

講義中の注意

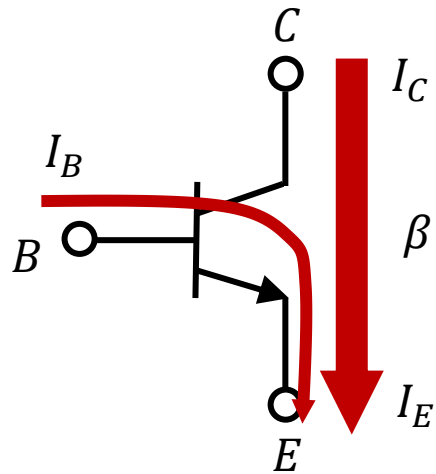


- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

電験三種 オンライン講座

第8回 トランジスタ (動作点と直流負荷線)

トランジスタ回路の基本動作



$$I_B + I_C = I_E$$

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

$$I_B \ll I_C < I_E$$

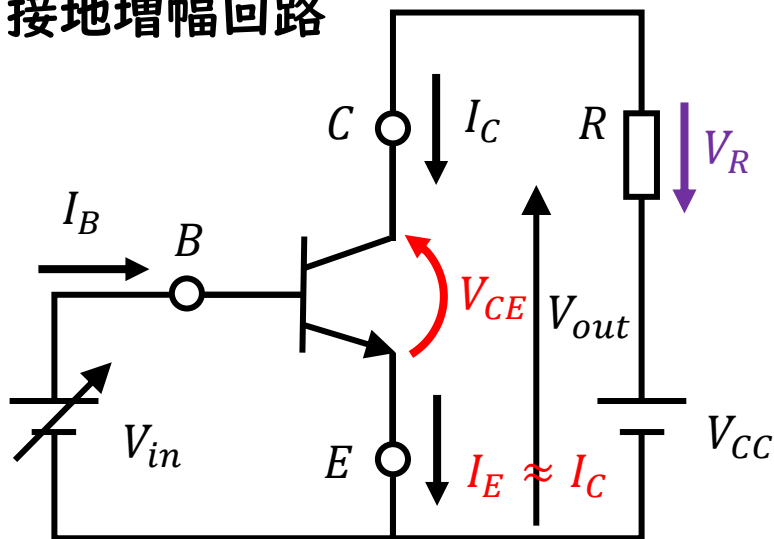
I_B : ベース電流

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

エミッタ接地増幅回路



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

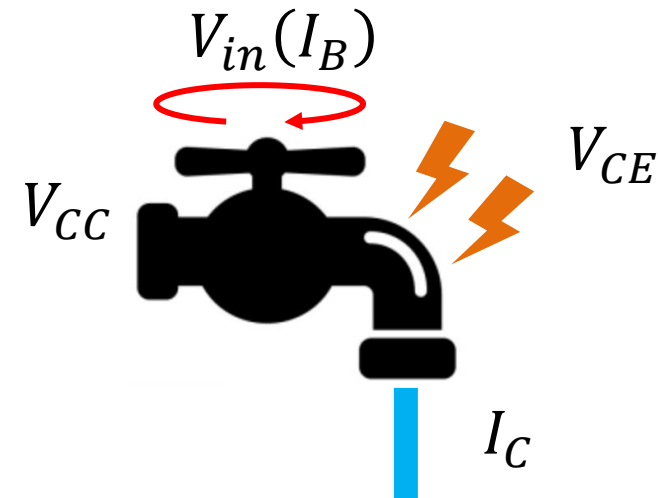
$$V_{out} = V_{CE}$$

$$I_C = \beta I_B$$

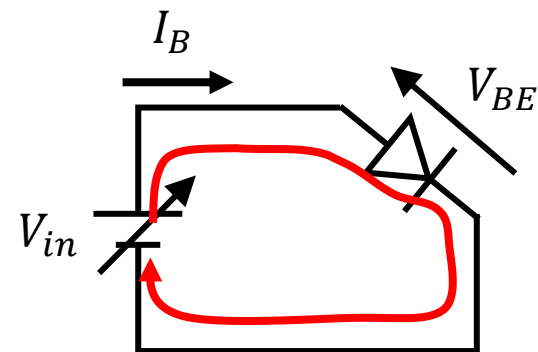
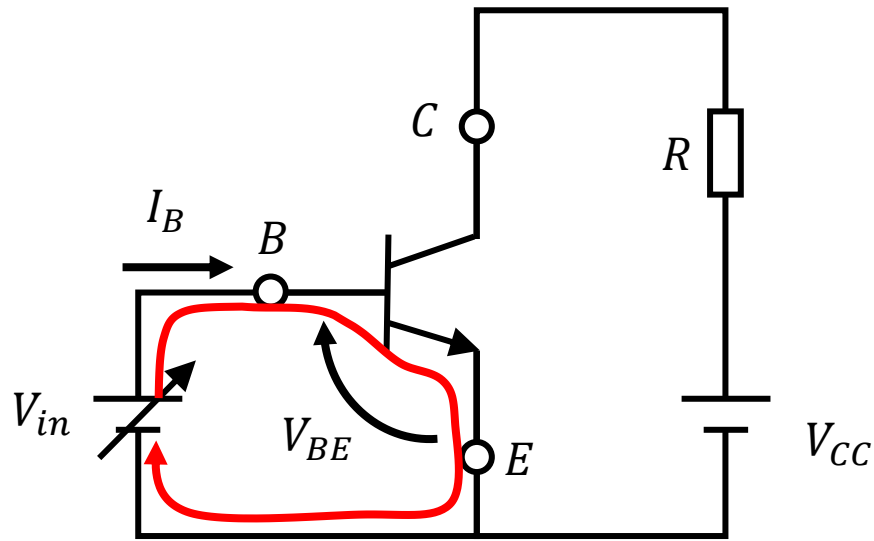
$$V_{CE} = V_{CC} - V_R$$

