

電気分野
専門区分

課目Ⅱ 電気の基礎

試験時間 16:20～17:40 (80分)

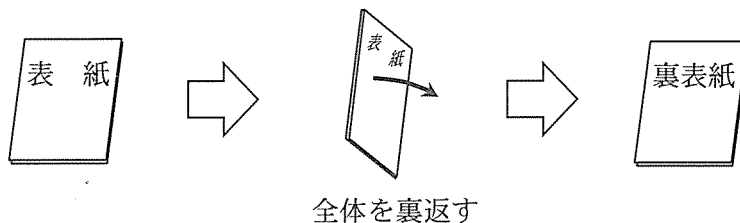
4時限目

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 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。(配点計 50 点)

- (1) 図1に示すように、電圧 \dot{E}_0 の交流電源に、誘導性リアクタンス X_1 、 X_2 、抵抗 R 、スイッチ S_1 及びスイッチ S_2 が接続されている。端子 a、b 間の電圧を \dot{V}_{ab} 、交流電源からの電流を \dot{I}_0 とし、 S_1 に流れる電流を \dot{I}_1 、 S_2 に流れる電流を \dot{I}_2 として、2つのスイッチを開閉したときの電圧、電流を求める。

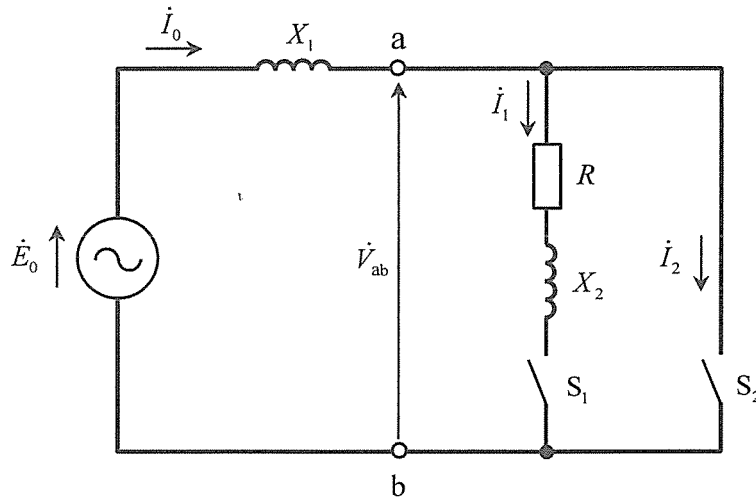


図1

- 1) スイッチ S_1 が閉、スイッチ S_2 が開の状態を考える。

電圧 \dot{V}_{ab} は次式のように表される。

$$\dot{V}_{ab} = \boxed{1} \times \dot{E}_0$$

また、電流 \dot{I}_0 は次式のように表される。

$$\dot{I}_0 = \boxed{2} \times \dot{E}_0$$

< 及び の解答群 >

ア $\frac{1}{jX_1}$

イ $\frac{1}{R+jX_2}$

ウ $\frac{1}{R+j(X_1+X_2)}$

エ $\frac{R+jX_2}{jX_1}$

オ $\frac{jX_1}{R+j(X_1+X_2)}$

カ $\frac{R+jX_2}{R+j(X_1+X_2)}$

2) スイッチ S_1 及びスイッチ S_2 が閉の状態を考える。

電圧 \dot{V}_{ab} は次式のように表される。

$$\dot{V}_{ab} = \boxed{3}$$

また、電流 \dot{I}_2 は次式のように表される。

$$\dot{I}_2 = \boxed{4}$$

< $\boxed{3}$ 及び $\boxed{4}$ の解答群 >

ア 0

イ ∞

ウ \dot{E}_0

エ $\frac{\dot{E}_0}{jX_1}$

オ $\frac{\dot{E}_0}{R+jX_2}$

カ $\frac{\dot{E}_0 \times jX_1}{R+jX_2}$

3) スイッチ S_1 及びスイッチ S_2 が開の状態を考える。

電圧 \dot{V}_{ab} は次式のように表される。

$$\dot{V}_{ab} = \boxed{5}$$

