

電子回路 演習問題

Nobuatsu Tomita

2026 年 7 月 29 日

1

図 1 に示す回路について、次の問に答えよ。 $R_L = 2[\text{k}\Omega]$, $V_{CC} = 10[\text{V}]$ とする。

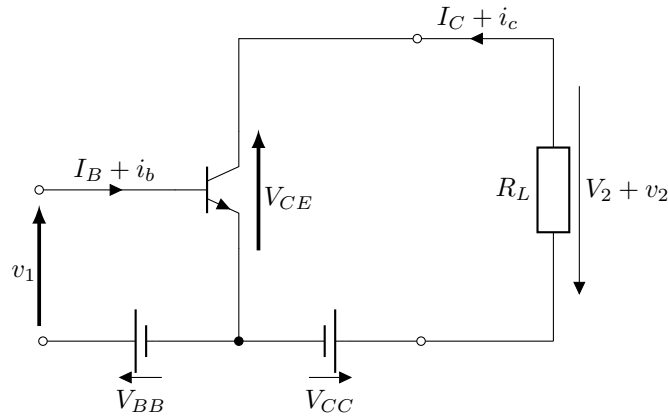


図 1

- (1) 特性曲線上に負荷線を描け。なお、ここではキルヒホッフの第二法則が成り立つので、負荷線の方程式は次式で表される。

$$V_{CC} = V_{CE} + R_L I_C \quad (1)$$

- (2) ベースバイアス電圧 $V_{BB} = 0.65[\text{V}]$ のとき、次の値を求めよ。動作点 P は、特性曲線と負荷線の交点のことである。なお、ここではすべて大文字の電圧電流、すなわち静特性について考えているので、小信号は考えなくても良い。(すべての小信号成分を零として考えよ。)

- (i) I_B (ii) 動作点の V_{CE}, I_C (iii) V_2

- (3) V_{BB} が $0.66[\text{V}]$ に変化したとき、動作点も移動する。このときの次の値を求めよ。

- (i) I_B の変化 ΔI_B (ii) I_C の変化 ΔI_C (iii) 電流増幅度 β (iv) V_2 の変化 ΔV_2

- (4) 動作点 P における h_{ie} をコレクタ電流 $I_C[\text{mA}]$ を用いて求めよ。ここで、動抵抗 r は次のように表される。

$$r = \frac{26}{I_C[\text{mA}]} \quad (2)$$

- (5) 小信号等価回路を示し、 v_1, i_c の関係式をそれぞれ示せ。ここでは、 h パラメータを用いた式と、具体的な h パラメータの数値を代入した式の 2 つの形で示すこと。なお、 $h_{oe} = 9.00[\mu\text{S}]$, $h_{re} = 106 \times 10^{-6}$, $h_{fe} = \beta$ とする。

- (6) h_{ie}, h_{fe}, R_L を用いて電圧増幅度 A_v を、文字式と数値で求めよ。なお、 $h_{re} \simeq 0$, $h_{oe} \simeq 0$ としてよい。

- (7) 次の値を求めよ。ただし、ここでは小信号は扱わない。

- (i) ベース・エミッタ間電力損失 $P_{BE}[\text{mW}]$ (ベース電流による損失のみ計算)
(ii) コレクタ・エミッタ間電力損失 $P_{CE}[\text{mW}]$ (コレクタ電流による損失のみ計算)
(iii) トランジスタの総損失 $P_{Tr}[\text{mW}]$
(iv) バイアス電流による負荷抵抗での電力損失 $P_R[\text{mW}]$
(v) バイアス電源による総損失 $P_B[\text{mW}]$

2

図 2 に示す回路について、次の問に答えよ。 $R_L = 2[\text{k}\Omega]$, $V_{CC} = 10[\text{V}]$ とする。

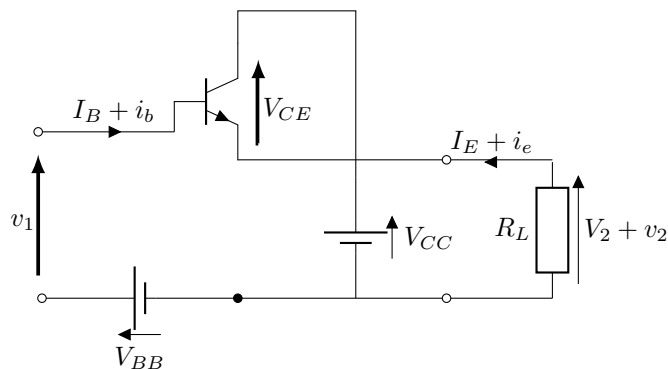


図 2

- (1) 特性曲線上に負荷線を描き、エミッタ接地回路のときと同じとなることを確認せよ。
- (2) $V_{BB} = 4.65[\text{V}]$ 、 $I_E = 2[\text{mA}]$ のとき、次の値を求めよ
 - (i) V_2
 - (ii) ベースエミッタ間電圧 V_{BE}
 - (iii) I_B
 - (iv) 動作点の V_{CE}
- (3) 小信号等価回路を示し、 v_1, i_c の関係式を h パラメータ h_{xc} を用いてそれぞれ示せ。
- (4) 前の大問で用いたエミッタ接地回路の h パラメータ 4 種を、コレクタ接地回路の h パラメータに変換せよ。課題 6 と全く同じである。また、具体的な数値を有効数字 3 けたで求めておくこと。

