

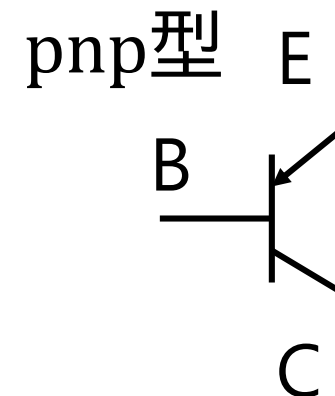
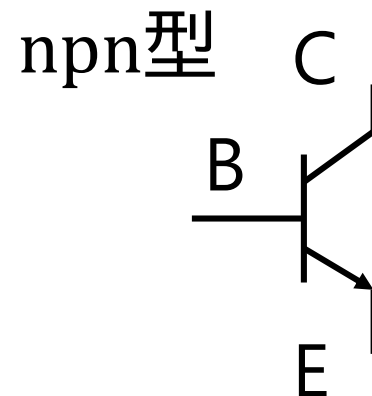
3. トランジスタ (transistor)

- 代表的な半導体素子
- 種類
 - 接合トランジスタ (バイポーラトランジスタ, bipolar junction transistor) ㊦
 - 電界効果トランジスタ (Field effect transistor)
 - ◆ 接合型FET
 - ◆ MOSFET ㊦
- 主な役割
 - スイッチング
 - 増幅

接合トランジスタ

●記号

E:エミッタ
B:ベース
C:コレクタ



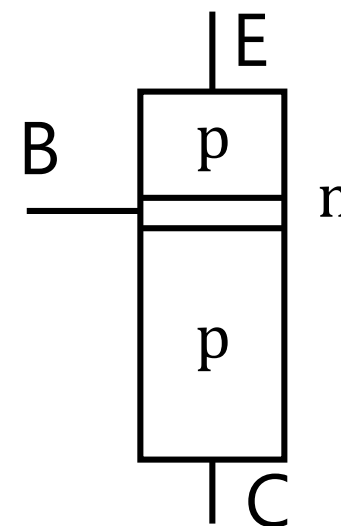
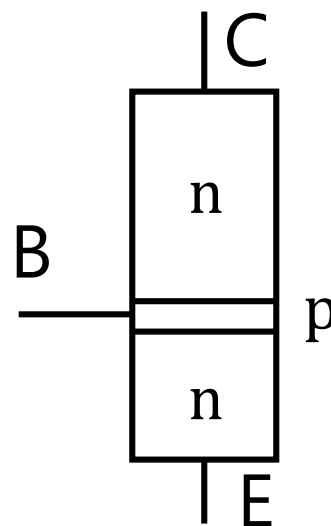
●構造

■ p型半導体

◆正孔(hall)が正の電荷を運ぶ

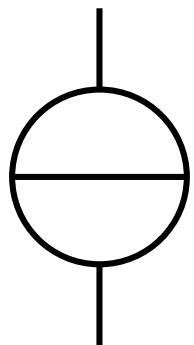
■ n型半導体

◆電子が負の電荷を運ぶ



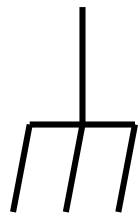
準備: 電流源と接地

電流源

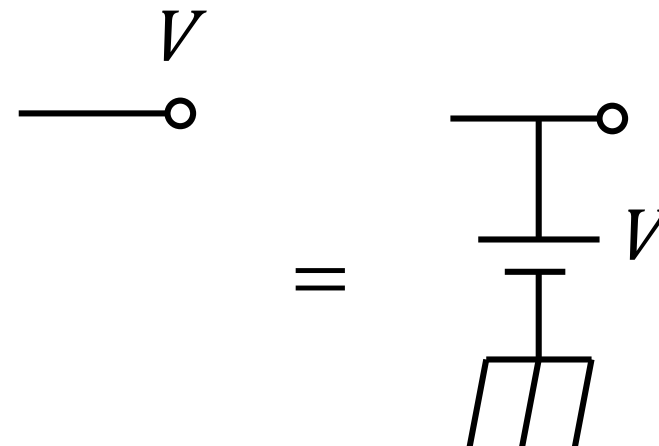


電流の大きさを決める仮想的な素子

接地記号 (GND記号)



