電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

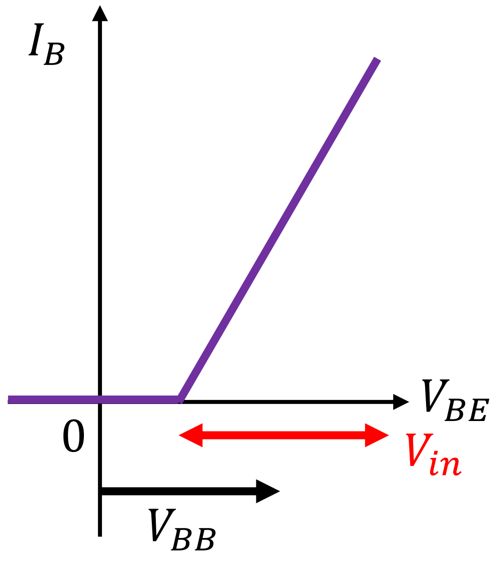
第五回 トランジスタ（3）

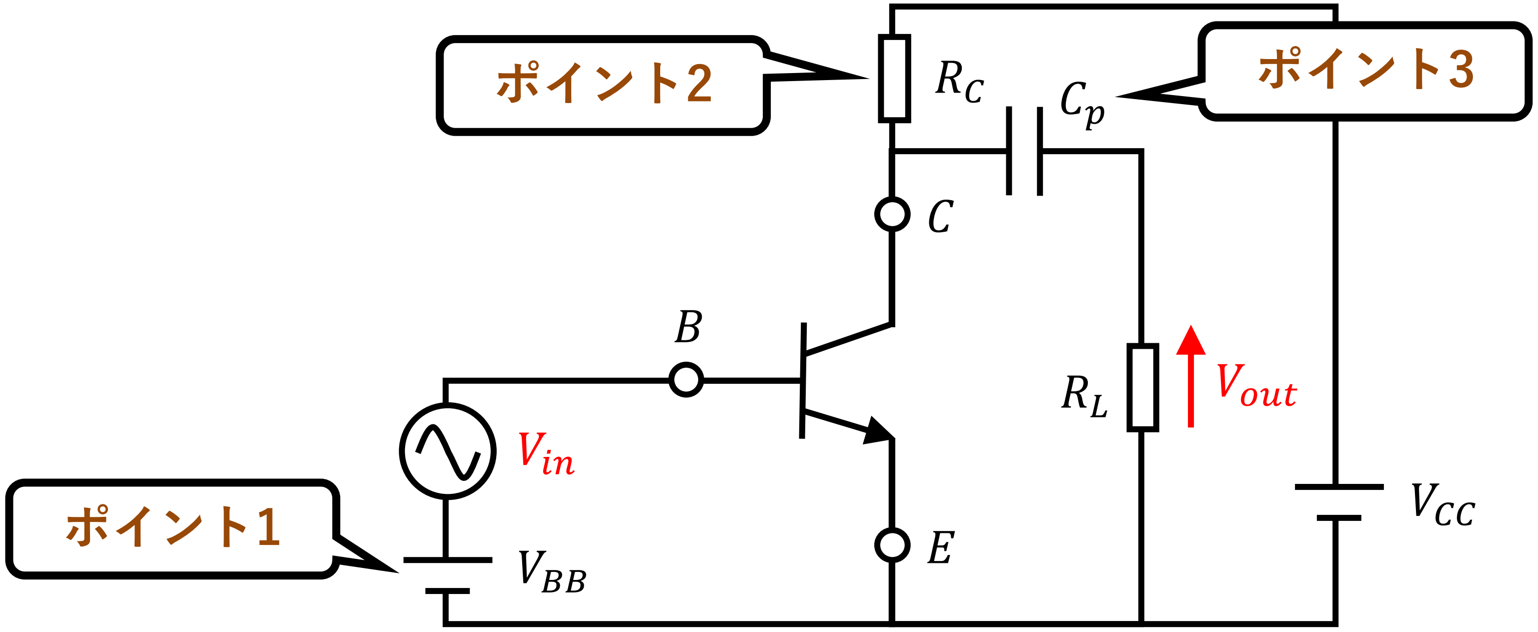
2021.03.20 Sat

トランジスタ増幅回路

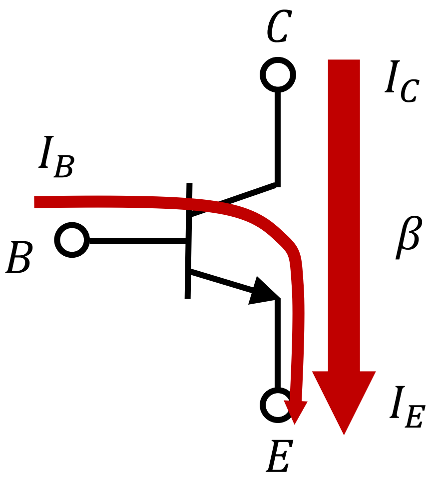
交流信号の増幅回路について考える
ポイント1：入力電圧に下駄をはかせる（バイアスする）ための直流電圧V_{BB}
ポイント2：出力電圧の増幅率を決める抵抗R_C
ポイント3：交流信号を取り出すためのコンデンサC_p

B-E間のI-V特性





トランジスタ回路の基本動作

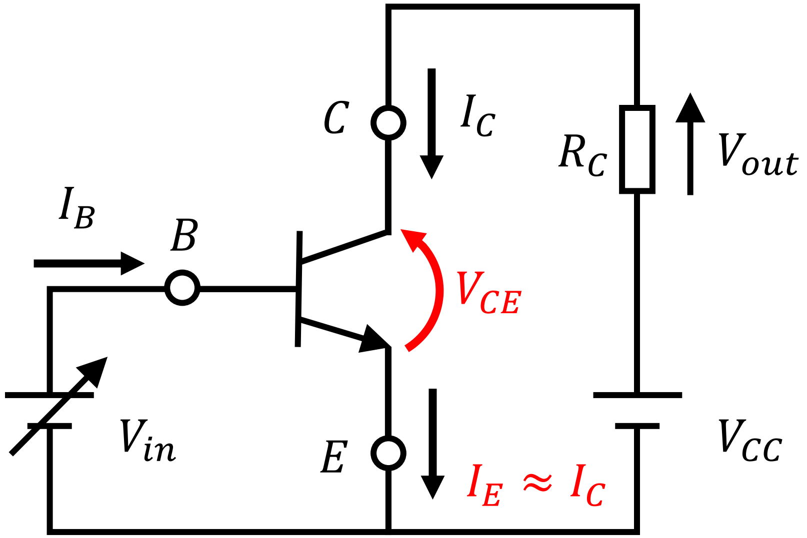


$$I_B + I_C = I_E$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \ (\beta = 50 \sim 200)$$

