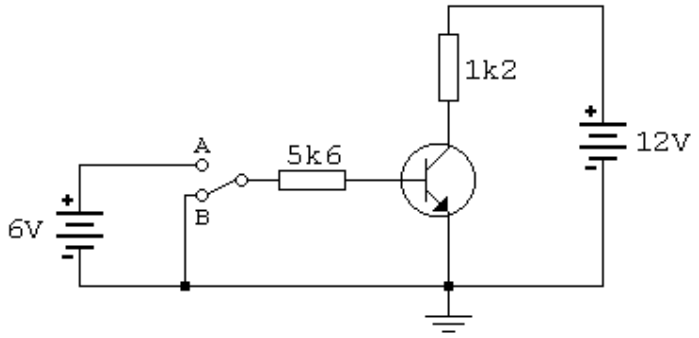
No chaveamento eletrônico com transistores, devemos levar em conta dois tipos de saturação: fraca e forte.

Na saturação fraca, a corrente de base é suficiente para levar o transistor à saturação. Tal procedimento porém não é aconselhável visto que pode haver uma variação de β_{CC} e na própria corrente de base de saturação ($I_{B\ SAT}$).

Utiliza-se normalmente a saturação forte, que assegura a condição de saturação para todos os valores de β_{CC}. Uma regra prática é considerar a corrente de base como 1/10 da corrente de saturação de coletor.

Desta forma, supondo que $I_{C\ SAT}$ = 12mA, então será fixada uma corrente de base de 1,2mA (relação 10:1).

Tomemos como exemplo o circuito abaixo, onde verificaremos se o mesmo está operando como chave eletrônica.



a) Considerando uma tensão de base igual a zero (chave no ponto B), a corrente de base será igual a zero (condição de corte) e a corrente de coletor será igual a zero.

Nestas condições o transistor operará como uma chave aberta e a tensão no resistor de coletor será zero, pois $\mathbf{V_{RC} = R_C I_C}$; logo, a tensão entre coletor e emissor será igual a 12V pois $\mathbf{V_{CE} = V_{CC} - V_{RC}}$.

Quando a tensão de base for 6V, a corrente de base ficará:

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B = (6 - 0{,}7) / 5.600 = 0{,}964\text{mA}$$

b) Imaginemos um curto entre o coletor e emissor (chave na posição A). Neste caso, a tensão entre coletor e emissor assume idealmente 0V e a corrente de saturação do coletor pode ser assim calculada:

$$V_{RC} = V_{CC} - V_{CE} = 12 - 0 = 12\text{V}$$

$$I_{C\ SAT} = V_{RC} / R_C = 12 / 1.200 = 10\text{mA}$$

Comparando a corrente de base com a corrente de coletor, verifica-se que esta última é cerca de 10 vezes maior do que a corrente de base, o que assegura a saturação para uma vasta gama de β_{CC}.

Referência: http://www.ezuim.com/downloads.html