$$= V_{CC} - R I_C$$

$$= V_{CC} - R \beta I_B$$

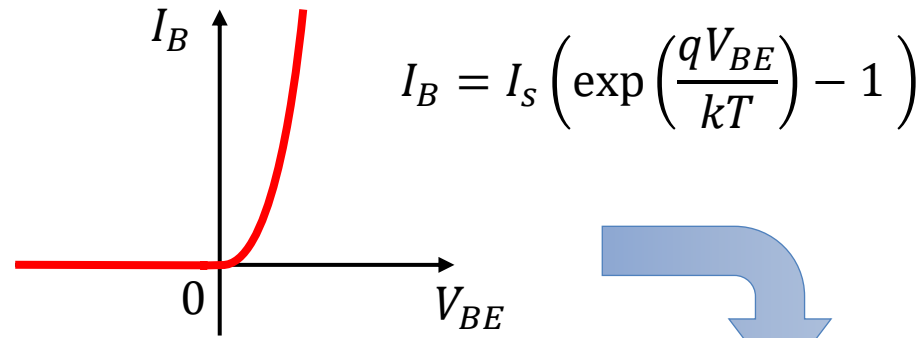


V_{in} と I_B の関係

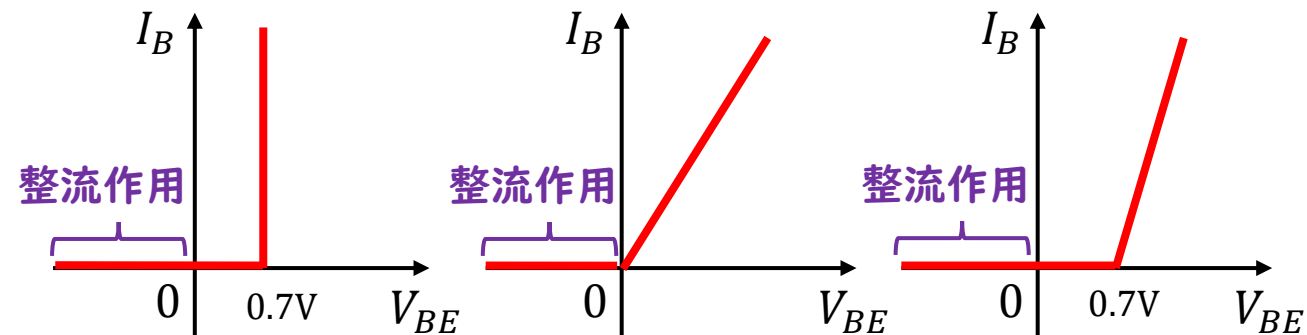


V_{BE} はダイオードの
順方向にかかる電圧

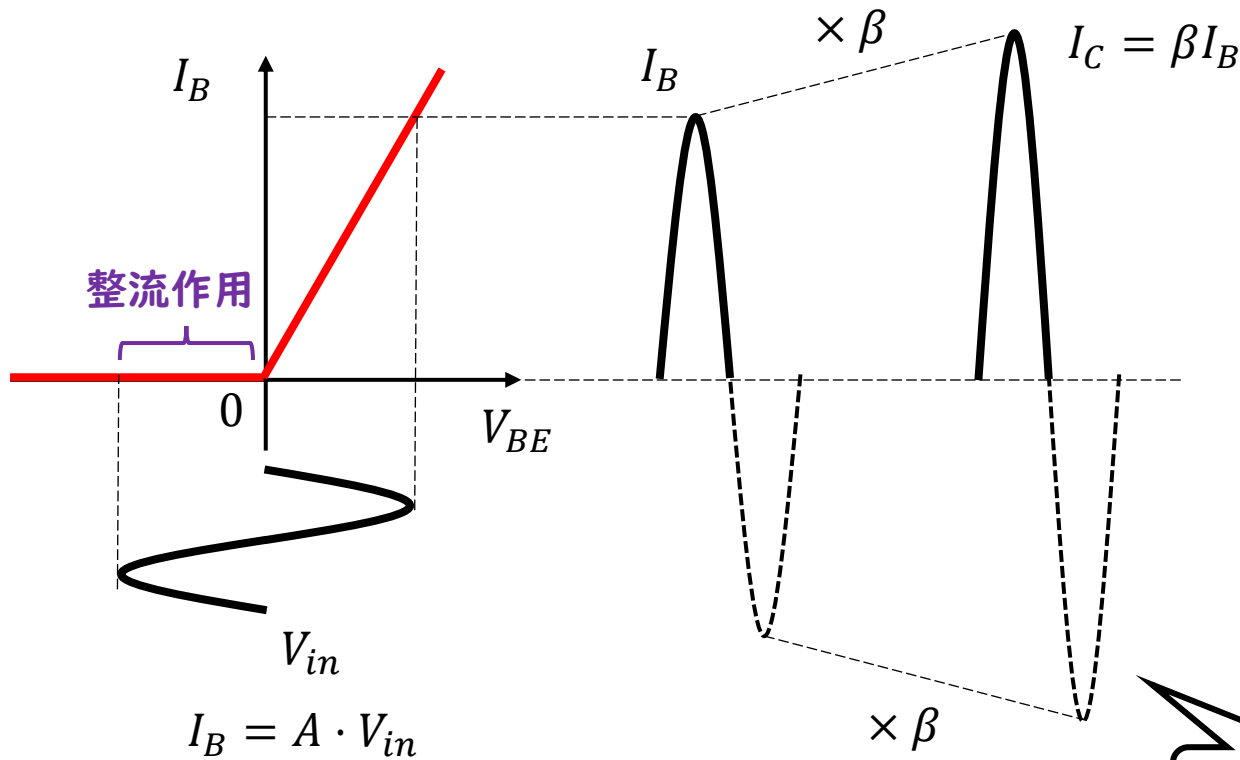
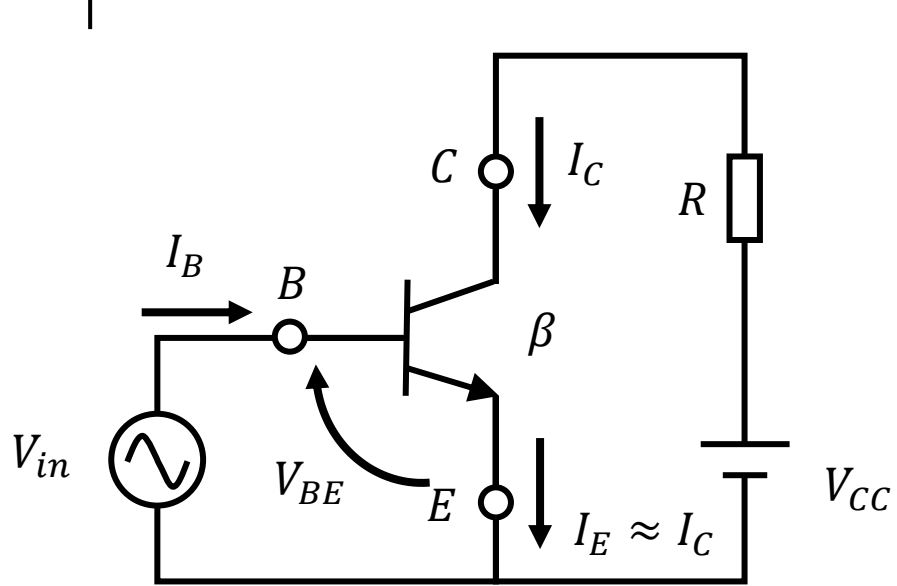
ダイオードのI-V特性



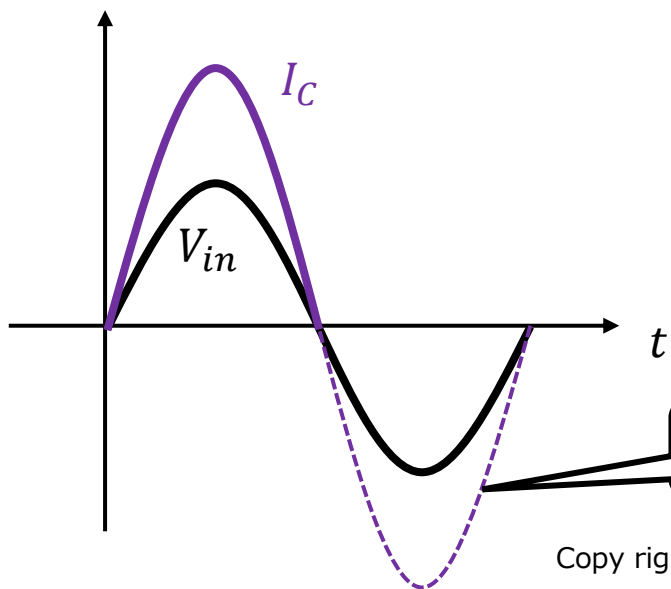
トランジスタ回路で用いるI-V特性(近似)