$$I_B \ll I_C < I_E$$

I_B：ベース電流
I_C：コレクタ電流
I_E：エミッタ電流
β：（エミッタ接地）電流増幅率



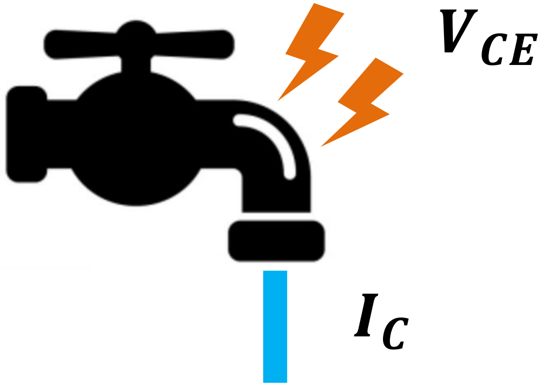
$$V_{CC} = V_{out} + V_{CE}$$

$$V_{out} = R_C I_C$$

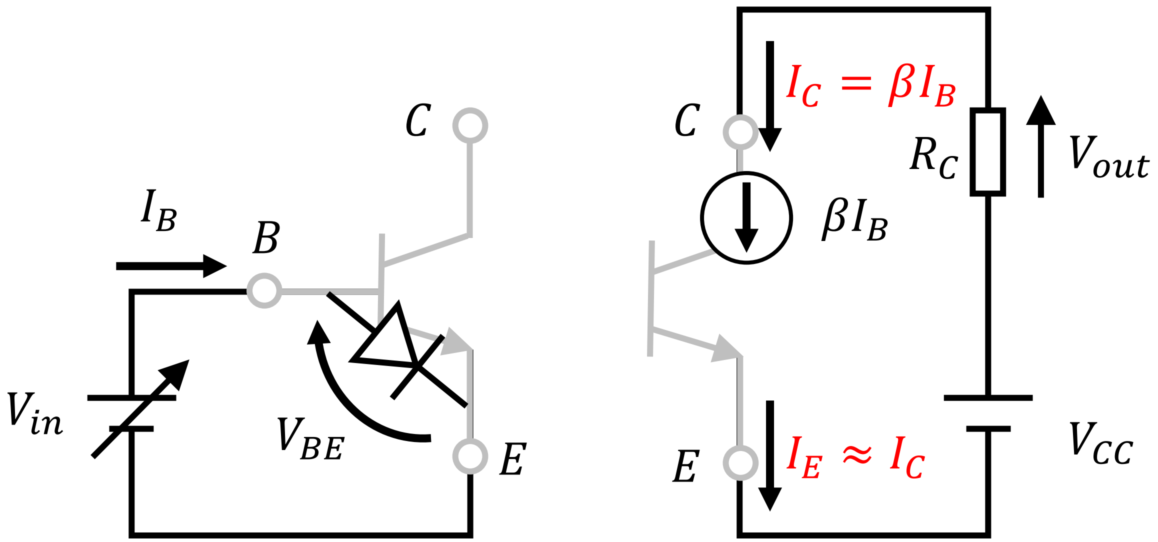
$$I_C = \beta I_B$$

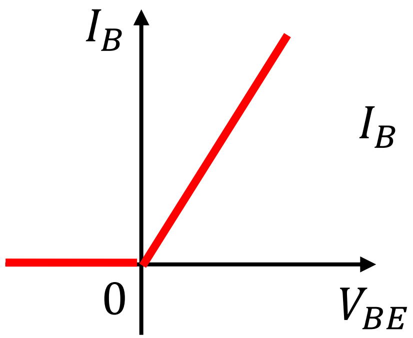
$$V_{out} = R_C \beta I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{out}$$
$$= V_{CC} - R_C I_C$$
$$= V_{CC} - R_C \beta I_B$$



