

# 電子回路（期末試験）

鎌倉 友男 July 25 2006

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

[問 1] 図 1 のエミッタホロワ回路において, 以下の小問に答えよ. なお, このトランジスタの  $h$  パラメータは  $h_{ie} = 1.1 \text{ k}\Omega$ ,  $h_{re} = 0$ ,  $h_{fe} = 50$ ,  $h_{oe} = 0$  であり,  $R_s = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_l = 1 \text{ k}\Omega$  とする. [各小問 5 点, 小計 25 点]

- (1) 簡易等価回路を示せ. (2) 電圧増幅度  $A_v = V_2/V_1$  を求めよ. また, dB で表せ.
- (3) 電流増幅度  $A_i = I_2/I_1$  を求めよ. また, dB で表せ. (4) 入力抵抗  $R_i = V_1/I_1$  を求めよ.
- (5) 出力抵抗  $R_o$  を求めよ. なおこの場合,  $V_s = 0$  とし, 負荷抵抗  $R_l$  を取り除いた状態で出力端子に電圧  $V_o$  を加え, そのときに負荷端子に流れる電流  $I_o$  との比  $V_o/I_o$  が出力抵抗と定義される.

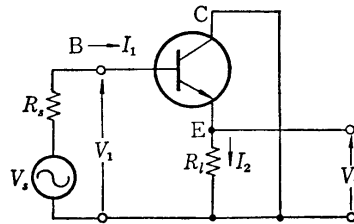


図 1: 問 1

[問 2] FET を用いた図 2 の RC 結合増幅回路で, 以下の小問に答えよ. ただし, FET の相互コンダクタンス  $g_m = 4 \text{ mS}$ , 内部抵抗  $r_d = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_l = 500 \text{ k}\Omega$ ,  $C_2 = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_{os} = 10 \text{ pF}$  とする. ここで,  $C_{os}$  は FET の D-S 間の容量と, 出力側 (D-S 間) における配線の浮遊容量を加えた容量で, 高域における遮断周波数を決定する. [(1), (2) は各 5 点, (3), (4) は各 10 点, 小計 30 点]

- (1) 中域における等価回路を描け.
- (2) (1) において電圧増幅度  $A_v = V_o/V_i$  を計算せよ.
- (3) 低周波における増幅は, 負荷側のキャパシタ  $C_2$  が影響するといわれる ( $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_3 \rightarrow \infty$  とする). 低域遮断周波数  $f_l$  を求めよ.
- (4) 高域遮断周波数  $f_h$  を求めよ.

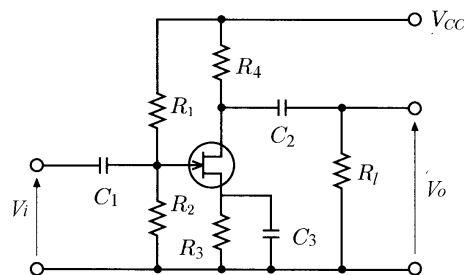


図 2: 問 2

[問 3] 図 3 の A 級電力増幅器で  $V_{cc} = 20 \text{ V}$ ,  $R_L = 4\Omega$  とし, 負荷  $R_L$  で最大電力  $8 \text{ W}$  を取り出したい. トランスの巻数比  $a$  を求めよ.[15 点]

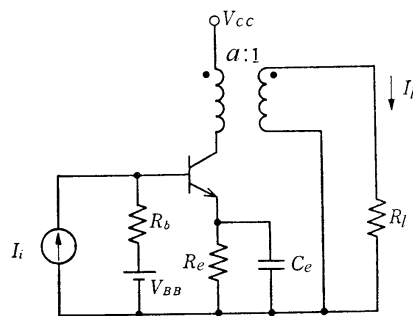


図 3: 問 3

[問 4] 演算増幅器 (オペアンプ) について, 次の各小問に答えよ. [(1), (2) は各 5 点, (3), (4) は各 10 点で, 小計 30 点]

- (1) 理想の演算増幅器に対する重要な 3 つの条件を述べよ.
- (2) 仮想接地とはどういうことか.
- (3) 図 4(a) に示す回路で, 入出力関係  $V_o/V_i$  を求めよ. ただし,  $0 < a \leq 1$  である.
- (4) 図 4(b) に示す演算増幅回路で, 入力バイアス電流  $I_{B1}$ ,  $I_{B2}$  が流れているとき,  $I_{B1} = I_{B2}$  ならば, この入力バイアス電流の影響を打ち消すことができる. このための条件, すなわち,  $V_i = 0$  のときに, 出力オフセット電圧を 0 にするための  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  の関係を求めよ.

