令和８年度専攻科入学者選抜前期学力検査問題

機械・電子システム工学専攻　電子制御系　専門Ｉ（電気回路）　(1／5)

受験番号	氏　　名	得　点	総 得 点

問１（１）　図1-1の回路が定常状態にあるとき、電流I[A]と電圧V[V]を求めよ。（10点）

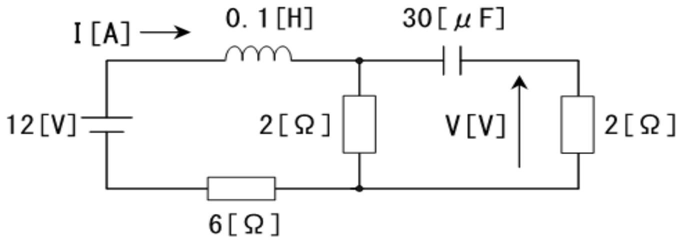
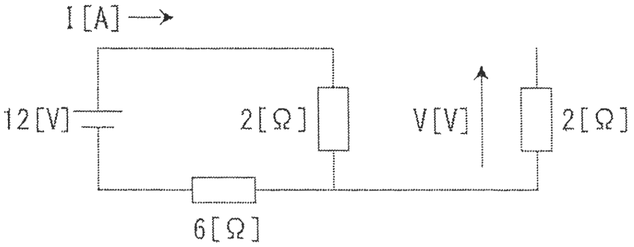


図 1-1

定常状態の回路図



$$I = 12/8 = 1.5$$

解答欄

I	1.5	[A]	5点
V	0	[V]	5点

（２）　図1-1の回路で、コイルに流れる電流が0.001[S]間に、0.0001[A]から0.05[A]に変化したとする。このとき、コイルに生じる誘導起電力E[V]の大きさを求めよ。また、このようにコイルに誘導起電力が生じることを説明している法則名を答えよ。（10点）

$$E = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.1 \times \frac{0.05 - 0.0001}{0.001} = 4.99$$

解答欄

E	4.99	[V]	5点
法則名	ファラデーの電磁誘導の法則		5点

受験番号	氏　名	得　点

問２　以下の回路（図2-1）において、11[Ω]の抵抗に流れる電流I（a→bが正）を求めよ。（20点）

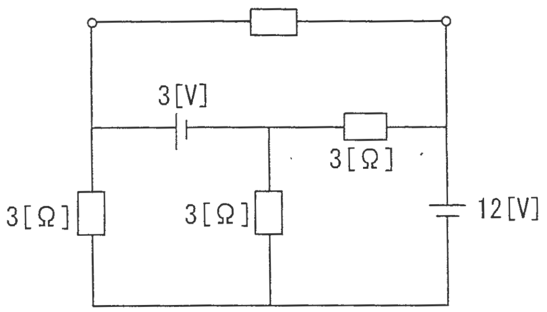
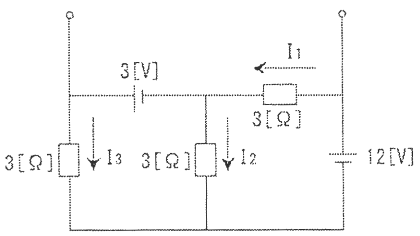


図 2-1

鳳・テブナンの定理を用いて求める。



(1)(3)より

$$12 = 3(I_2 + I_3) + 3I_2$$

$$12 = 6I_2 + 3I_3 \quad \cdot\cdot\cdot (4)$$

(4)-(2)より

$$12 = 6I_2 + 3I_3$$

$$-\quad 3 = -3I_2 + 3I_3$$

$$9 = 9I_2$$

$$I_2 = 1$$

(3)より

$$12 = 3I_1 + 3\times 1$$

$$I_1 = 3$$

したがって，開放電圧 Vab は

$$V_{ab} = 9 - 3 = 6$$

キルヒホッフの第１法則より

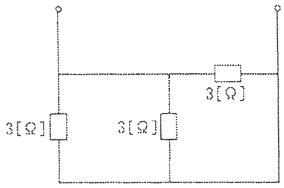
$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \cdot\cdot\cdot (1)$$

左側の閉路において，キルヒホッフの第２法則より

$$3 = -3I_2 + 3I_3 \quad \cdot\cdot\cdot (2)$$

右側の閉路において，キルヒホッフの第２法則より

$$12 = 3I_1 + 3I_2 \quad \cdot\cdot\cdot (3)$$

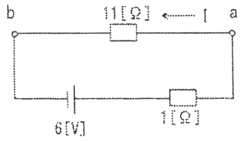


a-b 間の合成抵抗 Rab は

$$\frac{1}{R_{ab}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$$

$$R_{ab} = 1$$

鳳・テブナンの定理から得られる回路は



$$I = \frac{6}{12} = 0.5$$

解答欄

I	0.5	[A]

20 点

受験番号	氏　名		得　点

問３　以下の①～⑤の文章について、キルヒホッフの法則、重ね合わせの理、鳳・テブナンの定理のどれを説明しているかについて、以下の解答欄の各項目に番号を入れて答えよ。但し、どれにも該当しない説明もある。（10点）

