

電子回路（期末試験）

鎌倉 友男 August 4 2009

携帯電話の電源は OFF にしておくこと。

問の順番に解答すること。

単位をきちんと付けること。付いていない場合は、減点の対象とする。

- 筆記用具、電卓、定規、学生証以外は机上に置かないこと。

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

特別な理由がない限り、試験の可否およびその評価結果について電子メールでは対応しない。

[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 $h_{ie} = 2 \text{ k}\Omega$, $h_{re} = 0$, $h_{fe} = 100$, $h_{oe} = 0$ であり、 $R_s = 1 \text{ k}\Omega$, $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ とする。[各小問 5 点で、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。
- (3) 電流増幅度 $A_i = I_2/I_1$ を求めよ。(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。

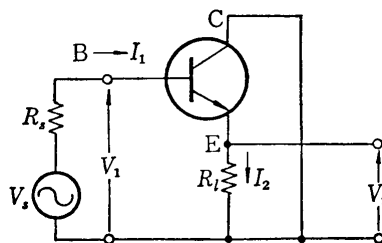


図 1: 問 1

[問 2] FET を 3 個用いた図 2 の回路で、次の小問に答えよ。ただし、FET の内部抵抗 r_d は $10 \text{ k}\Omega$ 、電圧増幅度 μ は 100 とする。[各小問 5 点で、小計 25 点]

- (1) 回路全体の等価回路を示せ。
- (2) 負帰還抵抗 R_F がいないときの電圧増幅度 $A = V_2/V_1$ を求めよ。また、何デシベルか。
- (3) 帰還率 β はいくらか。なお、このときの入力電圧 V_1 は内部抵抗 0 の理想電圧源と解釈せよ。
- (4) ループ利得はいくらか。なお、ループ利得とは、帰還のないときの電圧増幅度を A 、帰還率を β としたとき、 $A\beta$ をいう（ふつう、デシベルで表すが、この場合はどちらでもよい）。
- (5) 負帰還抵抗が存在するときの電圧増幅度 $A_v = V_2/V_1$ を A と β をもって表せ。また、具体的に A_v はいくらになるか。デシベル値でも与えよ。

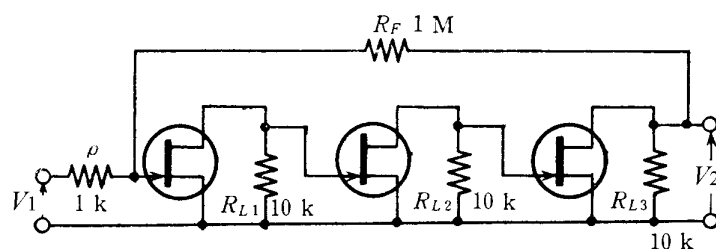


図 2: 問 2

[問 3] 図 3 の演算増幅器（オペアンプ）を用いた回路で、次の各小問に答えよ。[各小問 5 点で、小計 20 点]

- (1) 理想的な演算増幅器の代表的な 3 つの条件を記せ。
- (2) 電圧増幅度 $A_v = V_o/V_i$ を、抵抗 $R_1 \sim R_4$ をもって表せ。
- (3) R_3 の抵抗値が無限に大きいとき、 A_v はどのように表されるか。
- (4) $R_2 = R_4$ が $100 \text{ k}\Omega$ 、 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ のとき、 $|A_v|$ の利得を 60 dB にするには R_3 をいくらに選べばよいか。

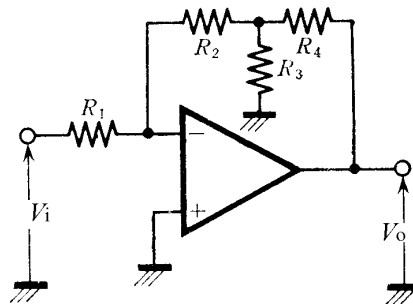


図 3: 問 3

[問 4] 図 4 は B 級プッシュプル電力増幅回路の正弦波入力 v_1 に対する出力信号 v_2 の動作を図示したものである。いま、正弦波出力電流の振幅を I_m としたとき、次の小問に答えよ。[各小問 5 点で、小計 15 点]

