21年度一次電気電子問題略解

計算問題中心

正解番号

Ⅳ-1	⑤	ストークスの定理（穴埋め）
Ⅳ-2	②	2本の無限長導線の電流による点の磁界
Ⅳ-3	②	電磁波に関する記述正誤
Ⅳ-4	④	磁気に関する正誤
Ⅳ-5	④	合成抵抗の計算
Ⅳ-6	③	直流回路の電流計算
Ⅳ-7	①	電流源、被制御電流源による電位計算
Ⅳ-8	④	ノートン等価回路の定数計算
Ⅳ-9	⑤	電流源によるコンデンサ充電の過渡現象
Ⅳ-10	④	2端子LC回路の共振時のインピーダンス
Ⅳ-11	①	分圧回路が周波数に無関係になる条件
Ⅳ-12	②	負荷の消費電力が最大になるR,X条件
Ⅳ-13	③	短絡容量計算
Ⅳ-14	②	発電機と負荷の差し引き負荷の力率計算
Ⅳ-15	③	調整池式水力の出力計算
Ⅳ-16	③	直巻直流電動機の電圧変化時の速度計算
Ⅳ-17	①	回転機に関する記述の正誤
Ⅳ-18	①	発電機に関する記述（穴埋め）

Ⅳ-19 ③	パワーエレクトロニクスに関する記述の正誤
Ⅳ-20 ⑤	二次遅れ制御系に関する記述の正誤
Ⅳ-21 ⑤	PID制御系に関する記述の正誤
Ⅳ-22 ⑤	論理回路の出力式の正誤
Ⅳ-23 ③	論理回路の出力式の正誤
Ⅳ-24 ⑤	瞬時復号可能な符号の正誤
Ⅳ-25 ⑤	離散符号のフーリエ変換計算
Ⅳ-26 ④	QPSK変調方式に関する記述の正誤
Ⅳ-27 ④	インターネットプロトコルに関する記述の正誤
Ⅳ-28 ③	光ファイバー通信技術に関する記述の正誤
Ⅳ-29 ②	半導体に関する記述の正誤
Ⅳ-30 ④	非線形抵抗を含む回路の電圧計算
Ⅳ-31 ①	理想オペアンプの特性記述の正誤
Ⅳ-32 ①	理想オペアンプを含む回路の電圧比計算
Ⅳ-33 ①	トランジスタ等価回路の電圧増幅率計算
Ⅳ-34 ④	集積回路に関する記述の正誤
Ⅳ-35 ②	電気設備技術基準（電線、機械器具の保護）

Ⅳ-1 ⑤

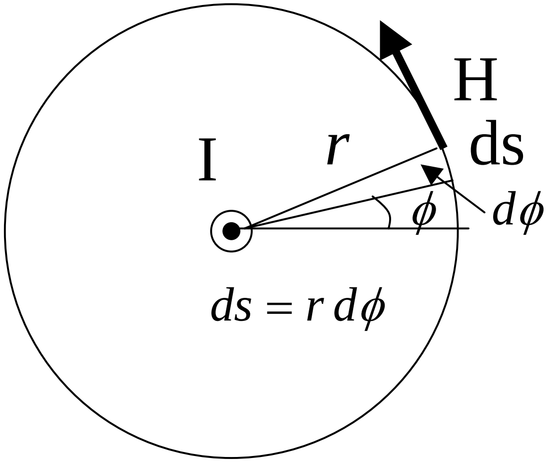
アンペールの法則により

$$\oint_C H_s ds = \int_A i\, dA$$

左辺＝ある閉曲線に沿う磁界の線積分

右辺＝その閉曲線に鎖交する電流の総和

下図に円の中心に電流がある場合を示す。



無限長直線電流から r の距離の磁界を H_r とすれば、

$\oint H_r ds = \int_A i\, dA$ において、

左辺は $2\pi r H_r$、右辺は円の中の電流が I なので、I

すなわち、$2\pi r H_r = I$ から、$H_r = \dfrac{I}{2\pi r}$

Ⅳ-2 ②

アンペールの法則により、無限長直線電流の

回りの磁界は、$H_r = \dfrac{I_r}{2\pi r}$

$$\therefore H_1 = \frac{3I}{2\pi(d+a)}$$

$$H_2 = \frac{-I}{2\pi a}$$

$H_1 + H_2 = 0$ から、$\dfrac{3}{(d+a)} - \dfrac{1}{a} = 0$

$$\therefore 3a = a + d \to 2a = d \to a = d/2$$

Ⅳ-3 ②

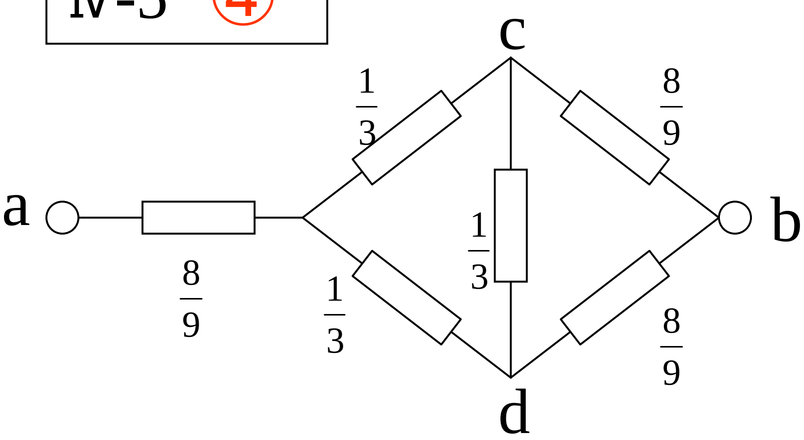
真空中では、$c = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$，一般には、$v = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$

