

電子回路（中間試験）

鎌倉 友男 May 30 2006

[問 1] 図 1 の回路のコレクタ電流 I_C 、コレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} を求めよ。なお、トランジスタの $h_{FE} = I_C/I_B = 120$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ とする。

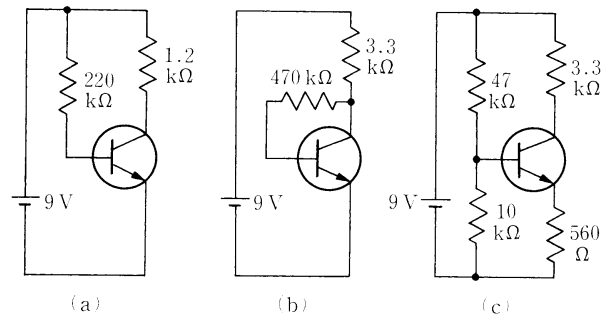


図 1: 問 1

[問 2] 図 2 の回路で、トランジスタの h パラメータの値が $h_{ie} = 2.0 \text{ k}\Omega$, $h_{re} = 1.0 \times 10^{-4}$, $h_{fe} = 100$, $h_{oe} = 10 \times 10^{-6} \text{ S}$ である。以下の小問に答えよ。

- (1) h パラメータを用いて、小信号等価回路を描け。
- (2) 電圧増幅度 $A_v = v_2/v_1$ を h パラメータを使って表し、その値を計算せよ。
- (3) (2) の問題を簡易等価回路で計算し、(2) の解との相異を調べよ。
- (4) 簡易等価回路を用いて、入力抵抗 R_i と出力抵抗 R_o を計算せよ。

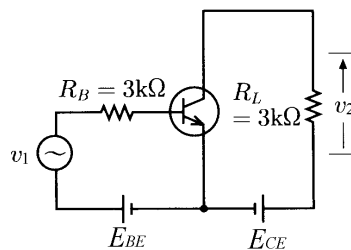


図 2: 問 2

[問 3] 図 3 のトランジスタ回路で、出力電圧 v_{o1} と v_{o2} の大きさが等しくなる条件を求めよ。なお、簡易型等価回路で求めてよい。

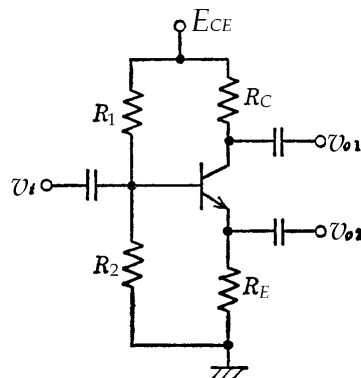


図 3: 問 3

平成 18 年度電子回路中間試験の解答

[1] 電流の単位は mA, 抵抗は $k\Omega$ で表す. また, $I_E = I_B + I_C$, $I_C = 120I_B$ より, $I_E = 121I_B$ の関係がある.

(a) $I_B = (9 - 0.7)/220$, $I_C = 120I_B = 4.53 \text{ mA}$, $V_{CE} = 9 - 1.2I_C = 3.57 \text{ V}$.

(b) $I_C = 120I_B$ と $9 - 3.3 \times (I_B + I_C) - 470I_B = 0.7$ から, $I_B = 9.55 \mu\text{A}$, $I_C = 1.15 \text{ mA}$, $V_{CE} = 9 - 3.3(I_B + I_C) = 9 - 3.3 \times 121 \times I_B = 5.19 \text{ V}$.

(c) $10 \text{ k}\Omega$ に上から下に流れる電流を I と置く. $10I + 47(I + I_B) = 9$ と $10I - 0.7 = 0.56I_E = 0.56 \times 121I_B$ の 2 式から $I_B = 11.56 \mu\text{A}$, $I = 148 \mu\text{A}$ を得る. したがって, $I_C = 120I_B = 1.39 \text{ mA}$, $V_{CE} = 9 - 3.2I_C - 0.56I_E = 3.64 \text{ V}$. なお, この場合, I_B は I より 1 桁ほどしか小さくなく, $47 \text{ k}\Omega$ に流れる I_B は無視できないことに注意. 無視した場合, $I_C = 1.57 \text{ mA}$, $V_{CE} = 2.9 \text{ V}$ で上記の厳密解と結構異なる値になる.

[2] (1) は省略 (教科書の p.39 を参照).

(2) (1) の等価回路から, R_B に流れる電流は $i = (v_1 - h_r v_2)/(R_B + h_i)$, 出力電圧は $v_2 = R_L h_f i/(1 + h_o R_L)$ である. この 2 式から, $A_v = v_2/v_1 = -R_L h_f / [(1 + h_o R_L)(R_B + h_i) - h_f R_L h_r]$ と表される. h パラメータと抵抗の値を代入することで, $A_v = -58.6$.

(3) 簡易等価回路では $h_o \rightarrow 0$, $h_r \rightarrow 0$ とすればよく, $A_v = -60$.

(4) 簡易等価回路では, $R_i = R_B + h_i = 5 \text{ k}\Omega$, $R_o = \infty$.

[3] $(1 + \beta)R_E = \beta R_C$.

以上.