また、電流 \dot{I}_1 は次式のように表される。

$$\dot{I}_1 = \boxed{6}$$

< $\boxed{5}$ 及び $\boxed{6}$ の解答群 >

ア 0

イ ∞

ウ \dot{E}_0

エ $\frac{\dot{E}_0}{jX_1}$

オ $\frac{\dot{E}_0(R+jX_2)}{jX_1}$

カ $\frac{\dot{E}_0}{R+j(X_1+X_2)}$

問題4は次の頁に続く

(2) 図2に示すように、線間電圧が400Vの対称三相交流電源に、回路1（負荷）と、スイッチSを介して回路2（コンデンサ）が接続されている。ここで、回路1はインピーダンス $\dot{Z}_1 = 4 + j3 [\Omega]$ をY接続した平衡三相負荷である。また、回路2は、交流電源から見た力率を1に改善するためにインピーダンス $\dot{Z}_2 [\Omega]$ のコンデンサを Δ 接続した平衡三相回路である。

図2の回路において、スイッチSを開閉したときの有効・無効電力などの値を求める過程を考える。ただし、図示されたもの以外のインピーダンスは無視するものとする。

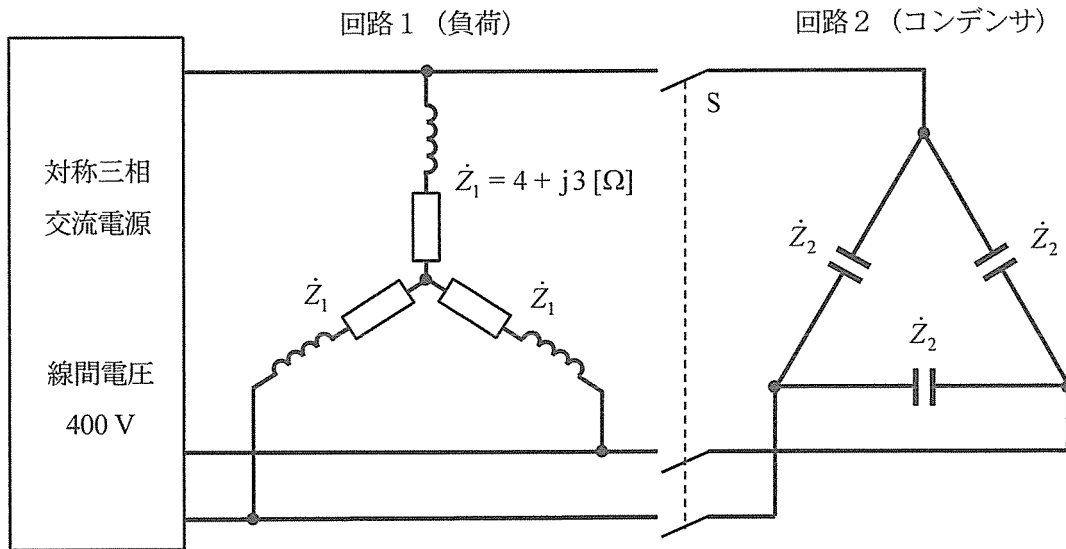


図2

- 1) スイッチSが開いているときに、交流電源から回路1に供給する有効及び無効電力を求める。
 i) 対称三相交流電源の電圧は線間電圧で与えられているので、回路1のインピーダンスをY- Δ 変換すると、 Δ 接続1相当りのインピーダンス \dot{Z}_Δ は次の値となる。

$$\dot{Z}_\Delta = \boxed{7} [\Omega]$$

線間電圧を $\dot{V}_\Delta = 400 [\text{V}]$ とすると、この Δ 接続1相に流れる電流 $\dot{I}_{\Delta 1}$ は次の値となる。

$$\dot{I}_{\Delta 1} = \boxed{8} [\text{A}]$$

< $\boxed{7}$ 及び $\boxed{8}$ の解答群 >

- | | | |
|---------------------|------------------------|----------------|
| ア $\frac{4}{3} + j$ | イ $4 + j3$ | ウ $12 + j9$ |
| エ $20 - j15$ | オ $\frac{64}{3} - j16$ | カ $192 - j144$ |

ii) Δ 接続 1 相の力率 $\cos\theta_{\Delta 1}$ 、及び交流電源から供給される Δ 接続 1 相の有効電力 $P_{\Delta 1}$ と無効電力 $Q_{\Delta 1}$ (遅れ) は次の値となる。

