

令和7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）

(1/6)

受験番号	氏 名

得 点

総 得 点

問1 図1-1に示す回路(a)と等価になるように回路(b)の抵抗 R_1 , R_2 , $R_3[\Omega]$ を求めよ。(15点)

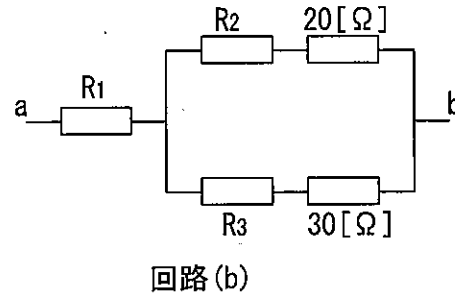
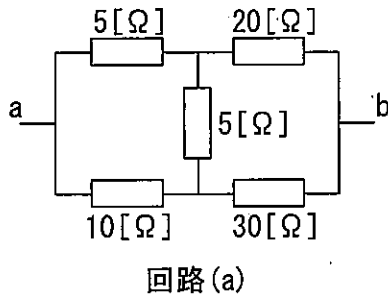


図 1-1

$\Delta - Y$ 変換式から、

$$R_1 = \frac{10 \times 5}{10 + 5 + 5} = 2.5$$

$$R_2 = \frac{5 \times 5}{10 + 5 + 5} = 1.25$$

$$R_3 = \frac{5 \times 10}{10 + 5 + 5} = 2.5$$

解答欄

R_1	2.5	$[\Omega]$
R_2	1.25	$[\Omega]$
R_3	2.5	$[\Omega]$

受験番号	氏 名

得 点

問2 以下の回路（図2-1）において、スイッチSを開いたときのスイッチSの両端の電圧は40[V]であった。このとき、抵抗R[Ω]の大きさを求めよ。また、スイッチSを閉じたときにa→bに流れる電流I[A]を求めよ。（20点）

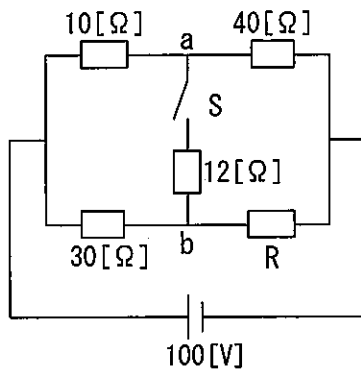
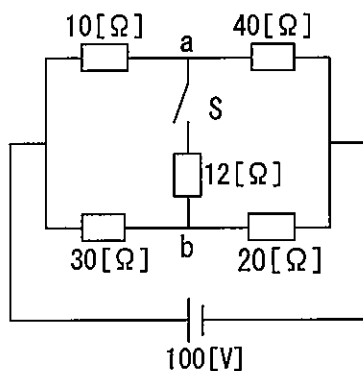


図 2-1

題意より、スイッチ S が開放されているとき、10[Ω]および 40[Ω]の分圧から、電位 $V_a=80[V]$ となる。ただし、電源の-の電位を 0[V]と仮定する。

これより、電位 $V_b=40[V]$ となる。したがって、抵抗 R にかかる電圧も 40[V]となる。

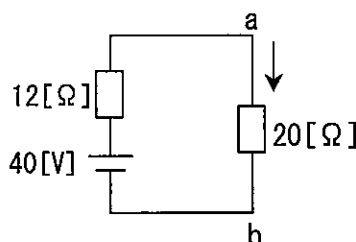
$$30 : R = 60 : 40 \quad R = \frac{30 \times 40}{60} = 20$$



鳳・テブナンの定理より、a-b 間の合成抵抗は

$$R_{ab} = \frac{10 \times 40}{50} + \frac{30 \times 20}{50} = 20$$

鳳・テブナンの定理より、得られる回路は



$$I_{a \rightarrow b} = \frac{40}{32} = 1.25$$

解答欄

R	20	[Ω]
I	1.25	[A]

