

電気分野  
専門区分

課目Ⅱ 電気の基礎

試験時間 9:00～10:20 (80分)

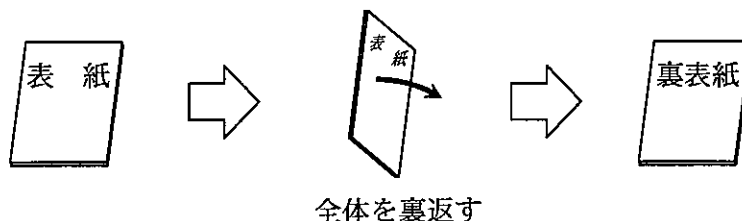
1 時限

問題 4	電気及び電子理論	1～4 ページ
問題 5	自動制御及び情報処理	5～8 ページ
問題 6	電気計測	9～10 ページ

I 全般的な注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
2. 試験中に問題の印刷不鮮明、冊子のページの落丁・乱丁などに気付いた場合は、係の者に知らせること。
3. 問題の解答は答案用紙（マークシート）に記入すること。
4. 答案用紙の記入に当たっては、答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと。「記入上の注意」に従わない場合には採点されない。該当欄以外にはマークや記入をしないこと。
5. 問題冊子の余白部分は計算用紙などに適宜利用してよい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。  
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

(電気及び電子理論)

問題4 次の各問に答えよ。(配点計50点)

(1) 次の文章の  ~  の中に入れるべき最も適切な字句又は式を  ~  の解答群から選び、その記号を答えよ。

図1に示すように、電圧  $\dot{E}$  [V]、角周波数  $\omega$  [rad/s] の交流電源と、自己インダクタンス  $L_1$  [H]、 $L_2$  [H]、相互インダクタンス  $M$  [H] 及び抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] から成る回路がある。

$L_1$  及び  $L_2$  に流れる電流をそれぞれ  $\dot{I}_1$  [A]、 $\dot{I}_2$  [A] とすると

$$j\omega L_1 \dot{I}_1 - \text{①} \times \dot{I}_2 = \dot{E} \dots\dots\dots \text{①}$$

$$-j\omega M \dot{I}_1 + \text{②} \times \dot{I}_2 = 0 \dots\dots\dots \text{②}$$

である。①式を変形すると

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}}{j\omega L_1} + \text{③} \times \dot{I}_2 \dots\dots\dots \text{③}$$

となり、③式を②式に代入して変形すると

$$\dot{I}_2 = \frac{M\dot{E}}{RL_1 + j\omega(L_1L_2 - M^2)} \dots\dots\dots \text{④}$$

となる。

ここで、インダクタンスの結合係数を1とすると

$$M = \text{④} \dots\dots\dots \text{⑤}$$

の関係となることから、これを④式に代入すると

$$\dot{I}_2 = \frac{\sqrt{L_2}\dot{E}}{\text{⑤}} \dots\dots\dots \text{⑥}$$

であり、電圧  $\dot{E}$  の大きさを  $E$  [V] とすると、抵抗  $R$  で消費される有効電力  $P$  [W] は

$$P = \frac{L_2 E^2}{\text{⑥}} \dots\dots\dots \text{⑦}$$

となる。

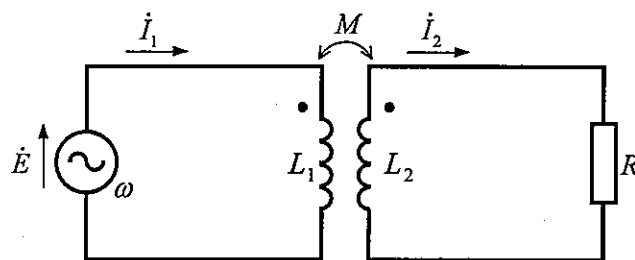


図1

< 1 ~ 6 の解答群 >

ア $j\omega L_2$	イ $j\omega M$	ウ $j\omega(R+L_1)$	エ $j\omega(R+L_2)$
オ $(R+j\omega L_2)$	カ $(L_1+L_2)$	キ $\frac{L_1+L_2}{2}$	ク $L_1L_2$
ケ $\frac{L_2}{L_1}$	コ $\sqrt{L_1L_2}$	サ $\frac{M}{L_1}$	シ $\frac{M}{L_2}$
ス $M^2$	セ $R$	ソ $(R+L_1)$	タ $RL_1$
チ $R(L_1+L_2)$	ツ $R\sqrt{L_1}$		

問題4の(2)は次の3頁及び4頁にある

- (2) 次の各文章の  ～  の中に入れるべき最も適切な字句、数値又は式を  ～  の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

