

新潟大学工学部

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

試 験 科 目	専門基礎科目	全 8 頁 (表紙を除く)
---------	--------	------------------

注意事項

1. この表紙を含め、全ての試験用紙左上の所定欄に受験番号を記入してください。
2. 解答はその問題と同一の試験用紙の解答欄に記入してください。解答欄以外に記載されたものは採点の対象になりません。
3. 必要な計算は試験用紙や表紙の余白や裏面を使用してください。

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	1 / 8 頁
------	-----------------	---------

〔I〕 図1のような抵抗と直流電流源で構成された回路を考える。 $G_1 \sim G_6$ は各抵抗のコンダクタンス、 J_1 及び J_2 は各電流源の電流であり、これらは既知である。 V_1 、 V_2 及び V_3 をそれぞれ節点1、2及び3の電位とし、これらは未知である。なお、節点4は接地されており、各抵抗に流れる電流の正方向は図中の矢印で示す通りとする。以下の問に答えよ。

(1) 以下の (a) ~ (i) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

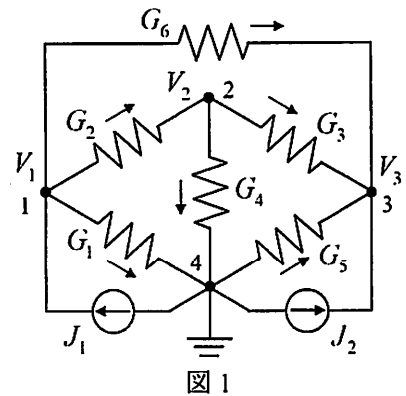
節点1、2及び3について、キルヒホッフの電流則を適用すると、それぞれ以下のように書ける。

節点1: (a) = 0 ... ①, 節点2: (b) = 0 ... ②

節点3: (c) = 0 ... ③

①~③式を整理すると、以下のような $V_1 \sim V_3$ に関する連立方程式が導ける。

$$\begin{pmatrix} (d) & (e) & (f) \\ (e) & (g) & (h) \\ (f) & (h) & (i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_1 \\ 0 \\ J_2 \end{pmatrix} \dots ④$$



よって、④式左辺の係数行列を Y とおき、 $V^T = (V_1 \ V_2 \ V_3)$ 及び $J^T = (J_1 \ 0 \ J_2)$ とおくと、

$$YV = J$$

と書けるので、 Y の逆行列 Y^{-1} が存在すれば、

$$V = Y^{-1}J$$

より、 $V_1 \sim V_3$ を求めることができる。

【解答欄】

(a)		
(b)		
(c)		
(d)	(e)	(f)
(g)	(h)	(i)

(次頁につづく)

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	2 / 8 頁
------	-----------------	---------

(1)

(2) 以下の (j) ~ (o) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

次に, $G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = G_6 = 1$ [S], $J_1 = 4$ [A] 及び $J_2 = 8$ [A] のときの V_1 [V] ~ V_3 [V] を求める。 $G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = G_6 = 1$ [S] のとき, Y の行列式 $\det Y$ は,

$$\det Y = \boxed{(j)} \neq 0$$

となるので, Y^{-1} は存在し,

$$Y^{-1} = \begin{pmatrix} \boxed{(k)} & \boxed{(l)} & \boxed{(l)} \\ \boxed{(l)} & \boxed{(k)} & \boxed{(l)} \\ \boxed{(l)} & \boxed{(l)} & \boxed{(k)} \end{pmatrix}$$

と計算できる。よって,

$$V_1 = \boxed{(m)} \text{ [V]}, V_2 = \boxed{(n)} \text{ [V]}, V_3 = \boxed{(o)} \text{ [V]}$$

と求められる。

【解答欄】

(j)	(k)	(l)
(m)	(n)	(o)

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	3 / 8 頁
------	-----------------	---------

〔II〕 図2に示すような2端子対回路がある。 L 及び C はインダクタンス及びキャパシタンスである。 V_1 及び I_1 は端子1-1'間の電圧および電流、 V_2 及び I_2 は端子2-2'間の電圧および電流である(いずれも複素表示)。定常状態を考え、回路の電圧および電流の角周波数を ω 、虚数単位を j とする。以下の問に答えよ。なお、解答に $F_1 \sim F_4$ を用いてはならない。

(I) 以下の (a) ~ (d) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

2端子対回路において、 V_1 及び I_1 と V_2 及び I_2 の関係式は一般に以下のように表すことができる。

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 & F_2 \\ F_3 & F_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_2 \\ I_2 \end{pmatrix} \dots \textcircled{1}$$