波長λ、振動数n、速度vの間には$v = n\lambda$ の関係がある。

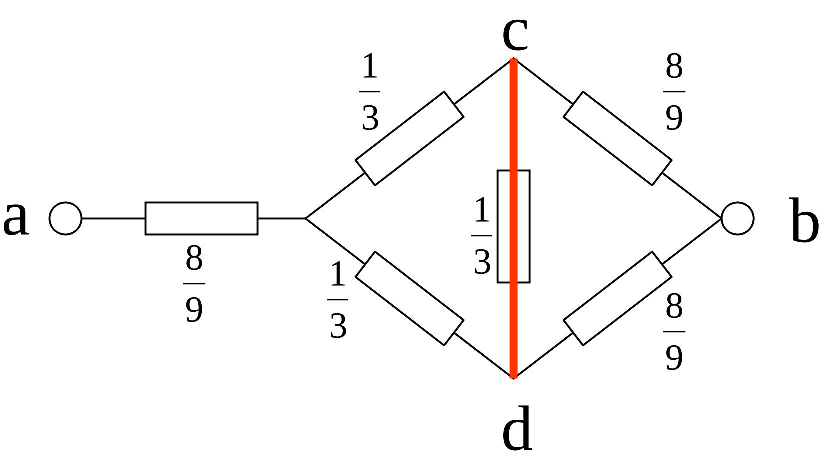
①○、②×、③○、④○、⑤○

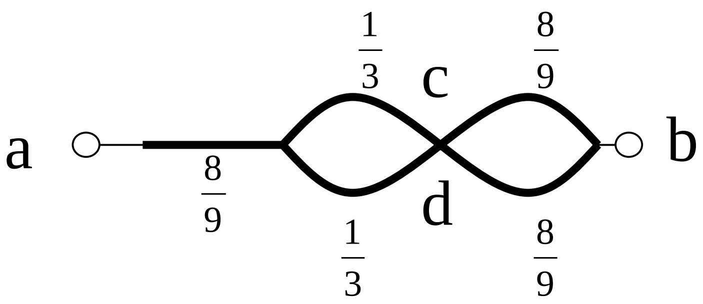
Ⅳ-4 ④

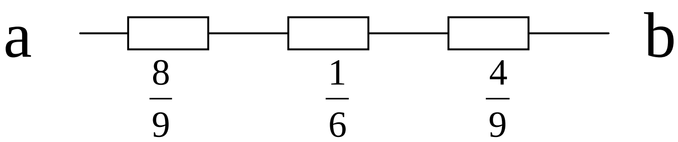
Ⅳ-5 ④



上下対称であるからc,dの電位は等しくc,d間を短絡しても電流分布は不変







合成抵抗は、

$$\frac{8}{9}+\frac{1}{6}+\frac{4}{9}=\frac{48+9+24}{54}=\frac{81}{54}=1.5$$

Ⅳ-6 ③

図1

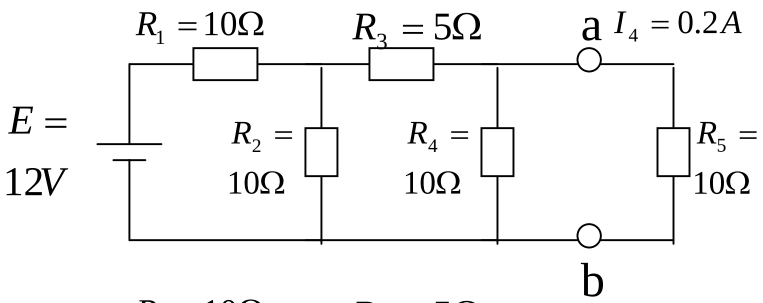


図2

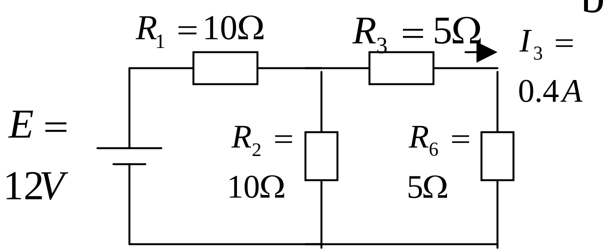


図3

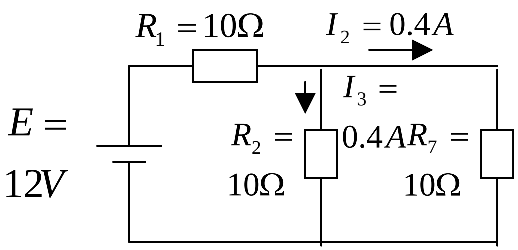
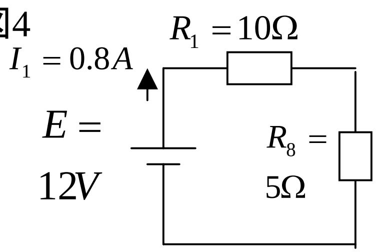