図2に示すように、相電圧  $\dot{E}_a$  [V]、 $\dot{E}_b$  [V]、 $\dot{E}_c$  [V] の対称三相交流電源に、抵抗  $3\Omega$  とリアクタンス  $\sqrt{3}\Omega$  を直列に接続したものを Y 結線した平衡三相負荷が接続されている。この電源の線間電圧は  $200\text{V}$ 、定格電流は  $50\text{A}$  である。電源の定格電流を超えない範囲で、a-b 間に力率 1 の単相負荷を接続する場合の許容容量を求める過程を考える。ここで、相回転は a-b-c の順とする。なお、図2に示されているインピーダンス以外のインピーダンスは無視するものとする。

- 1) この回路において、三相負荷の各相のインピーダンスの大きさを  $Z_3$  [ $\Omega$ ] とすると、

$$Z_3 = \text{} [\Omega]$$

であることから、三相負荷の a 相の電流  $\dot{I}_{3a}$  [A] の大きさ  $I_{3a}$  [A] は、

$$I_{3a} = \text{} [\text{A}]$$

となる。

- 2) この回路において、 $\dot{I}_{3a}$  と  $\dot{E}_a$  の位相関係は図3のようになり、 $\dot{I}_{3a}$  は  $\dot{E}_a$  に対して位相が、角度  の  である。また、 $\dot{I}_{3b}$  と  $\dot{E}_b$  の関係も同様である。

- 3) 次に、単相負荷の電流  $\dot{I}_1$  [A] についてみると、 $\dot{I}_1$  の大きさ  $I_1$  [A] は、 $\dot{E}_a$  と  $\dot{E}_b$  の差  $\dot{E}_{ab}$  [V] で決まる。位相に注目すると、 $\dot{I}_1$  は  $\dot{E}_a$  に対して位相が、角度  の  となる。

すなわち、 $\dot{I}_{3a}$  と  $\dot{I}_1$  は位相差が  の関係になる。

また、 $-\dot{I}_1$  は  $\dot{E}_b$  に対して位相が、角度  の  となり、 $\dot{I}_{3b}$  との位相差は  である。

4) これらの関係から、電源からの、a相の電流  $\dot{I}_a$  [A] の大きさを  $I_a$  [A]、b相の電流  $\dot{I}_b$  [A] の大きさを  $I_b$  [A] とすると、 $I_a$  は  $I_b$  より 。電源の定格電流 50A を超えないようにするには、 $\dot{I}_a$ 、 $\dot{I}_b$ 、 $\dot{I}_c$  のうち電流  で単相負荷の大きさが制限されることになる。

