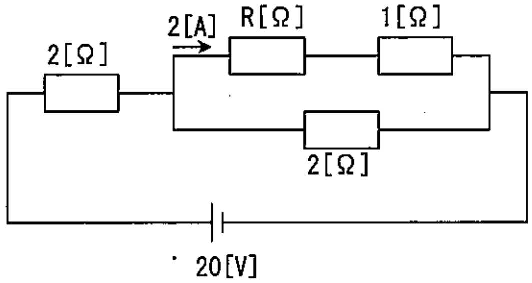
令和５年度専攻科入学者選抜前期学力検査問題

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)

解答

受験番号	氏　　名	得　点	総得点

【１】以下の回路（図 1-1）において、抵抗 R [Ω]の値を求めよ。(5 点)



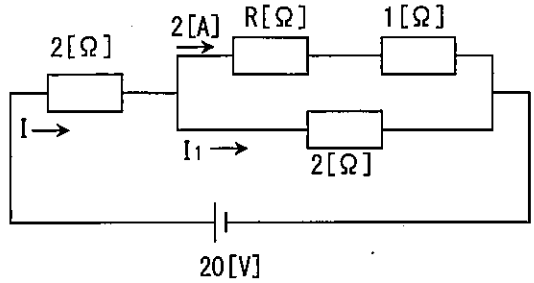


図 1-1

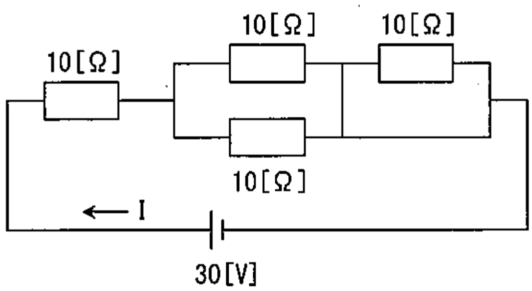
右上回路図において　$2(R+1)=2I_1$　より，$I_1=R+1$　となる。しがたって，$I=2+R+1=R+3$　となる。

$20=2(R+3)+2(R+1)$　より，$10=R+3+R+1$　→　$2R=6$

したがって，$R=3[\Omega]$

Ans.　$R=3[\Omega]$

【２】以下の回路（図 2-1）において、電流 I [A]を求めよ。(5 点)



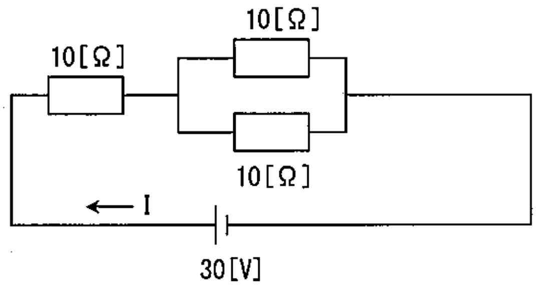


図 2-1

右上回路図のように変形できるので　合成抵抗　$R=10+\dfrac{10\times 10}{10+10}=15$

$I=\dfrac{30}{15}=2[A]$

Ans.　$I=2[A]$

解答

受験番号	氏　名	得　点

【３】以下の回路（図 3-1）で消費される電力 [W]を求めよ。(20 点)

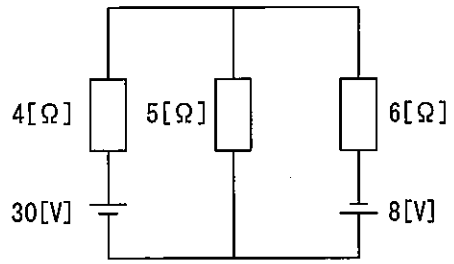
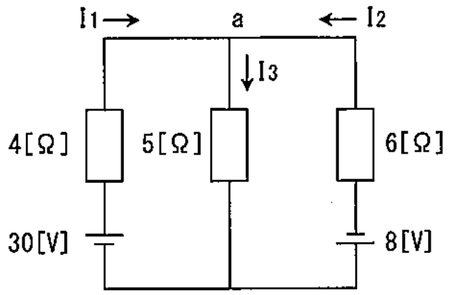


図 3-1



右上回路図において，キルヒホッフの法則を適用する。

a 点においてキルヒホッフの第一法則より，$I_1 + I_2 = I_3$　・・・(1)

回路図左の閉路においてキルヒホッフの第二法則より，$30 = 4I_1 + 5I_3$　・・・(2)