まず F_1 を求めるためには、①式より $V_1 = F_1 V_2 + F_2 I_2$ であるので、 $I_2 = 0$ とすればよい。つまり、端子2-2'間を開放したときの V_1 と V_2 の関係が得られれば、 F_1 を求めることができる。よって、

$$F_1 = \text{(a)}$$

となる。同様に端子2-2'間を開放または短絡した場合を考えることによって、

$$F_2 = \text{(b)}, F_3 = \text{(c)}, F_4 = \text{(d)}$$

と求められる。

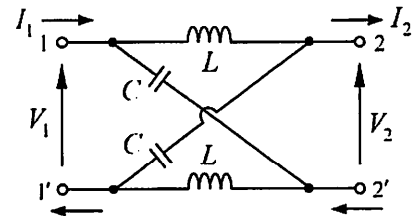


図2

【解答欄】

(a)	(b)
(c)	(d)

(次頁につづく)

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	4 / 8 頁
------	-----------------	---------

(II)

(2) 以下の (e) ~ (g) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

端子2-2'間を開放あるいは短絡した場合に、端子1-1'から右側のインピーダンスをそれぞれ Z_1 あるいは Z_2 とすると、

$$Z_1 = \boxed{\text{(e)}}, \quad Z_2 = \boxed{\text{(f)}}$$

と求めることができる。

次に、端子2-2'間にインピーダンス Z_L の負荷を接続したところ、端子1-1'から右側のインピーダンスが Z_L と等しくなった。このとき、 Z_L と L 及び C の関係は、

$$Z_L^2 = \boxed{\text{(g)}}$$

となる。

【解答欄】

(e)	(f)
(g)	

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	5 / 8 頁
------	-----------------	---------

〔Ⅲ〕 図3-1に示すような交流ブリッジ回路がある。 $R_1 \sim R_4$ 及び R_x は各抵抗の抵抗値、 L_x はインダクタンス、 C はキャパシタンス、 ω は交流電源の角周波数、DTは交流検流計である。回路は定常状態であり、虚数単位を j とする。以下の問に答えよ。なお、解答に Z_1 、 Z_3 及び Z_4 を用いてはならない。

(1) 以下の (a) ~ (f) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

まず、この交流ブリッジ回路を考えるにあたり、図3-1の点線で囲まれた部分について、図3-2に示すように回路変換(Δ -Y変換)する。 Z_1 、 Z_3 及び Z_4 は、変換後の回路におけるインピーダンスである。回路変換の前後で、端子1-2間、2-3間及び1-3間のインピーダンスがそれぞれ等しいという条件から、 Z_1 、 Z_3 及び Z_4 と R_3 、 R_4 、 C 及び ω の関係式は以下のように書ける。

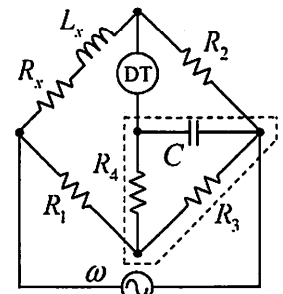


図3-1

$$Z_1 + Z_3 = \frac{\text{(a)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)} \dots \text{①}, \quad Z_3 + Z_4 = \frac{\text{(b)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)} \dots \text{②}$$

$$Z_1 + Z_4 = \frac{\text{(c)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)} \dots \text{③}$$

①~③を解くと、 Z_1 、 Z_3 及び Z_4 は以下のように求められる。

$$Z_1 = \frac{\text{(d)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)}, \quad Z_3 = \frac{\text{(e)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)}$$

$$Z_4 = \frac{\text{(f)}}{1 + j\omega C(R_3 + R_4)}$$

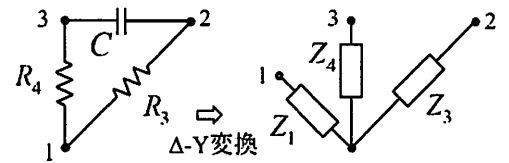


図3-2

【解答欄】

(a)	(b)
(c)	(d)
(e)	(f)

(次頁につづく)

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電気回路)	6 / 8 頁
------	-----------------	---------

〔Ⅲ〕

(2) 以下の (g) ~ (j) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。

(1) で求めた Z_1 , Z_3 及び Z_4 を用いると, 図 3-1 の交流ブリッジ回路は図 3-3 に示す回路のように変換できる。図 3-3 に示す交流ブリッジ回路が平衡状態(DT に電流が流れない状態)であるとき, $R_1 \sim R_4$, C , R_x 及び L_x は以下の関係式を満たす。

$$\boxed{(g)} + j\omega \boxed{(h)} = 0 \cdots \text{④}$$

④式において, $\boxed{(g)} = 0$ とすることにより, R_x は $R_1 \sim R_3$ を用いて, 以下のように求められる。

$$R_x = \boxed{(i)}$$

また④式において, $\boxed{(h)} = 0$ とすることにより, L_x は $R_1 \sim R_4$ 及び C を用いて, 以下のように求められる。

$$L_x = \boxed{(j)}$$

このように, R_x 及び L_x は交流電源の角周波数 ω に依らず決定できる。

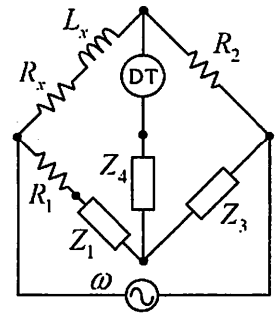


図 3-3

【解答欄】

(g)	(h)
(i)	(j)