- 0[V]となる場所
- 記号の場所同士は接続されている



- 電位が V となる場所

トランジスタの基本特性

● npn型トランジスタ

■ $i_C = \beta i_B$

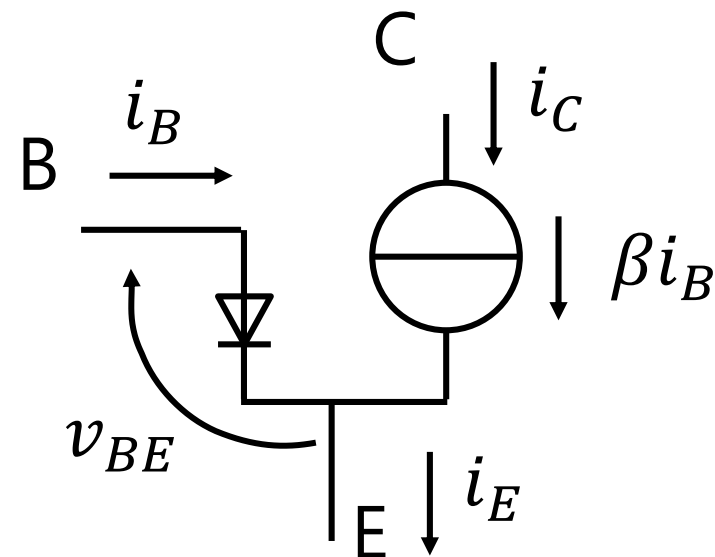
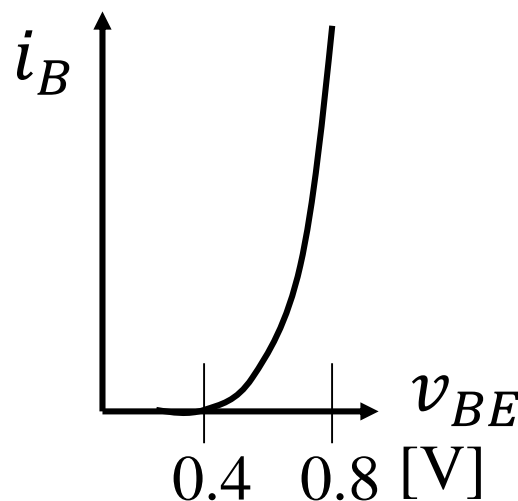
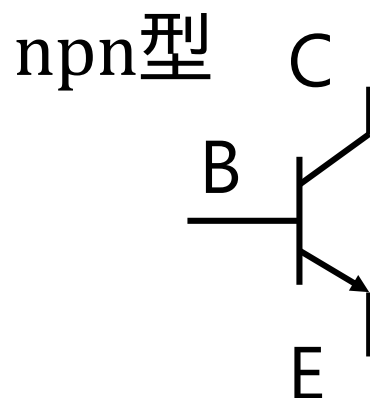
■ β : 電流増幅率

◆ 50~400

■ $i_E = i_C + i_B$

● v_{BE} と i_B

■ i_B を流すためには,
 v_{BE} がある程度必要



簡易等価回路

トランジスタの基本特性

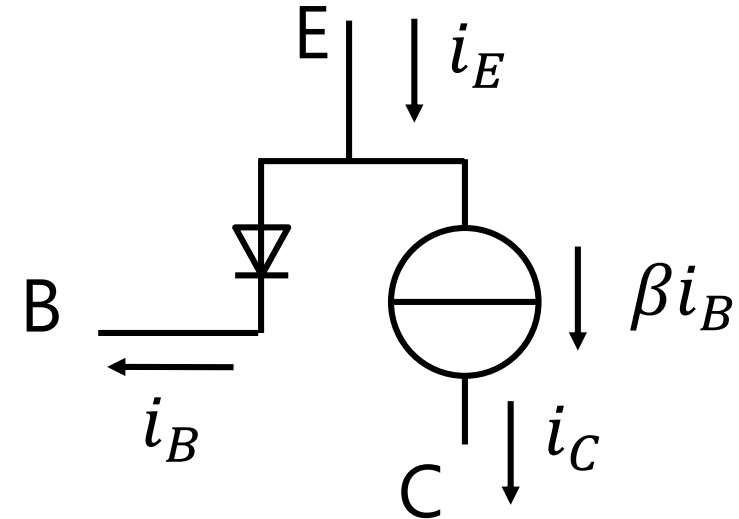
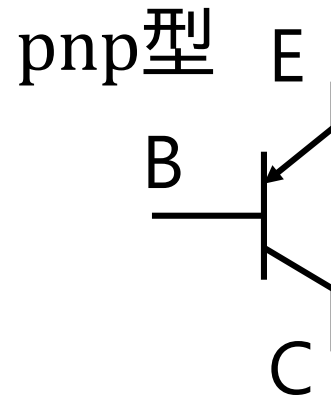
● pnp型トランジスタ