①ある節点に流れ込む電流の総和は、流れ出る電流の総和に等しい。
②任意の二端子線形回路は、1つの電流源と1つの並列抵抗だけからなる回路に等価変換できる。
③線形回路に複数の独立電源（電圧源・電流源）があるとき、各電源が単独で作用すると仮定して生じる応答（電流・電圧）を合成することで、実際の回路の応答が求められる。
④任意の二端子回路（線形回路）は、1つの電圧源と1つの直列抵抗だけからなる回路として等価的に置き換えられる。
⑤任意の閉ループにおいて、電位差（電圧）の総和はゼロ。

解答欄

キルヒホッフの法則	①，⑤	4点
重ね合わせの理	③	3点
鳳・テブナンの定理	④	3点

解答

受験番号	氏　名	得　点

問４．図4-1の回路において各設問に答えよ。ただし、$\boldsymbol{E_1}$ = 100 ∠ 0° [V]、$\boldsymbol{E_2}$ = 100 ∠ 90° [V]、$\boldsymbol{E_3}$ = 100 ∠ -90° [V]、R_0 = 10 [Ω]、jX_L = j 10 [Ω]、- jX_C = - j 10 [Ω]、R = 5 [Ω]、jX = j 5 [Ω]とする。(20点)

（１） 網目電流$\boldsymbol{I_a}$ 、$\boldsymbol{I_b}$のフェーザ表示を求めよ。(5点×2問)

（２） 端子電圧$\boldsymbol{V}$のフェーザ表示を求めよ。(5点)

（３） 回路で消費される全電力Pの値を求めよ (5点)

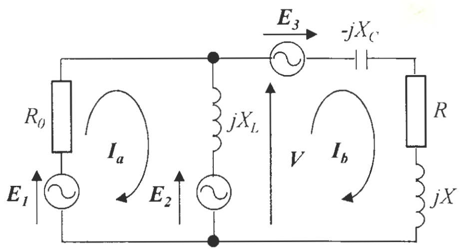


図 4-1

（１） $E_1 - E_2 = R_0 I_a + jX_L(I_a - I_b) \qquad E_1 - E_2 = (R_0 + jX_L)I_a - jX_L I_b \qquad 100 - j100 = (10 + j10)I_a - j10 I_b$

$E_2 + E_3 = (R + j(X - X_C))I_b + jX_L(I_b - I_a) \qquad E_2 + E_3 = -jX_L I_a + (R + j(X + X_L - X_C))I_b$

$j100 - j100 = -j10 I_a + (5 + j(5 + 10 - 10))I_b \qquad 0 = -j10 I_a + (5 + j5)I_b$

$$\begin{vmatrix} (10+j10) & (-j10) \\ (-j10) & (5+j5) \end{vmatrix}\begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 100 - j100 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} (10+j10) & (-j10) \\ (-j10) & (5+j5) \end{vmatrix} = (10 + j10)(5 + j5) - (-j10)(-j10))$$

$$= 50 + j50 + j50 - 50 + 100 = 100 + j100 = 141.42\angle 45.0°$$

$$\Delta I_a = \begin{vmatrix} (100 - j100) & (-j10) \\ 0 & (5+j5) \end{vmatrix} = (5 + j5)(100 - j100) = 500 - j500 + j500 + 500 = 1000 = 1000\angle 0°$$

$$\Delta I_b = \begin{vmatrix} (10+j10) & (100 - j100) \\ (-j10) & 0 \end{vmatrix} = j10(100 - j100) = 1000 + j1000 = 1414.21\angle 45°$$

$I_a = \dfrac{\Delta I_a}{\Delta} = \dfrac{1000\angle 0°}{141.42\angle 45°} = 7.07\angle -45° = 5.00 - j5.00$ [A] $\qquad I_b = \dfrac{\Delta I_b}{\Delta} = \dfrac{1414.21\angle 45°}{141.42\angle 45°} = 10\angle 0° = 10$ [A]

（２） $V = E_2 + jX_L(I_a - I_b) = j100 + (10\angle 90°)(5 - j5 - 10) = j100 + (10\angle 90°)(-5 - j5) = j100 + (10\angle 90°)(7.07\angle -135°)$

$= j100 + (70.7\angle -45°) = j100 + 50 - j50 = 50 + j50 = 70.7\angle 45°$ [V]

（３） $P = R_0 I_a^2 + R I_b^2 = 10 \times 7.07^2 + 5 \times 10^2 = 499.8 + 500 = 1000$ [W]

解答欄

問４（１）	$I_a = 7.07\angle -45°$ [A] $I_b = 10\angle 0°$ [A]
問４（２）	$V = 70.7\angle 45°$ [V]
問４（３）	$P = 1000$ [W]

受験番号	氏　名	得　点

解答

問５．図5-1の回路は定常状態にある。t = 0[s]でスイッチSを接続した。各設問に答えよ。(30点)