$$\cos\theta_{\Delta 1} = \boxed{9}$$

$$P_{\Delta 1} = \boxed{10} \text{ [W]}$$

$$Q_{\Delta 1} = 6400 \text{ [var]}$$

< $\boxed{9}$ 及び $\boxed{10}$ の解答群 >

ア 0.6 イ 0.8 ウ 1 工 $\frac{20480}{3}$ 才 8000 力 $\frac{25600}{3}$

2) スイッチ S が閉じているときに、三相交流電源から供給される有効及び無効電力を求める。

i) 回路 2 の回路定数を求める。

前述の結果から、回路 2 によって交流電源の力率を 1 に改善する Δ 接続 1 相当りの無効電力は 6400 var (進み) となる。したがって、回路 2 の Δ 接続 1 相に流す電流の実効値 $I_{\Delta 2}$ は次の値である。

$$I_{\Delta 2} = \boxed{11} \text{ [A]}$$

この電流を流すコンデンサのキャパシタンス C は次の値である。ただし、交流電源の角周波数 ω は $\omega = 100\pi$ [rad/s] とする。

$$C = \boxed{12} \text{ [\mu F]}$$

< $\boxed{11}$ 及び $\boxed{12}$ の解答群 >

ア 15 イ 16 ウ 144 工 $\frac{0.4}{\pi}$ 才 $\frac{3.6}{\pi}$
 力 $\frac{400}{\pi}$ ㇿ $\frac{3600}{\pi}$

ii) このとき、三相交流電源から供給される有効電力 P_3 と無効電力 Q_3 は次の値となる。

$$P_3 = \boxed{13} \text{ [W]}$$

$$Q_3 = \boxed{14} \text{ [var]}$$

< $\boxed{13}$ 及び $\boxed{14}$ の解答群 >

ア 0 イ 6400 ウ 12800 工 19200 才 24000 力 25600

(自動制御及び情報処理)

問題5 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。(配点計 50 点)

(1) プロセス制御を行なうため、図1に示す定値制御のフィードバック制御系を考える。ここで、 $P(s)$ は安定な制御対象であり、 $K(s)$ は制御器、 r は目標値、 y は制御量である。この制御系において、 $K(s)$ としてPID 制御器を用いる際に、図2のオペアンプで構成される電子回路で実現することを考える。

オペアンプは理想素子であるとして、入力インピーダンスは無限大とする。図2の V_i は入力電圧、 V_o は出力電圧、 R_1 、 R_2 は抵抗、 C_1 、 C_2 はコンデンサ、 V_+ はオペアンプの非反転入力電圧、 V_- は反転入力電圧、 I_i は入力端における電流、 I_o は帰還回路の電流である。また、 C_1 、 C_2 の電圧の初期化機能も持っているものとするが、図2では省略する。

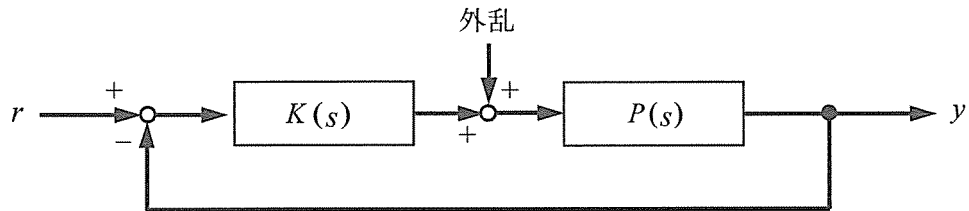


図1

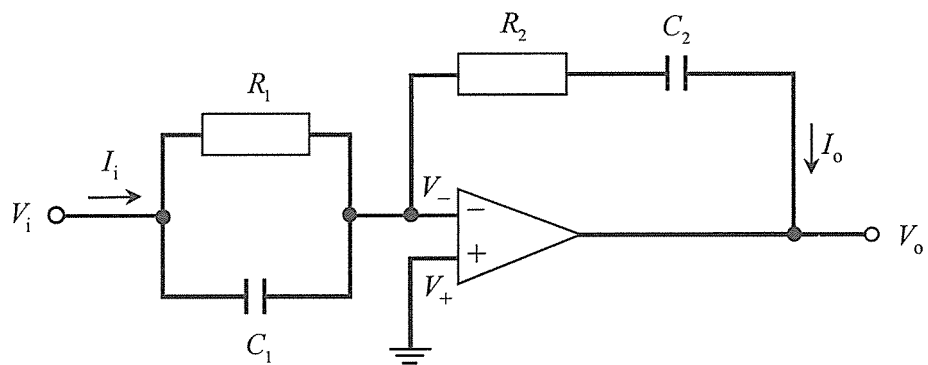


図2

1) 抵抗 R_1 とコンデンサ C_1 の並列接続部分の合成インピーダンス Z_i と、抵抗 R_2 とコンデンサ C_2 の直列接続部分の合成インピーダンス Z_o を、ラプラス演算子 s を用いて表現すると、 Z_i 及び Z_o は次式で表される。