- (1) 負荷抵抗 R_L に供給される電力 P_L を求めよ。
- (2) 電源から供給される電力 P_{DC} を求めよ。ただし、電源電圧 V_{CC} と V_{EE} は等しいとする。
- (3) 2 個のトランジスタで消費されるコレクタ損失 P_C が 0 になるときの R_L の条件を求めよ。

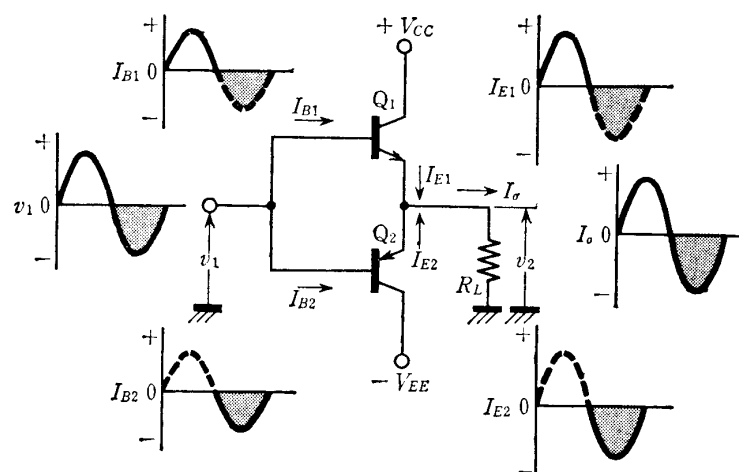


図 4: 問 4

平成 21 年度電子回路期末試験の模範解答

[1] (1) 省略. (2) $V_1 = h_{ie}I_1 + V_2$, $V_2 = (h_{fe} + 1)I_1R_l$ なので, $A_v = (h_{fe} + 1)R_l/[h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_l] = 0.98$ ($= -0.18$ dB). (3) $A_i = (h_{fe} + 1)I_1/I_1 = 101$ ($= 40.1$ dB). (4) $R_i = h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_l = 103$ k Ω . (5) $I_2 = -(h_{fe} + 1)I_1$, $V_2 = -(h_{ie} + R_s)I_1$ より, $R_o = (h_{ie} + R_s)/(h_{fe} + 1) = 29.7$ Ω .

[2] (1) 省略 (2) FET 一段の電圧増幅度は $-\mu R_L/(r_d + R_L)$ で与えられ, $r_d = R_L = 10$ k Ω を代入すると -50 となる. したがって, 負帰還抵抗がないときの回路全体の電圧増幅度は $A = (-50)^3 = -1.25 \times 10^5$ となる. これはデシベル値で 102 dB (逆位相). (3) $\beta = \rho/(\rho + R_F)$ で与えられ, $\beta = 9.99 \times 10^{-4} \simeq 0.001$. (4) $A\beta = -125$ (5) $A_v = A/(1 - \beta A) \simeq -1/\beta = -1000$, 60 dB (逆位相).

[3] (1) 入力抵抗が無限大, 電圧増幅度が無限大, 出力抵抗がゼロ (2) R_3 の端子電圧を V_x と置くと, $V_i/R_1 + V_x/R_2 = 0$, $V_x/R_2 + V_x/R_3 + (V_x - V_o)/R_4 = 0$ を得る. この 2 つの式から V_x を消去すると, $A_v = V_o/V_i = -[R_2 + R_4(1 + R_2/R_3)]/R_1$ を導く. (3) 上式で $R_3 \rightarrow \infty$ とすると, $A_v = -(R_2 + R_4)/R_1$ を得る. (4) 60 dB とは $|A_v| = 1000$ であることから, 与えられた抵抗値を (2) の式に代入すると, $R_3 = 1.02$ k Ω となる.

[4] (1) $P_L = R_L \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{R_L I_m^2}{2}$ (2) $P_{DC} = \frac{V_{CC}}{\pi} \int_0^\pi I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2I_m V_{CC}}{\pi}$
(3) $P_C = \frac{2I_m V_{CC}}{\pi} - \frac{R_L I_m^2}{2} = I_m \left(\frac{2V_{CC}}{\pi} - \frac{R_L I_m}{2} \right)$, したがって $R_L = \frac{4V_{CC}}{\pi I_m}$.
以上.