受験番号	氏 名

得 点

問3 以下の回路（図3-1）の電流 I_1 , I_2 [A]および回路の電力 P [W]を求めよ。（15点）

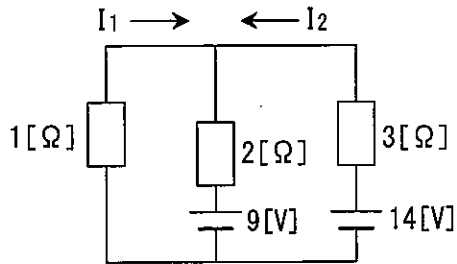
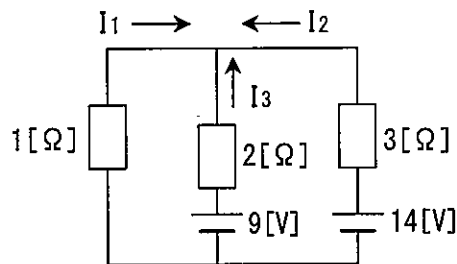


図 3-1



a 点において、キルヒホッフの第1法則より

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad \dots (1)$$

左側の閉路において、キルヒホッフの第2法則より

$$-9 = I_1 - 2I_3 \quad \dots (2)$$

右側の閉路において、キルヒホッフの第2法則より

$$14 - 9 = 3I_2 - 2I_3$$

$$5 = 3I_2 - 2I_3 \quad \dots (3)$$

(2)(3)より

$$-9 = -I_2 - I_3 - 2I_3$$

$$-9 = -I_2 - 3I_3 \quad \dots (4)$$

(4)×3+(3)より

$$-27 = -3I_2 - 9I_3$$

$$+ \quad 5 = 3I_2 - 2I_3$$

$$\hline -22 = -11I_3$$

$$I_3 = 2$$

(2)より

$$-9 = I_1 - 2 \times 2$$

$$I_1 = -5$$

(3)より

$$5 = 3I_2 - 2 \times 2$$

$$I_2 = 3$$

各抵抗で消費している電力の和を求める。

$$P = 1 \times (-5)^2 + 3 \times 3^2 + 2 \times 2^2 = 60$$

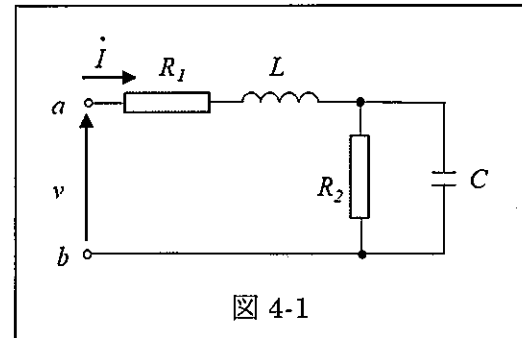
解答欄

I_1	-5	[A]
I_2	3	[A]
P	60	[W]

受験番号	氏 名

得 点

問 4 図の回路 (図 4-1) の全インピーダンス Z の極 (座標) 表示を求めよ。また、回路で消費される全電力 P と抵抗 R_2 で消費される電力 P_2 の値を求めよ。(12 点) (4 点×3 問) ただし、 $R_1 = 4[\Omega]$ 、 $L = 0.3[\text{mH}]$ 、 $R_2 = 2[\Omega]$ 、 $C = 25[\mu\text{F}]$ 、 $v = 28.28\sin(10000t + \pi/4)[\text{V}]$ である。



$$v = 28.28\sin(10000t + \frac{\pi}{4})[\text{V}] \quad V = \frac{28.28}{\sqrt{2}}\angle 45^\circ = 20.00\angle 45^\circ = 14.14 + j14.14[\text{V}]$$

$$Y_2 = \frac{1}{R_2} + j\omega C = \frac{1}{2} + j10000 \times 25 \times 10^{-6} = 0.5 + j0.25 = 0.56\angle 26.57^\circ[\text{S}]$$

$$Z_2 = \frac{1}{Y_2} = \frac{1}{0.56\angle 26.57^\circ} = 1.79\angle -26.57^\circ = 1.60 - j0.8[\Omega]$$

$$Z_1 = R_1 + j\omega L = 4 + j3 = 5.00\angle 36.87^\circ[\Omega]$$

$$Z = Z_1 + Z_2 = 4 + j3 + 1.60 - j0.8 = 5.6 + j2.2 = 6.02\angle 21.45^\circ[\Omega]$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{20.00\angle 45^\circ}{6.02\angle 21.45^\circ} = 3.32\angle 23.55^\circ[\text{A}]$$