回路図右の閉路においてキルヒホッフの第二法則より，$-8 = 6I_2 + 5I_3$　・・・(3)

(1)，(2)より，$I_1 = I_3 - I_2$，$30 = 4(I_3 - I_2) + 5I_3 \rightarrow 30 = -4I_2 + 9I_3$　・・・(4)

(3)，(4)より，2×(3)+3×(4)を計算して，$74 = 37I_3 \rightarrow I_3 = 2$

よって，$I_1 = 5[A]$，$I_2 = -3[A]$，$I_3 = 2[A]$

回路の消費電力　$P = 5^2 \times 4 + (-3)^2 \times 6 + 2^2 \times 5 = 174[W]$

Ans.　$P = 174[W]$

解答

受験番号	氏　　名	得　点

【4】以下の回路（図4-1）において、電流 I [A]を求めよ。(20 点)

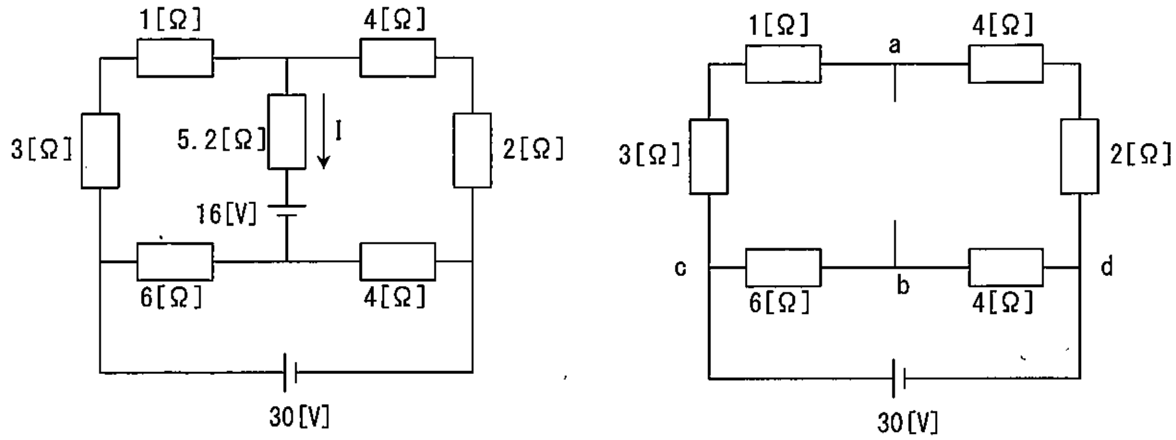
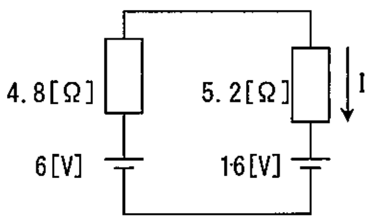


図 4-1

解答例では，鳳・テブナンの定理を用いて電流 I を求める。右上回路図において $V_{ab}=V_{ad}-V_{bd}$ より，$V_{ab}=18-12=6[V]$　となる。

電源30[V]を短絡したときのa-b間の合成抵抗 $R_{ab}=\dfrac{6\times4}{6+4}+\dfrac{(3+1)\times(4+2)}{(3+1)+(4+2)}=4.8[\Omega]$

上記より，鳳・テブナンの定理から得られる回路は，



となる。

$$I=\frac{6-16}{4.8+5.2}=\frac{-10}{10}=-1[A]$$

Ans.　$I=-1[A]$　または　矢印とは逆向きに $I=1[A]$

解答

受験番号	氏　名	得　点

【５】図５－１の回路の電流 I および電圧 V のフェーザ表示、ならびに抵抗 R に消費される電力 P の値を、鳳—テブナンの定理を用いて求めよ。また、R と C の値を調整して P を最大にする R と C の値を求めよ。ただし、$E = 100\angle 0°$ [V]、$L = 0.05$[H]、$f = 50$[Hz]、$R = 20[\Omega]$、$R_l = 30[\Omega]$、$C = 200[\mu F]$ とする。下記の問いに従って答えよ。(20 点)

（１）R-C を外したときの ab 端子から見た V_{ab} のフェーザ表示を求めよ。(2 点)

（２）R-C を外したときの ab 端子から見た Z_{ab} を極（座標）表示を求めよ。(2 点)

（３）鳳—テブナンの定理を用いて電流 I のフェーザ表示を求めよ。(2 点)