したがって、単相負荷電流の最大値  $I_{1\max}$  [A] は

$$I_{1\max} = \text{} \text{ [A]}$$

であり、接続できる単相負荷の最大許容容量  $P_{1\max}$  [kW] は、

$$P_{1\max} = \text{} \text{ [kW] となる。}$$

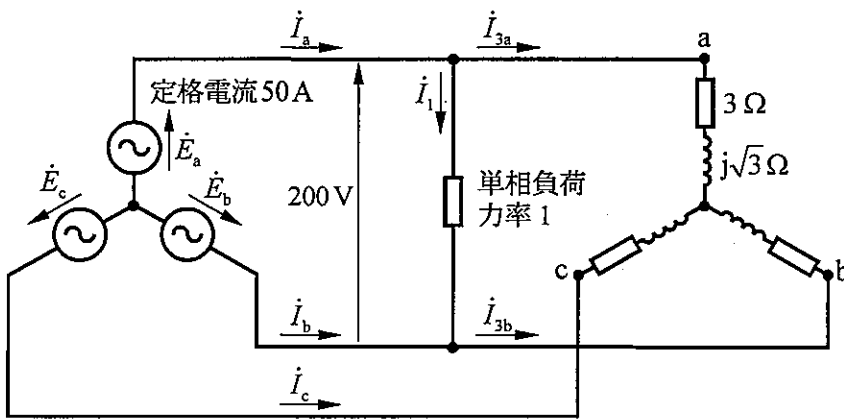


図2

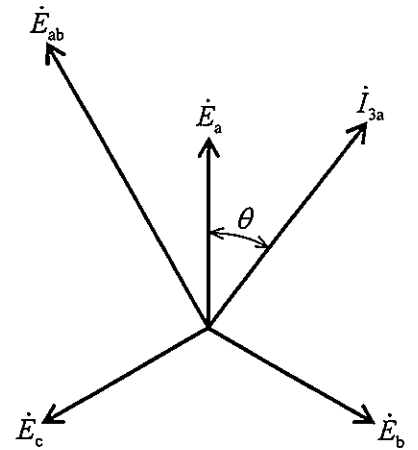


図3

<  ~  の解答群 >

- |                         |                   |                |                         |                  |
|-------------------------|-------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| ア $\frac{10}{3}$        | イ $2\sqrt{3}$     | ウ $3+\sqrt{3}$ | エ $\frac{10}{\sqrt{3}}$ | オ $\frac{50}{3}$ |
| カ $\frac{50}{\sqrt{3}}$ | キ $\frac{100}{3}$ | ク $0^\circ$    | ケ $30^\circ$            | コ $45^\circ$     |
| サ $60^\circ$            | シ $90^\circ$      | ス $\dot{I}_a$  | セ $\dot{I}_b$           | ソ $\dot{I}_c$    |
| タ 遅れ                    | チ 進み              | ツ 小さい          | テ 大きい                   |                  |

(自動制御及び情報処理)

問題5 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

(1) 次の各文章の  ~  の中に入れるべき最も適切な字句、式又は記述をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

図1及び図2はそれぞれある制御系を表している。ここで、 $K_1$ 、 $K_2$  及び  $K_3$  はある正の有限な定数である。

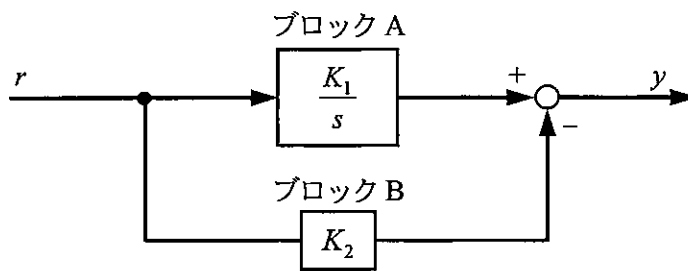


図1

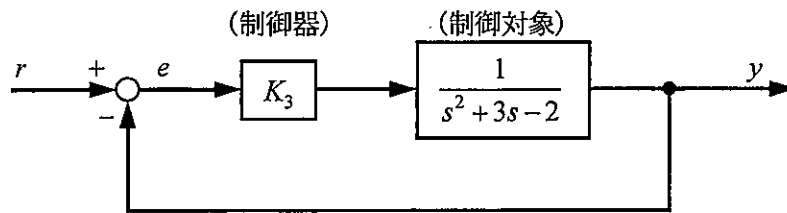


図2

1) 図1及び図2のように、信号の流れや伝達要素を表した図を  という。

<  の解答群 >

ア ナイキスト線図

イ ニコルス線図

ウ ブロック線図

エ ベン図

オ ボード線図

2) 図1において、ブロック A は  要素と呼ばれる形をしている。また、図1の制御系では、ブロック A とブロック B が  結合されており、 $r$  から  $y$  までの伝達関数は  である。

< 2 ~ 4 の解答群 >

- |                           |                           |                         |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ア $\frac{K_1 K_2}{s}$     | イ $\frac{K_1 - K_2}{s}$   | ウ $\frac{K_1 + K_2}{s}$ |
| エ $\frac{K_1 - K_2 s}{s}$ | オ $\frac{K_1 + K_2 s}{s}$ | カ 一次遅れ                  |
| キ 二次遅れ                    | ク 比例                      | ケ 積分                    |
| コ 微分                      | サ フィードバック                 | シ 直列                    |
| ス 並列                      | セ 直接                      | ソ 間接                    |

3) 図2において、制御器は 5 要素と呼ばれる形をしている。また、図2の制御系は 6 結合されており、 $r$  から  $y$  までの伝達関数は 7 である。この伝達関数は 8 要素と呼ばれる形をしている。

< 5 ~ 8 の解答群 >

- |   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| ア $\frac{K_3}{s^2 + 3s - 2}$                      | イ $\frac{K_3}{s^2 + 3s + K_3 - 2}$                 | ウ $\frac{K_3}{-s^2 - 3s + K_3 + 2}$ |
| エ $\frac{s^2 + 3s - K_3 + 2}{s^2 + 3s + K_3 - 2}$ | オ $\frac{-s^2 - 3s + K_3 + 2}{s^2 + 3s + K_3 - 2}$ | カ 一次遅れ                              |
| キ 二次遅れ  | ク 比例   | ケ 積分                                |
| コ 微分  | サ フィードバック  | シ 直列                                |
| ス 並列  | セ 直接   | ソ 間接                                |

