

## 電子回路（中間試験）

鎌倉 友男 June 9 2009

解答は、本日、<http://ew3.ee.uec.ac.jp> に掲載する予定.

問 1 は 6 点, 問 2, 問 3 の小問は各 3 点で, 合計 30 点.

電圧, 電流等の単位が不足している場合は減点.

[問 1] 図 1 の下のグラフは, ある Tr の  $V_{BE}$  と  $I_B$  に関する静特性である. この特性から, 右の回路の  $V_{BE}$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$  を求めよ. なお, エミッタ接地の直流電流増幅率  $h_{FE}$  は 200 とする.

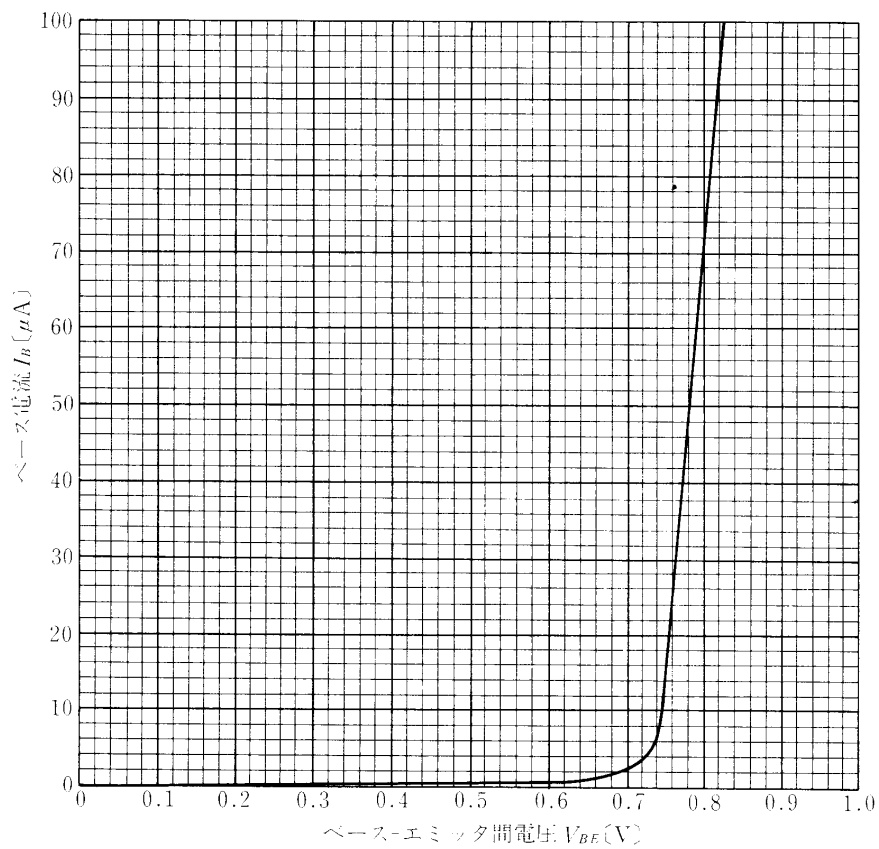
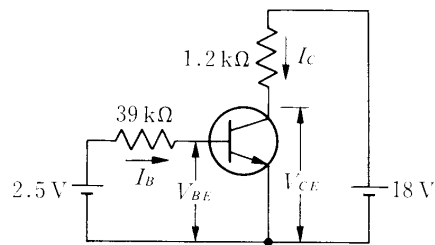


図 1: 問 1

[問 2] 図 2 の回路について,  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_s \rightarrow \infty$  とする. また, FET の電圧増幅率を  $\mu$ , 内部抵抗を  $r_d$ , 相互コンダクタンスを  $g_m$  とする.  $\mu$ ,  $r_d$ ,  $g_m$  の間に  $\mu = g_m r_d$  の関係がある.

- (i) 交流微小信号に対する等価回路を書け.
- (ii) 電圧増幅度  $A_v = V_o/V_i$  を求めよ. また,  $R_s$  と  $C_s$  の並列回路に現れる交流信号  $V_s$  を表せ.
- (iii) コンデンサ  $C_s$  を取り除いたときの電圧  $V_s$  と  $A_v$  を求めよ.
- (iv) (iii) において,  $V_s$  と  $V_o$  の振幅および位相関係を示せ.