エミッタ接地増幅回路の等価回路

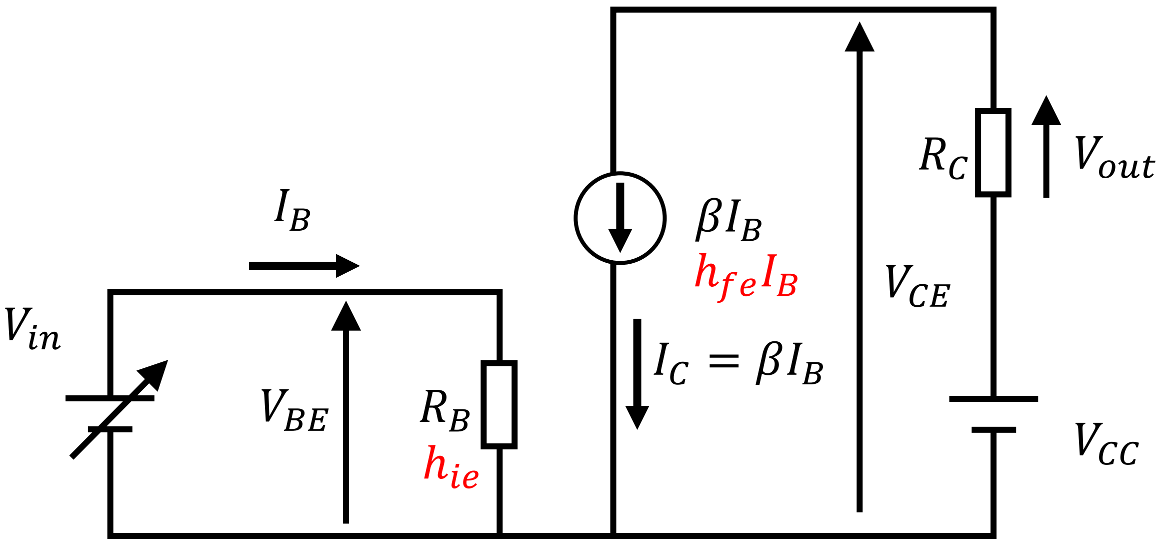




$I_B = A \cdot V_{BE}$

$\rightarrow V_{BE} = R_B I_B$

トランジスタ等価回路

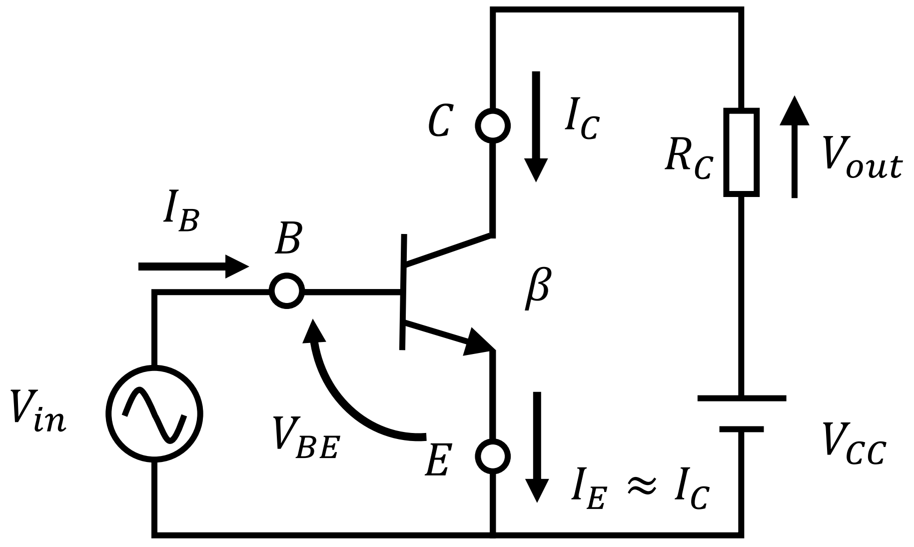


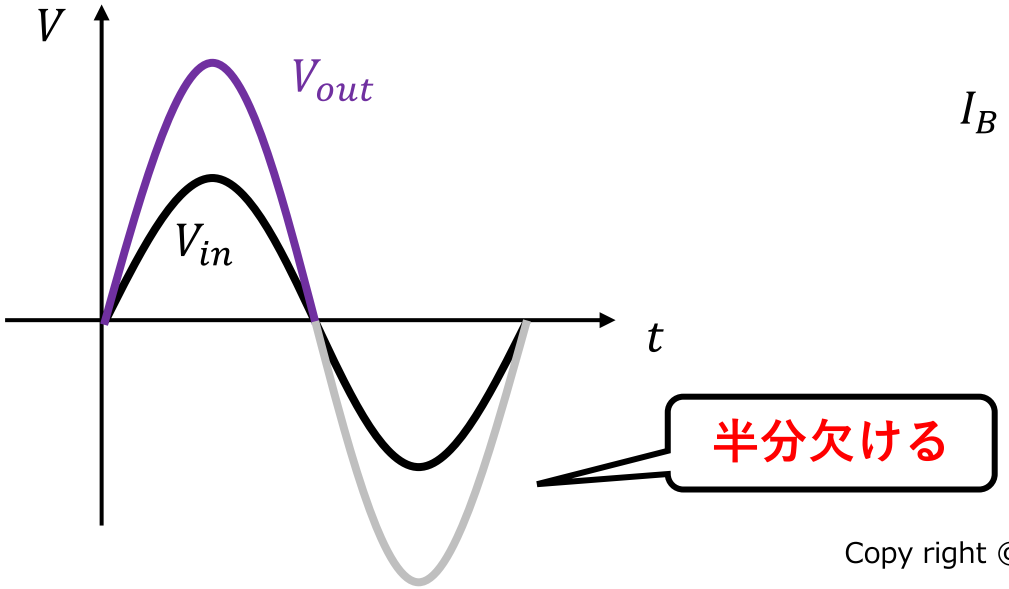
$$V_{in} = V_{BE} = R_B I_B$$

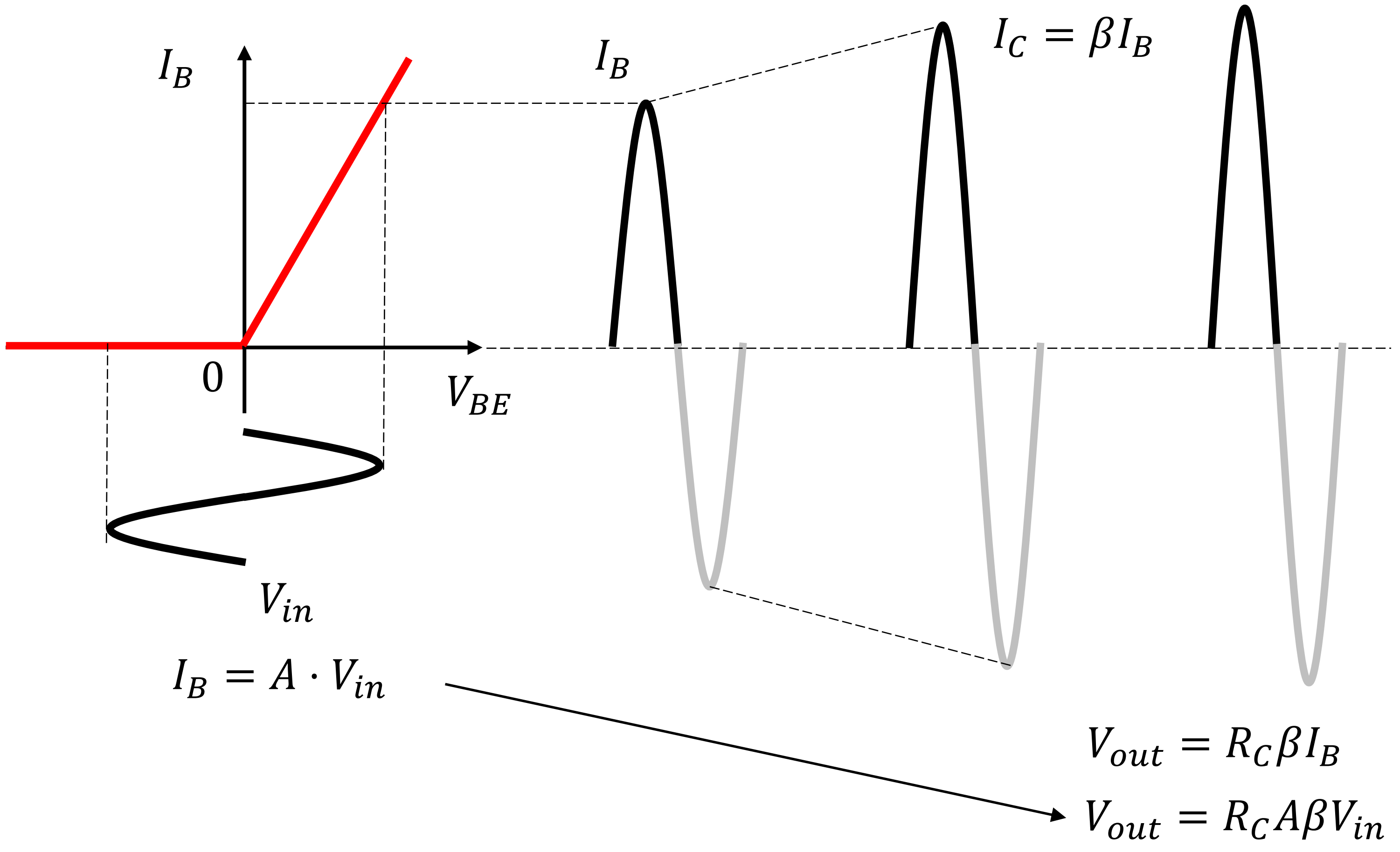
$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{out} = V_{CC} - R_C \beta I_B$$