$$Z_i = \boxed{1}$$

$$Z_o = \boxed{2}$$

< $\boxed{1}$ 及び $\boxed{2}$ の解答群 >

ア $R_1 C_1 s$	イ $\frac{R_1 C_1 s + 1}{R_1}$	ウ $\frac{R_1}{R_1 C_1 s + 1}$
エ $\frac{R_2 C_2 s + 1}{C_2 s}$	オ $\frac{1}{R_2 C_2 s + 1}$	カ $\frac{C_2 s}{R_2 C_2 s + 1}$

2) ここで、オペアンプは理想素子であり、 $V_+ = V_- = 0$ 、 $I_i = I_o$ が成り立つ。このとき、入力電圧 V_i のラプラス変換を $V_i(s)$ 、出力電圧 V_o のラプラス変換を $V_o(s)$ とすると、 $V_i(s)$ から $V_o(s)$ までの伝達関数 $G(s)$ は次式で表される。

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \boxed{3}$$

< $\boxed{3}$ の解答群 >

ア $-R_1 C_2 s$	イ $-\frac{(R_1 C_1 + R_2 C_2)s + 1}{R_1 C_2 s}$	ウ $-\frac{R_1 C_1 R_2 C_2 s^2 + (R_1 C_1 + R_2 C_2)s + 1}{R_1 C_2 s}$
----------------	---	---

3) 次に、このオペアンプ回路を制御系の PID 制御器として使用するために、2) で得られた伝達関数の符号を反転し、 $K(s) = -\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = K_1 + \frac{K_2}{s} + K_3 s$ とする。このとき、 K_2 は $\boxed{4}$ 、 K_3 は $\boxed{5}$ となる。

< $\boxed{4}$ 及び $\boxed{5}$ の解答群 >

ア $R_1 C_2$	イ $R_2 C_1$	ウ $\frac{1}{R_1 C_2}$
-------------	-------------	-----------------------

問題 5 は次の頁に続く

4) オペアンプ回路をPID制御器として動作させたとき、フィードバック系において外乱による定常偏差を低減するのは 動作であり、そのゲインは $K(s)$ の式中の である。

< 及び の解答群 >

ア K_1 イ K_2 ウ K_3 エ 積分 オ 微分 カ 比例

(2) 企業や組織が保有している情報資産の安全性を確保するためには、情報セキュリティ管理が重要である。

1) その三要素は機密性、完全性、 であり、そのうち完全性とは ことである。

〈 及び の解答群 〉

- ア 可用性
- イ ぜい弱性
- ウ 保全性
- エ 情報が破壊、改ざん、消去されない状態を確保する
- オ 許可された利用者だけが情報にアクセスできる
- カ 必要な時に情報にアクセスできる

2) 情報資産の安全性を脅かす脅威を排除するために企業や組織が作成する規定を と呼ぶ。

〈 の解答群 〉

- ア セキュリティホール
- イ 情報セキュリティインシデント
- ウ 情報セキュリティポリシー

3) セキュリティを確保する対策としては、暗証番号やパスワード認証などを使用するユーザー認証と、ファイアウォールなどを利用する がある。

〈 の解答群 〉

- ア アクセス制御
- イ リスク分析
- ウ 暗号化

(3) 半導体メモリは読み書きが可能な RAM と、読み取り専用の に分類される。さらに RAM の種別としては、高速で消費電流も少ないが大容量化が困難な と、時間が経つと記憶内容が消えてしまうため 動作が必要な DRAM などがある。

〈 ～ の解答群 〉

- ア HDD
- イ ROM
- ウ SRAM
- エ SSD
- オ USB
- カ キャッシュ
- キ フラッシュ ROM
- ク リセット
- ケ リフレッシュ

(電気計測)

問題6 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句等をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 及び は複数箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。

また、 ～ 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。(配点計 50 点)

(1) 電圧波形を観察する機器に がある。この機器は、入力電圧をサンプルホールドして量子化し、その電圧値をメモリに蓄えて、時間の関数として電圧値を描画するものである。

