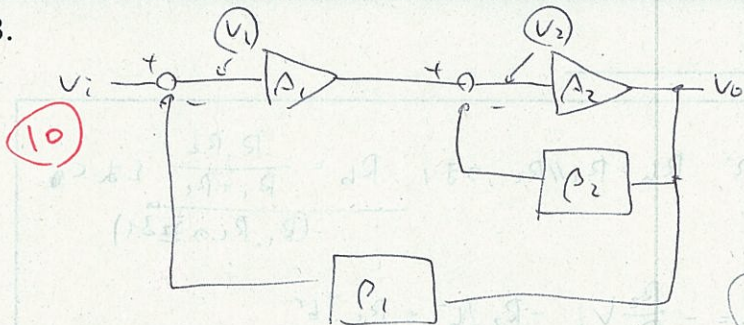


3.



10

Node voltages V_1, V_2 and V_o

$$\begin{cases} V_1 = V_i - \beta_1 V_o \\ V_2 = A_1 V_1 - \beta_2 V_o \\ V_o = A_2 V_2 \end{cases}$$

Substituting

$$V_o = A_2 (A_1 (V_i - \beta_1 V_o) - \beta_2 V_o) = A_2 (A_1 V_i - \beta_1 A_1 V_o - \beta_2 V_o)$$

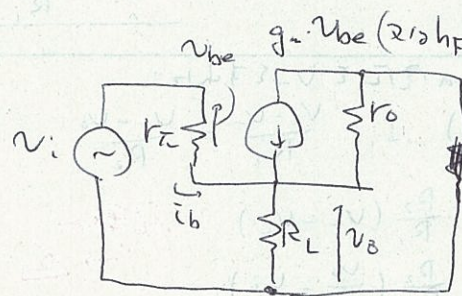
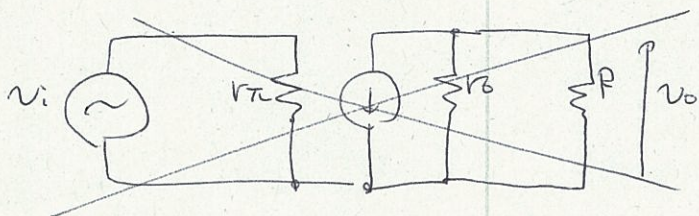
$$= A_1 A_2 V_i - A_1 A_2 \beta_1 V_o - \beta_2 A_2 V_o$$

$$(1 + A_1 A_2 \beta_1 + A_2 \beta_2) V_o = A_1 A_2 V_i$$

$$\therefore G = \frac{A_1 A_2}{1 + A_1 A_2 \beta_1 + A_2 \beta_2}$$

4. (1)

10



素子伝達関数



4. (2)

5

(1) d.1. $v_i = v_{be} + v_o$

$$\begin{cases} v_o = (i_b + h_{FE} i_b) R_L \\ i_b = \frac{v_{be}}{r_{\pi}} \end{cases}$$

Substituting

$$v_o = \frac{(1 + h_{FE})}{r_{\pi}} (v_i - v_o) R_L$$

$$r_{\pi} v_o + R_L (1 + h_{FE}) v_o = R_L (1 + h_{FE}) v_i$$

$$\therefore A_v = \frac{R_L (1 + h_{FE})}{r_{\pi} + R_L (1 + h_{FE})}$$

4. (3)

5

$$g_m = I_C / V_T = 2 \text{mA} / 25 \text{mV} = 0.08 \text{ [S]}$$

$$r_{\pi} = \frac{h_{FE}}{g_m} = \frac{200}{0.08} = \frac{200 \times 100}{8} = 2500 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_C} = \frac{250 \text{V}}{2 \text{mA}} = 100 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

(2) d.1. $A_v = \frac{10 \text{k} \times 200}{2.5 \text{k} + 10 \text{k} \times 200} = \dots$

Substituting

5.

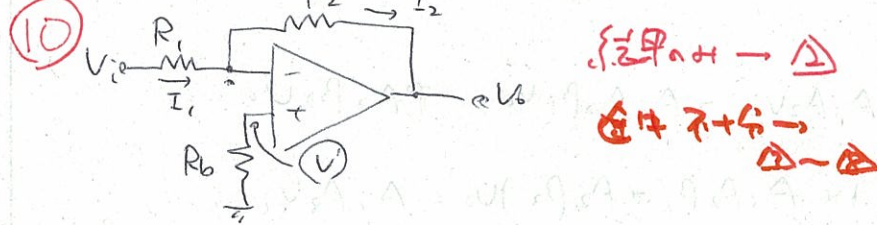
基本的12 (10) + d

名 列 番 号

名 前

秋田 流

1. (1)