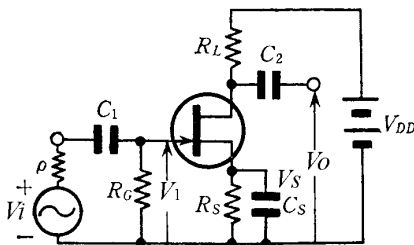


図 2: 問 2

[問 3] 図 3 の自己バイアス回路について, 次の小問に答えよ. なお, 結合コンデンサ  $C_c$ ,  $C_o$  の容量は十分大きく, 交流信号に対してそのインピーダンスは 0 と見なしてもよいとする.

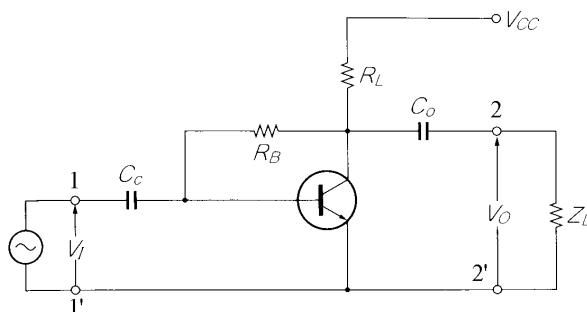


図 3: 問 3

- (i) 微小交流信号に対する (簡易型) 等価回路を示せ.
- (ii) (i) のもとで, 電圧増幅度  $A_v = V_o/V_i$  を求めよ. ただし,  $Z_L \gg R_L$ ,  $\beta R_B > h_{ie}$  とする. 特に,  $R_B \gg h_{ie}$ ,  $R_B \gg R_L$  のときに,  $A_v$  はどう表示されるか.
- (iii)  $Z_L \gg R_L$  のとき, 端子 1-1' から右側の回路をみた入力インピーダンス  $Z_{in}$  を表せ.
- (iv) 端子 2-2' から左側の回路をみた出力インピーダンス  $Z_{out}$  を表せ.

平成 21 年度電子回路中間試験の解答

[問 1]  $V_{BE} = 0.775 \simeq 0.78 \text{ V}$ ,  $I_B = 44 \mu\text{A}$ ,  $I_C = I_B \times 200 = 8.8 \text{ mA}$ ,  $V_{CE} = 18 - 1.2 \text{ k}\Omega \times 8.8 \text{ mA} = 7.4 \text{ V}$ . 読み取り誤差を考慮して, 上記の値の前後値であればよいとする.

[問 2] (i) 省略 (ii)  $V_1 = \frac{R_G}{\rho + R_G} V_i$ ,  $V_O = -\mu V_1 \frac{R_L}{r_d + R_L}$  なので,  $A_v = -\frac{R_G}{\rho + R_G} \frac{\mu R_L}{r_d + R_L}$ . また,  $V_s = 0$ .

(iii) 負荷  $R_L$  に流れる電流を  $I_d$  としたとき,  $I_d = \frac{\mu V_1}{(1 + \mu)R_s + r_d + R_L}$  なので,

$A_v = -\frac{R_G}{\rho + R_G} \frac{\mu R_L}{(1 + \mu)R_s + r_d + R_L}$ . (iv)  $V_s$  と  $V_O$  の振幅は  $R_s : R_L$ , 位相は互いに逆相関係.

[問 3] (i) 省略. (ii)  $R_B$  を右から左に流れる電流を  $I_1$ ,  $h_{ie}$  に流れる電流を  $I_B$  とする.  $V_I = h_{ie} I_B$ ,  $h_{ie} I_B + R_L(I_1 + \beta I_B) + R_B I_1 = 0$  が成り立つので,  $I_1 = -\frac{h_{ie} + \beta R_L}{R_L + R_B} I_B$ .

したがって,  $V_O = -(\beta I_B + I_1)R_L = -\frac{\beta R_B - h_{ie}}{R_L + R_B} R_L I_B$  となり, 結局  $A_v = -\frac{1}{h_{ie}} \frac{\beta R_B - h_{ie}}{R_L + R_B} R_L$ . 特に,  $R_B \gg h_{ie}$ ,  $R_B \gg R_L$  のときは,  $A_v = -\frac{\beta R_L}{h_{ie}}$ .

(iii)  $V_I$  から流れて出る電流は  $I_B - I_1 = \frac{(\beta + 1)R_L + R_B + h_{ie}}{R_L + R_B} I_B$  なので,  $Z_{in} = \frac{h_{ie}(R_L + R_B)}{(\beta + 1)R_L + R_B + h_{ie}}$ .

(iv) 電流源の内部抵抗は  $\infty$  なので,  $Z_{out} = R_L // R_B = R_L R_B / (R_L + R_B)$ .