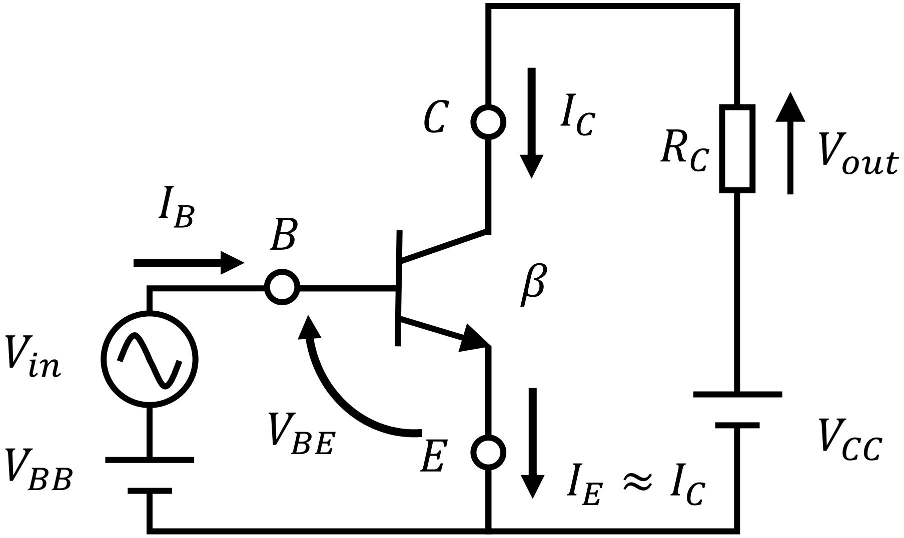
入力信号を交流にすると

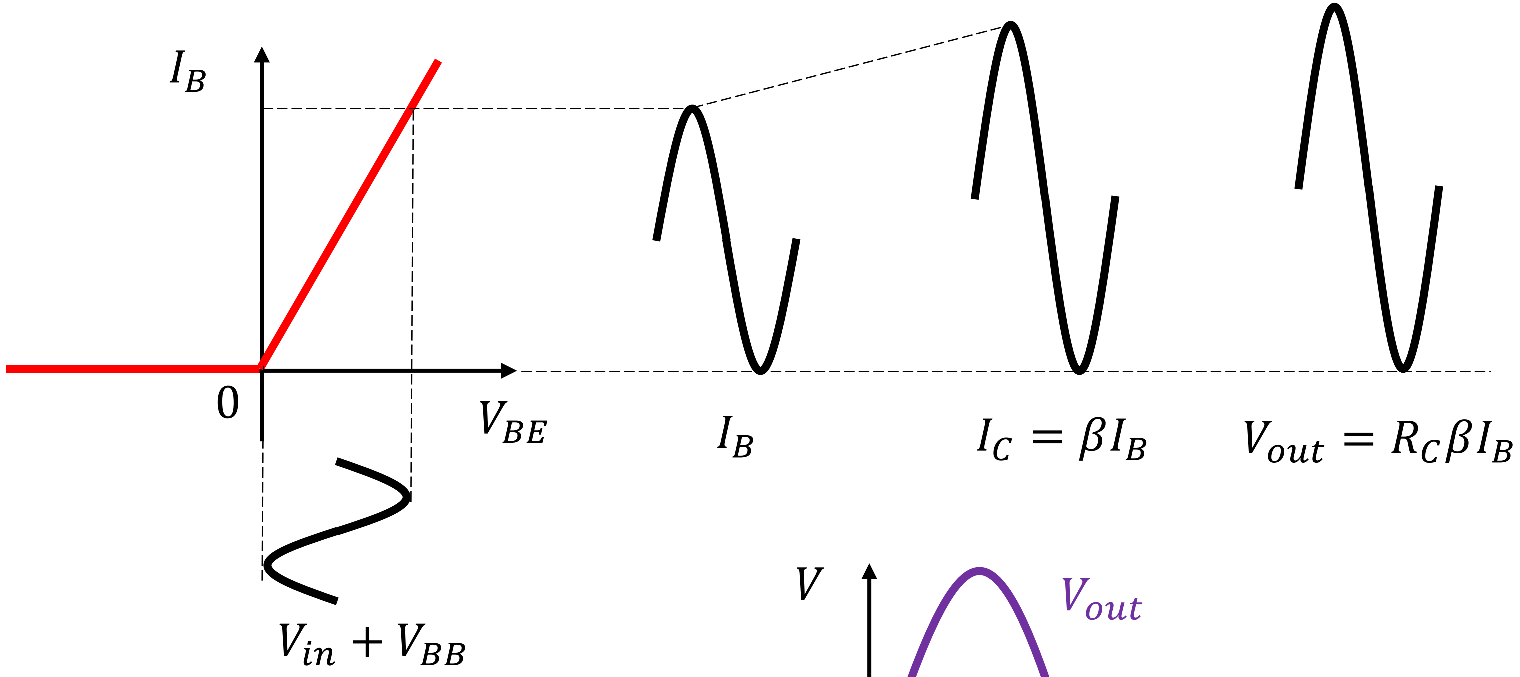


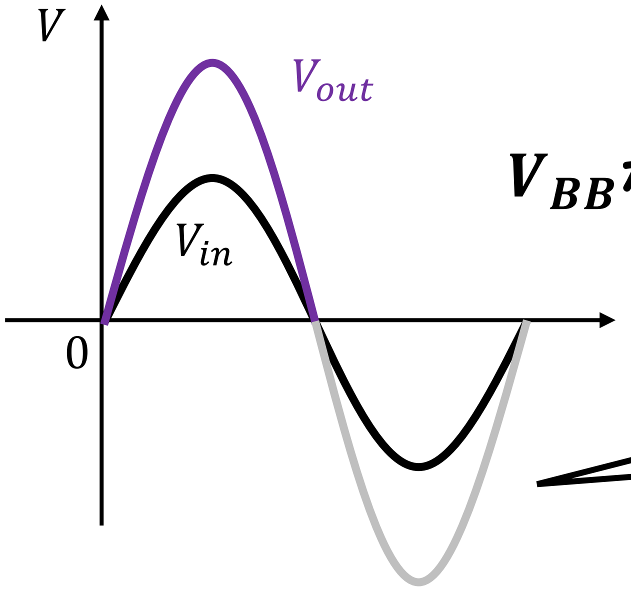




入力信号を交流＋直流にすると



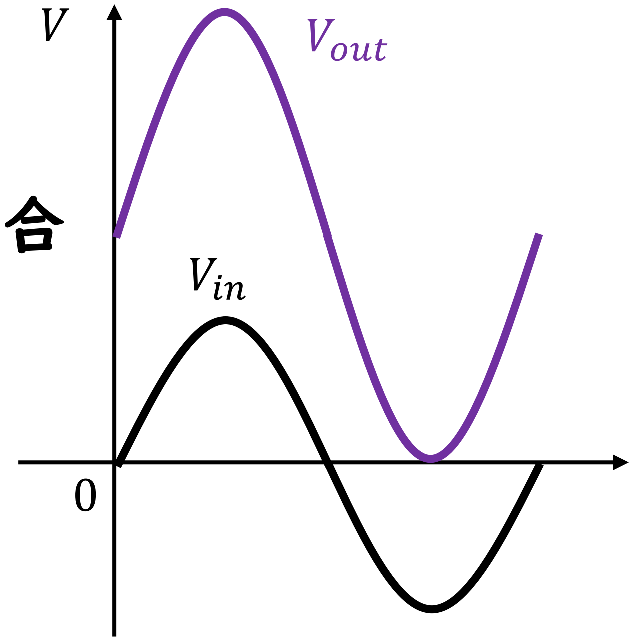




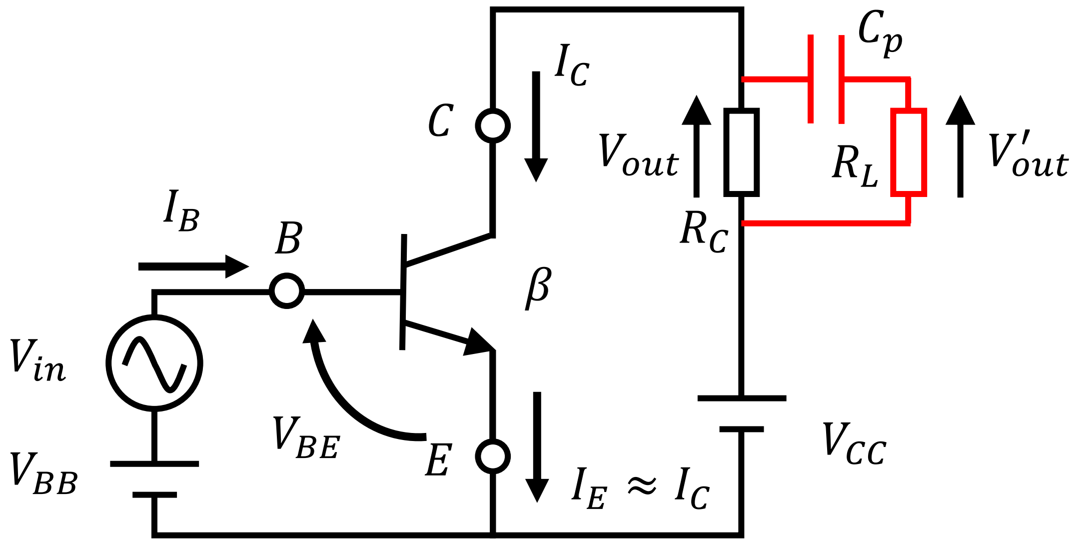
V_{BB}がない場合

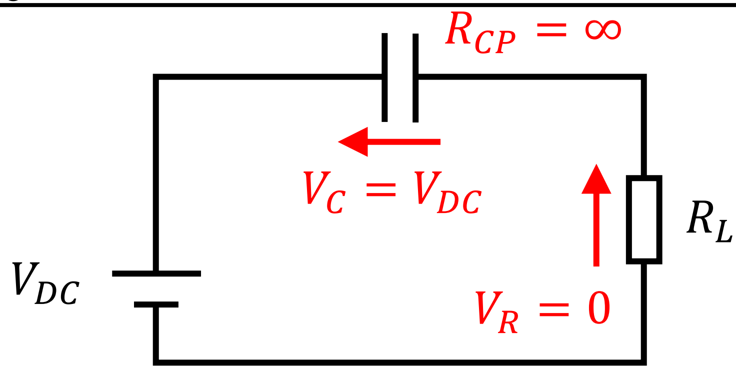
半分欠ける

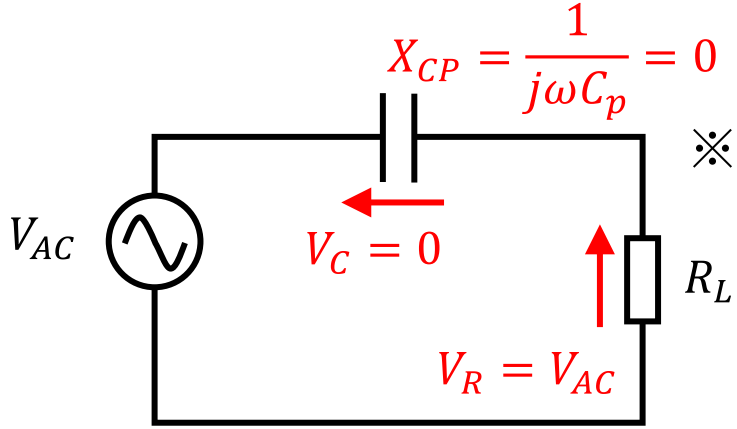