図4

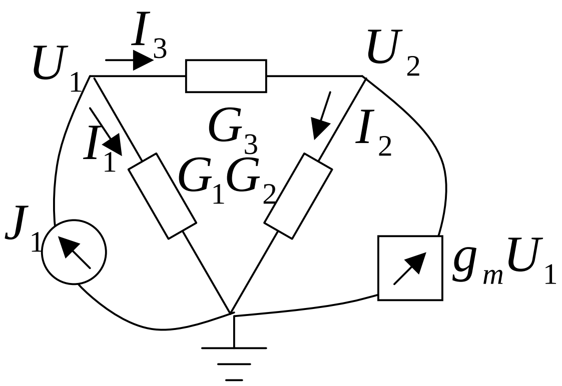


図の右端の方から順次、並列、直列合成を行えば、図1から図4のように変形できる。図4で合成抵抗は15Ωであるから電流は

$I_1 = \frac{12}{15} = 0.8A$である。

これから、図3、図2、図1と順次さかのぼっていけば、$I = I_4 = 0.2A$が得られる。

Ⅳ-7 ①



図のように I_1, I_2, I_3 を定めると回路方程式は

$$I_1 + I_3 = J_1$$
$$I_2 - I_3 = g_m U_1$$
$$I_1 = U_1 G_1$$
$$I_2 = U_2 G_2$$
$$I_3 = (U_1 - U_2) G_3$$

下行3式を上の2式に代入して、

$$U_1 G_1 + (U_1 - U_2) G_3 = J_1$$
$$U_2 G_2 - (U_1 - U_2) G_3 = g_m U_1$$

整理して、

$$U_1 (G_1 + G_3) - U_2 G_3 = J_1$$
$$-U_1 (g_m + G_3) + U_2 (G_2 + G_3) = 0$$

$-U_1(g_m + G_3) + U_2(G_2 + G_3) = 0$から、

$$U_1 = \frac{G_2 + G_3}{g_m + G_3} U_2$$

$U_1(G_1 + G_3) - U_2 G_3 = J_1$に代入して、

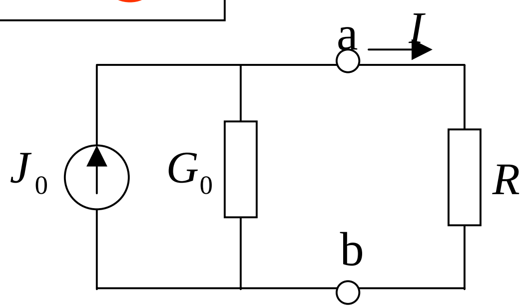
$$\left\{ \frac{(G_1 + G_3)(G_2 + G_3)}{g_m + G_3} - G_3 \right\} U_2 = J_1$$

$$\left(\frac{G_1 G_2 + G_1 G_3 + G_2 G_3 + G_3^2 - g_m G_3 - G_3^2}{g_m + G_3} \right) U_2 = J_1$$

$$\left(\frac{G_1 G_2 + G_1 G_3 + G_2 G_3 - g_m G_3}{g_m + G_3} \right) U_2 = J_1$$

$$\therefore U_2 = \frac{(g_m + G_3) J_1}{G_1 G_2 + G_1 G_3 + G_2 G_3 - g_m G_3}$$

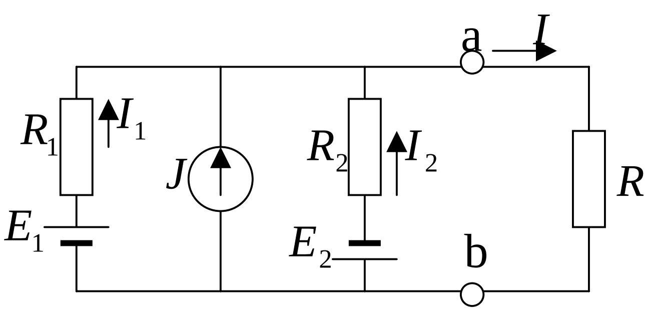
Ⅳ-8 ④



まず、ノートン等価回　路では、次式が成り立つ。

$$I=J_0\times\frac{\frac{1}{R}}{G_0+\frac{1}{R}}=J_0\times\frac{1}{1+RG_0}\cdots(1)$$

与えられた回路から、　上式の形を導いてみる。



J, E_1, E_2 をそれぞれ独立に与えてRに流れる電流を合成して求める。

E_1による分は、$\dfrac{E_1}{R_1+\dfrac{R_2R}{R_2+R}}\times\dfrac{R_2}{R_2+R}=\dfrac{R_2}{R_1R_2+R_1R+R_2R}E_1$

E_2による分は、$\dfrac{-E_2}{R_2+\dfrac{R_1R}{R_1+R}}\times\dfrac{R_1}{R_1+R}=\dfrac{-R_1}{R_1R_2+R_1R+R_2R}E_2$

Jによる分は、$J\times\dfrac{\frac{1}{R}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R}}=\dfrac{R_1R_2}{R_1R_2+R_1R+R_2R}J$

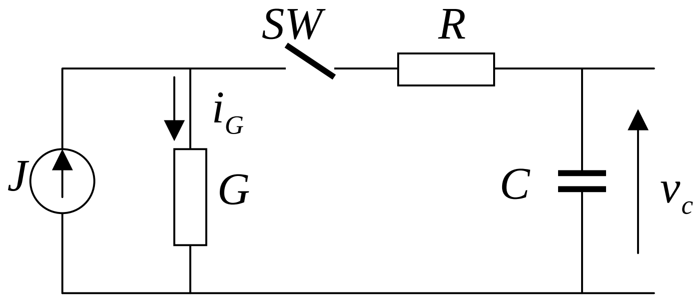
$$\therefore I=\frac{E_1R_2-E_2R_1+R_1R_2J}{R_1R_2+(R_1+R_2)R}=\frac{J+\dfrac{E_1R_2-E_2R_1}{R_1R_2}}{1+R\times\dfrac{(R_1+R_2)}{R_1R_2}}$$

(1)式と比較して、

$$G_0=\frac{R_1+R_2}{R_1R_2},\ J_0=J+\frac{E_1R_2-E_2R_1}{R_1R_2}$$

Ⅳ-9　⑤

次ページも参照



計算に時間がかかりそうなので選択肢の中から適合するものを探す方法を取ってみよう。

$t=0$ ではCは短絡と同等であるから電流はGとRのコンダクタンス比で流れる。

すなわち、$t=0$ で、$i_g=\dfrac{JG}{G+1/R}=\dfrac{JRG}{1+RG}$

これに適合するのは、⑤のみ。

①は $J-J=0$

②は $\dfrac{J}{1+RG}$

③は J

④は $J-J=0$

⑤は $J-\dfrac{J}{1+RG}=\dfrac{JRG}{1+RG}$

従って適合するのは⑤　しかない。

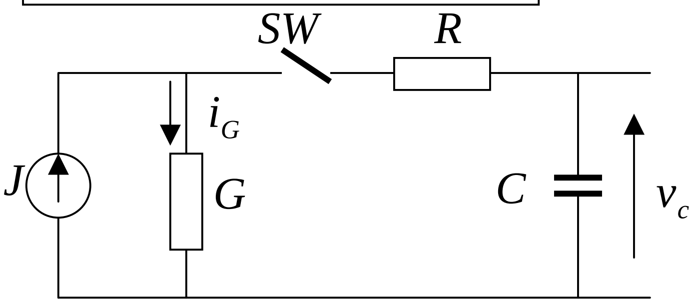
Cの電圧は最終的に充電　が終わった段階では Rに流れる電流が　0になり、$i_G=J$ であるから G の両端の電圧に等しくなる。すなわち　，