■ $i_C = \beta i_B$

■ β : 電流増幅率

◆ 50~400

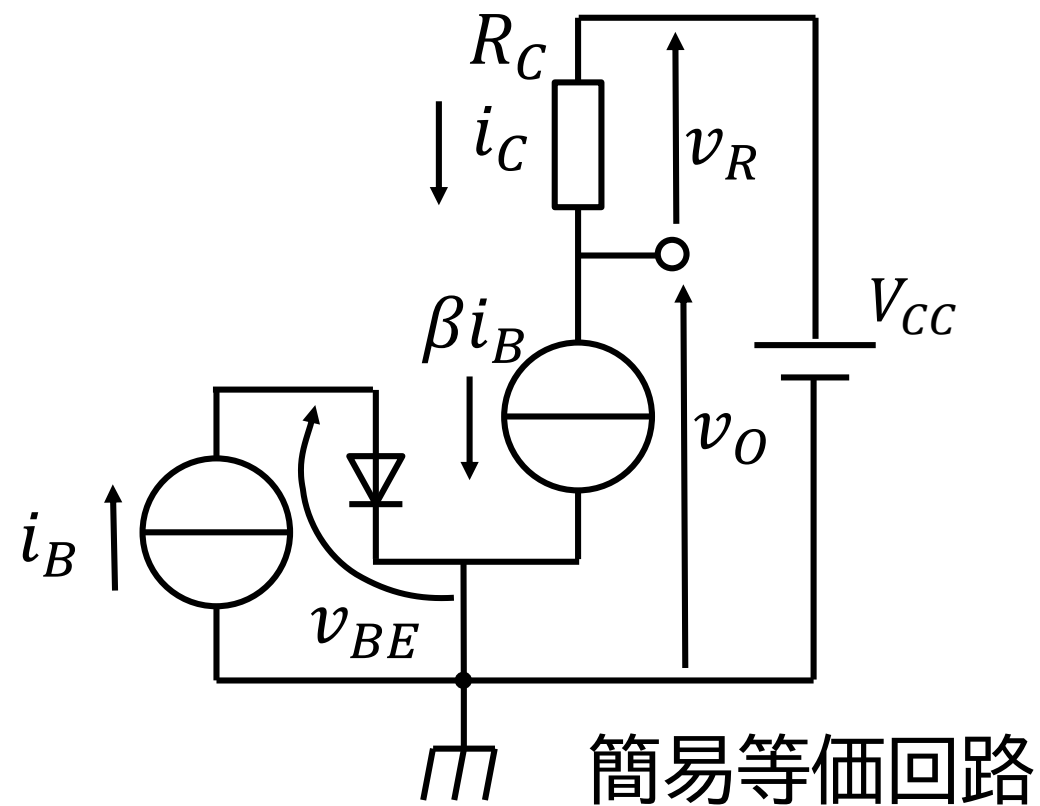
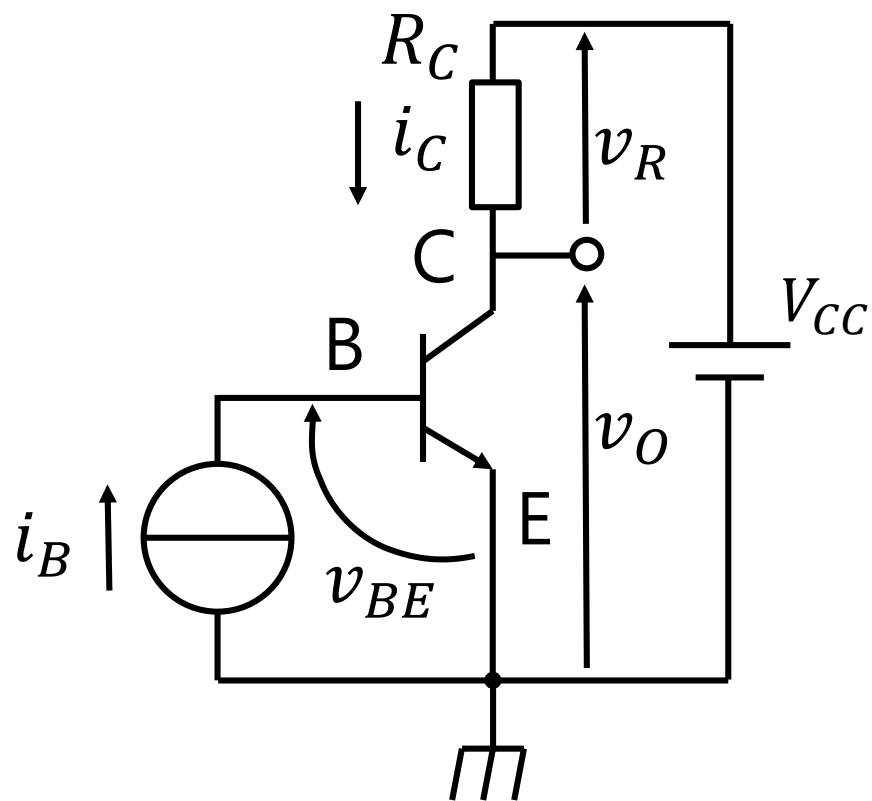
■ $i_E = i_C + i_B$