V_{BB}がある場合



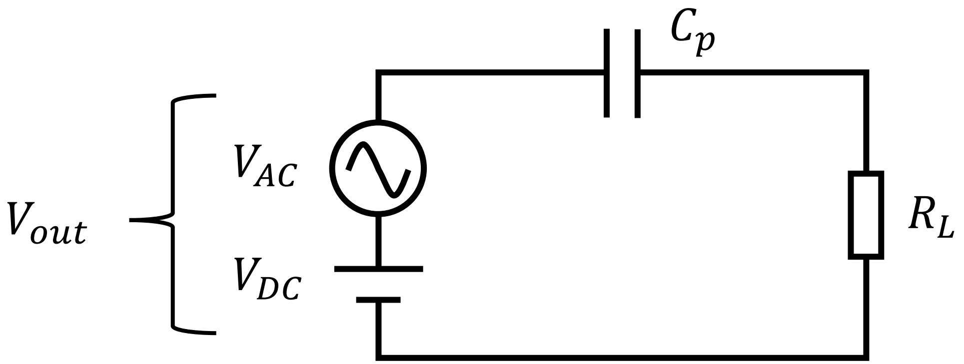
交流成分のみを取り出すために

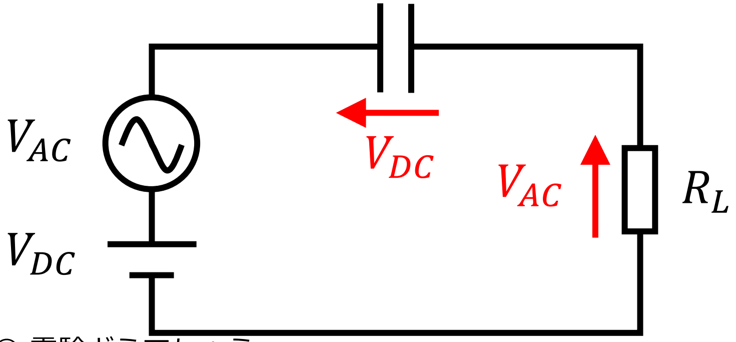






※C_P, ωが十分大きい場合



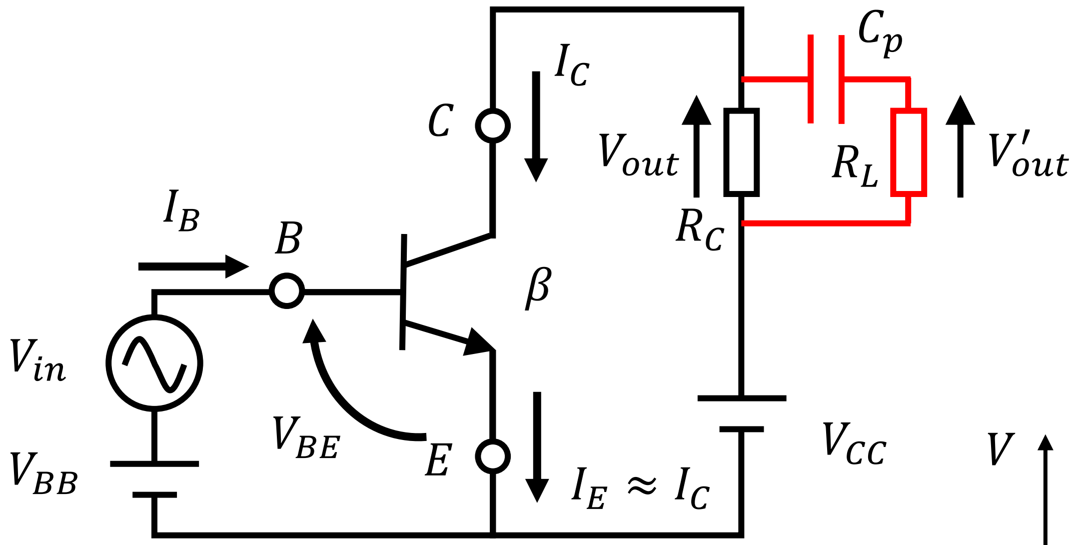


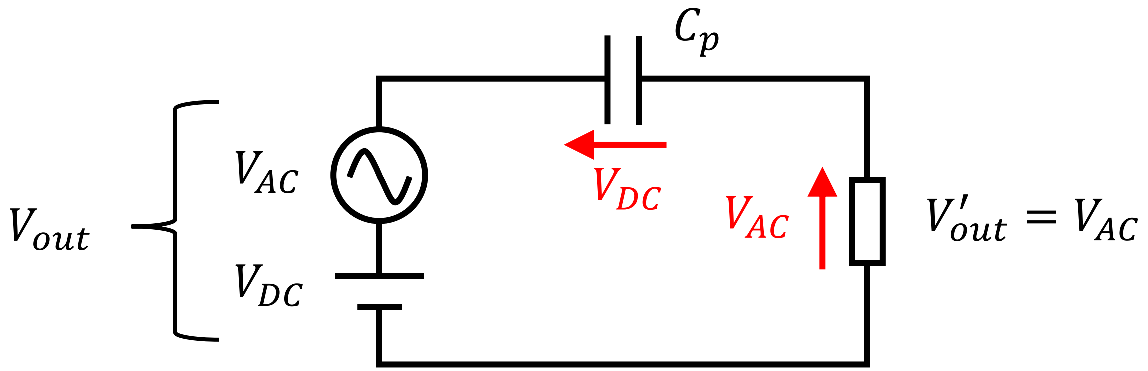
$$V_{out} = V_{AC} + V_{DC}$$

↓

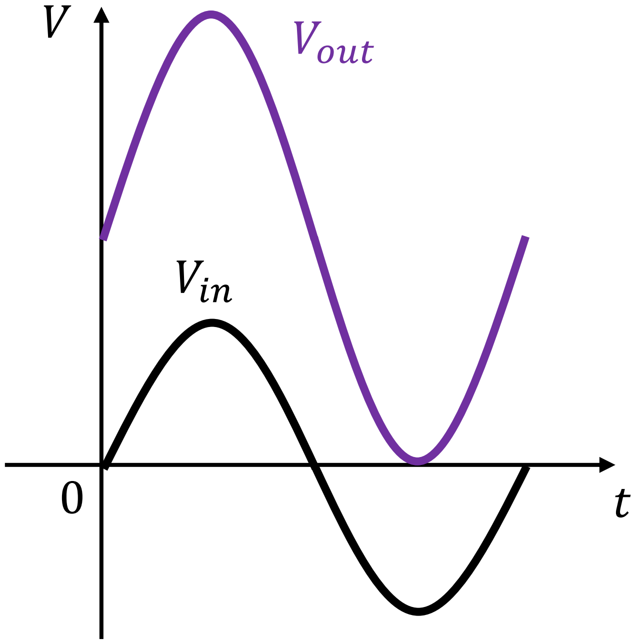
$$V'_{out} = V_{AC}$$

