2025 年 8 月 19 日実施

2026 年度熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）電気電子工学専攻入学試験

受験番号				
J				

【電気電子回路】問 1

（1）図問 1-2 はテブナンの等価電圧源の回路である。

V_1 を求めるため，２つの電源について重ね合わせの理を用いる。

まず、電流源を開放した場合の端子 A-B 間の電圧を $V_{I=0}$ とすると，

$$V_{I=0} = 20\angle 0° \frac{3+j5}{2+3+j5} = 20\frac{(3+j5)(5-j5)}{(5+j5)(5-j5)} = 20\frac{40+j10}{50} = 16+j4\,\mathrm{V}$$

次に，電圧源を短絡した場合の端子 A-B 間の電圧を $V_{V=0}$ とすると，

$$V_{V=0} = 5\angle 0° \frac{3+j5}{2+3+j5}2 = 10\frac{(3+j5)(5-j5)}{(5+j5)(5-j5)} = 10\frac{40+j10}{50} = 8+j2\,\mathrm{V}$$

よって，重ね合わせの理から，

$V_1 = V_{I=0} + V_{V=0} = 24 + j6\,\mathrm{V}$　　（答）

端子 A-B から見たインピーダンス z_1 は、電圧源を短絡，電流源を開放すると，2 つの経路の並列回路とみなせるから，

$$z_1 = \frac{2(3+j5)}{2+3+j5} = \frac{2(3+j5)(5-j5)}{(5+j5)(5-j5)} = \frac{2(40+j10)}{50} = 1.6+j0.4\,\Omega \quad \text{（答）}$$

（2）図問 1-3 はノートンの等価電流源の回路である。

I_2 は（1）で求めた V_1，z_1 との関係から，

$$I_2 = \frac{V_1}{z_1} = \frac{24+j6}{1.6+j0.4} = 15\,\mathrm{A} \quad \text{（答）}$$

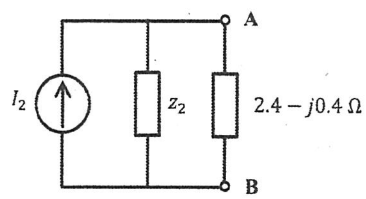
z_2 は（1）で求めた z_1 と等しいから，

$z_2 = 1.6 + j0.4\,\Omega$　　（答）

（3）（2）で求めたノートンの等価電流源に負荷を繋いだとき，

負荷に流れる電流を I_L とすると，

$$I_L = 15\frac{1.6+j0.4}{1.6+j0.4+2.4-j0.4} = 15\frac{1.6+j0.4}{4} = 6+j1.5\,\mathrm{A}$$



したがって，負荷の有効電力 P は，

$$P = \mathrm{Re}\{|I_L|^2(2.4+j0.4)\} = \mathrm{Re}\{(6^2+1.5^2)(2.4+j0.4)\}$$
$$= 38.25 \times 2.4 = 91.8 \fallingdotseq 92\,\mathrm{W} \quad \text{（答）}$$

得点

2025 年 8 月 19 日実施

2026 年度熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）電気電子工学専攻入学試験

受験番号				
J				

【電気電子回路】問 2

（1）

$0 \le t < T$ における回路方程式

$$E = R_1 i(t) + L\frac{di(t)}{dt}$$

において，まず過渡解を求める。

$E = 0$ として，

$$0 = R_1 i_f(t) + L\frac{di_f(t)}{dt}$$

$$L\frac{di_f(t)}{dt} = -R_1 i_f(t)$$

$$\frac{di_f(t)}{dt} = -\frac{R_1}{L} i_f(t)$$

$$\frac{1}{i_f(t)}\frac{di_f(t)}{dt} = -\frac{R_1}{L}$$

$$\int \frac{1}{i_f(t)}\frac{di_f(t)}{dt}dt = \int -\frac{R_1}{L}dt$$

$$\int \frac{1}{i_f(t)}di_f(t) = -\int \frac{R_1}{L}dt$$

$$\ln|i_f(t)| = -\frac{R_1}{L}t + A$$

$$|i_f(t)| = e^{-\frac{R_1}{L}t+A}$$

$$i_f(t) = e^{-\frac{R_1}{L}t+A}$$

次に定常解を求める。

$t = T$ は $t = 0$ から十分に時間が経過しており $t = \infty$と考えてよいので，

$$L\frac{di(t=\infty)}{dt} = 0$$

$$E = R_1 i_s(t)$$

$$i_s(t) = \frac{E}{R_1}$$

よって一般解 $i(t)$ は，

$$i(t) = i_f(t) + i_s(t)$$

$$= e^{-\frac{R_1}{L}t+A} + \frac{E}{R_1}$$

$$= e^A e^{-\frac{R_1}{L}t} + \frac{E}{R_1}$$

$i(t)$ の初期値は 0 であるから，

$$i(t=0) = e^A + \frac{E}{R_1} = 0$$

$$e^A = -\frac{E}{R_1}$$

よって，

$$i(t) = -\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_1}{L}t} + \frac{E}{R_1}$$