$t\to\infty$ では $v_c=J/G$ になる。

⑤の v_c は $t\to\infty$ で $\dfrac{J}{G}$ であり条件を満たす。

(実は①～⑤のすべてが　適合するので、この方法では　v_g の条件からは正解が不　明だが、i の条件で一つしかない　ので正解が決まる)

ラプラス変換を用いた計算



Jはコンダクタンス比で分流するので、
ラプラス変換後の i, v をI, Vと書けば、

$$I_G = \frac{J}{s}\frac{G}{G+\frac{1}{R+\frac{1}{sC}}}$$

$$V_c = \frac{I_G}{G}\times\frac{\frac{1}{sC}}{R+\frac{1}{sC}} = \frac{J}{s}\frac{1}{G+\frac{1}{R+\frac{1}{sC}}}\times\frac{\frac{1}{sC}}{R+\frac{1}{sC}}$$

(1) まず、i_G を計算する。

$$I_G = \frac{J}{s}\frac{G}{G+\frac{1}{R+\frac{1}{sC}}} = \frac{J}{s}\frac{G}{G+\frac{sC}{1+sRC}}$$

$$= \frac{J}{s}G\frac{1+sRC}{G+sC(1+RG)} = \frac{JGRC}{C(1+RG)}\frac{s+1/RC}{s\{s+G/C(1+RG)\}}$$

$T_1 = RC,\ T_2 = C(1+RG)/G$として、

$$I_G = \frac{JGRC}{C(1+RG)}\frac{s+1/T_1}{s\{s+1/T_2\}}$$

$$= \frac{JRG}{1+RG}\frac{s+1/T_1}{s(s+1/T_2)} = \frac{JRG}{1+RG}\left(\frac{A}{s}+\frac{B}{s+1/T_2}\right)$$

$$= \frac{JRG}{1+RG}\frac{(s+1/T_2)A+sB}{s(s+1/T_2)} = \frac{JRG}{1+RG}\frac{s(A+B)+A/T_2}{s(s+1/T_2)}$$

$$A+B=1,\ A/T_2 = 1/T_1 \rightarrow A = T_2/T_1 = (1+RG)/RG$$

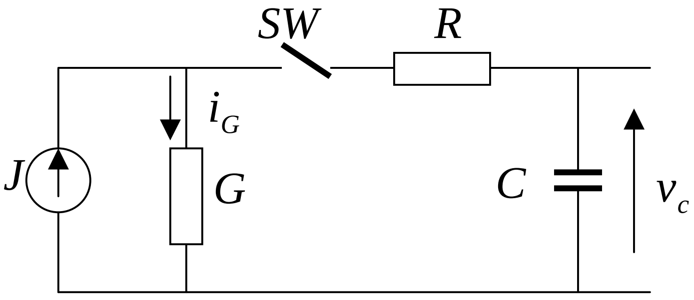
$$B = 1-A = (T_1-T_2)/T_1 = -1/RG$$

$$B/A = \frac{-1}{1+RG}$$

から、逆変換して、

$$i_G = \frac{JRGA}{1+RG}\left(1+\frac{B}{A}\varepsilon^{-\frac{G}{C(1+RG)}t}\right)$$

$$= J\left(1-\frac{1}{1+RC}\varepsilon^{-\frac{G}{C(1+RG)}t}\right)$$、これは⑤のi_Gに等しい。



(2)　つぎに、v_C を計算する。

$$V_c=\frac{I_G}{G}\times\frac{\frac{1}{sC}}{R+\frac{1}{sC}}=\frac{J}{s}\frac{1}{G+\frac{1}{R+\frac{1}{sC}}}\times\frac{\frac{1}{sC}}{R+\frac{1}{sC}}$$

$$=\frac{J}{s}\frac{1}{G+\frac{sC}{sCR+1}}\times\frac{1}{sCR+1}$$

$$=\frac{J}{s}\frac{1}{G(sCR+1)+sC}$$

$$=\frac{J}{s}\frac{1}{s(GCR+C)+G}$$

$$=\frac{J}{C(1+RG)}\frac{1}{s\left(s+\frac{G}{C(1+RG)}\right)}$$

$$=\frac{J}{C(1+RG)}\frac{1}{s(s+1/T_2)}$$

$$V_C=\frac{JT_2}{C(1+RG)}\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1/T_2}\right)$$

$$=\frac{JC(1+RG)}{C(1+RG)G}\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1/T_2}\right)$$

$$=\frac{J}{G}\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+1/T_2}\right)$$

逆変換して、

$$v_G=\frac{J}{G}\left(1-\varepsilon^{-\frac{1}{T_2}t}\right)=\frac{J}{G}\left(1-\varepsilon^{-\frac{G}{C(1+RG)}t}\right)$$

これは、②、④、⑤が適合する。

Ⅳ-10 ④

直列共振では0、並列共振では無限大ということから容易に選択できる。

Ⅳ-11 ①

$$V_2/V_1=\frac{\dfrac{1}{1/R_2+j\omega C_2}}{\dfrac{1}{1/R_1+j\omega C_1}+\dfrac{1}{1/R_2+j\omega C_2}}$$

$$=\frac{1}{\dfrac{1/R_2+j\omega C_2}{1/R_1+j\omega C_1}+1}=\frac{1/R_1+j\omega C_1}{1/R_1+j\omega C_1+1/R_2+j\omega C_2}$$

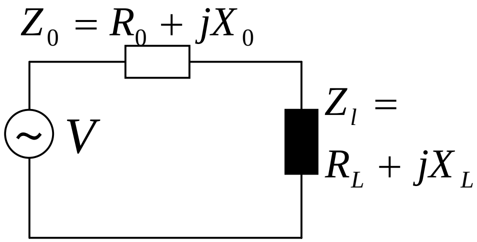
$$=\frac{1/R_1+j\omega C_1}{(1/R_1+1/R_2)+j\omega(C_1+C_2)}$$

これがωに無関係になるには、

$$\frac{1/R_1}{1/R_1+1/R_2}=\frac{R_2}{R_1+R_2}=\frac{C_1}{C_1+C_2}$$

$$\rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\frac{C_1}{C_2}\rightarrow R_1C_1=R_2C_2$$