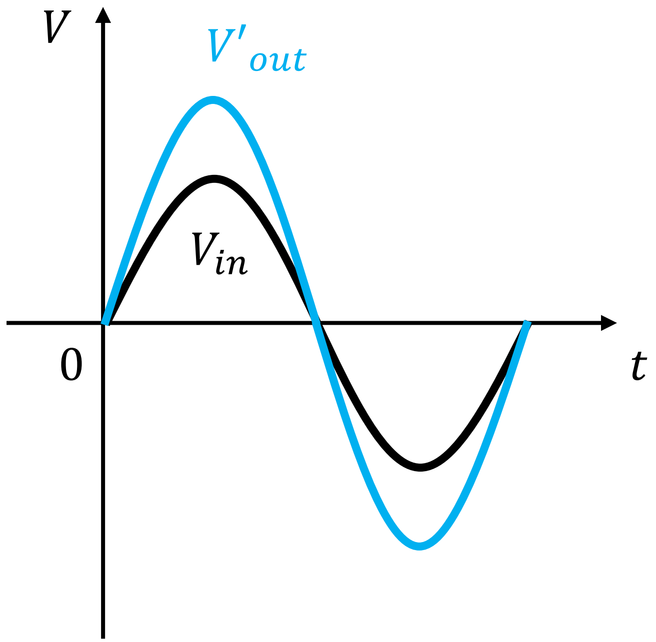
交流成分のみを取り出すために



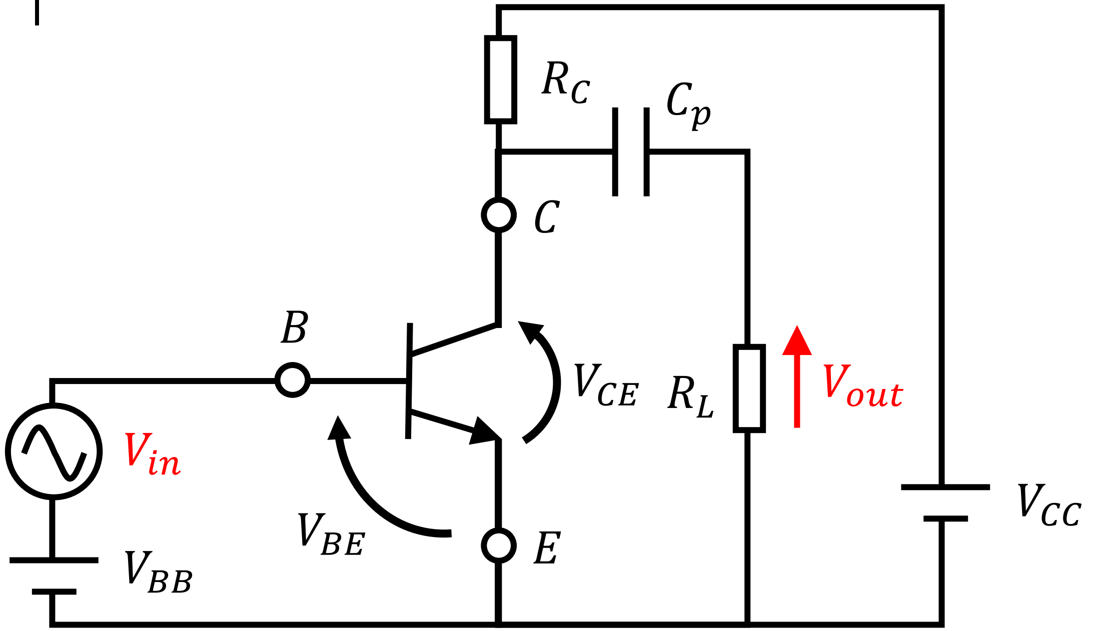


C_P:バイパスコンデンサ（パスコン）





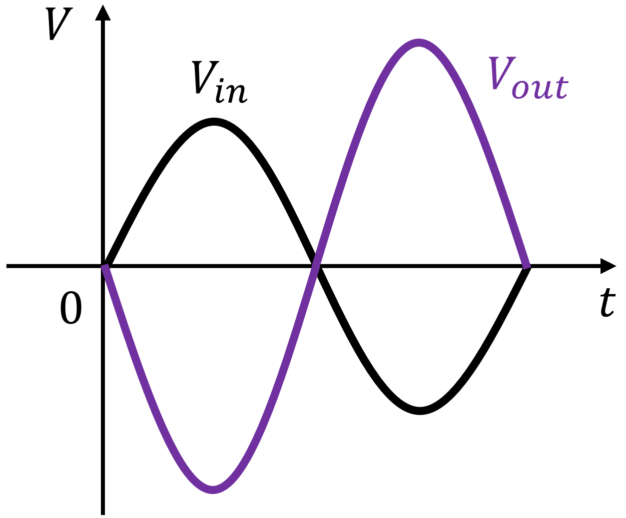
交流成分のみを取り出すために



$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$
$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$$
$$= V_{CC} - R_C \beta I_B$$

