

結合コンデンサやバイパスコンデンサを含むエミッタ接地増幅回路(図11.1)を小信号等価回路に変換し、増幅度などを計算する。

ここでは、入力の小信号はコンデンサ(結合コンデンサ)を介して電圧源で与えられている。このコンデンサはベースの節点の直流電位に影響を与えず、交流成分だけを伝えるために挿入されている。以下でその理由について簡単に説明する。

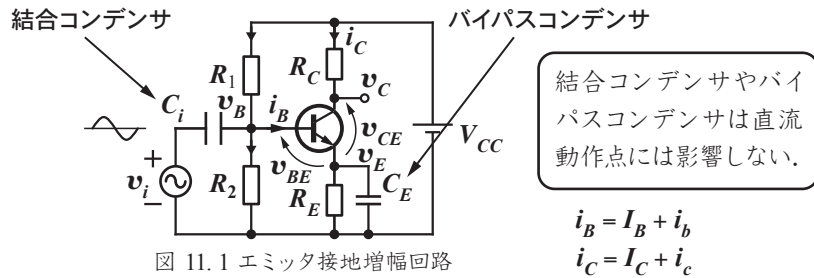
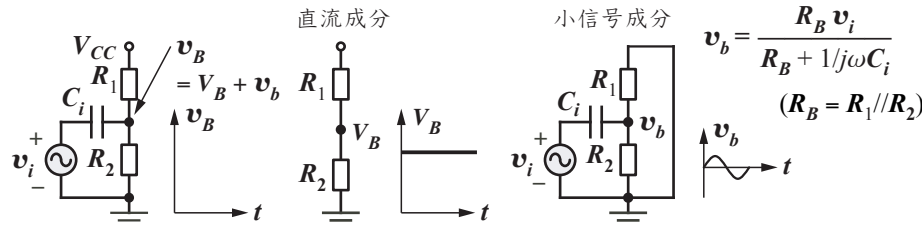


図 11.1 エミッタ接地増幅回路

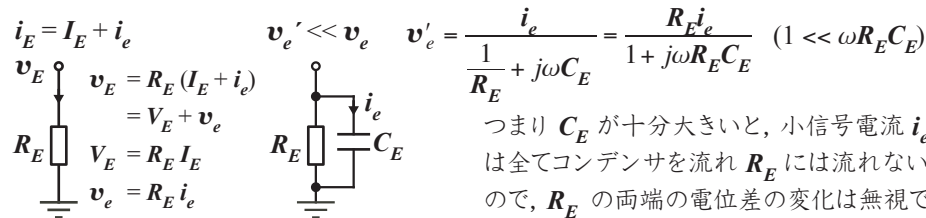
ここで、各コンデンサの働きについて考える。

- (1) C_i の働き: ベースの直流電位 V_B を変えずに小信号成分 v_i を伝える。
 ベース電位 v_B を「重ね合わせの原理」を使って求める。(簡単のため、トランジスタのベース側を無視する。)



確認: コンデンサ C_i が無い場合、 v_B の直流電位 V_B はいくらか。

- (2) C_E の有無による違い: C_E がある場合エミッタの電位 v_E はほとんど変化しない。



つまり C_E が十分大きいと、小信号電流 i_e は全てコンデンサを流れ R_E には流れないので、 R_E の両端の電位差の変化は無視でき小信号動作ではショートと見なせる。

問. $R_E = 100 \Omega$, $\omega = 1000$ ($f \approx 160 \text{ Hz}$) としたとき、 $\omega R_E C_E = 10$ ($\gg 1$) となる C_E の値はいくらか。また、 $f = 20 \text{ Hz}$ では C_E をいくらにすればよいか。

したがって、各部の電圧波形は、 C_E の有無により次のようになる。

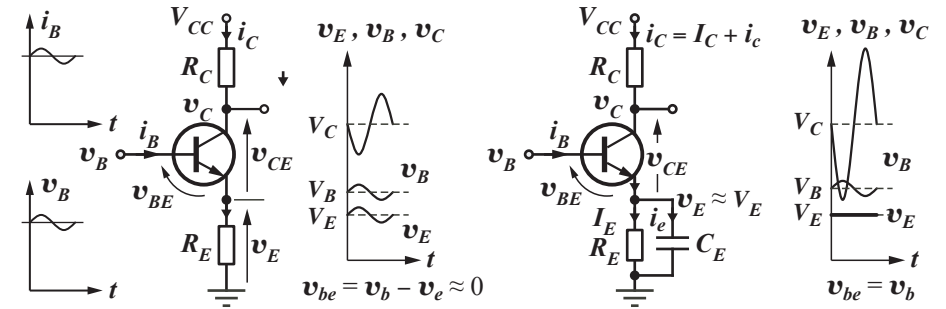


図 11.2 エミッタ接地増幅回路各部の電圧波形

小信号等価回路に変換すると(電圧源をショートすることになるため)、ベースバイアス抵抗 R_1, R_2 が並列になり、出力の抵抗 R_C がコレクタとグランドの間に入ることに注意。また、 C_E が十分大きい場合、 $R_B = R_1 \parallel R_2$ とおくと、等価回路は固定バイアスのものと同じになる。

電圧利得は、バイパスコンデンサが無い場合とある場合、それぞれ次のようになる。

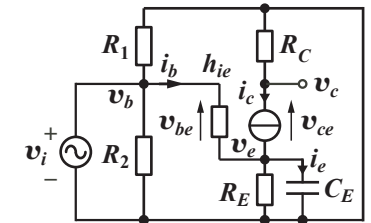


図 11.3 (a) 図 11.1 の小信号等価回路 (C_i を十分大きいとして省略)

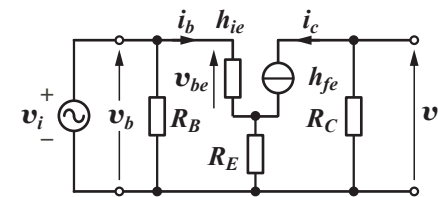


図11.3 (b) バイパスコンデンサの無い場合

$$\begin{aligned} v_i &= v_{be} + v_e = h_{ie} i_b + R_E i_e \\ v_o &= v_c = -R_C i_c = -R_C h_{fe} i_b \\ A_v &= \frac{v_o}{v_i} = \frac{-R_C h_{fe}}{h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_E} \end{aligned}$$

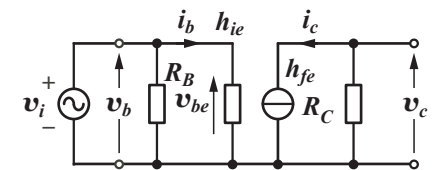


図11.4 (c) C_E が十分大きい場合

$$\begin{aligned} v_i &= h_{ie} i_b \\ v_o &= v_c = -R_C i_c = -R_C h_{fe} i_b \\ A_v &= \frac{v_o}{v_i} = \frac{-R_C h_{fe}}{h_{ie}} \end{aligned}$$

課題11-1 演習問題⑧ 問 4. の数値 ($h_{fe} = 300$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$) を使って、上のそれぞれの場合 (C_E 有・無) について電圧増幅度を求めなさい。

キーワード: 結合コンデンサ, バイパスコンデンサ