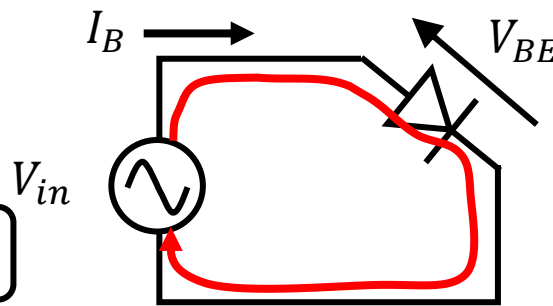
入力信号を交流にすると



半分欠ける



ICは半分欠ける



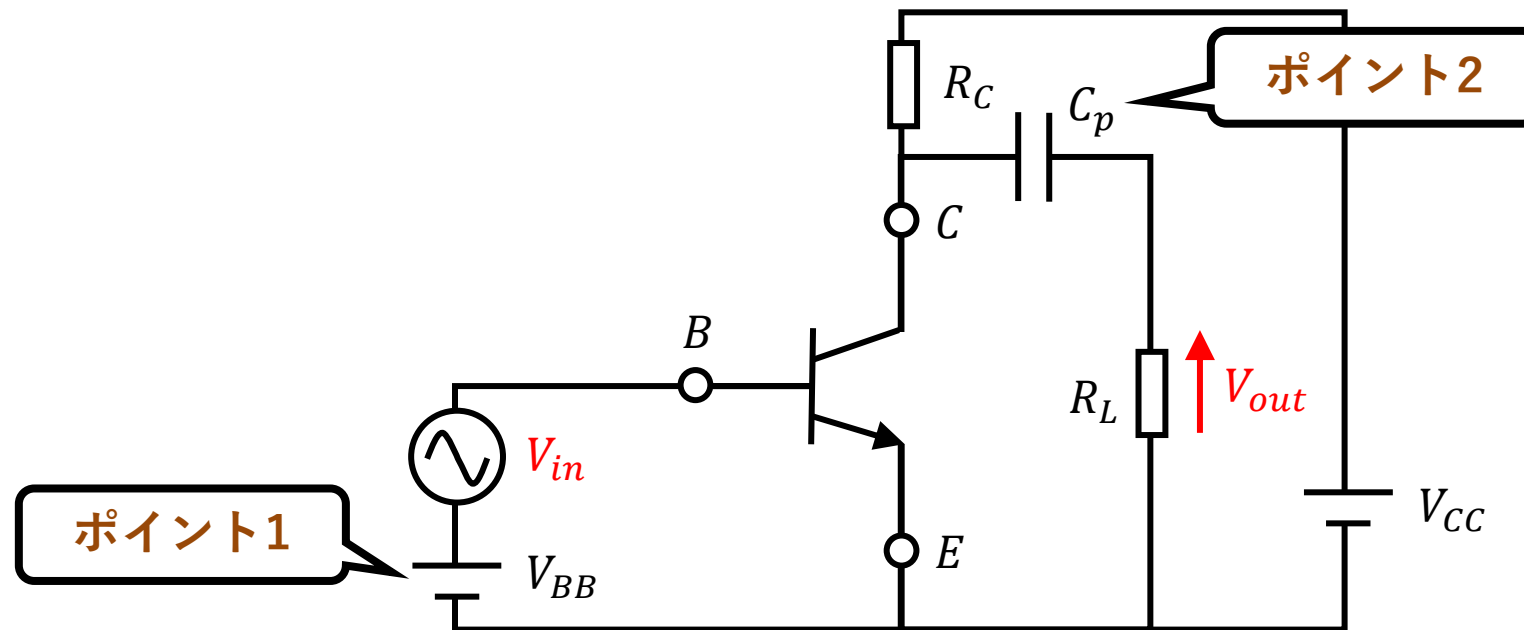
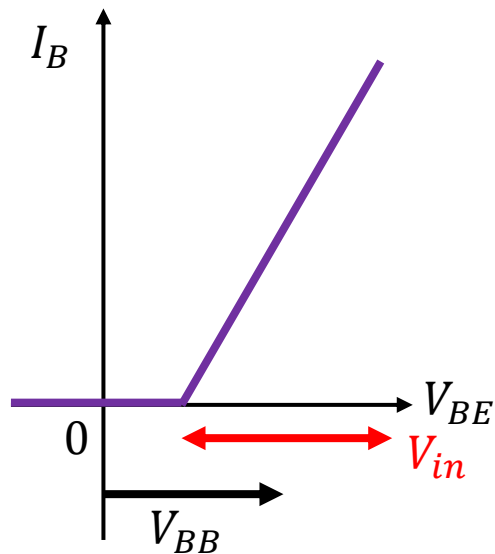
トランジスタ交流増幅回路

交流信号の増幅回路について考える

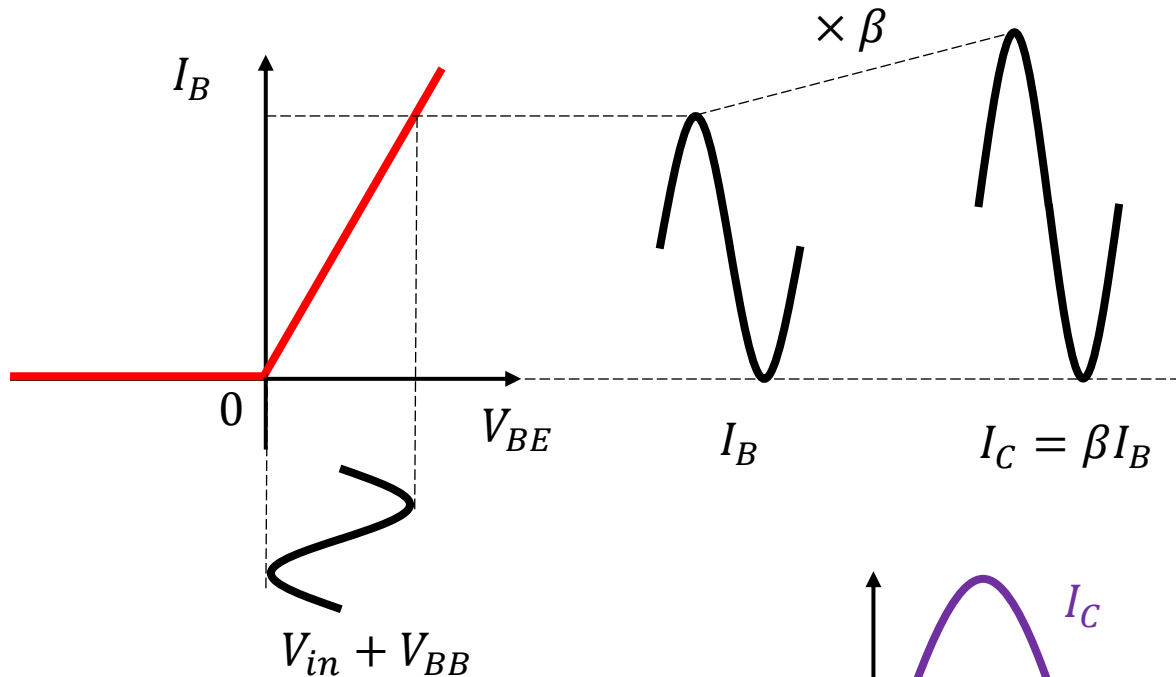
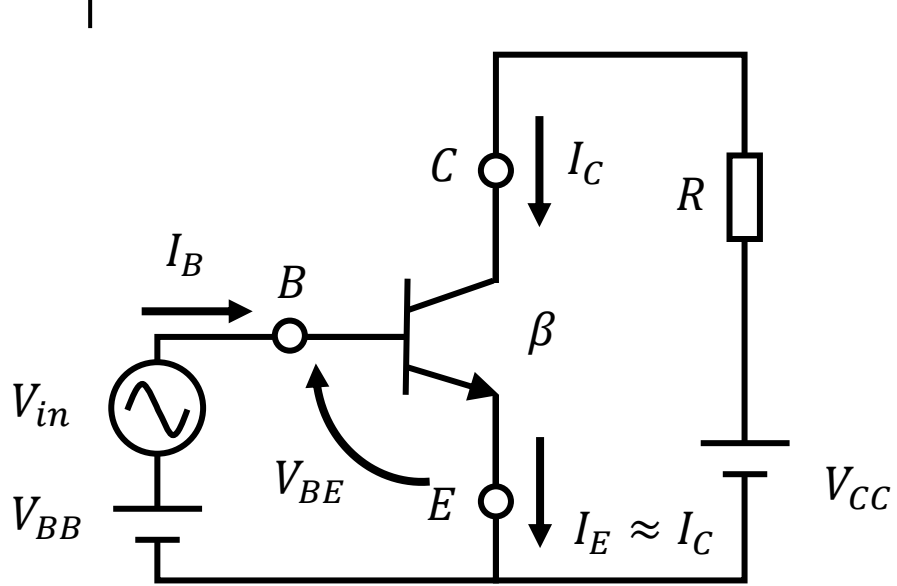
ポイント1: 入力電圧に下駄をはかせる (バイアスする) ための直流電圧 V_{BB}