簡易等価回路

基本回路

V_{CC} : プラス電源



基本回路

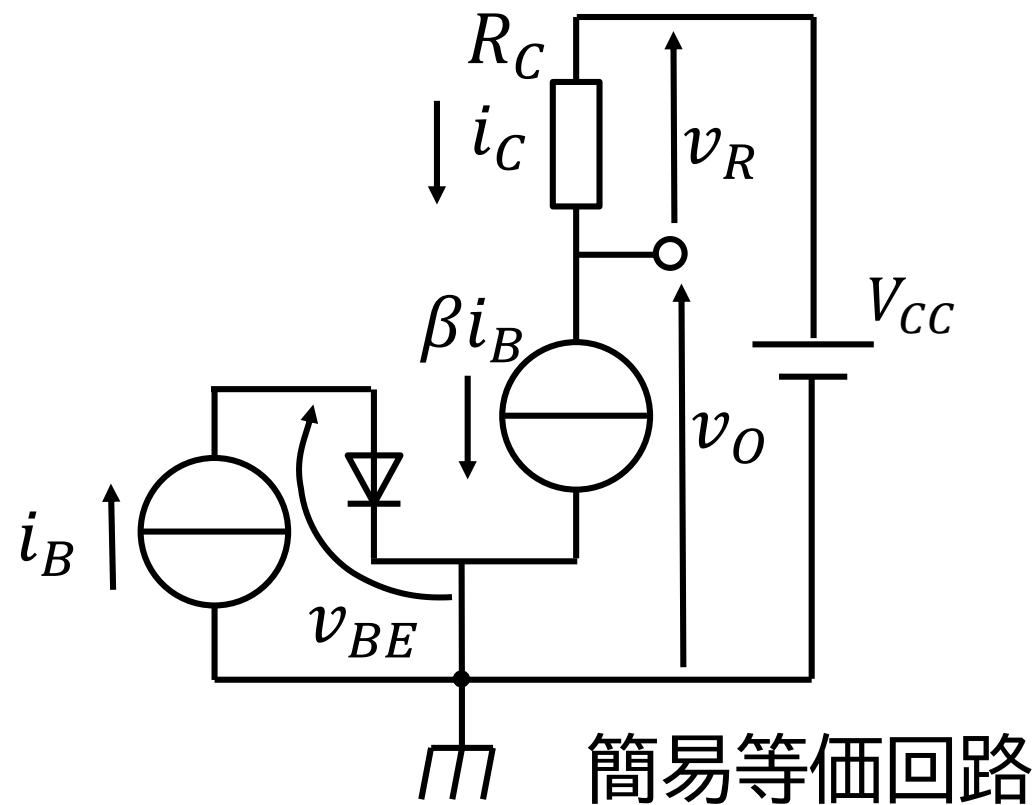
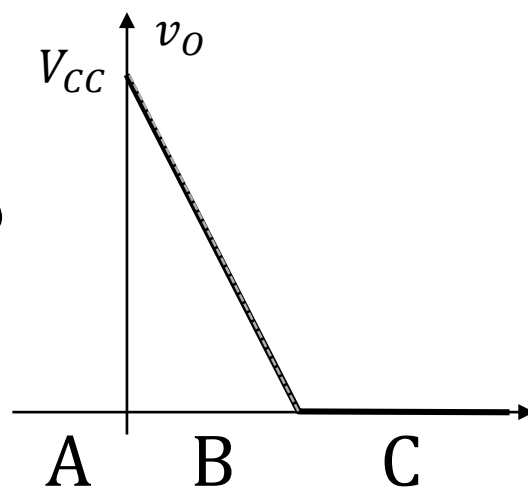
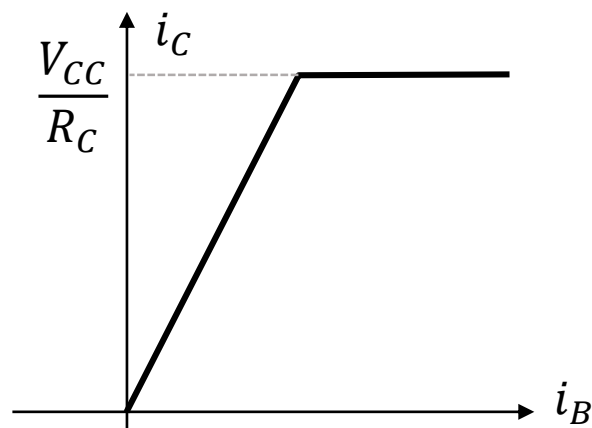
$$i_C = \beta i_B$$