4) 図2において、 $K_3 = 2$  のとき、 $r$  に大きさ1のステップ入力を加えると、時間が十分に経ったときの  $y$  は 9 。また、 $K_3 = 3$  のとき、 $r$  に大きさ1のステップ入力を加えると、時間が十分に経ったときの  $y$  は 10 。

< 9 及び 10 の解答群 >

- |              |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|
| ア 0 に収束する    | イ $\infty$ に発散する | ウ ある正の一定値になる |
| エ ある負の一定値になる | オ 持続的に振動する       |              |

問題5の(2)及び(3)は次の7頁及び8頁にある

(2) 次の文章の  ～  の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を  ～  の解答群> から選び、その記号を答えよ。

情報技術の普及とともに、エネルギー管理は、有線又は無線のネットワークを利用して、インターネットプロトコルで情報通信を行い、事務所など離れた場所でパーソナルコンピュータなどを使って行うことが一般的となってきた。

インターネットでは、ネットワーク利用者はネットワークインタフェース層で用いられる物理アドレスである  アドレスを直接用いずに、ネットワークの論理的な構成に基づいて付けられた IP アドレスによる通信を行う。IP アドレスには、従来から利用されている IPv4 で用いられている  ビットのアドレスと、今後、利用が広まってくる IPv6 で用いられる  ビットのアドレスがある。IPv4 で、プライベートな IP アドレスを持つコンピュータをインターネットに接続するためには、代理サーバ(プロキシサーバ)を経由するか、 を持つルータ経由で接続する必要がある。また、IP アドレスに対応させたドメイン名(又はホスト名)を IP アドレスに変換するための  サーバを利用することにより、インターネットに接続されているコンピュータを、ドメイン名(又はホスト名)を用いて指定できる。

<  ～  の解答群 >

ア 16	イ 32	ウ 64	エ 128	オ 256
カ DNS	キ FTP	ク HTTP	ケ MAC	コ NAT
サ POP3	シ SMTP	ス メモリ	セ メール	



(3) 次の文章の [ 16 ] ~ [ 19 ] の中に入れるべき最も適切な字句を < [ 16 ] ~ [ 19 ] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、[ 17 ] 及び [ 18 ] は2箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

ハードディスクドライブ装置は高速回転する複数枚の [ 16 ] ディスクにより構成されている。その1枚のディスクは同心円状の [ 17 ] から構成され、その一つの [ 17 ] は複数の [ 18 ] により構成される。[ 18 ] は物理的な最小書き込み単位であり、この一つあるいは複数を使用して論理的な最小書き込み単位となる [ 19 ] が構成される。

< [ 16 ] ~ [ 19 ] の解答群 >

- |          |         |           |        |
|----------|---------|-----------|--------|
| ア クラスタ   | イ コンパクト | ウ シリンダ    | エ セクタ  |
| オ ディレクトリ | カ トラック  | キ パーティション | ク ファイル |
| ケ ブルーレイ  | コ レーザ   | サ 磁気      |        |

(電気計測)

問題6 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

- (1) 次の各文章の  ~  の中に入れるべき最も適切な字句をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を2回以上使用してもよい。

計測には様々な目的や用途に応じて、適切な各種のセンサが用いられる。

- 1) 温度測定に用いられるセンサの一つとして、銅とコンスタンタンなど2種類の金属の線で閉回路を作ったとき、一方の接続点と他方の接続点との間に温度差があるときに発生する  を利用した  がある。

- 2) 磁界の測定に用いられるセンサの一つとして、半導体などに電流を流し、電流の方向に対し  に磁界があるときに、電流と磁界に直角な方向に起電力が現れる  効果を利用した磁気センサがある。

<  ~  の解答群 >

- |         |          |       |         |
|---------|----------|-------|---------|
| ア サーミスタ | イ ジョセフソン | ウ ホール | エ 抵抗温度計 |
| オ 熱電対   | カ 光電変換   | キ 起電力 | ク 高周波   |
| ケ 光     | コ 同方向    | サ 逆方向 | シ 垂直    |

- 3) <sup>ひず</sup>歪みの測定では<sup>ひず</sup>歪みゲージが用いられることが多いが、これは、応力で変形した金属や半導体の  が変化することを利用したものである。この変化を  ブリッジ回路などを用いて測定する。