ポイント2: 交流信号を取り出すためのコンデンサ C_p

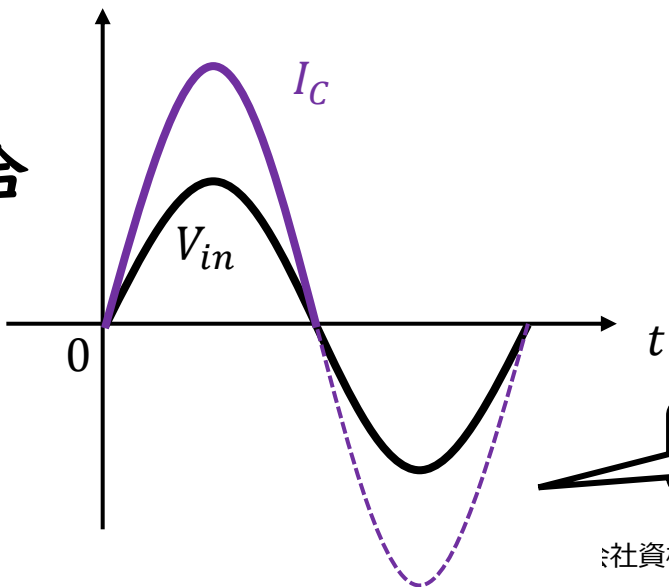
B-E間のI-V特性



入力信号を交流+直流にすると ×

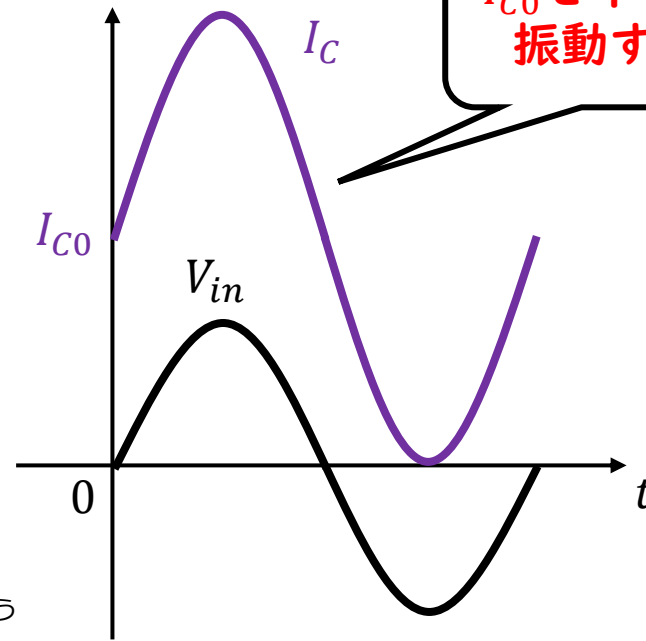


V_{BB} がない場合



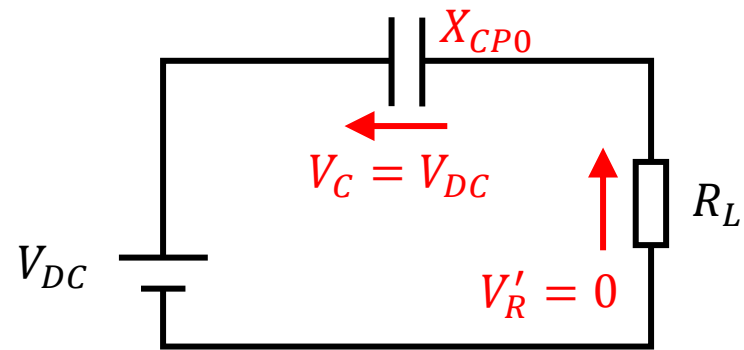
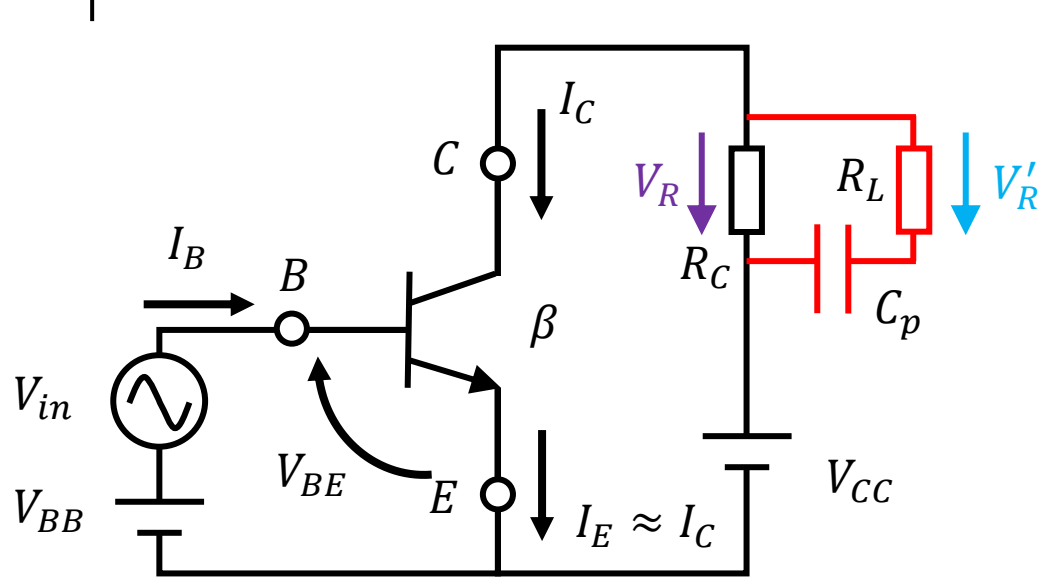
半分欠ける

V_{BB} がある場合

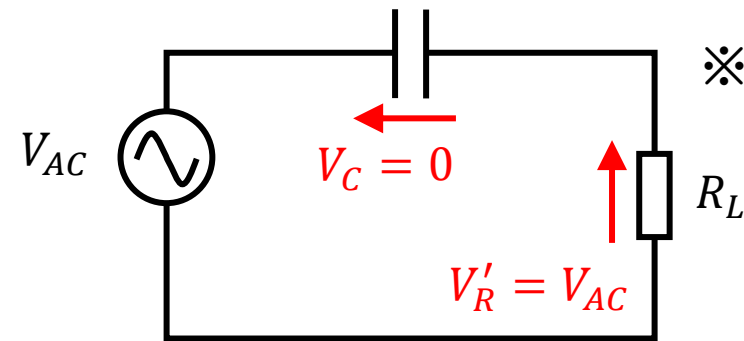
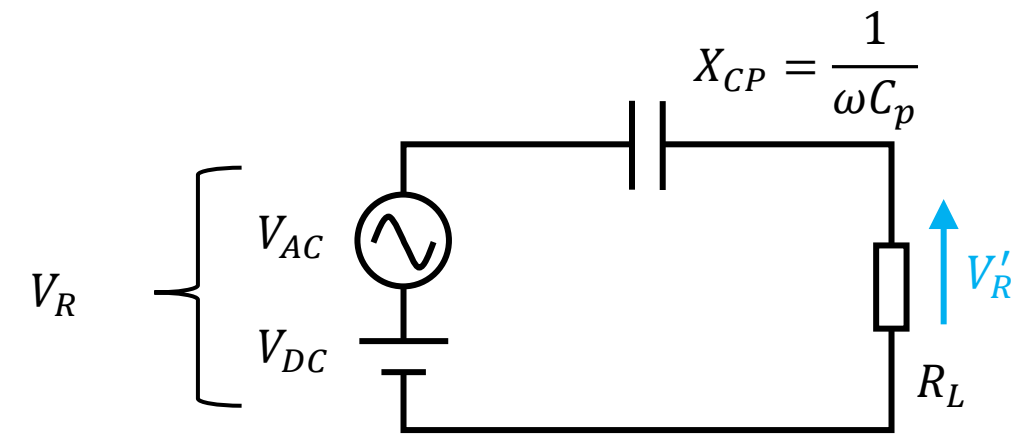