Ⅳ-12 ②



$$I=\frac{V}{R_0+jX_0+R_L+jX_L}$$

消費電力は

$$P_L=|I|^2R_L=\frac{V^2R_L}{(R_0+R_L)^2+(X_0+X_L)^2}$$

$$=\frac{V^2}{(R_0+R_L)^2/R_L+(X_0+X_L)^2/R_L}$$

Vは一定であるから、この分母を最小にすればよい。

$$F=\{(R_0+R_L)^2+(X_0+X_L)^2\}/R_L$$

$$\frac{\partial F}{\partial X_L}=0=2(X_0+X_L)/R_L\rightarrow X_L=-X_0$$

$$\frac{\partial F}{\partial R_L}=\frac{2(R_0+R_L)R_L-(R_0+R_L)^2}{R_L^2}=0$$

$$\rightarrow 2R_L-(R_0+R_L)=0\rightarrow R_L=R_0$$

Ⅳ-12　続き

微分を使わないでも求められる。

$$P_L = \frac{V^2}{(R_0 + R_L)^2 / R_L + (X_0 + X_L)^2 / R_L}$$

R_LとX_Lとは独立に決められるので、まず、

$(X_0 + X_L)^2$の最小値は、$X_0 + X_L = 0 \rightarrow X_L = -X_0$

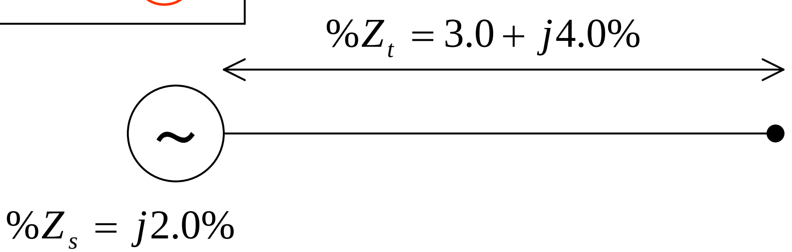
つぎに、R_Lは、$(R_0 + R_L)^2 / R_L = R_L + \frac{R_0^2}{R_L} + 2R_0$

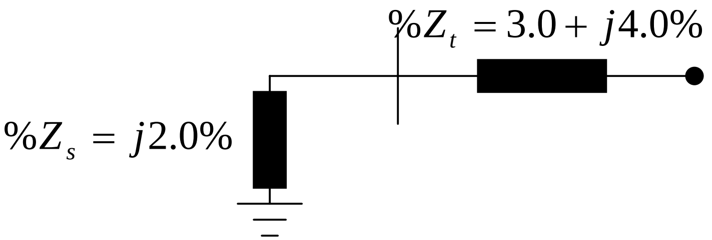
が最小のときで、それは、この第1項と第2項

の積がR_0^2と一定であるから$R_L = \frac{R_0^2}{R_L}$のとき、

すなわち$R_L = R_0$のときと分る。

Ⅳ-13　③





受電点から電源側を見た合成インピーダンスは

$$\frac{3.0 + j4.0 + j2.0}{100} = 0.03 + j0.06\ [pu]$$

ゆえに短絡容量は、

$$\left| \frac{1}{0.03 + j0.06} \right| \times 10[MVA]$$

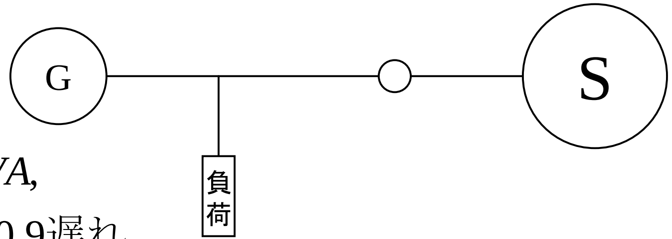
$$= \frac{10}{\sqrt{0.03^2 + 0.06^2}}$$

$$= \frac{10}{0.03\sqrt{1^2 + 2^2}} = \frac{10\sqrt{5}}{0.03 \times 5} = \frac{2 \times 2.23607}{0.03}$$