$$= \frac{E}{R_1}\left(1 - e^{-\frac{R_1}{L}t}\right) \quad \text{(答)}$$

（2）

$t > T$における回路方程式は，$t' = t - T$とすると，

$$0 = R_2 i(t') + L\frac{di(t')}{dt'}$$

これからまず過渡解を求める。

$$L\frac{di_f(t')}{dt'} = -R_2 i_f(t')$$

$$\frac{di_f(t')}{dt'} = -\frac{R_2}{L} i_f(t')$$

$$\frac{1}{i_f(t')}\frac{di_f(t')}{dt'} = -\frac{R_2}{L}$$

$$\int \frac{1}{i_f(t')}\frac{di_f(t')}{dt'}dt' = \int -\frac{R_2}{L}dt'$$

$$\int \frac{1}{i_f(t')}di_f(t') = -\int \frac{R_2}{L}dt'$$

$$\ln|i_f(t')| = -\frac{R_2}{L}t' + A$$

$$|i_f(t')| = e^{-\frac{R_2}{L}t'+A}$$

$$i_f(t') = e^{-\frac{R_2}{L}t'+A}$$

次に定常解を求める。

$t' = \infty$ と考えてよいので，

$$L\frac{di(t'=\infty)}{dt'} = 0$$

$$R_2 i_s(t') = 0$$

$$i_s(t') = 0$$

よって一般解 $i(t')$ は，

$$i(t') = i_f(t') + i_s(t')$$

$$= e^{-\frac{R_2}{L}t'+A} + 0$$

$$= e^A e^{-\frac{R_2}{L}t'}$$

$t' = 0$ 即ち $t = T$ は，$t = 0$ から十分な時間が経過したと考えてよいので，（1）の答より，

$$i(t = T = \infty) = \frac{E}{R_1}$$

よって，

$$i(t' = 0) = e^A = \frac{E}{R_1}$$

これを $i(t')$ の式に戻すと，

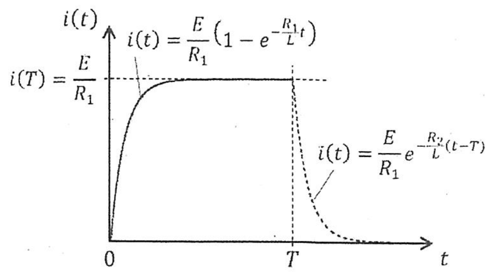
$$i(t') = \frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t'}$$

これを t の式に書き換えて，

$$i(t) = \frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}(t-T)} \quad \text{(答)}$$

ただし，$t > T$

（3）



（4）

$t > T$ において $t' = t - T$とすると，（2）より，

$$i(t') = \frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t'}$$

$t = T$ は $t' = 0$ なので，求める消費エネルギー E_{R_2} は，

$$E_{R_2} = \int_0^\infty R_2 i^2(t')\,dt'$$

$$= \int_0^\infty R_2 \left(\frac{E}{R_1}e^{-\frac{R_2}{L}t'}\right)^2 dt'$$

$$= \int_0^\infty \frac{R_2 E^2}{R_1^2}\left(e^{-\frac{R_2}{L}t'}\right)^2 dt'$$

$$= \frac{R_2 E^2}{R_1^2}\int_0^\infty e^{-\frac{2R_2}{L}t'}\,dt'$$

$$= \frac{R_2 E^2}{R_1^2}\left[-\frac{L}{2R_2}e^{-\frac{2R_2}{L}t'}\right]_0^\infty$$

$$= \frac{R_2 E^2}{R_1^2}\left(0 + \frac{L}{2R_2}\right)$$

$$= \frac{LE^2}{2R_1^2} \quad \text{(答)}$$

［別解］

求める消費エネルギーE_{R_2}は，S_2を閉じた時刻 $t = T$においてコイルに蓄えられていたエネルギーに等しい。$t = T$における電流は $i = \frac{E}{R_1}$ であるから，

$$E_{R_2} = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_1}\right)^2 = \frac{LE^2}{2R_1^2}$$

(答)

得点

2025年8月19日実施

2026年度熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）電気電子工学専攻入学試験

受験番号				
J	.			