$$v_O = V_{CC} - R_C i_C$$
$$= V_{CC} - R_C \beta i_B$$

ただし $v_O \geq 0$

→ i_C の最大値: $\frac{V_{CC}}{R_C}$

注. 実際はC領域でも
 v_O は0にならない



トランジスタの状態と用途

● 状態

- A) 遮断領域 (cut-off region)
- B) 活性領域 (active region)
- C) 飽和領域 (saturation region)

● 用途

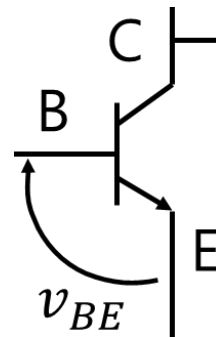
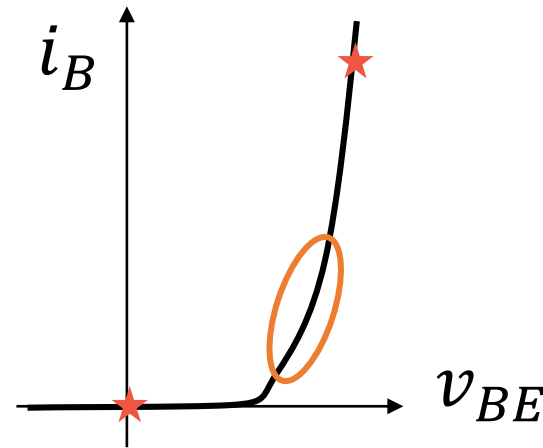
■ スイッチング