$$= 149.1$$

③の150MVAが最も近い。

Ⅳ-14 ②



100kVA, $pf = 0.9$遅れ、

47kVA, $pf = 0.8$遅れ、

発電機の出力は、

$$100 \times 0.9 + j100 \times \sqrt{1 - 0.9^2} = 90 + j43.59$$

負荷は、

$$47 \times 0.8 + j47 \times \sqrt{1 - 0.8^2} = 37.6 + j28.2$$

したがって、差し引き送電電力は、

$$(90 - 37.6) + j(43.59 - 28.2)$$

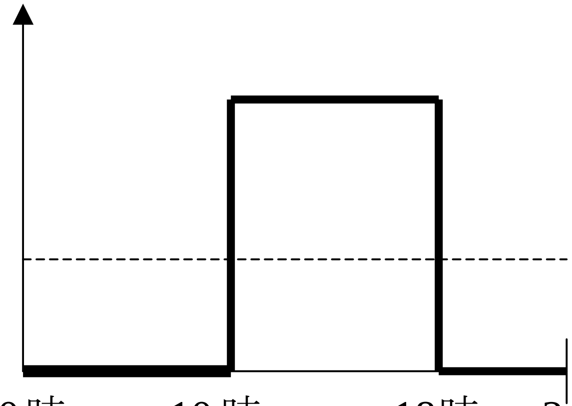
$$= 52.4 + j15.39$$

この力率pfは、

$$pf = \frac{52.4}{\sqrt{52.4^2 + 15.39^2}} = \frac{52.4}{54.613} = 0.9594$$

②の 0.96 が最も近い。

Ⅳ-15 ③



発電機の出力 $P[kW]$ は、流量を$Q[m^3/s]$, 落差を$H[m]$, 効率を η とすれば、

$$P = 9.8\eta QH$$

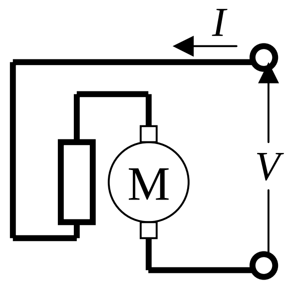
発電時の流量は、24時間流量を8時間に集約しているから

$$4 \times 24 = Q \times 8 \rightarrow Q = 12[m^3]$$

$$\therefore P = 9.8 \times 0.85 \times 12 \times 100 = 9996[kW]$$

これは③の 10000kW に最も近い。

Ⅳ-16 ③



$$N=\frac{V-I_aR_a}{K\Phi}$$

$$1200=\frac{400-40\times 0.4}{K\Phi}$$

$$K\Phi=\frac{400-40\times 0.4}{1200}=0.32$$

$$X=\frac{300-40\times 0.4}{0.32}=887.5$$

③が最も近い。

Ⅳ-17 ①

Ⅳ-18 ①

Ⅳ-19 ③

Ⅳ-20 ⑤

$$G(s)=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$$

$\zeta>0,\ \omega_n>0$

分母を 0 にする解は、

$s^2+2\zeta\omega+\omega_n^2$

$=(s+\zeta)^2-(\zeta^2-\omega_n^2)=0$

$\zeta^2\ge\omega_n^2$ のときは、

$s=-\zeta\pm\sqrt{\zeta^2-\omega_n^2}$

$\zeta^2<\omega_n^2$ のときは、

$s=-\zeta\pm j\sqrt{\omega_n^2-\zeta^2}$

①$\zeta^2=\omega_n^2$ のときは、臨界制動

②$\lim_{s\to 0}G(s)\frac{1}{s}\times s=\omega_n^2\ne 0$

③$G(j\omega)=\dfrac{1}{(1-\varphi^2)+2j\zeta\varphi}$

$\varphi=\omega/\omega_n$ とおけば、

$$|G(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{(1-\varphi^2)^2+4\zeta^2\varphi^2}}$$

$(1-\varphi^2)^2+4\zeta^2\varphi^2=\{\varphi^2-(1-2\zeta^2)\}^2+\varphi^2$

$\varphi=\pm\sqrt{1-2\zeta^2}\to\omega=\pm\omega_n\sqrt{1-2\zeta^2}$

④$\lim_{\omega\to\infty}G(j\omega)\to 0/j^2$なので180度遅れ。

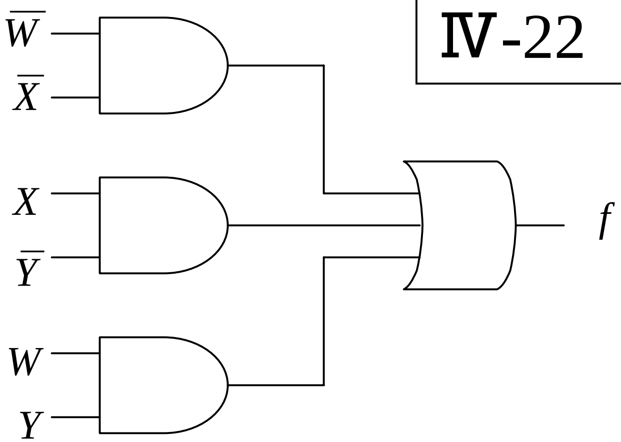
⑤$\zeta^2\ge\omega_n^2$ のときは、

$\mathrm{Re}(s)=-\zeta\pm\sqrt{\zeta^2-\omega_n^2}<0$

$\zeta^2\ge\omega_n^2$ のときは、

減衰振動になるので安定

Ⅳ-21 ⑤



Ⅳ-22 ⑤

まず、数値代入方式で 試してみよう。

$W = X = Y = 0,, \overline{W} = \overline{X} = \overline{Y} = 1$ のとき、

$1+1=1,\ 1+0=1,\ 0+0=0$

$1\cdot 1=1,\ 1\cdot 0=0,\ \ 0\cdot 0=0,$ を使う。

以下、論理積の ・を省略する。

$f(W,X,Y)$

$= \overline{W}\,\overline{X} + X\overline{Y} + WY = 1+0+0=1$

としてみると⑤が違う と分る。

① $X\overline{Y} + \overline{X}Y + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

② $WX + \overline{W}\,\overline{X} + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

③ $\overline{X}Y + WX + \overline{W}\,\overline{X} + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

④ $X\overline{Y} + \overline{W}\,\overline{X} + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

⑤ $X\overline{Y} + \overline{X}Y + WX + WY = 0$

この方式は、適当な数 値を見つけないと使え ない。

たとえば、$W = X = Y = 1,, \overline{W} = \overline{X} = \overline{Y} = 0$とすると、

$f(W,X,Y) = \overline{W}\,\overline{X} + X\overline{Y} + WY = 0+0+1=1$

以下のように、すべて 1になり区別がつかない 。

① $X\overline{Y} + \overline{X}Y + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

② $WX + \overline{W}\,\overline{X} + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

③ $\overline{X}Y + WX + \overline{W}\,\overline{X} + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

④ $X\overline{Y} + \overline{W}\,\overline{X} + WY + \overline{W}\,\overline{Y} = 1$

⑤ $X\overline{Y} + \overline{X}Y + WX + WY = 1$

ちゃんとした証明はかなり面倒であるがやって見る。

$A+\overline{A}=1,\ A+A=A,\ A\cdot 1=A,\ \ A(1+B)=A$

$f(W,X,Y) = \overline{W}\,\overline{X} + X\overline{Y} + WY$

①

$X\overline{Y} + \overline{X}Y + WY + \overline{W}\,\overline{Y}$

$= X\overline{Y} + WY + (W+\overline{W})\overline{X}Y + \overline{W}(X+\overline{X})\overline{Y}$

$= X\overline{Y} + WY + \overline{W}\,\overline{X}(Y+\overline{Y}) + W\overline{X}Y + \overline{W}X\overline{Y}$

$= X\overline{Y} + WY + \overline{W}\,\overline{X} + W\overline{X}Y + \overline{W}X\overline{Y}$

$= (W+\overline{W})X\overline{Y} + W(X+\overline{X})Y + +\overline{W}\,\overline{X}(Y+\overline{Y}) + W\overline{X}Y + \overline{W}X\overline{Y}$

$= (1+\overline{W})X\overline{Y} + \overline{W}\,\overline{X} + W(1+\overline{X})Y$