【電磁気学】問3

（1） 誘電率が異なる2つの誘電体が接していてその境界面に真電荷がないとき，誘電率が異なる2つの誘電体中の電束密度をそれぞれ$\boldsymbol{D}_1$，$\boldsymbol{D}_2$，境界面の法線方向を$\hat{\boldsymbol{n}}$とすると，電束密度に関する境界条件は

$$(\boldsymbol{D}_2 - \boldsymbol{D}_1)\cdot\hat{\boldsymbol{n}} = 0$$

であることから，

電束密度は範囲に依らず　$D(x) = \frac{Q}{S}$（答）

また，電界を電束密度で表すと定義より $\boldsymbol{E} = \frac{\boldsymbol{D}}{\epsilon}$

よって各範囲での電界の大きさは以下となる。

$$\text{電界}\begin{cases}\text{(i) } E(x) = \frac{Q}{S\epsilon_2} \\ \text{(ii) } E(x) = \frac{Q}{S\epsilon_1} \\ \text{(iii) } E(x) = \frac{Q}{S\epsilon_2}\end{cases} \quad \text{（答）}$$

（2） $V = \int_0^d E dx$より，前問(1)の範囲では電界はそれぞれ一定なので

$$V = \frac{(d-2a)Q}{S\epsilon_1} + \frac{2aQ}{S\epsilon_2} = \frac{Q}{S}\left\{\frac{d}{\epsilon_1} + 2a\left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1}\right)\right\} \quad \text{（答）}$$

（3）

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{S}{\frac{d-2a}{\epsilon_1}+\frac{2a}{\epsilon_2}} = \frac{\epsilon_1\epsilon_2 S}{\epsilon_2 d + 2(\epsilon_1 - \epsilon_2)\,a} \quad \text{（答）}$$

（4） 並列につないだコンデンサとみなすことができるので

$$C = \frac{\epsilon_0 S_1}{d} + \frac{\epsilon_1\epsilon_2(S-S_1)}{\epsilon_2 d + 2(\epsilon_1-\epsilon_2)\,a} \quad \text{（答）}$$

得点

裏面を使う場合はその旨を明記すること

受験番号				
J				

【電磁気学】問 4

（1） アンペールの法則と対称性を考慮すると，電流 I が作る磁束密度は以下の通り。

$$B_x = -\frac{\mu_0 I}{2\pi}\left\{\frac{1}{y}+\frac{1}{b-y}\right\} \quad \text{(答)}$$

$$B_y = 0 \quad \text{(答)}$$

$$B_z = 0 \quad \text{(答)}$$

（2） $x=0$ 面において，磁束密度の方向に対する仮想面上の法線ベクトル $\hat{\boldsymbol{n}}$ は $\hat{\boldsymbol{n}} = -\hat{\boldsymbol{x}}$ ($\hat{\boldsymbol{x}}$: x 方向単位ベクトル)となる。（1）の結果から $x=0$ における磁束密度については $\boldsymbol{B}=B_x\hat{\boldsymbol{x}}$ となる。よって，$b>a$ に注意しつつ，仮想面の範囲 S を貫く磁束 Φ は以下の通り求められる。

$$\begin{aligned}\Phi &= \int_S \boldsymbol{B}\cdot\hat{\boldsymbol{n}}dS = \int_0^1\int_a^{b-a} B_x\hat{\boldsymbol{x}}\cdot -\hat{\boldsymbol{x}}\,dydz \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi}\int_0^1\int_a^{b-a} -\left(\frac{1}{y}+\frac{1}{b-y}\right)\times -1\,dydz \\ &= \frac{\mu_0 I}{\pi}\ln\frac{b-a}{a} \quad \text{(答)}\end{aligned}$$

（3） $\Phi=LI$ の関係から

$$L=\frac{\mu_0}{\pi}\ln\frac{b-a}{a} \quad \text{(答)}$$

（4） 電流が交流の場合である。周波数が高くなるほど表皮効果により電流は表面近くに分布する。 (答)

（5） アンペールの法則より，電流 I が作る磁束密度は金属面上において法線成分を持たずに接線成分のみ持つ。よってこの事実と（1）の議論を考慮すると，金属板に代わって#1 と同じ金属線が金属板に対して対称な位置にもう一つ(#1'とする)存在し，かつ電流が逆向きに流れる構造が題意の構造と等価であると考えられる。一方で，#1 と#1'が作る磁束密度が貫く回路内の面積は（2）の場合の半分に制限されるため，Φ も半分になる。したがって（3）の議論において，$b=2h$ および $\Phi/2=L'I$ とすることで L' は次のように求められる。

$$L'=\frac{\mu_0}{2\pi}\ln\frac{2h-a}{a} \quad \text{(答)}$$

裏面を使う場合はその旨を明記すること

得点

2025 年 8 月 19 日実施

2026 年度熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）電気電子工学専攻入学試験

受験番号				
J				

【情報基礎】問５（１）

（１）

(ア)

```
for (int i=1; i<M; i++)
   ED[i][0] = i;
for (int j=1; j<N; j++)
   ED[0][j] = j;
```