I_{C0} を中心に
振動する

交流成分のみを取り出すために ×

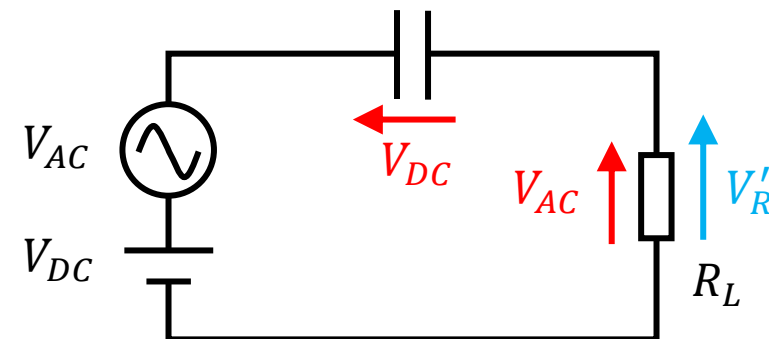


$$X_{CP0} = \frac{1}{0 \times C_p} = \infty$$



※ C_p, ω が十分大きい場合

$$X_{CP} = \frac{1}{\omega C_p} = 0$$

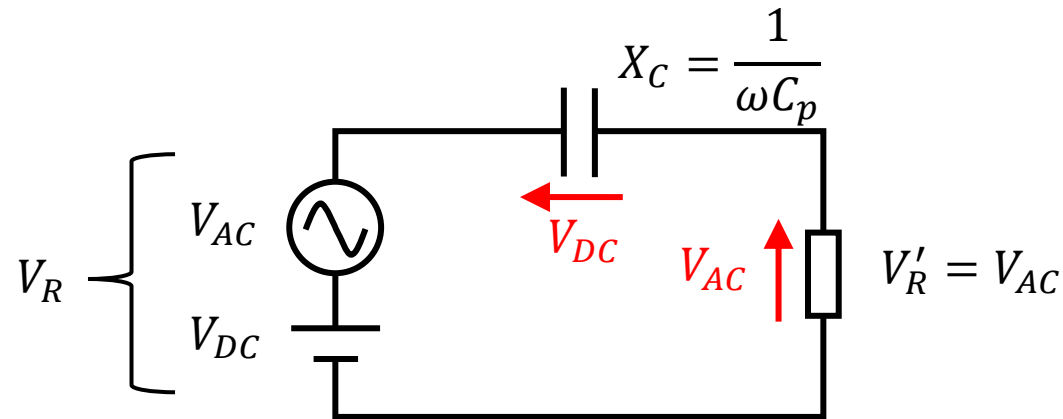
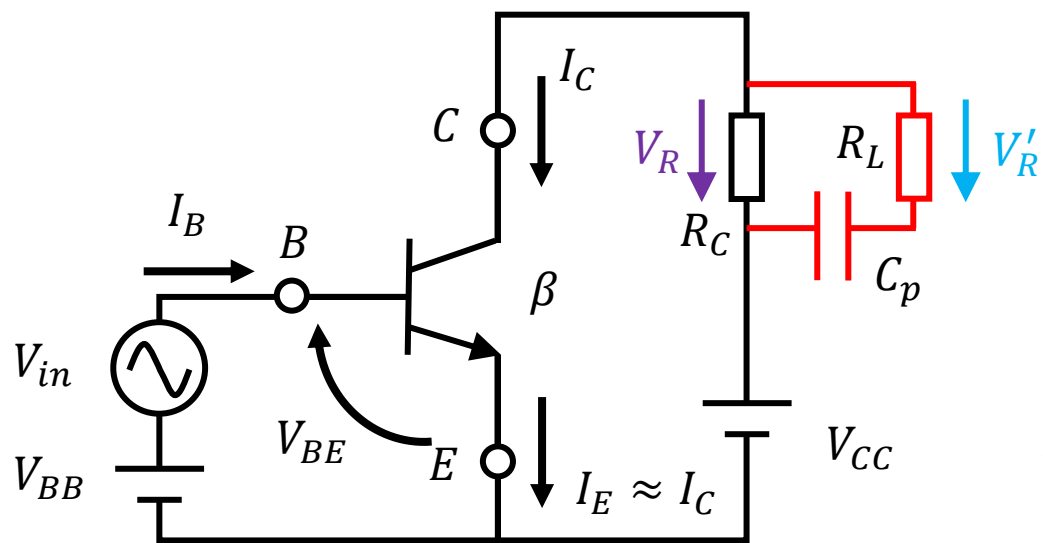


$$V_R = V_{AC} + V_{DC}$$

$$\downarrow$$

$$V'_R = V_{AC}$$

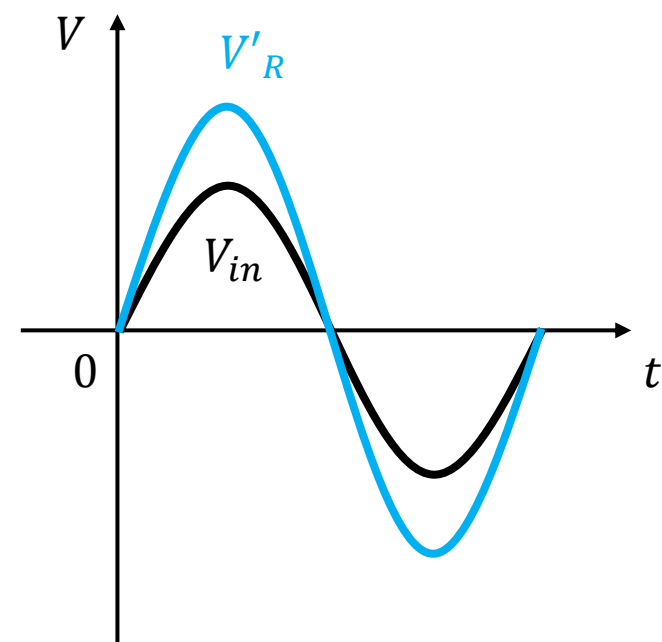
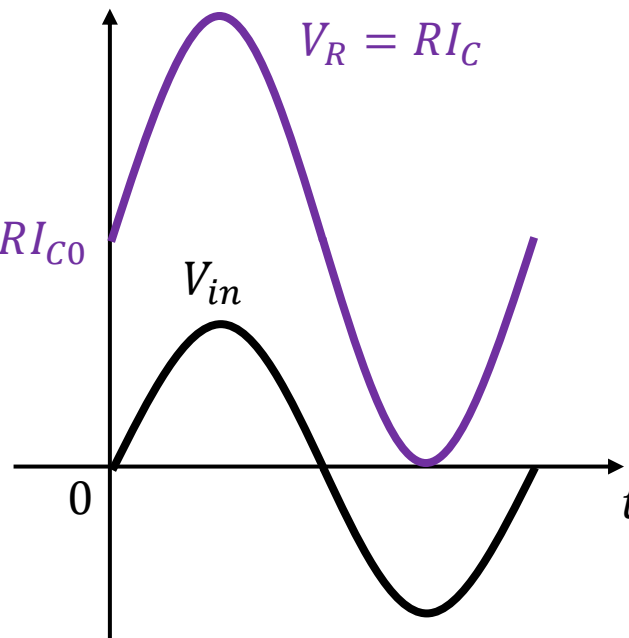
交流成分のみを取り出すために ×