$= X\overline{Y} + \overline{W}\,\overline{X} + WY = f$

②

$$WX+\overline{W}\,\overline{X}+WY+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+WX+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+WX+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+WX(Y+\overline{Y})+\overline{W}(X+\overline{X})\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+\left(W+\overline{W}\right)X\overline{Y}+WXY+\overline{W}\,\overline{X}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+X\overline{Y}+WXY+\overline{W}\,\overline{X}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}\left(1+\vec{Y}\right)+WY(1+X)+X\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+X\overline{Y}=f$$

③

$$\overline{X}Y+WX+\overline{W}\,\overline{X}+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+\overline{X}Y+WX+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+\left(W+\overline{W}\right)\overline{X}Y+WX\left(Y+\overline{Y}\right)+\overline{W}\left(X+\overline{X}\right)\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+W\left(\overline{X}+X\right)Y+\left(W+\overline{W}\right)X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}Y+\overline{W}\,\overline{X}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}Y+\overline{W}\,\overline{X}\,\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+WY+X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}\left(Y+\overline{Y}\right)$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}(1+1)+WY+X\overline{Y}$$
$$=\overline{W}\,\overline{X}+X\overline{Y}+WY=f$$

④

$$X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}+WY+\overline{W}\,\overline{Y}$$
$$=\left(W+\overline{W}\right)X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}\left(Y+\overline{Y}\right)+W\left(X+\overline{X}\right)Y+\overline{W}\left(X+\overline{X}\right)\overline{Y}$$
$$=\left(1+\overline{W}\right)X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}\left(1+\overline{Y}\right)+WY$$
$$=X\overline{Y}+\overline{W}\,\overline{X}+WY=f$$

⑤

$$X\overline{Y}+\overline{X}Y+WX+WY$$
$$=\left(W+\overline{W}\right)X\overline{Y}+\left(W+\overline{W}\right)\overline{X}Y+WX\left(Y+\overline{Y}\right)+W\left(X+\overline{X}\right)Y$$
$$=(1+W)X\overline{Y}+W\left(\overline{X}+X\right)Y+\overline{W}\,\overline{X}Y+W\overline{X}Y+WXY+WXY$$
$$=X\overline{Y}+WY+\overline{W}\,\overline{X}Y+W\left(X+\overline{X}\right)Y+WXY$$
$$=X\overline{Y}+WY+\overline{W}\,\overline{X}Y+WY+WXY$$
$$=X\overline{Y}+WY+\overline{W}\,\overline{X}Y+W(1+X)Y$$
$$=X\overline{Y}+WY+\overline{W}\,\overline{X}Y+WY$$
$$=X\overline{Y}+WY+\overline{W}\,\overline{X}Y\neq f$$

カルノーマップを利用する例については
技術士基礎編　カルノーマップと論理演算参照

Ⅳ-23 ③ 次ページに別解法

$$A+\overline{A}=1,\quad A\cdot 1=A,\quad A(1+B)=A,\ A+A=A$$

を使います。

以下、論理積の・を省略します。

$$f(W,X,Y,Z)$$
$$=\overline{W}X\overline{Y}Z+WXY\overline{Z}+XYZ+\overline{W}XY$$
$$=\overline{W}X\overline{Y}Z+WXY\overline{Z}+\left(W+\overline{W}\right)XYZ+\overline{W}XY\left(Z+\overline{Z}\right)$$
$$=\overline{W}X\overline{Y}Z+WXY\overline{Z}+WXYZ+\overline{W}XYZ+\overline{W}XYZ+\overline{W}XY\overline{Z}$$
$$=\left(\overline{W}XYZ+\overline{W}X\overline{Y}Z\right)+\left(WXY\overline{Z}+\overline{W}XY\overline{Z}\right)+$$
$$+\left(WXYZ+\overline{W}XYZ\right)$$
$$=\overline{W}X\left(Y+\overline{Y}\right)Z+\left(W+\overline{W}\right)XY\overline{Z}+\left(W+\overline{W}\right)XYZ$$
$$=\overline{W}XZ+XY\overline{Z}+XYZ$$
$$=\overline{W}XZ+XY\left(Z+\overline{Z}\right)$$
$$=\overline{W}XZ+XY\quad=③$$

Ⅳ-24 ⑤

次々ページ参照

Ⅳ-25 ⑤

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)\varepsilon^{-j\frac{2\pi nk}{N}}$$
$$=2+1\varepsilon^{-j\frac{2\pi k}{N}}+0+\cdots 0+1\varepsilon^{-j\frac{2\pi(N-1)k}{N}}$$
$$=2+\cos\left(\frac{2\pi k}{N}\right)-j\sin\left(\frac{2\pi k}{N}\right)+$$
$$+\cos\left(\frac{2\pi(N-1)k}{N}\right)-j\sin\left(\frac{2\pi(N-1)k}{N}\right)$$
$$=2+2\cos 2\pi\cos\left(\frac{2\pi(N-2)k}{N}\right)-$$
$$-j2\sin 2\pi\cos\left(\frac{2\pi(N-2)k}{N}\right)$$
$$=2+2\cos\left(\frac{2\pi k}{N}\right)$$

IV-23カルノーマップの利用、技術士基礎編　カルノーマップと論理演算参照

YZ / WX	00	01	11	10
00				
01		1	1	1
11			1	1
10				

4変数W、X、Y、Zの論理式、

$$F(W,X,Y,Z)=\overline{W}X\overline{Y}Z+WXY\overline{Z}+XYZ+\overline{W}XY$$

を最も簡単化した論理 式の正誤選択問題。

(平成21年度電気電子一次)

ここでは、まずカルノ ーマップを作る必要が ある。

4変数で表示されている $\overline{W}X\overline{Y}Z$と$WXY\overline{Z}$は直ちに 1 を入れる場所が分る。

3変数の XYZ と$\overline{W}XY$ については、これらに 含まれない要素を次の ようにして加え、

$$XYZ=(W+\overline{W})XYZ=WXYZ+\overline{W}YYZ,\quad \overline{W}XY=\overline{W}XY(Z+\overline{Z})=\overline{W}XYZ+\overline{W}XY\overline{Z}$$