（４）電圧 V のフェーザ表示ならびに抵抗 R に消費される電力 P の値を求めよ。(各 3 点　計 6 点)

（５）R と C の値を調整して P を最大にする R と C の値を求めよ。(各 4 点　計 8 点)

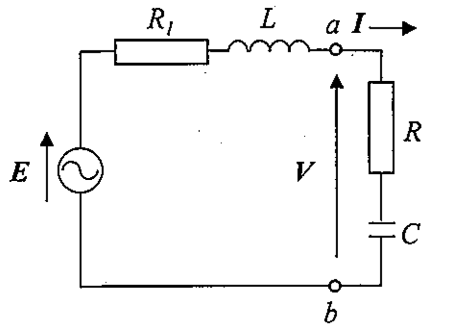


図５－１

（１）$V_{ab} = 100\angle 0°[V]$

（２）$Z_{ab} = R_1 + j\omega L = 30 + j2\pi \times 50 \times 0.05 = 30 + j15.7 = 33.86\angle 27.62°[\Omega]$

$$Z = R - j\frac{1}{\omega C} = 20 - j\frac{1}{2\pi \times 50 \times 200 \times 10^{-6}} = 20 - j15.92 = 25.56\angle -38.52°[\Omega]$$

（３）
$$I = \frac{V_{ab}}{Z_{ab} + Z} = \frac{100\angle 0°}{33.86\angle 27.62° + 25.56\angle -38.52°} = \frac{100\angle 0°}{30 + j15.7 + 20 - j15.92}$$
$$= \frac{100\angle 0°}{50 - j0.22} = \frac{100\angle 0°}{50.0\angle -0.25} = 2\angle 0.25[A]$$

（４）$V = IZ = (2\angle 0.25°) \times (25.56\angle -38.52°) = 51.12\angle -38.27°[V]$

$P = I^2 R = 2^2 \times 20 = 80[W]$

（５）$Z_{ab} = R_1 + j\omega L[\Omega]$

$$Z = R - j\frac{1}{\omega C} = R + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1 + j\omega CR}{j\omega C} = \frac{-j(1 + j\omega CR)}{\omega C}[\Omega]$$

ここで、$Z_{ab} = R_1 + j\omega L[\Omega]$ と $Z = \dfrac{\omega CR - j}{\omega C}[\Omega]$ の実部と虚部が等しくなれば良い。

$$R_1 + j\omega L = \frac{\omega CR - j}{\omega C}[\Omega] \qquad R_1 = \frac{\omega CR}{\omega C}[\Omega] \qquad R = R_1 = 30[\Omega]$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}[\Omega] \qquad C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 50)^2 \times 0.05}\ 202.6[\mu F]$$

Ans.