$$\cos\theta = \cos(\theta_I - \theta_V) = \cos(23.55^\circ - 45^\circ) = 0.931$$

$$P = IV \cos\theta = 3.32 \times 20.00 \times 0.931 = 61.82[\text{W}]$$

$$V_1 = Z_1 I = (5.00\angle 36.87^\circ)(3.32\angle 23.55^\circ) = 16.62\angle 60.42^\circ = 8.20 + j14.45[\text{V}]$$

$$V_2 = V - V_1 = 14.14 + j14.14 - (8.20 + j14.45) = 5.94 - j0.31 = 5.95\angle -3.0^\circ[\text{V}]$$

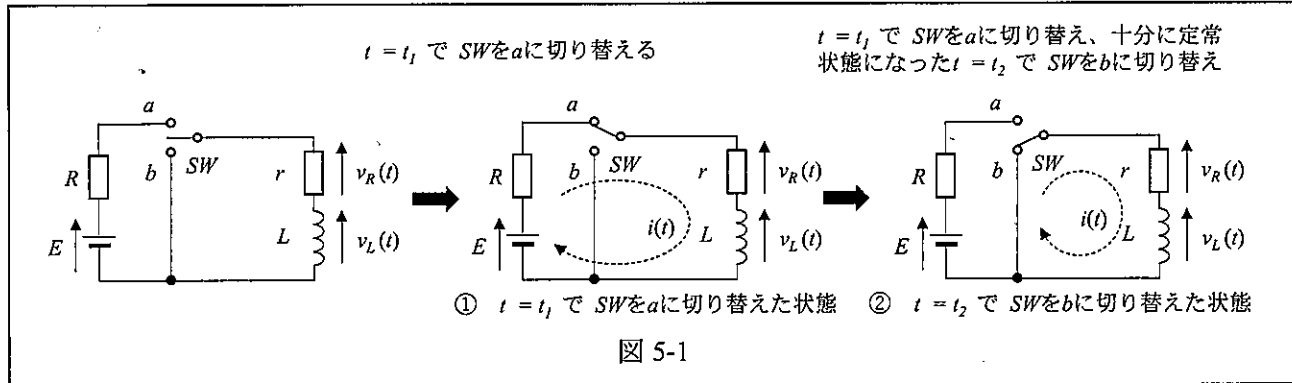
$$P_2 = I^2 R_2 = \left(\frac{V_2}{R_2}\right)^2 R_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{5.95^2}{2} = 17.7[\text{W}]$$

解答欄

問 4	$Z = 6.02\angle 21.45^\circ[\Omega]$ 、 $P = 61.82[\text{W}]$ 、 $P_2 = 17.7[\text{W}]$
-----	---

受験番号	氏 名

問5 図の回路(図5-1)において、下記の問いに答えよ。(38点)



- (1) 図 5-1 の①の状態 ($t = t_1$ で SW を a に入れた後) の回路方程式を電流 i の変数として記述せよ。(3 点)
- (2) 図 5-1 の①の状態における定常解 i_s 、過渡解 i_t および一般解 $i(t)$ を求めよ。(3 点×3 問: 9 点)
- (3) 図 5-1 の①の状態におけるコイルにかかる電圧 $v_L(t)$ を求めよ。(3 点)
- (4) 時定数 τ を求めよ。(3 点)
- (5) 図 5-1 の①の状態における L が消費するエネルギーを求めよ。(5 点)
- (6) 図 5-1 の②の状態 (十分に定常状態になった $t = t_2$ ($t_2 \gg t_1$) で SW を b に入れた後) の回路方程式を、電流 i を変数として記述せよ。(3 点)
- (7) 図 5-1 の②の状態における定常解 i_s 、過渡解 i_t および一般解 $i(t)$ を求めよ。(3 点×3 問: 9 点)
- (8) 図 5-1 の②の状態におけるコイルにかかる電圧 $v_L(t)$ を求めよ。(3 点)

$$(1) \quad v_R + v_L = E \quad (R+r)i + L \frac{di}{dt} = E \text{ [V]}$$

$$(2) \quad (R+r)i + L \frac{di}{dt} = E \quad \frac{di}{dt} = 0 \text{ なので } (R+r)i = E \quad i = \frac{E}{R+r} \quad i_s = \frac{E}{R+r} \text{ [A]}$$