$$I_B = I_{AC} + I_{DC}$$
$$= AV_{in} + AV_{BB}$$

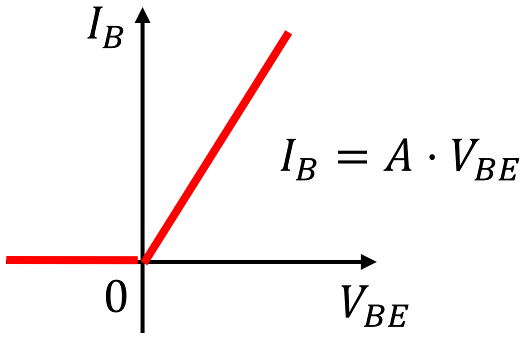


$$V_{CE} = V_{CC} - R_C A\beta V_{in} - R_C A\beta V_{BB}$$

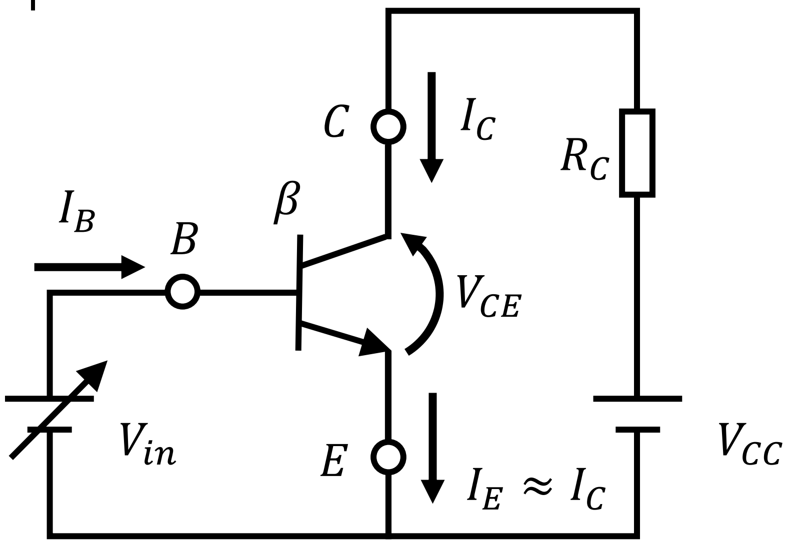
直流　交流　直流

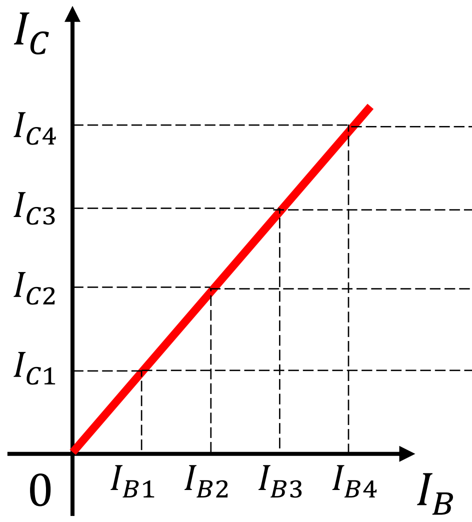
交流成分を取り出す

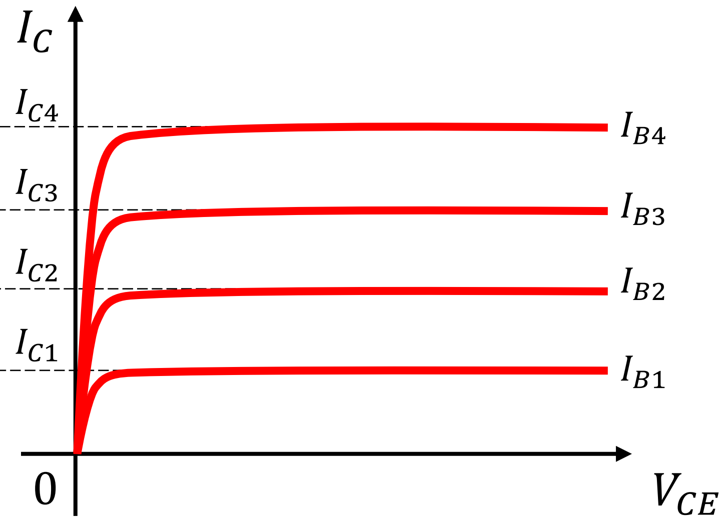
$$V_{out} = -R_C A\beta V_{in}$$



I_CとV_{CE}の関係

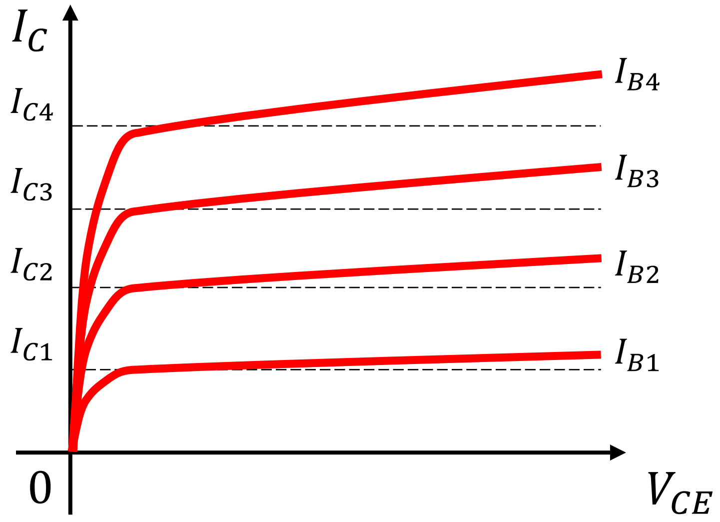






$I_C = \beta I_B$　I_CはI_Bで決まる

V_{CE}が増える
βもちょっと増える
→アーリー効果

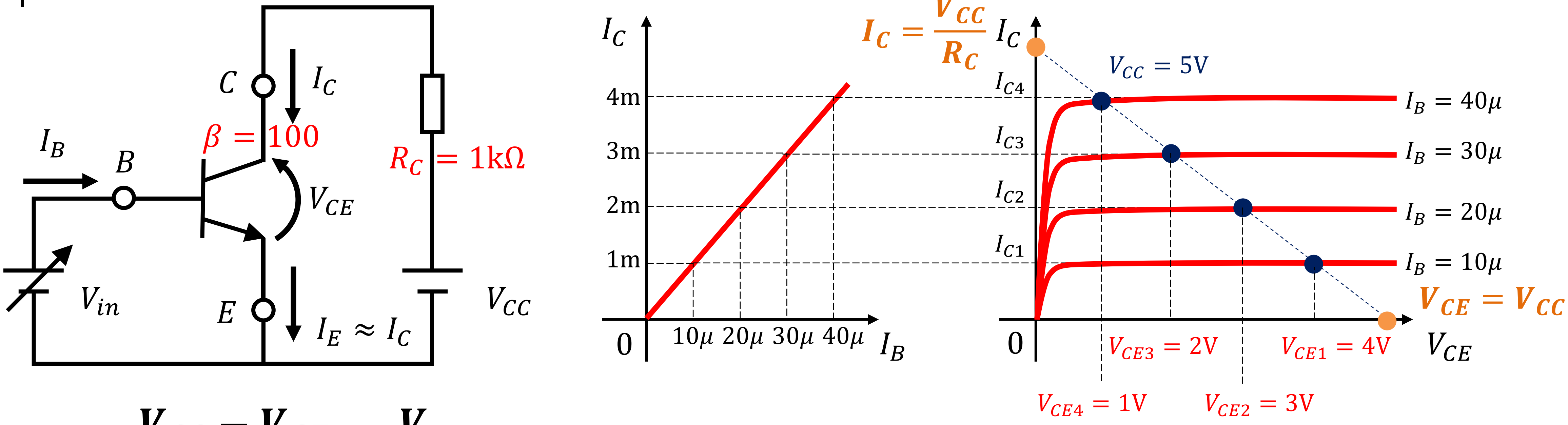


$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

I_Cを一定に保つために
$V_{CC} - V_{CE}$ =一定値
を満たすようにはV_{CE}変化する

V_{CC}の役割



$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{V}{R_C}$$

$V_{CC} = 5\text{V}$とすると

$$I_{C1} = \frac{V_1}{R_C} \rightarrow V_1 = R_C I_{C1} = 1\text{k} \cdot 1\text{m} = 1\text{V} \quad V_{CE1} = 4\text{V}$$

$$I_{C2} = \frac{V_2}{R_C} \rightarrow V_2 = R_C I_{C2} = 1\text{k} \cdot 2\text{m} = 2\text{V} \quad V_{CE2} = 3\text{V}$$