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電磁気学)	7 / 8 頁
------	-----------------	---------

[IV] 以下の (a) ~ (e) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。なお、解答に C , E , W 及び F_e を用いてはならない。

図4に示すように、厚さが無視できる平行板電極間に誘電率 ϵ_1 の誘電体が挿入されている。平行板電極の下端位置を $x=0$ となるように x 軸を決める。平行板電極と誘電体の長さ (x 方向) を a 、電極間隔と誘電体の厚さをともに d 、電極と誘電体の紙面に垂直な方向の長さはともに単位長とする。誘電体の質量を m 、重力加速度を g 、真空の誘電率を ϵ_0 ($\epsilon_1 > \epsilon_0$) とする。また、電極は固定されており、誘電体は図の x 方向にのみなめらかに移動できるものとし、電極及び誘電体の端部における影響は無視する。

まず図4に示すように、誘電体の上端位置が x_1 ($0 < x_1 < a$) となるように固定し、それぞれの電極に $+Q$ 及び $-Q$ の電荷を与えた ($Q > 0$ とする)。このとき、電極間の静電容量 C 、電極間の電界の大きさ E 及び電極間に蓄えられる静電エネルギー W は、それぞれ以下のように求められる。

$$C = \boxed{(a)}, \quad E = \boxed{(b)}, \quad W = \boxed{(c)}$$

また、静電エネルギー W の式より、誘電体に作用する静電気力の大きさ F_e は以下のように求められ、その向きは $+x$ 方向である。

$$F_e = \boxed{(d)}$$

次に、誘電体の固定を解いたところ、誘電体の上端位置が x_2 ($0 < x_2 < a$) に変化して、静電気力と重力が釣り合った。このとき、電極に与えた電荷は以下のように表すことができる。

$$Q = \sqrt{\boxed{(e)}}$$

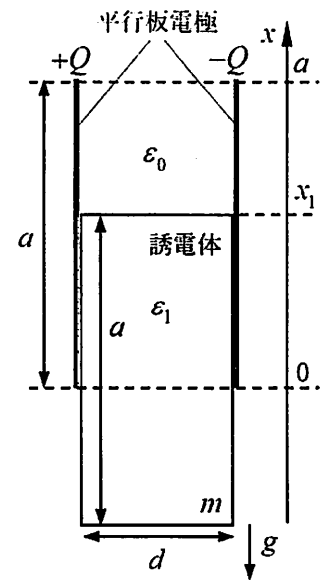


図4

【解答欄】

(a)	(b)
(c)	(d)
(e)	

プログラム	電子情報通信プログラム
受験番号	

令和5年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (電磁気学)	8 / 8 頁
------	-----------------	---------

〔V〕 以下の (a) ～ (h) にあてはまる適切な解答を解答欄に記入せよ。なお、解答に R_1 , R_2 , R_g , R_l , ϕ , B_g 及び W_g を用いてはならない。

図5に示すような磁気回路を考える。鉄心1の断面積、磁路長及び透磁率をそれぞれ S , l_1 及び μ_1 とし、鉄心2の断面積、磁路長及び透磁率をそれぞれ S , l_2 及び μ_2 とする。鉄心1と鉄心2の間の空隙長を d とする。鉄心1に巻かれたコイルの巻数及び電流をそれぞれ N 及び I とする。真空の透磁率を μ_0 とする。磁束は鉄心及び空隙のみを通り、それらの断面内では磁束密度は均一であるとする。また、空隙における磁束の広がりは無視する。

鉄心1、鉄心2及び片側の空隙の磁気抵抗をそれぞれ R_1 , R_2 及び R_g とすると、以下のように書ける。

$$R_1 = \text{(a)}, \quad R_2 = \text{(b)}, \quad R_g = \text{(c)}$$

これらを用いて、磁気回路全体の磁気抵抗 R_l は以下のように求められる。

$$R_l = \text{(d)}$$

また、空隙の磁束 ϕ 及び磁束密度 B_g は以下のように求められる。

$$\phi = \text{(e)}, \quad B_g = \text{(f)}$$

従って、両側の空隙に蓄えられる合計の磁気エネルギー W_g は以下のように求められる。

$$W_g = \text{(g)}$$

空隙長を Δd だけ仮想変位させたときの W_g の変化分を考えることにより、

鉄心1と鉄心2の間に働く吸引力の大きさ F_m は、

$$F_m = \text{(h)}$$

と求めることができる。

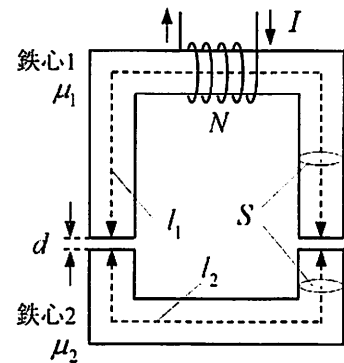


図5

【解答欄】

(a)	(b)
(c)	(d)
(e)	(f)
(g)	(h)