（１）Sを接続する前に流れている電流$i(0_)$を求めよ。(5点)

（２）Sを接続した後の回路方程式を電流$i(t)$の変数として求めよ。(5点)

（３）（２）の方程式を解き、回路の電流$i(t)$を求めよ。(5点)

（４）Sを接続した後の回路の時定数τを求めよ。(5点)

（５）コイルの端子電圧$v_L(t)$[V]を求めよ。(5点)

（６）電流$i(t)$の時間変化の概略を解答欄の問５（６）に図示せよ。また、（　　）には適切な値（t = 0時と最終値）を記入せよ。(5点)

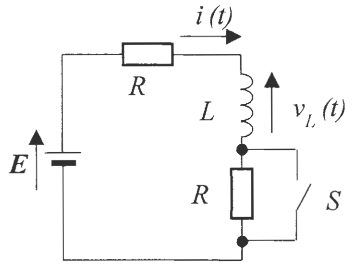


図 5-1

（１）定常状態ではLは短絡状態なので $i(0\_)=\frac{E}{R+R}=\frac{E}{2R}$ [A]

（２）$L\frac{di(t)}{dt}+Ri(t)=E$ [V]

（３）定常解　$L\frac{di(t)}{dt}+Ri(t)=E$　$\frac{di(t)}{dt}=0$ なので $Ri(t)=E$　$i_s(t)=\frac{E}{R}$ [A]

過渡解　$L\frac{di(t)}{dt}+Ri(t)=0$　$L\frac{di(t)}{dt}=-Ri(t)$　$\frac{1}{i(t)}\int di(t)=-\int\frac{R}{L}dt$　$\log i(t)=-\frac{R}{L}t+c$　$i(t)=e^{-\frac{R}{L}t+c}$

$i(t)=e^{-\frac{R}{L}t}e^{c}$　$i_t(t)=Ae^{-\frac{R}{L}t}$ [A]

一般解　$i(t)=i_s(t)+i_t(t)=\frac{E}{R}+Ae^{-\frac{R}{L}t}$ ここで、接続した後（t = 0[s]）の電流は$\frac{E}{2R}$なので

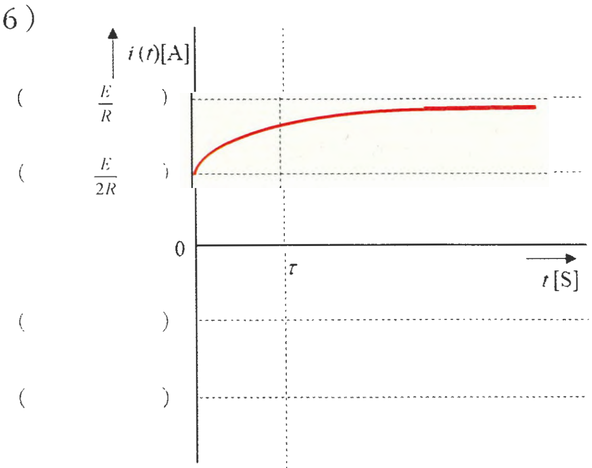
$\frac{E}{2R}=\frac{E}{R}+A$　$A=\frac{E}{2R}-\frac{E}{R}=-\frac{E}{2R}$　よって、$i(t)=i_s(t)+i_t(t)=\frac{E}{R}-\frac{E}{2R}e^{-\frac{R}{L}t}=\frac{E}{R}(1-\frac{1}{2}e^{-\frac{R}{L}t})$ [A]

（４）$\tau=\frac{1}{\frac{R}{L}}=\frac{L}{R}$　[s]

（５）$v_L(t)=L\frac{di(t)}{dt}=L\frac{d}{dt}(-\frac{E}{2R}e^{-\frac{R}{L}t})=L(-\frac{R}{L})(-\frac{E}{2R}e^{-\frac{R}{L}t})=\frac{E}{2}e^{-\frac{R}{L}t}$ [V]

（６）$i(t)=\frac{E}{R}(1-\frac{1}{2}e^{-\frac{R}{L}t})$、$t$ = 0のとき、$i(0)=\frac{E}{R}(1-\frac{1}{2})=\frac{E}{2R}$ [A]、t = ∞のとき、$i(\infty)=\frac{E}{R}(1-0)=\frac{E}{R}$ [A]

解答欄

<table>
<tr><td>問５（１）</td><td>$i(0\_)=\frac{E}{2R}$ [A]</td><td rowspan="5">問５（６）

</td></tr>
<tr><td>問５（２）</td><td>$L\frac{di(t)}{dt}+Ri(t)=E$ [V]</td></tr>
<tr><td>問５（３）</td><td>$i(t)=\frac{E}{R}(1-\frac{1}{2}e^{-\frac{R}{L}t})$ [A]</td></tr>
<tr><td>問５（４）</td><td>$\tau=\frac{L}{R}$ [s]</td></tr>
<tr><td>問５（５）</td><td>$v_L(t)=\frac{E}{2}e^{-\frac{R}{L}t}$ [V]</td></tr>
</table>