- ◆ 状態: 遮断領域か飽和領域

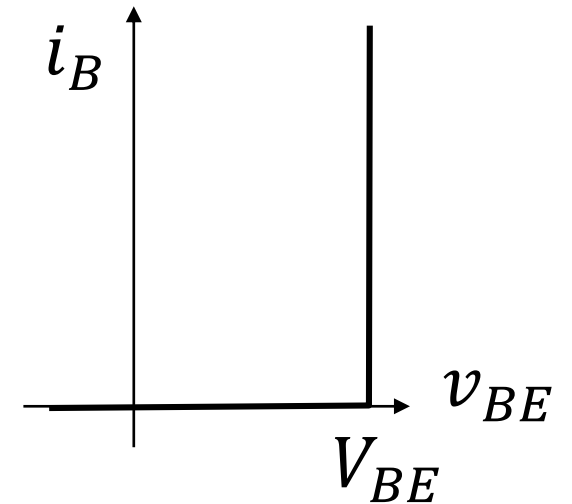
■ 信号の増幅

- ◆ 状態: 活性領域

v_{BE} と i_B の関係



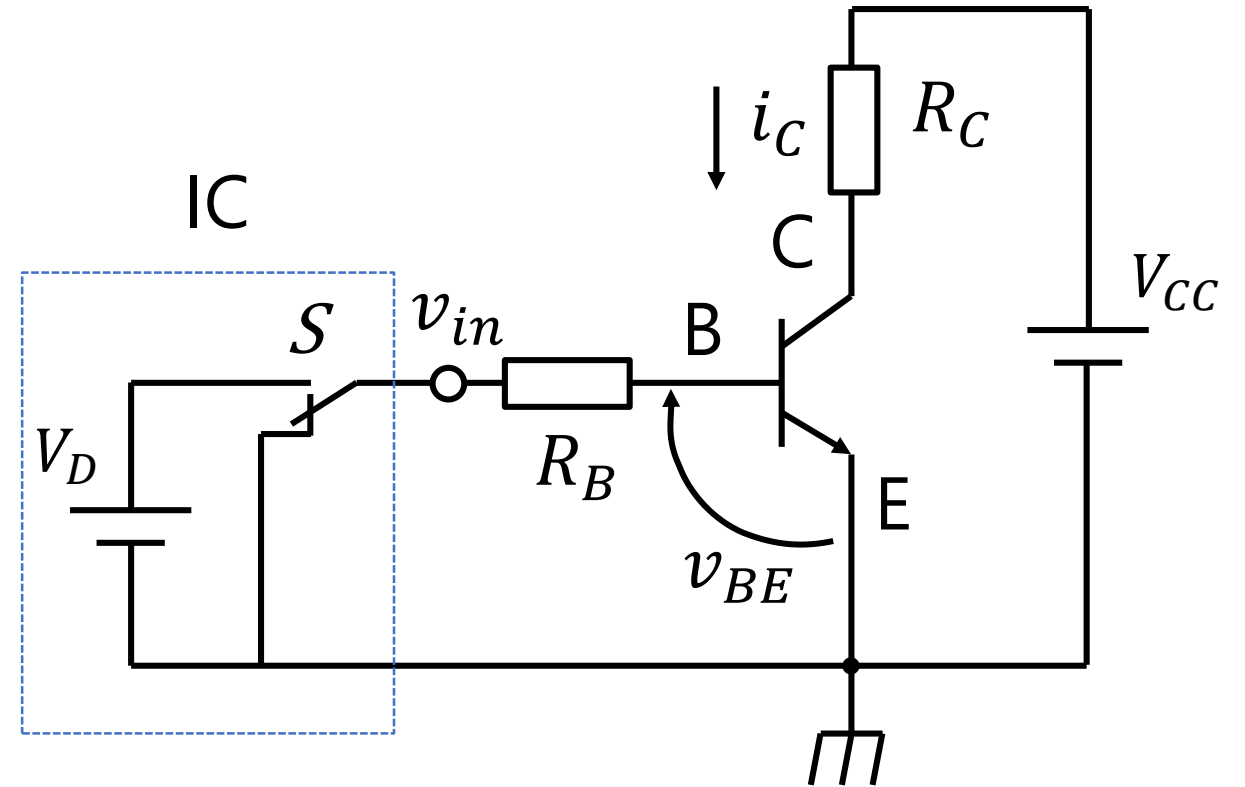
スイッチング素子として
つかう場合の近似



$$V_{BE} = 0.6 \sim 0.8 [\text{V}]$$