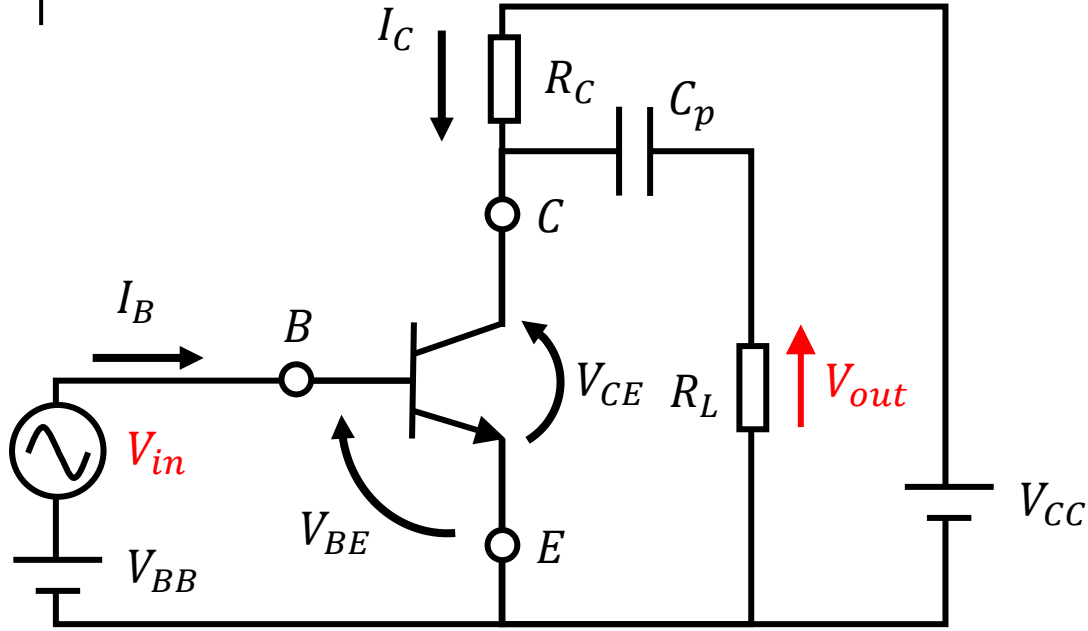
C_p : 結合コンデンサ

※講義ではバイパスコンデンサと言っていますが、結合コンデンサが正しいです

$$V_{R0} = R I_{C0}$$



交流成分のみを取り出すために ×



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

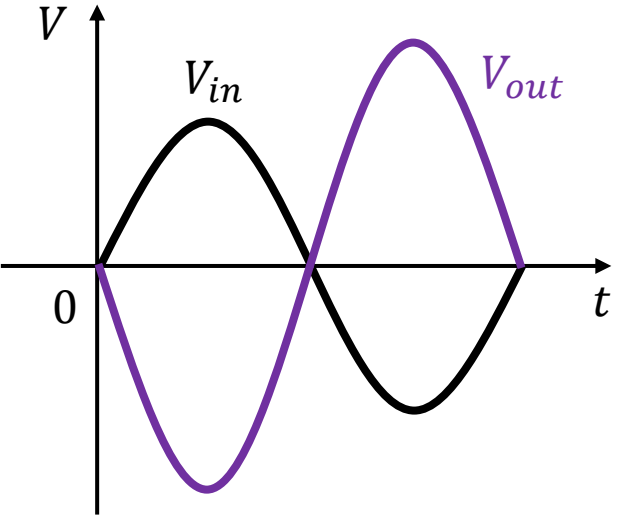
$$I_C = \beta I_B$$

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

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

$$I_B = I_{AC} + I_{DC}$$

$$= A V_{in} + A V_{BB}$$



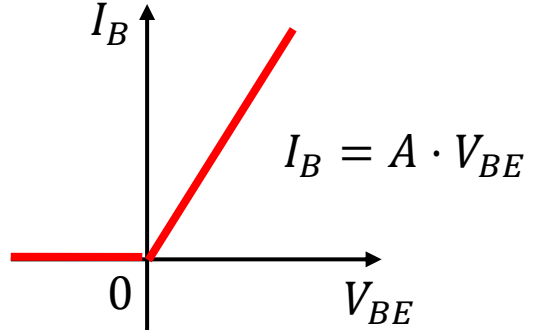
$$V_{CE} = V_{CC} - R_C A \beta V_{in} - R_C A \beta V_{BB}$$

直流
交流
直流

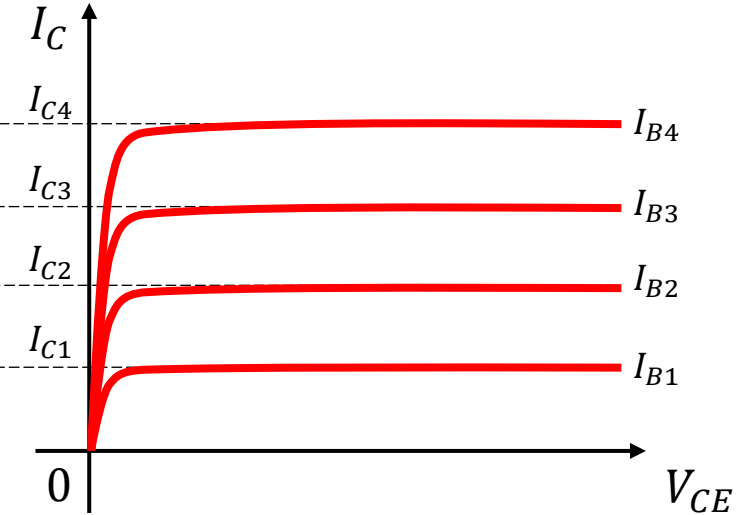
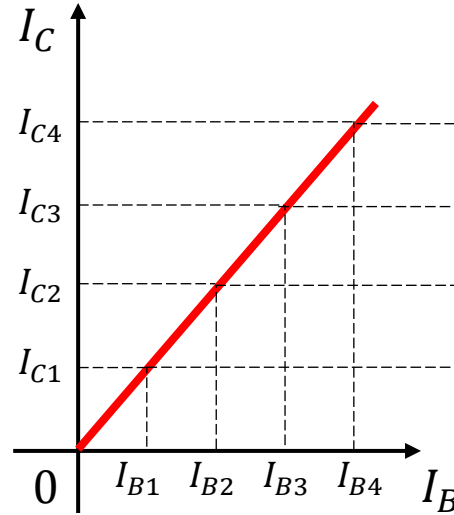
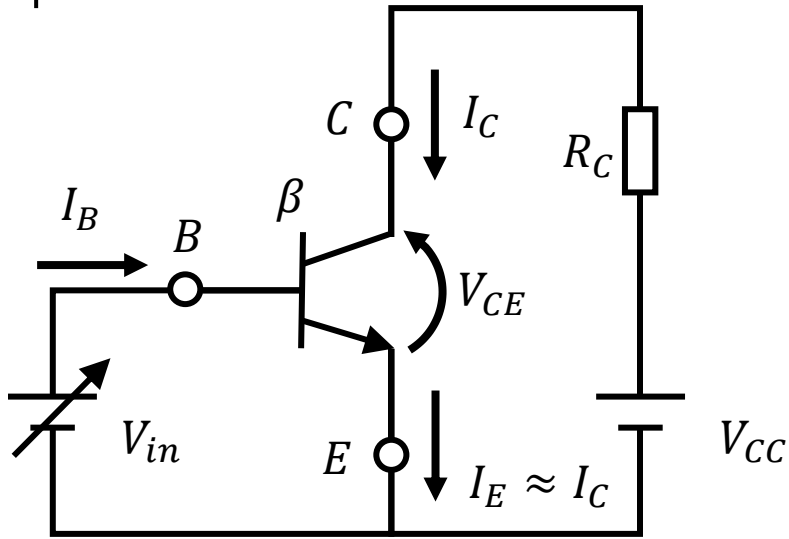
交流成分を取り出す