と変形することによっ て1を入れる場所が分る（ $\overline{W}XYZ$ は共通になっている） 。

表ができたら、集約作 業に入る。 1 が縦横に 隣接する所に着目して まとめると、

実線部が$(\overline{W}X+WX)(YZ+Y\overline{Z})=XY$、破線部が、 $\overline{W}X(\overline{Y}Z+YZ)=\overline{W}XZ$

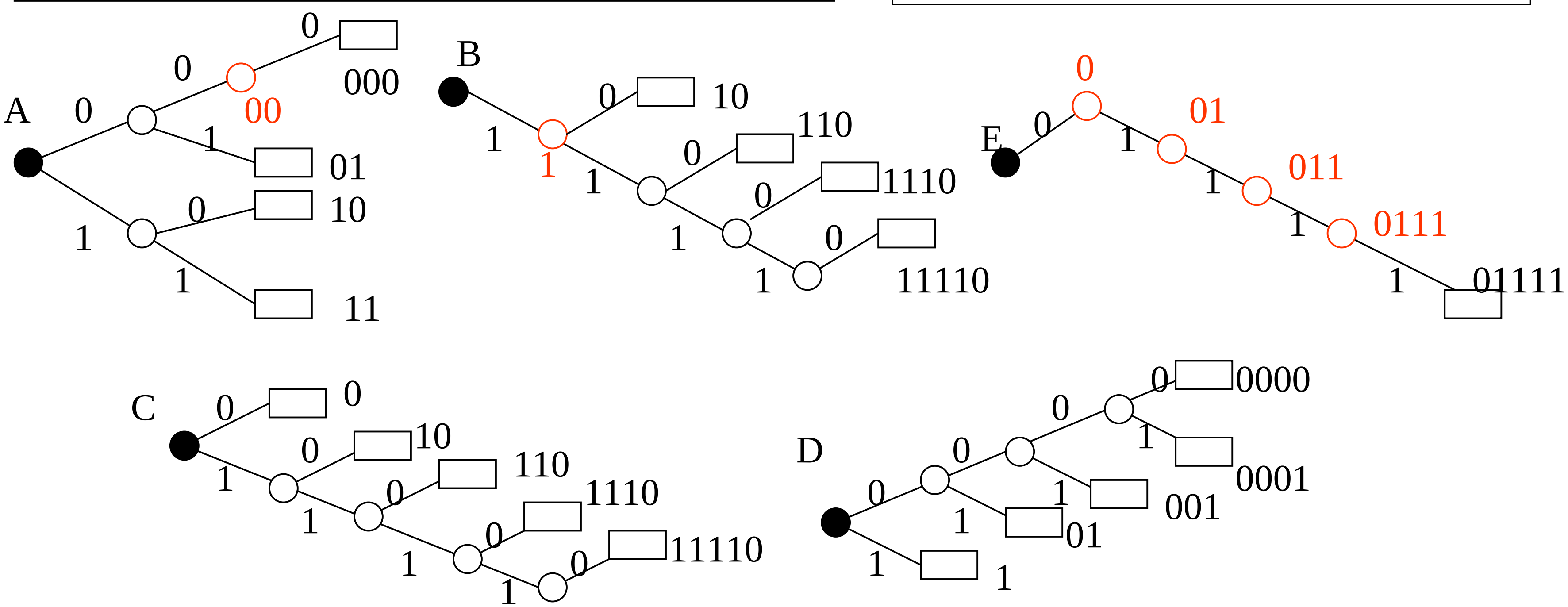
したがって、$F(W,X,Y,Z)=XY+\overline{W}XZ$ と簡略化される。

Ⅳ-24 ⑤
技術士基礎編（情報論理）「符号の木」参照

次のうち下表の符号で瞬時復号可能な符号の組合せは
①BCDE ②BCE ③AD ④BE ⑤CD のうちどれか。

符号A	符号B	符号C	符号D	符号E
000	1	0	1	0
11	10	10	01	01
10	110	110	001	011
01	1110	1110	0001	0111
00	11110	11110	0000	01111

「符号の木」を描けば下記の通りCDだけがすべての符号が葉で終端しているのに対しABEは節で終わるものがある。これまでの学習から、観察によっても判断できる。瞬時復号不能な場合は、ある符号が別の符号の終端のひとつ手前までの経路の一部分になっている場合で、左の表のA(00 と000), B(1と10,110,,,), E(0と01,01と011,,,,)が挙げられる。
Cは0で区切られ、Dは1で区切られるか又は4桁の0で区切られ瞬時復号化可能。
（⑤が正解）



Ⅳ-26 ④

Ⅳ-27 ④

Ⅳ-28 ③

Ⅳ-29 ②

Ⅳ-30 ④

素子Aの抵抗値が線形の領域では

$$R_A = \frac{5V}{2.5mA} = 2.0k\Omega$$

電流は$\dfrac{20V}{(5+2)k\Omega} = 2.857\cdots mA > 2.5mA$(飽和電流)

となるので、飽和領域にあり電流は$2.5mA$である。

従って$5k\Omega$にかかる電圧は、$2.5mA \times 5k\Omega = 12.5V$

Ⅳ-31 ①

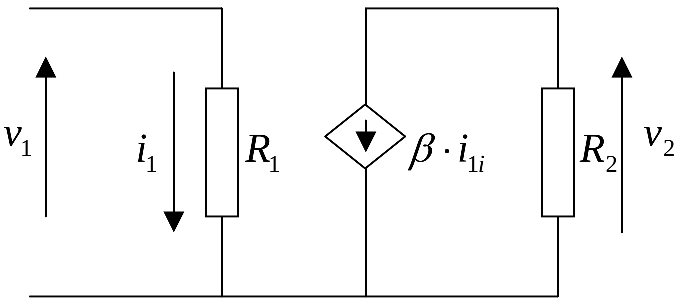
Ⅳ-32 ①

Ⅳ-34 ④

Ⅳ-35 ②

反転型オペアンプである。
「オペアンプ」参照

Ⅳ-33 ①



$$v_1 = i_1 R_1,\ v_2 = -\beta \cdot i_1 R_2$$

$$\therefore \frac{v_2}{v_1} = -\frac{\beta \cdot i_1 R_2}{i_1 R_1} = -\beta \frac{R_2}{R_1}$$