

## トランジスタを用いたスイッチ回路

7.3 節で図 1(a) に示すトランジスタのスイッチ回路を学習した。その等価回路を同図 (b) に示す。図中  $R$  が駆動すべき負荷であり、トランジスタを on/off させるための信号電圧が  $V_1$  である。

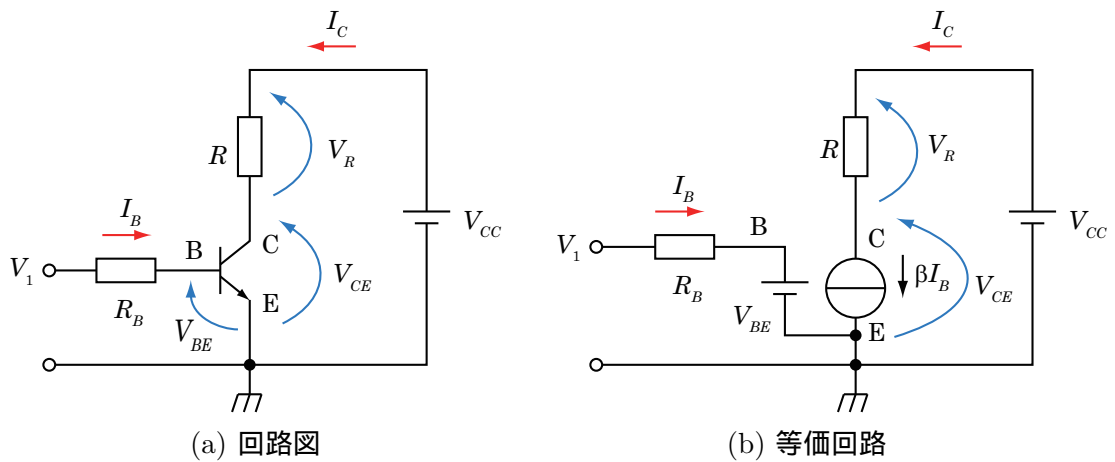


図 1 普通のスイッチ回路

回路の設計方法を復習する。トランジスタが飽和し、コレクタ - エミッタ間が導通状態にあるとき、コレクタ電流  $I_C$  は

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R}$$

である。飽和させるために必要なベース電流の最小限の値  $I_B$  は、トランジスタの電流増幅率を  $\beta$  とすると、

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

である。 $R_B$  の値は、次式で得られる。

$$R_B = \frac{V_1 - V_{BE}}{I_B} \quad (1)$$

$R_B$  を (1) の値より小さく設定するなら、トランジスタは飽和する。

ここで、 $V_{BE}$  はベース - エミッタ間電圧であり、0.7V 程度の値である。 $V_1$  はマイコンの出力端子を想定しており、出力 on のときのポピュラーな値は 5V か 3.3V である。

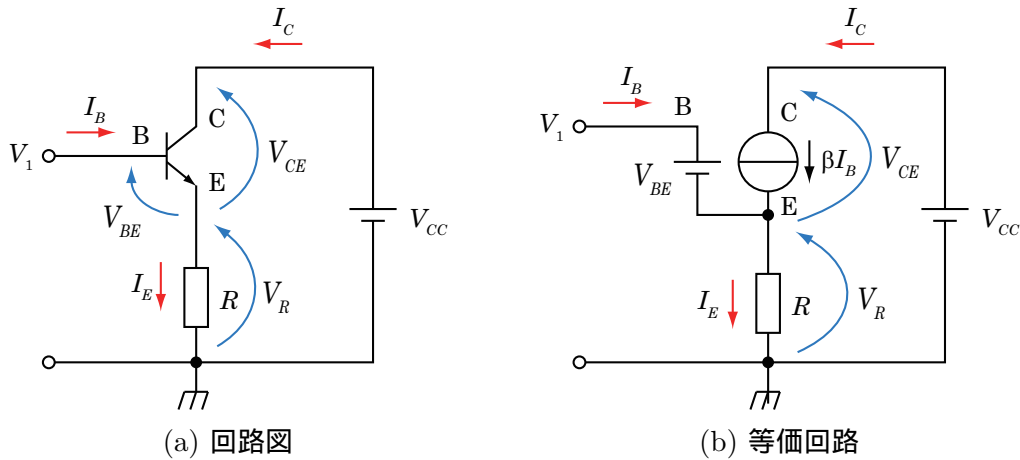


図 2 エミッタ側に負荷を入れた回路

負荷にかかる電圧  $V_R$  はトランジスタが on のとき  $V_{CC}$ 、off のとき 0 である。

あまり見かけないが、トランジスタをスイッチとして使うとき、図 2(a) のように、エミッタ側に負荷を入れる方法もある。その等価回路を同図 (b) に示す。この回路について考える。

まず、

$$\beta + 1 \simeq \beta$$

を仮定する。すなわち、

$$I_E \simeq I_C$$

を仮定する。 $V_1$  が on となり (値を持つ) 負荷を駆動するとき、

$$V_R = V_1 - V_{BE}$$

である。 $I_C$  は

$$I_C = I_E = \frac{V_1 - V_{BE}}{R}$$

である。 $I_B$  は

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \quad (2)$$

となる。(2) の電流が端子  $V_1$  から流れ出す。この回路を使うときは、(2) の値がマイコンの出力端子から取り出すことのできる電流の上限値以下であることを確認しておく必要がある。

ベースと端子  $V_1$  の間に抵抗は必要ない。もし抵抗を入れると、その抵抗による電圧降下が発生し、負荷駆動時の  $V_R$  が  $V_1 - V_{BE}$  より小さくなるという問題がある。

表 1 2つのスイッチ回路の比較

|                 | 図 1(a) の回路   | 図 2(a) の回路  |
|-----------------|--|---|
| $V_{CC}$ の大きさ   | $V_{CC} \geq V_1$ の範囲なら可   | $V_{CC} = V_1$<br>( $V_{CC} > V_1$ に設定してもトランジスタの損失が増えるだけで意味がない) |
| 負荷駆動時の $V_R$    | $V_{CC}$   | $V_1 - V_{BE}$  |
| 負荷駆動時の $V_{CE}$ | 0  | $V_{BE}$<br>(トランジスタで $V_{BE}I_C$ の損失が発生する)                      |
| 負荷駆動時の $I_B$    | $\beta I_B > \frac{V_{CC}}{R}$ となるような十分な量を流す。そうなるように、 $R_B$ を設定する。 | 必要最小限の電流値に自動的に設定される   |

図 1(a) の回路と図 2(a) の回路の比較を表 1 にまとめる。

エミッタ側に負荷を入れた図 2(a) の回路はベースに入れる抵抗が不要なのでシンプルである。しかし、負荷駆動時にトランジスタは導通状態とはならず、 $V_{BE}$  の電圧が残り、損失が発生する。また、 $V_{CC}$  の値を自由に設定することができない。図 1(a) の回路の方が優れていると思われる。