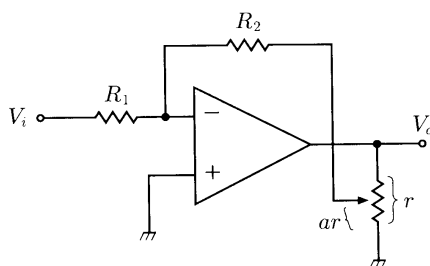


図 4(a)

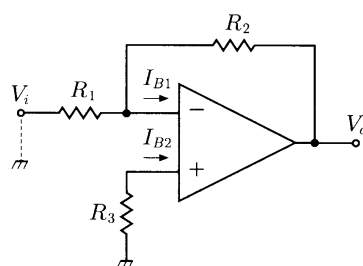


図 4(b)

図 4: 問 4

## 平成 18 年度電子回路期末試験の解答

[ 1 ] (1) 省略. (2)  $V_1 = h_{ie}I_1 + V_2$ ,  $V_2 = (h_{fe} + 1)I_1R_l$  なので,  $A_v = (h_{fe} + 1)R_l/[h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_l] = 0.979 (= -0.19 \text{ dB})$ . (3)  $A_i = (h_{fe} + 1)I_1/I_1 = 51 (= 34.2 \text{ dB})$ . (4)  $R_i = h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_l = 52.1 \text{ k}\Omega$ . (5)  $I_2 = -(h_{fe} + 1)I_1$ ,  $V_2 = -(h_{ie} + R_s)I_1$  より,  $R_o = (h_{ie} + R_s)/(h_{fe} + 1) = 41.2 \Omega$ .

[ 2 ] (1) は省略. (2) 電流源  $g_mV_1$ ,  $r_d$ ,  $R_4$ ,  $R_l$  の並列抵抗を  $R (= 31.25 \text{ k}\Omega)$  として,  $A_v = -g_mR = -4 \text{ mS} \times 31.25 \text{ k}\Omega = -125$ . (3)  $R' = r_d // R_4 + R_l$  としたとき,  $f_l = \frac{1}{2\pi R' C_2} = 2.98 \text{ Hz}$ . (4)  $r_d$ ,  $R_4$ ,  $R_l$  の並列抵抗  $R$  と  $C_{os}$  が高域遮断周波数を決定する.  $C_{os} = 10 \text{ pF}$  から,  $f_h = \frac{1}{2\pi RC_{os}} = 509 \text{ kHz}$ .

[ 3 ] トランスがないとしての負荷  $R$  での消費パワーの最大は  $V_{cc}^2/2R = 8 \text{ W}$  から,  $R = 25 \Omega$ . トランスの巻数比は  $R_l = 4 \Omega$  から  $a = \sqrt{25/4} = 5/2 = 2.5$ .

[ 4 ] (1) 主な 3 つは, 入力抵抗  $\infty$ , 電圧増幅度  $\infty$ , 出力抵抗 0. その他に, バンド幅  $\infty$ , CMRR  $= \infty$ , オフセット電圧 0. (2) 2 つの入力端子間の電圧が 0, 通常片側の入力端子を接地したときには, もう一方の端子は, したがって 0. (3) 負荷の可変抵抗の摺動点電圧を仮に  $V'$  とし, キルヒホッフの電流則を用いると  $V'/ar + (V' - V_o)/(1 - a)r + V'/R_2 = 0$ , また  $V_i/R_1 + V'/R_2 = 0$ . この 2 つの式から  $V'$  を消去すれば,  $A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_2}{R_1} \left[ \frac{1}{a} + (1 - a)\frac{r}{R_2} \right]$ . (4) 2 つの入力端子からアースを見た抵抗が等しければよい. すなわち,  $R_3 = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .  
以上.