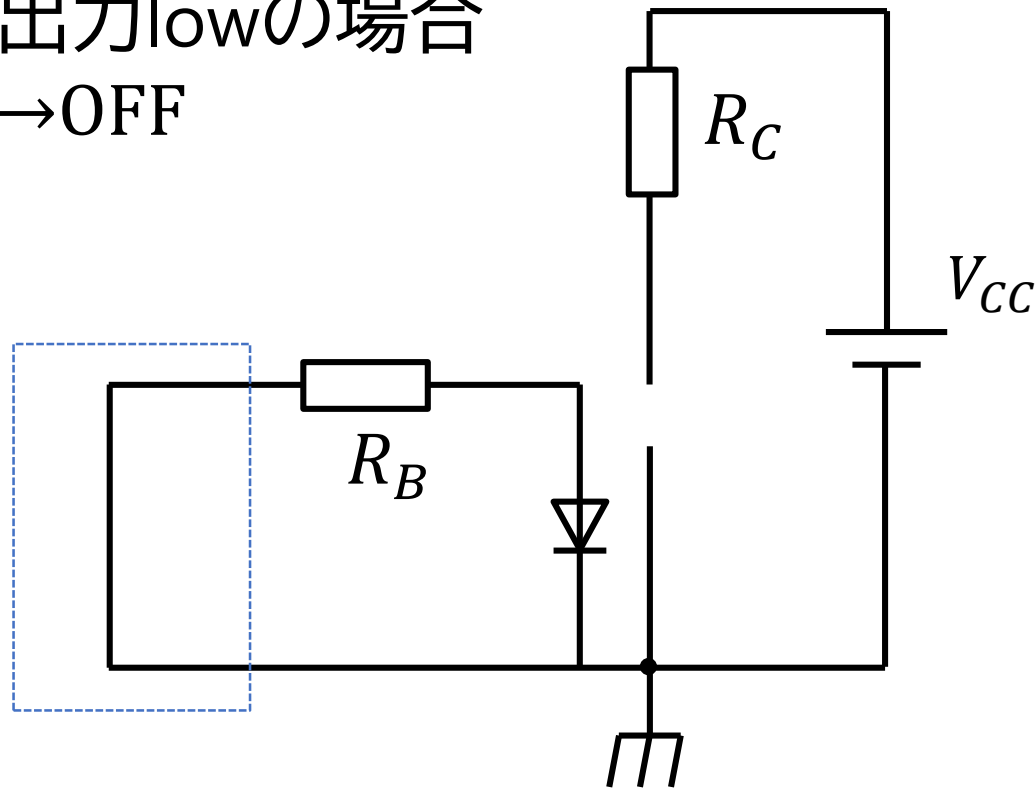
スイッチ回路

- R_C を動かすスイッチを考える
 - R_C は負荷一般を表している
- デジタルICの出力端子が接続されていることを想定
 - 出力low
 - ◆ スイッチ S を下に接続
 - ◆ $v_{in} = 0$
 - 出力high
 - ◆ スイッチ S を上接続
 - ◆ $v_{in} = V_D$