(イ)

```
A = ED[i][j-1]+1;
```

(ウ)

```
B = ED[i-1][j]+1;
```

(エ)

```
if (S[i] == T[j])
    C = ED[i-1][j-1];
else
    C = ED[i-1][j-1]+1;
```

(オ)

```
if (A < B && A < C)
    ED[i][j] = A;
else {
    if (B < C)
        ED[i][j] = B;
    else
        ED[i][j] = C;
}
```

裏面に続く

得点

【情報基礎】問５（２）～（４）

（2）

	$	k	a	r	a	t
$	0	1	2	3	4	5
k	1	0	1	2	3	4
u	2	1	1	2	3	4
m	3	2	2	2	3	4
a	4	3	2	3	2	3

（3）

編集距離は３

編集手順：

(0, 0) → (1, 1) → (2, 2) → (3, 3) → (4, 4) → (4, 5)

（4）

編集距離を求めるのに要する計算量は $\mathcal{O}(MN)$ である．

得点

受験番号				
J				

【情報基礎】問６（１）～（４）（ア）

（1）

$H\boldsymbol{u}^T = \mathbf{0}$ より

$$x_3 = x_0 + x_1$$
$$x_4 = x_0 + x_1 + x_2$$
$$x_5 = x_0 + x_2$$

（+は2を法とする加算（排他的論理和））

これに基づいて各3ビット情報に対する符号語が得られる。

符号語の表

x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0

（2）

線形符号の最小距離は $\mathbf{0}$（全0の符号語）でない符号語の最小重みに等しいので、（1）の符号語の表より $d = 3$ である。

（3）

t ビットの誤りを訂正するためには、$2t + 1$ 以上の最小距離が必要である。（2）より、この符号の最小距離は $d = 3$ であることから最大1ビットの誤りを訂正できる。

（4）（ア）

受信語 $\boldsymbol{r_1} = [1,0,0,1,0,0]$ に対するシンドロームは

$$\boldsymbol{s}_1^T = H\boldsymbol{r}^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

となり H の第3列に一致するので、左から3番目のビットが誤りと判定される。よって、$[1, 0, 1, 1, 0, 0]$ に訂正される。

得点

裏面に続く

【情報基礎】問６（４）（イ）～（６）

（4）（イ）

受信語 $\boldsymbol{r_2} = [0,0,1,1,1,0]$ に対するシンドロームは

$$\boldsymbol{s}_2^T = H\boldsymbol{r}^T = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

となり $\mathbf{0}$ でないので誤りを含んでいると判断されるが、H のどの列とも一致しないため1ビット誤りではなく、2ビット以上の誤りを含んでいると判断される。よって、誤りを検出するのみである。

（5）

右のカルノー図より、最小積和形は

$x_5 = \overline{x_0} \cdot x_2 + x_0 \cdot \overline{x_2}$

となる。（+はOR演算を表す。）

x_0 \ x_1x_2	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	1	0	0	1

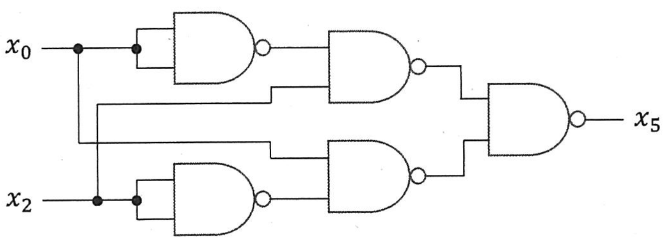
カルノー図

（6）

（5）で求めた最小積和形をドモルガンの定理を用いて変形すると以下を得る。

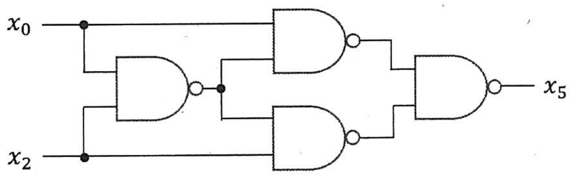
$$x_5 = \overline{\overline{x_5}} = \overline{\overline{\overline{x_0} \cdot x_2 + x_0 \cdot \overline{x_2}}} = \overline{\overline{\overline{x_0} \cdot x_2} \cdot \overline{x_0 \cdot \overline{x_2}}}$$