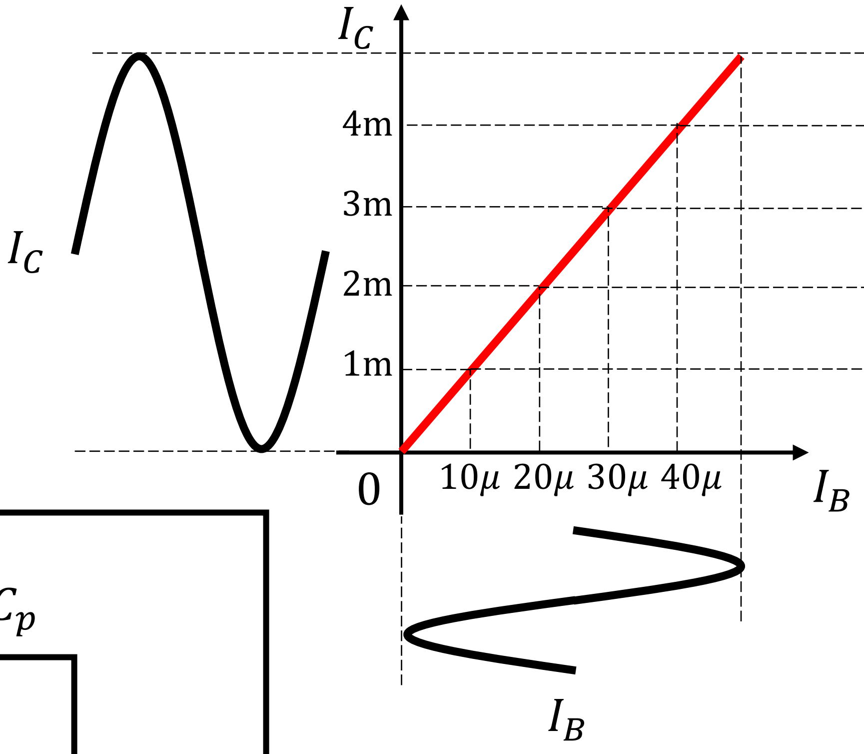
$$I_{C3} = \frac{V_3}{R_C} \rightarrow V_3 = R_C I_{C3} = 1\text{k} \cdot 1\text{m} = 3\text{V} \quad V_{CE3} = 2\text{V}$$

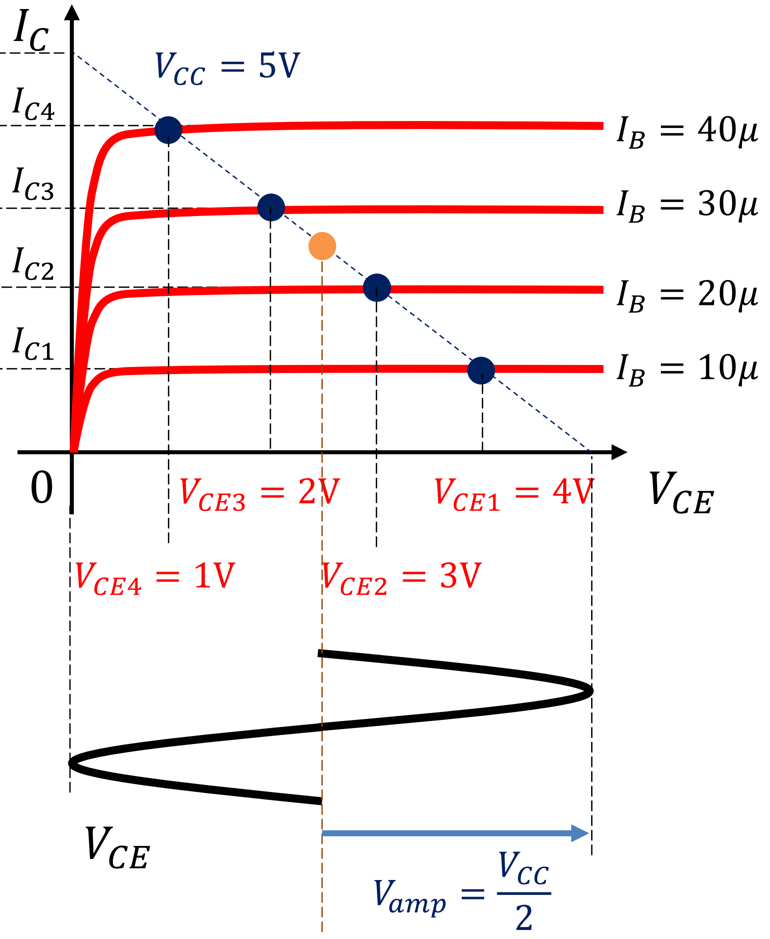
$$I_{C4} = \frac{V_4}{R_C} \rightarrow V_4 = R_C I_{C4} = 1\text{k} \cdot 2\text{m} = 4\text{V} \quad V_{CE4} = 1\text{V}$$

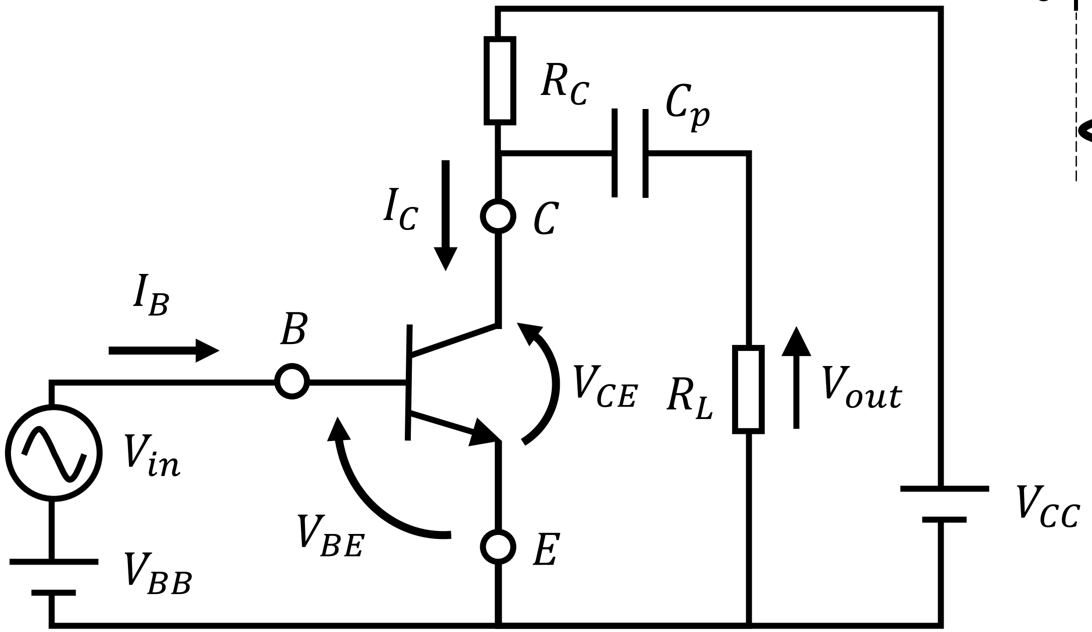
交流増幅におけるV_{CC}の役割

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$







$V_{CEO} = 2.5\text{V}$
$I_{CO} = 2.5\text{mA}$
$I_{BO} = 25\mu\text{A}$

となるように
V_{CC}, R_Cを設定する

→"動作点"を設定する

ご聴講はありがとう
ございました!!