

第1問

(1) $I_A - I_B - I_C = 0$

(2) $V_{CC} - I_A R_A - I_B R_B - V_{BE} = 0$

(3) $V_{CC} - I_A R_A - V_{CE} = 0$

(4) $I_C = h_{fe} I_B$

(5) (1) より, $I_A = I_B + I_C = \left(\frac{1}{h_{fe}} + 1\right) I_C = \frac{61}{60} \times 7 = 7.12 \text{ [mA]}$

$$V_{CE} = \frac{1}{2} V_{CC} = 2.0 \text{ [V]}$$

(3) より, $I_A R_A = V_{CC} - V_{CE}$

$$R_A = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_A} = \frac{2}{7.12} \div 0.28 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

(2) より, $I_B R_B = V_{CC} - I_A R_A - V_{BE}$

(4) より, $I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} = \frac{7}{60}$

$$R_B = \frac{V_{CC} - I_A R_A - V_{BE}}{I_B} = \frac{1.4}{7/60} = 12 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

よって, $R_A = 0.28 \text{ [k}\Omega\text{]}, R_B = 12 \text{ [k}\Omega\text{]}$

第2問

(1) $V_T = 0.3 \text{ [V]}, V_{GS} = 0.7 \text{ [V]}, V_{DS} = 0.5 \text{ [V]}$ と

$V_T < V_{GS}$ かつ $V_{DS} > V_{GS} - V_T$ となる。飽和領域である。

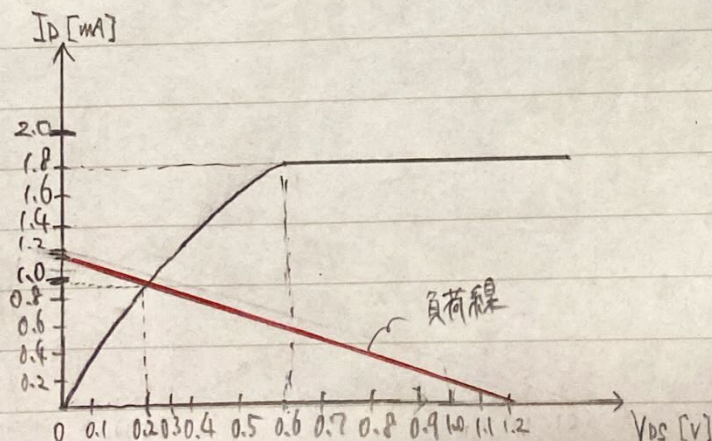
よって, $I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2$ となる。

$$\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = \frac{2 I_D}{(V_{GS} - V_T)^2} = \frac{2 \times 0.8}{(0.4)^2} = 10 \text{ [mA/V}^2\text{]}$$

(2) $V_{GS} = 0.9 \text{ [V]}$ と

$V_{DS} < V_{GS} - V_T = 0.6 \text{ [V]}$ と線形領域

$V_{DS} > 0.6 \text{ [V]}$ と飽和領域

線形領域 ($V_{DS} < 0.6$)

$$I_D = 10(0.9 - 0.3 - \frac{1}{2} V_{DS}) V_{DS} \text{ [mA]}$$

飽和領域 ($V_{DS} > 0.6$)

$$I_D = \frac{1}{2} \times 10 (0.9 - 0.3)^2 = 1.8 \text{ [mA]}$$

(3) キルヒホッフの電圧則より $V_{CC} - I_D R_D - V_{DS} = 0$

$$I_D = \frac{V_{CC} - V_{DS}}{R_D} = -V_{DS} + 1.2 \text{ [mA]} \quad \leftarrow \text{負荷線}$$

この負荷線を (2) で用いたグラフに作図し、その交点を求める。
よって、動作点 $I_D = 1.0 \text{ [mA]}$, $V_{DS} = 0.2 \text{ [V]}$ となる。

第3問

(1) $V_p = \frac{R_3 V_1}{R_1 + R_3}$

(2) $V_m = \frac{R_2 V_0 + R_f V_2}{R_2 + R_f}$

(3) $V_m = V_p$

(4) (1), (2), (3) の式より

$$\frac{R_3 V_1}{R_1 + R_3} = \frac{R_2 V_0 + R_f V_2}{R_2 + R_f}$$

$R_1 = 20 \text{ [k}\Omega\text{]}$, $R_2 = 30 \text{ [k}\Omega\text{]}$, $R_3 = 10 \text{ [k}\Omega\text{]}$, $R_f = 40 \text{ [k}\Omega\text{]}$ を代入。

$$\frac{10 V_1}{20 + 10} = \frac{30 V_0 + 40 V_2}{30 + 40}$$

$$\frac{1}{3} V_1 = \frac{3}{7} V_0 + \frac{4}{7} V_2$$

$$V_0 = \frac{7}{9} V_1 - \frac{4}{3} V_2$$