- 4) 振動・音響の測定に用いられるセンサの一つとして、チタン酸バリウムや水晶の結晶などに  を加えるとその表面に電荷が現れる現象を利用した  がある。

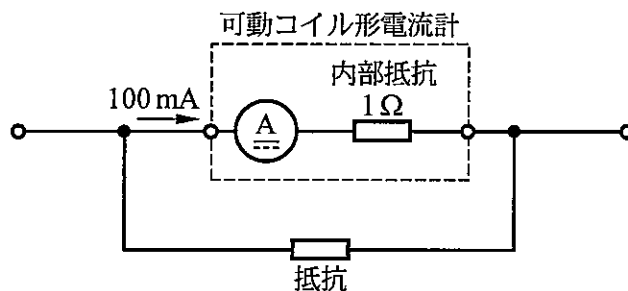
このように各種センサは、物質の持つ基本的な機械的、電磁氣的、熱的、音響的及び化学的性質などを利用しており、用途に応じた使い分けが重要である。

< 5 ~ 8 の解答群 >

- |            |          |          |
|------------|----------|----------|
| ア キャパシタンス  | イ ダイオード  | ウ ヒステリシス |
| エ ホイートストン  | オ 電圧     | カ 電流     |
| キ 電気抵抗     | ク 機械的応力  | ケ 圧電素子   |
| コ 磁気抵抗効果素子 | サ 電界効果素子 |          |

(2) 次の文章の 9 及び 10 の中に入れるべき最も適切な字句を 9 及び 10 の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、9 及び 10 は 2 箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。また、A a.bc 及び B ab に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

1) 可動コイル形電流計のコイルの巻線には細い導線が利用されているため、一般に 100 mA 程度の電流しか流せない。このために、電流の測定範囲を広げるには、しばしば、電流計に並列に接続した 9 と呼ばれる抵抗が用いられる。図に示すような、最大測定値が 100 mA で、内部抵抗が  $1\ \Omega$  の可動コイル形電流計を、最大測定値 12 A で利用するのに必要な 9 の抵抗値は A a.bc  $\times 10^{-3}$  [ $\Omega$ ] である。



2) 同様に、可動コイル形電圧計を利用する場合を考える。電圧の測定範囲を広げるためには、計器に直列に、適切な抵抗値を持つ 10 を接続する。例えば、最大測定値が 10 V で、内部抵抗が  $10\ \text{k}\Omega$  の可動コイル形電圧計を、最大測定値 100 V で利用するには、B ab [ $\text{k}\Omega$ ] の 10 を直列に接続する。

< 9 及び 10 の解答群 >

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ア 分流器 | イ 遜倍器 | ウ 倍率器 | エ 変流器 |
|-------|-------|-------|-------|

(表紙からの続き)

## II 解答上の注意

1. 問題の解答は、該当欄にマークすること。
2. (1) 

1
---

、

2
---

 などは、解答群の字句、数値、式、図などから当てはまる記号「ア、イ、ウ、エ、オ・・・」を選択し、該当欄のその記号を塗りつぶすこと。
- (2) 

A	a.bc
---	------

、

B	a.bc×10 <sup>d</sup>
---	----------------------

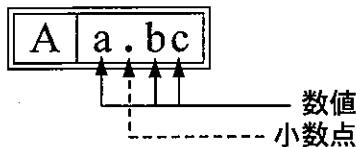
 などは、計算結果などの数値を解答する設問である。それぞれ a,b,c などのアルファベットごとに該当する数字「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9」を塗りつぶすこと。

解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

このとき、解答すべき数値の計算過程においても、すべて最小位よりも一つ下の位まで計算し、最後に四捨五入すること。

### 「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.827……  
↓ 四捨五入  
6.83

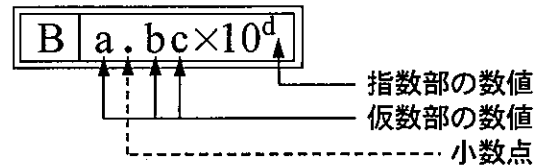
(解答)

「6.83」に  
マークする

		A			
		a	.	b	c
				0	0
①				1	1
②				2	2
③				3	●
④				4	4
⑤				5	5
⑥				6	6
⑦				7	7
⑧				8	●
⑨				9	9

### 「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183 × 10<sup>2</sup>  
↓ 四捨五入  
9.18 × 10<sup>2</sup>

(解答)

「9.18 × 10<sup>2</sup>」に  
マークする

		B				
		a	.	b	c	×10 <sup>d</sup>
				0	0	0
①				●	1	1
②				2	2	●
③				3	3	3
④				4	4	4
⑤				5	5	5
⑥				6	6	6
⑦				7	7	7
⑧				8	●	8
⑨				9	9	9

- (3) 問題文中で与えられる数値は、記載してある位以降はすべて「0」として扱い、「解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。」を満足しているものとする。

例えば、2.1 kg の 2.1 は、2.100……と考える。特に円周率などの場合、実際は  $\pi = 3.1415\dots$  であるが、 $\pi = 3.14$  で与えられた場合は、3.1400……として計算すること。