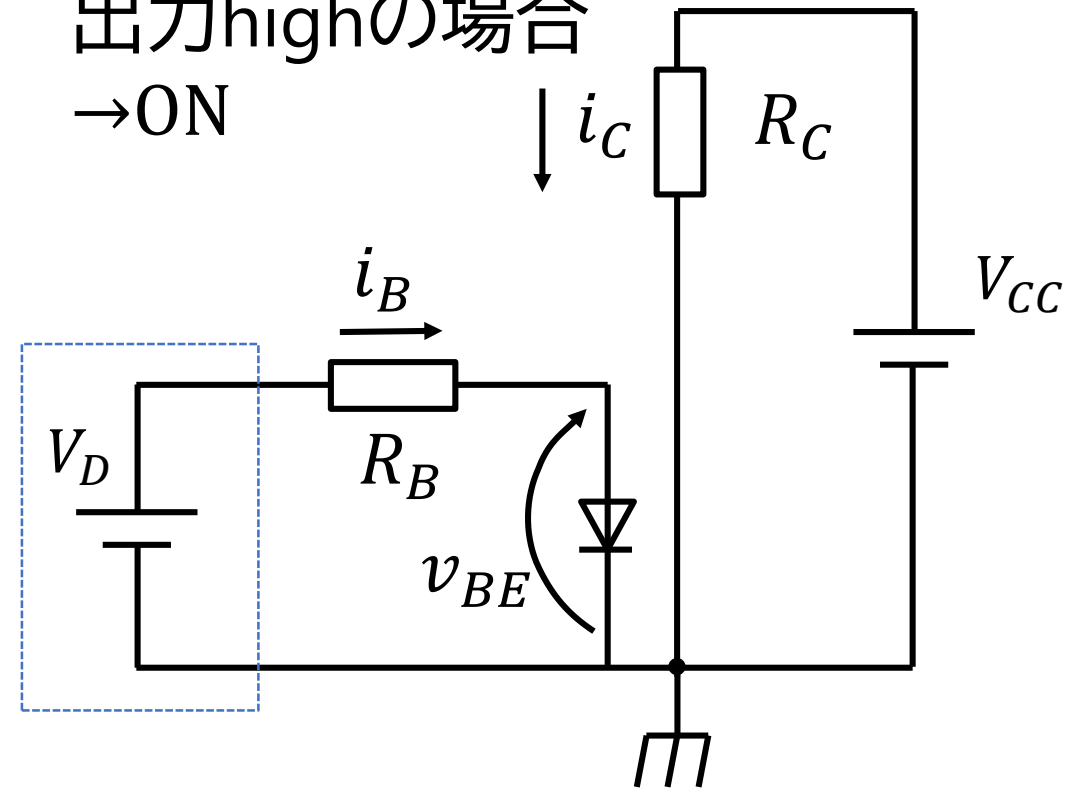


スイッチ回路

出力lowの場合
→OFF



出力highの場合
→ON



飽和に必要な条件: $\beta i_B > \frac{V_{CC}}{R_C}$, $v_{BE} = V_{BE}$

単純なデジタル回路

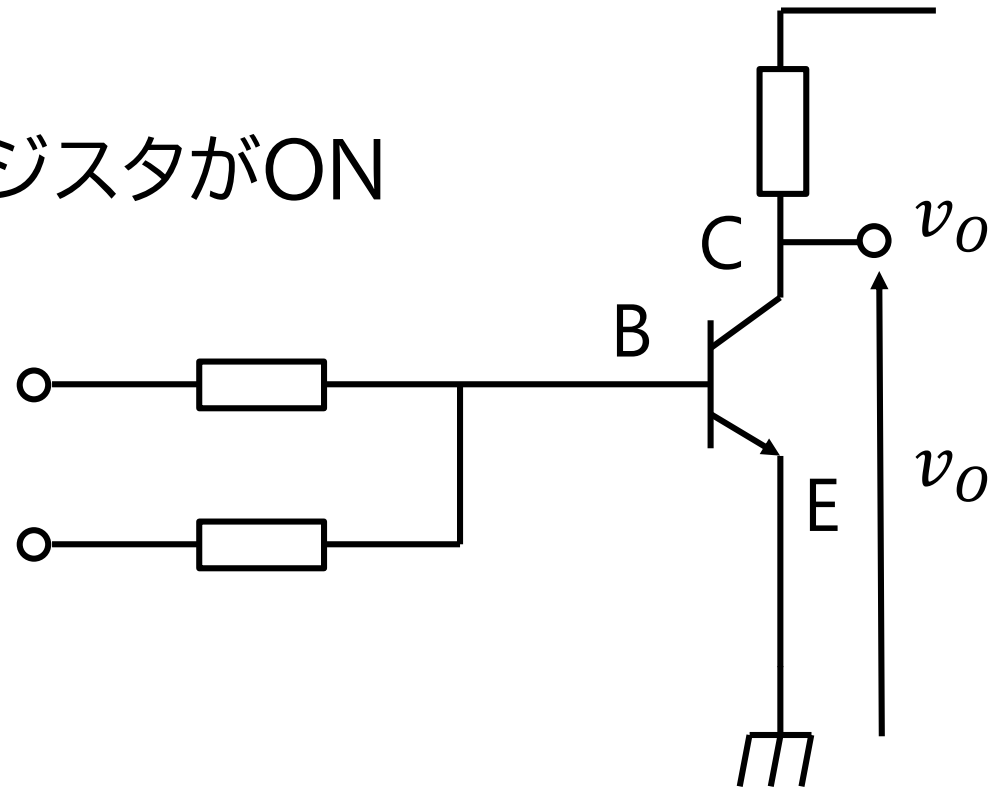
- Resistor-transistor logic (RTL)

- 抵抗とバイポーラトランジスタによるデジタル回路

入力がhighなら, トランジスタがON

→ $v_o = \text{low}$

→ NORゲート



問07