3 図 3 に示す回路について、次の問に答えよ。 $R_L = 2[\text{k}\Omega]$, $V_{CC} = 10[\text{V}]$, $V_{BB} = 0.65[\text{V}]$ とする。

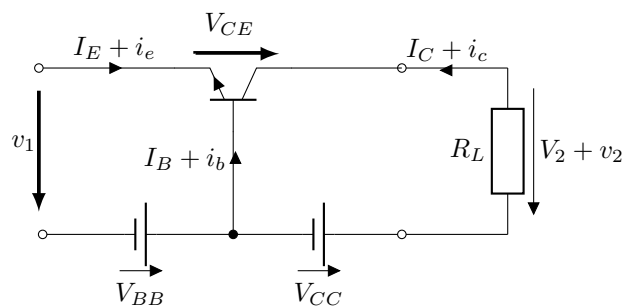


図 3

- (1) 特性曲線上に負荷線を描け。

$$V_{CC} + V_{BB} = R_L I_C + V_{CE} \quad (3)$$

- (2) 次の値を求めよ。特性曲線を活用せよ。

- (i) I_B (ii) 動作点の $V_{CE}, I_E \simeq I_C$ (iii) V_2

- (3) 小信号等価回路を示し、 v_1, i_e の関係式を h パラメータを用いてそれぞれ示せ。

- (4) 前の大問と、負荷線が一致しているとする。このとき、コレクタ接地回路の h パラメータを、ベース接地回路の h パラメータに変換せよ。

- (5) 次の値を求めよ。

- (i) 電圧増幅度 A_v (ii) 電流増幅度 A_i (iii) 電力増幅度 A_p

- (6) 前の大問で描いたグラフと、本問で描いたグラフの違いを、静特性部分と小信号部分それぞれについて、電圧・電流増幅度 A_i, A_v の観点から考察し、君自身の言葉で解説せよ。

4 次の問に答えよ。

なお、ここでは大問 n に出現する文字は v_{1n} のように表記している。

例：大問 3 に登場する v_1 という文字は、ここでは v_{13} と表記される。

- (1) 図 1 の回路において、簡易な小信号等価回路を描け。また、その等価回路における v'_{11}, i'_{c1} の関係式も書くこと。
- (2) v_{11}, i_{c1} の関係式を次の形に変形するとき、 $AD - BC$ を求めよ。

$$v_{11} = Av_{21} - Bi_{c1} \quad i_{1b} = Cv_{21} - Di_{c1}$$

- (3) $v'_{11} = 10 \sin 2\pi t [\text{mV}]$, $i'_{b1} = 10 \sin 2\pi t [\text{mA}]$ とするとき、

- (i) v'_{21} はどのような式となるか。ただし、h パラメータには数値を代入すること。
- (ii) i'_{c1} はどのような式となるか。ただし、h パラメータには数値を代入すること。
- (iii) $t = 0.25$ のときの値で、 v'_{11} の v_{11} に対する相対誤差 ϵ_r を求めよ。
真値を V 、誤差を求めたい値を V_m とすると、相対誤差 ϵ_r は次式で表される。

$$\epsilon_r = \frac{V_m - V}{V} \times 100 \quad (4)$$

- (iv) $t = 0.25$ のときの値で、 i_{c1}' の i_{c1} に対する相対誤差 ϵ_r を求めよ。

- (4) 次の π 型等価回路を表す式

$$i_1 = Av_2 - Bi_2 \quad i_2 = Cv_2 - Di_2 \quad (5)$$

を求めよ。

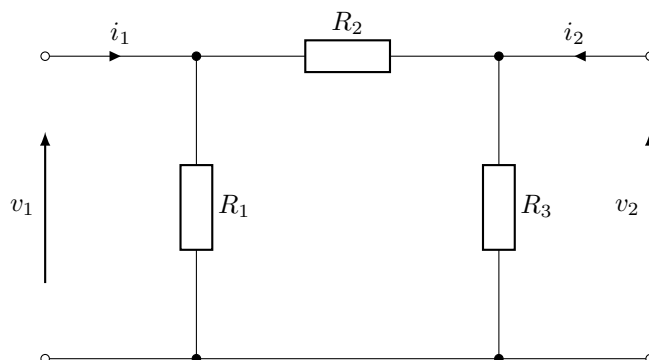


図 4