結果あり → Δ
途中不十分 → Δ-Δ

⑩ 図の通り I_1, I_2, V' を定義する

$$\begin{cases} I_1 = I_2 & (\because \text{理想OPAは入力I} = 0) \\ V' = 0 & (\because \text{理想OPAは } A \rightarrow \infty) \end{cases}$$

また OPA の 2) の入力電圧は等しい (理想OPAは) $A \rightarrow \infty$ 仮定より

$$V_o = -R_2 I_2, \quad I_1 = \frac{V_i}{R_1} \text{ より}$$

$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_i \text{ であり } G = -\frac{R_2}{R_1}$$

1. (4)

⑤ $R_b = R_1 \parallel R_2$ であり $R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (d.c.)
(R_1, R_2 の並列)

$$\begin{aligned} V_o &= -\frac{R_2}{R_1} V_i - R_2 I_b^- + R_2 I_b^+ \\ &= -\frac{R_2}{R_1} V_i + R_2 (I_b^+ - I_b^-) \\ &= -\frac{R_2}{R_1} V_i + R_2 I_{os} \end{aligned}$$

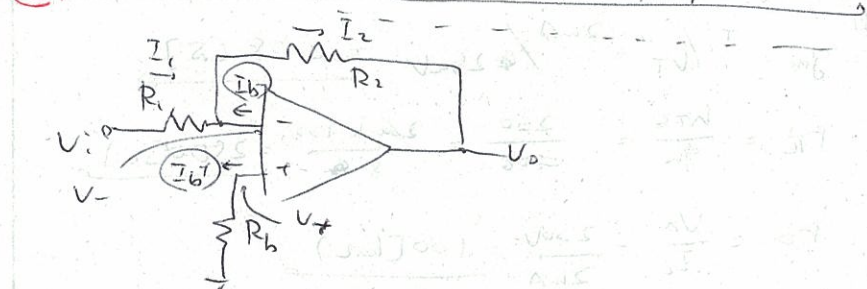
1. (2) ⑩ OPA の A は有限電圧 $V = \frac{V_o}{V_i}$ とする

⑤ $V_o = A(V^+ - V^-), I_1 = \frac{V_i - V^-}{R_1} = \frac{V^- - V_o}{R_2}$
 $= -AV$

⑩ $V_o - V^- = \frac{R_2}{R_1} (V^- - V_i)$ 結果あり
 $V_o + \frac{V_o}{A} = \frac{R_2}{R_1} (\frac{V_o}{A} - V_i)$
 $V_o (1 + \frac{1}{A} - \frac{R_2}{AR_1}) = -\frac{R_2}{R_1} V_i$

1. (3)

⑤ $G' = \frac{1}{1 + \frac{1}{A} - \frac{R_2}{AR_1}} \cdot (-\frac{R_2}{R_1})$



⑩ 図の通り I_1, I_2, V_+, V_- を定義する。また I_b^+, I_b^- は ⑬ の通り

$$\begin{cases} I_1 + I_b^- = I_2 \\ V_+ = I_b^+ R_b \\ I_1 = \frac{V_i - V_-}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_- - V_o}{R_2} \\ V_- = V_+ \quad (\because A \rightarrow \infty) \end{cases}$$

⑩ ⑬より

$$\begin{aligned} \frac{V_i - V_-}{R_1} + I_b^- &= \frac{V_- - V_o}{R_2} \\ \frac{V_i - I_b^+ R_b}{R_1} + I_b^- &= \frac{I_b^+ R_b - V_o}{R_2} \\ \frac{R_2}{R_1} (V_i - I_b^+ R_b) + R_2 I_b^- &= I_b^+ R_b - V_o \\ V_o &= -\frac{R_2}{R_1} V_i - R_2 I_b^- + R_b (1 + \frac{R_2}{R_1}) I_b^+ \end{aligned}$$

2. (1)

$20 \log_{10} A_{vcl} = 6 \text{ dB}$ あり
⑩ $A_{vcl} = 10^{\frac{6}{20}} = 10^{0.3} = 2 \text{ 倍}$

2. (2)

(a) $f \ll f_c$ 21. $\frac{G(\omega)}{\omega}$ の項は無視し $G(\omega) \propto \frac{1}{\omega}$
⑩ $|G(\omega)|$ は ω^{-1} のため $G(\omega)$ は $\frac{1}{\omega}$ である
⑤ $\frac{1}{\omega} \rightarrow \frac{1}{\omega^2}$ であり 20 dB/decade
⑤ $\log G(\omega) = 0 \text{ dB}$

(b)

$f \gg f_c$ 21. $G(\omega)$ は ω^{-2} の項が無視されず
⑩ $G(\omega) \propto \frac{1}{\omega^2}$ である
⑤ $\frac{1}{\omega^2} \rightarrow \frac{1}{\omega^3}$ であり 40 dB/decade
⑤ $\log G(\omega) = -180^\circ$