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



I_C と V_{CE} の関係



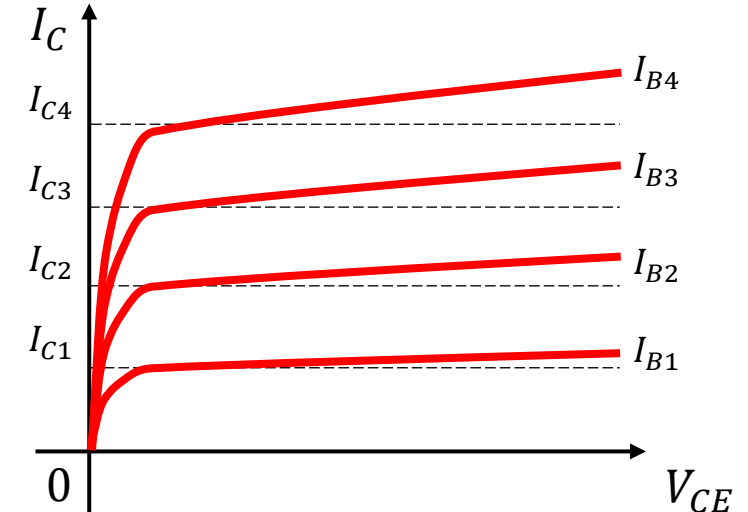
$I_C = \beta I_B$ I_C は I_B で決まる

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

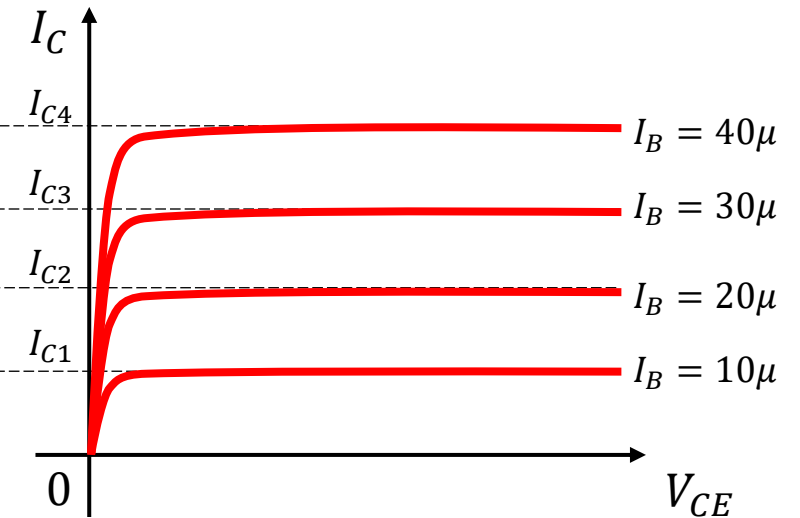
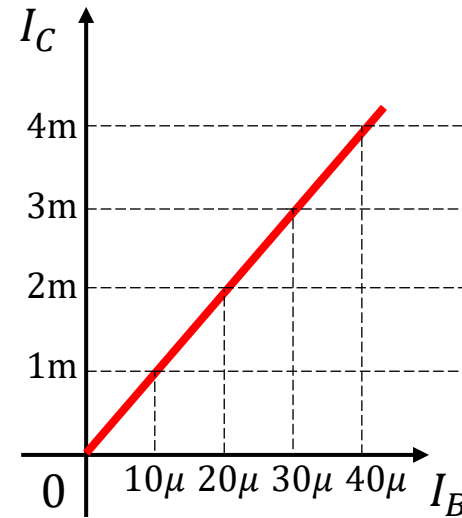
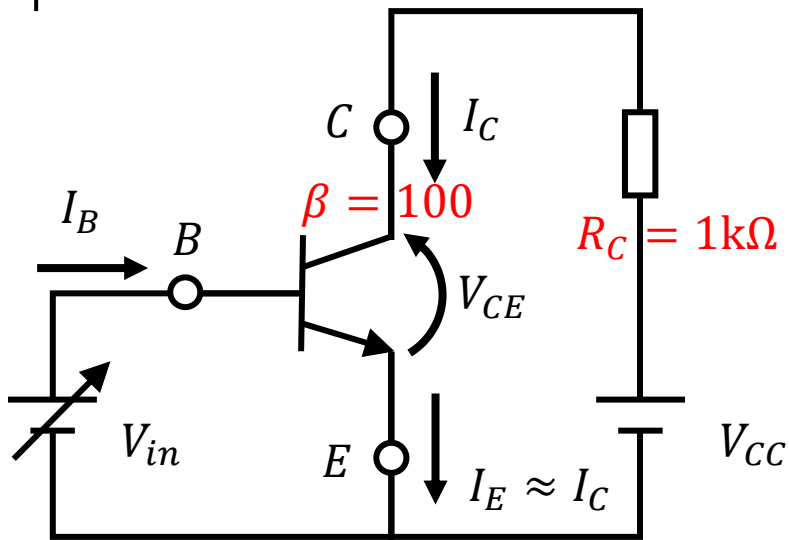
$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$

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

V_{CE} が増える
 β もちょっと増える
→アーリー効果



V_{CC} の役割



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

$$I_{C1} = \frac{V_1}{R_C} \rightarrow V_1 = R_C I_{C1} =$$

$$I_{C2} = \frac{V_2}{R_C} \rightarrow V_2 = R_C I_{C2} =$$

$V_{CC} = 5V$ とすると

$$V_{CE1} =$$

$$V_{CE2} =$$

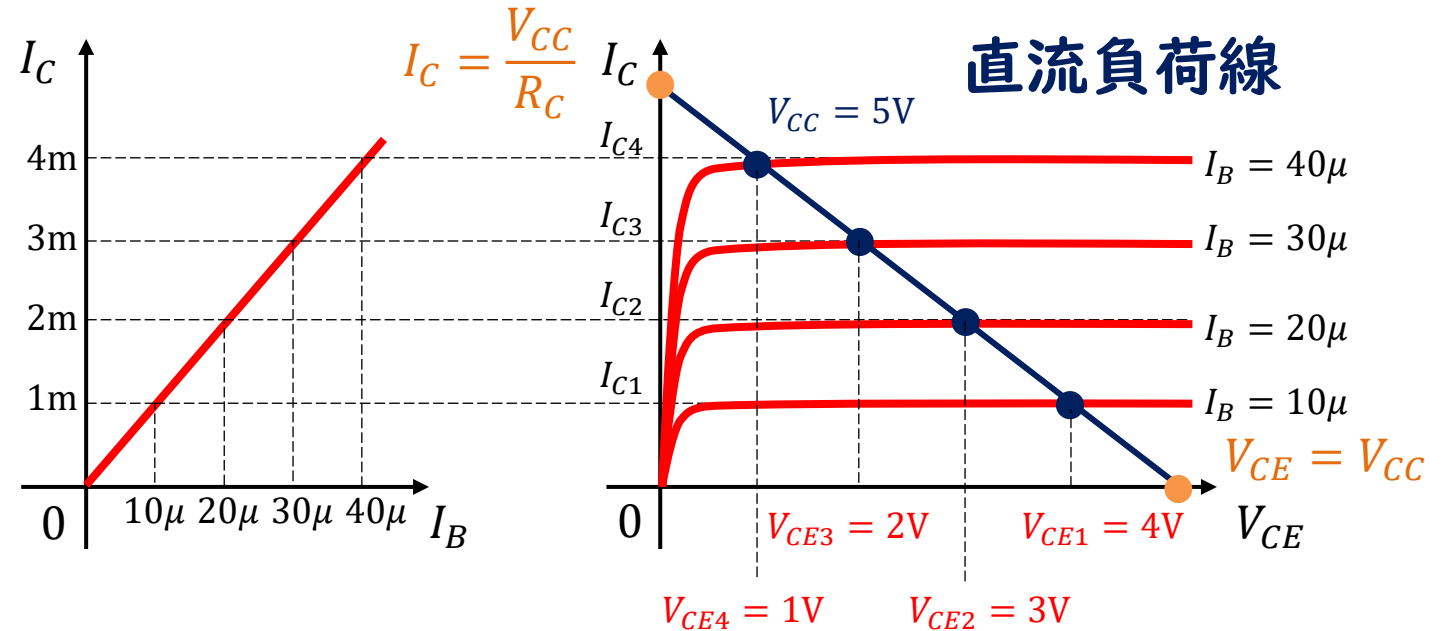
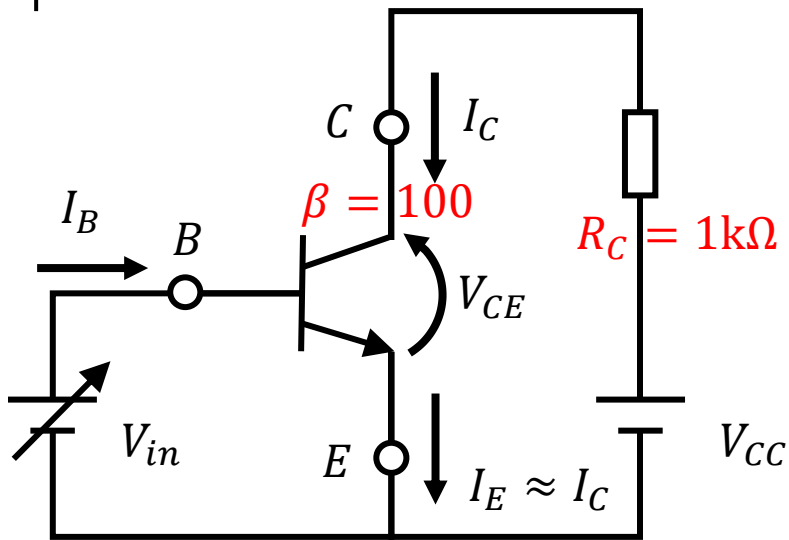
$$I_{C3} = \frac{V_3}{R_C} \rightarrow V_3 = R_C I_{C3} =$$