よって、回路図は以下のようになる。



（別解）

$$\begin{aligned}
x_5 &= \overline{x_0} \cdot x_2 + x_0 \cdot \overline{x_2} \\
&= \overline{x_0} \cdot x_2 + x_0 \cdot \overline{x_2} + x_0 \cdot \overline{x_0} + x_2 \cdot \overline{x_2} \\
&= x_0 \cdot (\overline{x_0} + \overline{x_2}) + x_2 \cdot (\overline{x_0} + \overline{x_2}) \\
&= x_0 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2}) + x_2 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2}) \\
&= \overline{\overline{x_0 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2}) + x_2 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2})}} \\
&= \overline{\overline{x_0 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2})} \cdot \overline{x_2 \cdot (\overline{x_0 \cdot x_2})}}
\end{aligned}$$



得点

【計算機工学】問７　解答

（１）ア：符号部，イ：指数部（指数フィールドも可），ウ：仮数部（仮数フィールド，小数部も可），エ：基数，オ：127（バイアス値も可）

（２）浮動小数点数の大小比較を容易にするため。バイアスを適用することで，指数部を符号なし整数として扱うことができ，浮動小数点数全体の比較が整数の比較と同様に行える。

（３）$(-1)^{(ア)} \times (1+(ウ)) \times 2^{((イ)-(オ))}$　または　$(-1)^{符号部} \times (1+仮数部) \times 2^{(指数部-バイアス)}$なども可とする

（４）±∞（無限大）の必要性：除算でゼロ除算が発生した場合や，演算結果が表現可能範囲を超えた場合に，エラーではなく数学的に意味のある値として扱うため。

NaN（Not a Number）の必要性：

0/0，∞−∞，$\sqrt{(-1)}$など数学的に定義されない演算の結果を表すため。エラー処理を統一的に行い，不正な値の伝播を防ぐことができる。

（５）$-12.75_{(10)}$の絶対値を２進数に変換すると$1100.11_{(2)}$．これは，$1100.11_{(2)} = 1.10011_{(2)} \times 2^3$で表現される．このとき，符号ビットは 1，指数部は $10000010_{(2)}$，仮数部は $10011000000000000000000_{(2)}$ となる．これより，$1100_0001_0100_1100_0000_0000_0000_0000_{(2)}$で表現され，16 進数表記では $C14C0000_{(16)}$となる．

【計算機工学】問８　解答

（1）

（ア）プロセスA～Dのそれぞれのターンアラウンドタイムは，a，a+b，a+b+c，a+b+c+dである。したがって，平均ターンアラウンドタイムは$\frac{1}{4}\{a+(a+b)+(a+b+c)+(a+b+c+d)\}=a+\frac{3}{4}b+\frac{1}{2}c+\frac{1}{4}d$となる。

（イ）導出した平均ターンアラウンドタイムの式において，最初に処理する a の係数が最も大きく，最後に処理する d の係数が最小となるので，a<b<c<d となるようにタスクを並び替えればターンアラウンドタイムは最小となる。すなわち，処理時間が短いプロセスから順番に処理する SJF (Shortest Job First)スケジューリングが平均ターンアラウンドタイム最小の観点からは最適となる。

（2）

（ア）RR スケジューリングとは，実行待ちのプロセスに対して順番にプロセッサを割り当てるが，一定時間内に処理できないプロセスは中断し，待ち行列の最後尾に回すスケジューリング方式である。

（イ）各時刻における実行中・待ち状態及び終了状態のプロセスは以下の表で表される。A～Dの各プロセスの終了時刻は6，14，8，18である。したがって，ターンアラウンドタイムはそれぞれ6，13(=14-1)，5(=8-3)，13(=18-5)となり，平均ターンアラウンドタイムは9.25と求められる。

<table>
<tr><td>時刻</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr>
<tr><td>実行</td><td colspan="2">A</td><td colspan="2">B</td><td colspan="2">A</td><td colspan="2">C</td><td colspan="2">B</td><td colspan="2">D</td><td colspan="2">B</td><td colspan="2">D</td><td colspan="2">D</td><td></td></tr>
<tr><td>待ち</td><td></td><td>B</td><td>A</td><td>AC</td><td>CB</td><td>CBD</td><td>BD</td><td>BD</td><td>D</td><td>D</td><td>B</td><td>B</td><td>D</td><td>D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>終了</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>A</td><td></td><td>C</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>B</td><td></td><td></td><td></td><td>D</td></tr>
</table>