$$(R+r)i + L \frac{di}{dt} = 0 \quad L \frac{di}{dt} = -(R+r)i \quad \int \frac{1}{i} di = - \int \frac{R+r}{L} dt \quad \log|i| = -\frac{R+r}{L} t \quad i = e^{-\frac{R+r}{L} t} i_0 \quad i = e^{-\frac{R+r}{L} t} e^{i_0}$$

$$i_t = A e^{-\frac{R+r}{L} t} \text{ [A]} \quad i = i_s + i_t = \frac{E}{R+r} + A e^{-\frac{R+r}{L} t} \quad \text{ここで、} t = 0, i = 0 \text{ より } A = -\frac{E}{R+r} \quad \text{従って、}$$

$$i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{R+r}{L} t}) \text{ [A]}$$

$$(3) \quad v_L(t) = L \frac{di}{dt} \quad v_L(t) = L \frac{d}{dt} \left(\frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{R+r}{L} t}) \right) = L \left(-\frac{E}{R+r} e^{-\frac{R+r}{L} t} \right) \left(-\frac{R+r}{L} \right) = E e^{-\frac{R+r}{L} t} \text{ [V]}$$

$$(4) \quad \tau = \frac{1}{\frac{R+r}{L}} = \frac{L}{R+r} \text{ [S]}$$

受験番号	氏 名

得 点

(5)

$$\int_0^{\infty} i(t) v_L dt = \int_0^{\infty} \frac{E}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} \left(-\frac{rE}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} \right) dt = -r \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 \int_0^{\infty} e^{-\frac{2r}{L}t} dt = -r \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 \left[-\frac{L}{2r} e^{-\frac{2r}{L}t} \right]_0^{\infty} = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 (0-1) = -\frac{1}{2} L \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 [\text{W}]$$

$$(6) \quad v_R + v_L = 0 \quad ri + L \frac{di}{dt} = 0 [\text{V}]$$

$$(7) \quad ri + L \frac{di}{dt} = 0 \quad \frac{di}{dt} = 0 \text{ なのので } ri = 0 \quad i = 0 \quad i_s = 0 [\text{A}]$$

$$ri + L \frac{di}{dt} = 0 \quad L \frac{di}{dt} = -ri \quad \int \frac{1}{i} di = -\int \frac{r}{L} dt \quad \log|i| = -\frac{r}{L}t \quad i = e^{-\frac{r}{L}t} + i_0 \quad i = e^{-\frac{r}{L}t} e^{i_0} \quad i_t = A e^{-\frac{r}{L}t} [\text{A}]$$

$$i = i_s + i_t = 0 + A e^{-\frac{r}{L}t} \quad \text{ここで、} t=0, \quad i = \frac{E}{R+r} \text{ より } A = \frac{E}{R+r} \quad \text{従つて、} i = \frac{E}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} [\text{A}]$$

$$(8) \quad v_L(t) = L \frac{di}{dt} \quad v_L(t) = L \frac{d}{dt} \left(\frac{E}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} \right) = L \left(\frac{E}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} \right) \left(-\frac{r}{L} \right) = -\frac{rE}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} [\text{V}]$$

解答欄

問5 (1)	$(R+r)i + L \frac{di}{dt} = E [\text{V}]$
問5 (2)	$i_s = \frac{E}{R+r} [\text{A}], \quad i_t = A e^{-\frac{R+r}{L}t} [\text{A}], \quad i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{R+r}{L}t}) [\text{A}]$
問5 (3)	$v_L(t) = E e^{-\frac{R+r}{L}t} [\text{V}]$
問5 (4)	$\tau = \frac{L}{R+r} [\text{S}]$
問5 (5)	$-\frac{1}{2} L \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 [\text{W}]$
問5 (6)	$ri + L \frac{di}{dt} = 0 [\text{V}]$
問5 (7)	$i_s = 0 [\text{A}], \quad i_t = A e^{-\frac{r}{L}t} [\text{A}], \quad i = \frac{E}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} [\text{A}]$
問5 (8)	$v_L(t) = -\frac{rE}{R+r} e^{-\frac{r}{L}t} [\text{V}]$