$$I_{C4} = \frac{V_4}{R_C} \rightarrow V_4 = R_C I_{C4} =$$

$$V_{CE3} =$$

$$V_{CE4} =$$

V_{CC} の役割



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

$V_{CC} = 5V$ とすると

$$I_{C1} = \frac{V_1}{R_C} \rightarrow V_1 = R_C I_{C1} = 1k \cdot 1m = 1V \quad V_{CE1} = 4V \quad I_{C3} = \frac{V_3}{R_C} \rightarrow V_3 = R_C I_{C3} = 1k \cdot 1m = 3V \quad V_{CE3} = 2V$$

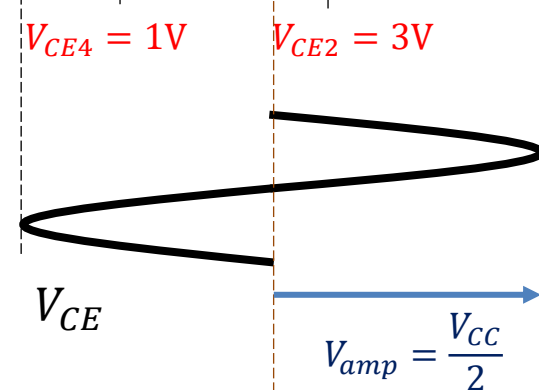
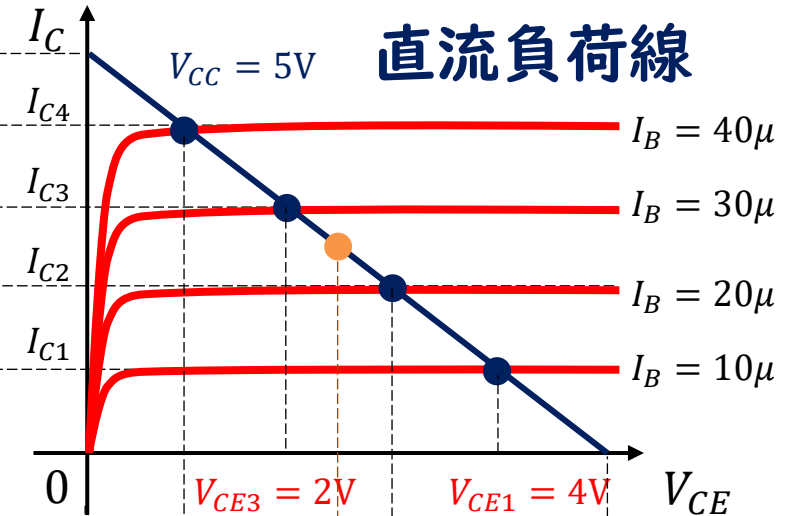
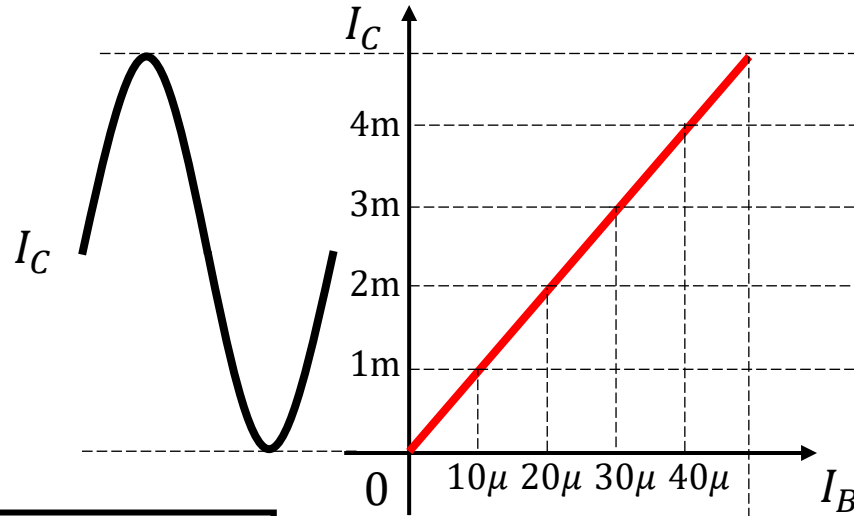
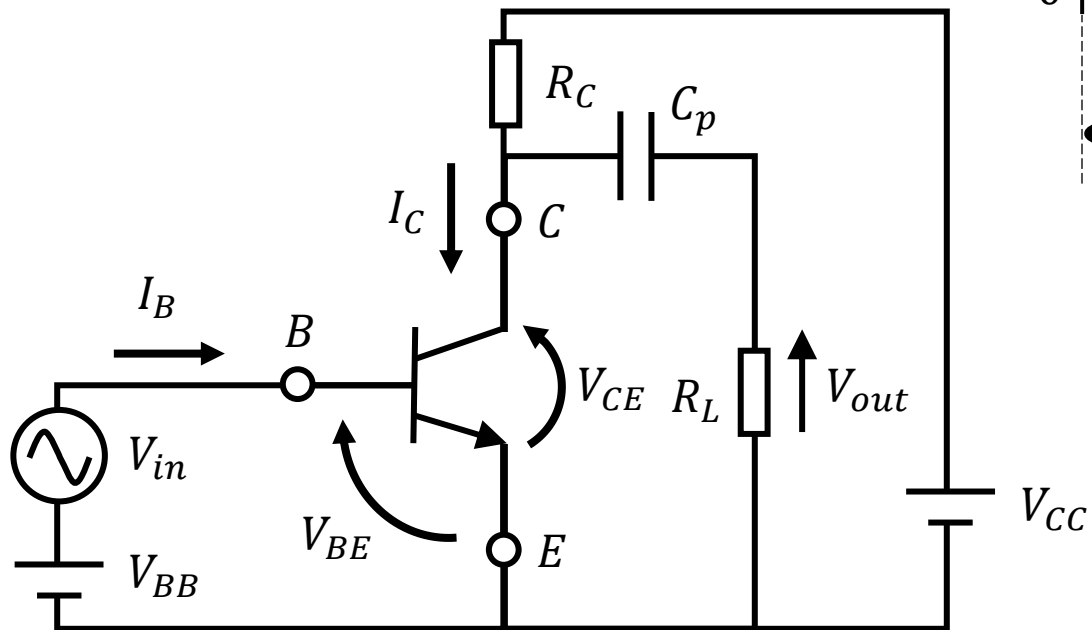
$$I_{C2} = \frac{V_2}{R_C} \rightarrow V_2 = R_C I_{C2} = 1k \cdot 2m = 2V \quad V_{CE2} = 3V \quad I_{C4} = \frac{V_4}{R_C} \rightarrow V_4 = R_C I_{C4} = 1k \cdot 2m = 4V \quad V_{CE4} = 1V$$

交流増幅における V_{CC} の役割



$$I_C = \beta I_B$$

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



$V_{CE0} = 2.5V$
 $I_{C0} = 2.5mA$
 $I_{B0} = 25\mu A$

となるように
 V_{CC}, R_C を設定する

→ “動作点”を設定する

ご聴講ありがとうございました!!