解答

受験番号	氏　名

得　点

【６】図６－１のRL回路において，定常状態にある回路のスイッチSの接点を，$t=0$[s]で瞬時に開いた。下記の問いに従って答えよ。（30点）

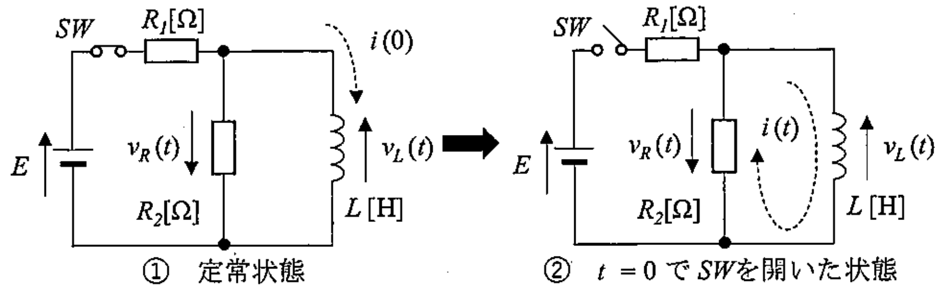


図６－１

（１）図６－１の①の定常状態の電流 $i(0)$を求めなさい。(3 点)
（２）図６－１の①の定常状態の電流 $i(0)$になる理由を説明しなさい。(3 点)
（３）図６－１の②の状態（$t=0$[s]で瞬時に開いた）における定常解 i_s、過渡解 i_tおよび一般解すなわち回路の電流 $i(t)$を求めよ。(式の展開必須)（3 点×3 問：9 点）
（４）時定数τを求めなさい。(3 点)
（５）図６－１の②の状態の電流 $i(t)$のグラフの概略図を図６－２に丁寧に描きなさい。ただし、(　　)には必要な箇所だけ記入しなさい。(3 点)
（６）図６－１の②の状態における抵抗 R_2 にかかる電圧 $v_R(t)$を求めよ。(式の展開必須)（3 点）
（７）図６－１の②の状態におけるコイル L にかかる電圧 $v_L(t)$を求めよ。(式の展開必須)（3 点）
（８）図６－１の②の状態におけるコイル L にかかる電圧 $v_L(t)$ のグラフの概略図を図６－２に丁寧に描きなさい。ただし、(　　)には必要な箇所だけ記入しなさい。(3 点)

（１）$i(0)=\frac{E}{R_1}$ [A]

（２）定常状態でLは導線と考えるため，電流はR_2を流れず，Lを通って，電源に向かう。

（３）$R_2 i+L\frac{di}{dt}=0$　$\frac{di}{dt}=0$ なので $R_2 i=0$　$i_s=0$ [A]

$R_2 i+L\frac{di}{dt}=0$　$L\frac{di}{dt}=-R_2 i$　$\int\frac{1}{i}di=-\int\frac{R_2}{L}dt$　$\log|i|=-\frac{R_2}{L}t+c$　$i=e^{-\frac{R_2}{L}t+c}$　$i=e^{-\frac{R_2}{L}t}e^{c}$

$i_t=Ae^{-\frac{R_2}{L}t}$ [A]（*A = e^c）

$i=i_s+i_t=Ae^{-\frac{R_2}{L}t}$　ここで、$t=0$、$i(0)=\frac{E}{R_1}$ より　$A=\frac{E}{R_1}$　従って、$i(t)=\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t}$ [A]

（４）$\tau=\frac{1}{\frac{R_2}{L}}=\frac{L}{R_2}$ [S]

（６）$v_{R_2}(t)=R_2 i(t)=R_2\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t}$ [V]

（７）$v_L(t)=L\frac{di}{dt}=L\frac{d}{dt}\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t}=L(-\frac{R_2}{L})\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t}=-\frac{R_2E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t}$ [V]

Ans.

解答

受験番号	氏　　名

得　点

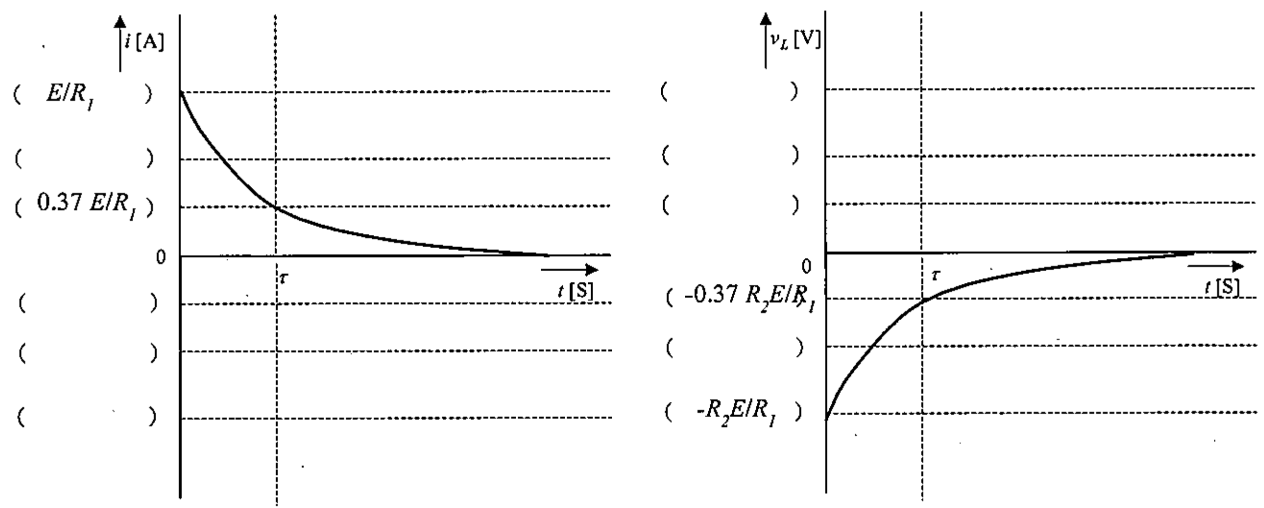


図６－２