この機器を一般的なアナログ機器と比較したときの特徴的な利点は、 ことである。一方、高速の波形観察は A/D 変換の速度で制限されてしまうことと、エイリアシングが生じることが欠点である。エイリアシングを防ぐため、サンプリング周波数を f_s [Hz] とすると、再現可能な周波数は理論的には [Hz] より低い周波数に制限される。

また、この機器の多くは高速フーリエ変換機能を有しており、詳細な波形解析を可能としている。

< ～ の解答群 >

- | | | | |
|-----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| ア $2f_s$ | イ $\frac{f_s}{2}$ | ウ $\frac{f_s}{\sqrt{2}}$ | エ デジタルオシロスコープ |
| オ デジタルマルチメータ | | | カ ベクトルネットワークアナライザ |
| キ 繰り返し現象の測定が可能な | | | ク 単発現象の測定が容易な |
| ケ 電圧軸の精度が極めて高い | | | |

(2) 繰り返し波形の観察によく利用される機器にサンプリングオシロスコープがある。サンプリングオシロスコープでは、サンプルホールドするタイミングを 測定する。その結果、繰り返し波形のサンプルされる部分も 測定されることになる。サンプリングオシロスコープの利点は、増幅・A/D 変換回路の速度が 、高速な繰り返し波形の観察が可能であることである。

< 及び の解答群 >

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ア 1 周期ごとに | イ トリガ時刻から徐々にずらして |
| ウ ランダムに | エ 多少遅い場合でも |
| オ 被測定波形の周期と一致する場合 | カ 被測定波形の周期よりも十分早い場合のみ |

(3) 電気計測における誤差について考える。

1) 測定範囲として 15/60/300 A の切り替えができるクランプ式電流計を使用して、ある交流電流を測定したとき、60 A レンジで 50 A が指示された。このクランプ式電流計の測定の許容誤差が $\pm 5.0\%$ である場合、真の電流値は [A] ~ [A] の範囲にあることになる。ただし、 $A < B$ とする。

2) JIS では、直動式の電流計及び電圧計は、0.05 から 5 の間の数値で表現される 指数により精度が 11 に区分されている。

いま、フルスケール 100 V、 指数が 1 の電圧計を使用して二種類の電圧を測定した。それぞれの読み取り値は、90 V 及び 50 V であった。このとき、読み取り値 90 V の相対誤差は [%] 以下、読み取り値 50 V の相対誤差は [%] 以下である。

< の解答群 >

- | | | |
|------|------|------|
| ア 階級 | イ 計測 | ウ 標準 |
|------|------|------|

(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

、

2

 などは、解答群の字句等（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。
3.

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

、

B	a.bc×10 ^d
---	----------------------

 などは、計算結果などの数値を解答する設問である。a,b,c,d 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」（ただし、a は 0 以外とする）を塗りつぶすこと。なお、下位の桁の値が「0」となる場合にも 0 を塗りつぶすこと。
また、計算を伴う解答の場合は次の (1) ~ (3) によること。

(1) 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、解答すべき数値を求める過程の計算においても、必要となる桁数には十分配慮し、「解答として最後に四捨五入した数値」が、「解答が求める最小位まで有効な値」となるようにすること。

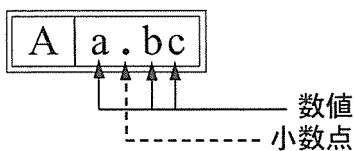
(2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、必要に応じて四捨五入後の数値ではなく、四捨五入前の数値を用いて計算することなど、(1) の計算条件を満足すること。

(3) 問題文中で与えられる数値は、記載してある位以降は「0」として扱い、(1) の「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。」の計算条件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 $\pi = 3.1415...$ 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。

「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.795...
↓ 四捨五入
6.80

(解答)

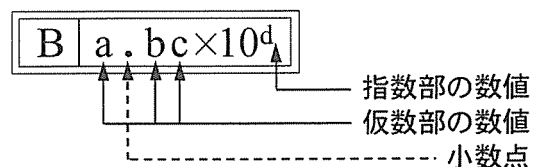
「680」を
塗りつぶす



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

「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183... × 10²
↓ 四捨五入
9.18 × 10²

(解答)

「9182」を
塗りつぶす



B			
a	b	c	d
0	0	0	0
1	1	1	1
2	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	8
9	9	9	9