

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)

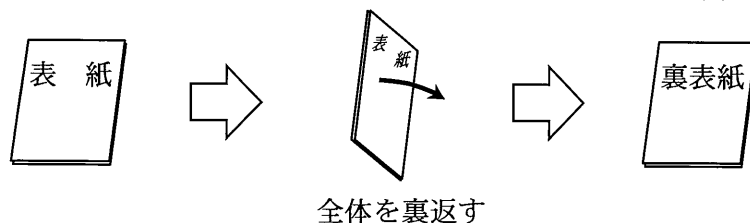
4時限目

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	5～7ページ
問題6	電気計測	8～10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、角周波数 ω [rad/s] の交流電源に、 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_L [Ω] 及び R_C [Ω] の抵抗、インダクタンス L [H] のリアクトル、静電容量 C [F] のコンデンサが接続されているブリッジ回路について、これらの値の関係を求めることを考える。

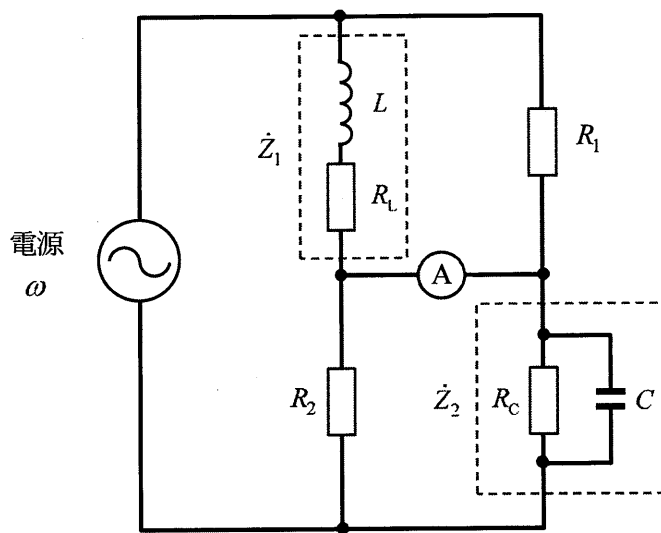


図1

1) 図1において、 R_L と L の合成インピーダンス Z_1 、及び R_C と C の合成インピーダンス Z_2 は次式のように表される。

$Z_1 =$ [Ω] ①

$Z_2 =$ [Ω] ②

< 及び の解答群 >

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|---|
| ア $R_C + j\omega C$ | イ $R_C + \frac{1}{j\omega C}$ | ウ $\frac{R_C}{1 + j\omega C R_C}$ |
| エ $R_L + j\omega L$ | オ $R_L + \frac{1}{j\omega L}$ | カ $\frac{j\omega L R_L}{R_L + j\omega L}$ |

2) ブリッジ回路の平衡条件（電流計 A に電流が流れない条件）は次式のように表される。

$$\boxed{3} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

< $\boxed{3}$ の解答群 >

ア $\dot{Z}_1 + R_2 = \dot{Z}_2 + R_1$ イ $R_1 R_2 = \dot{Z}_1 \dot{Z}_2$ ウ $R_1 \dot{Z}_1 = R_2 \dot{Z}_2$

3) 2) において、式③に式①及び式②を代入して R_c と C について解くと、次式のように表される。

$$R_c = \boxed{4} \text{ } [\Omega] \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

$$C = \boxed{5} \text{ } [F] \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

< $\boxed{4}$ 及び $\boxed{5}$ の解答群 >

ア $\frac{L}{R_1 R_2}$ イ $\frac{R_1 R_2}{R_L}$ ウ $\frac{R_2 R_L}{R_1}$
エ $\frac{R_1 R_L}{R_2}$ オ $\frac{R_1}{R_2 R_L} (R_L^2 + \omega^2 L^2)$ カ $\frac{R_2 L}{R_1 (R_L^2 + \omega^2 L^2)}$

問題 4 は次の頁に続く

(2) 図2に示すような三相3線式の回路がある。対称三相交流電源の a 相電圧を \dot{E}_a 、b 相電圧を \dot{E}_b 、c 相電圧を \dot{E}_c とし、各相電圧の大きさ（実効値）を E 、相順は a → b → c 相とし、各相の線電流をそれぞれ \dot{I}_a 、 \dot{I}_b 、 \dot{I}_c とする。

ここでは、 \dot{I}_a の大きさ（実効値）を I_a と表し、他の電流や電圧についても同様とする。また、負荷以外のインピーダンスは無視するものとする。

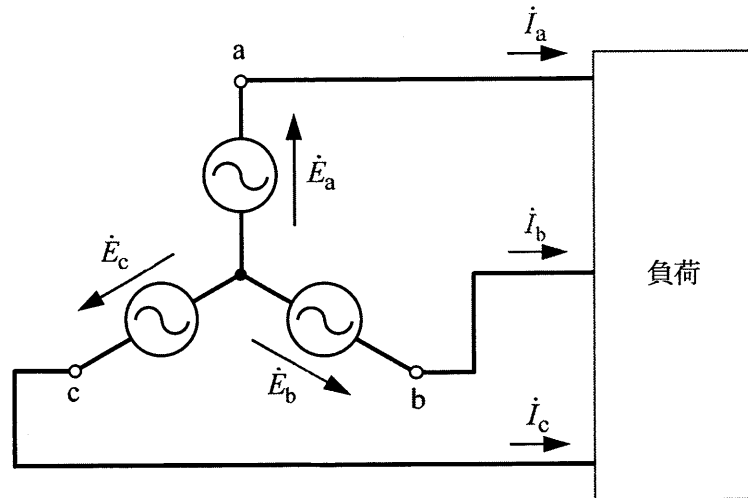


図2

1) 負荷として平衡三相負荷を接続した場合の回路の複素電力を求める。

図3に示すように、負荷は $R [\Omega]$ の抵抗と $L [H]$ のリアクトルが対称に Δ 結線されているものとする。この負荷回路を Y 結線に変換すると、1 相当りの負荷インピーダンスは と表され、結果として三相負荷全体の複素電力は と表される。

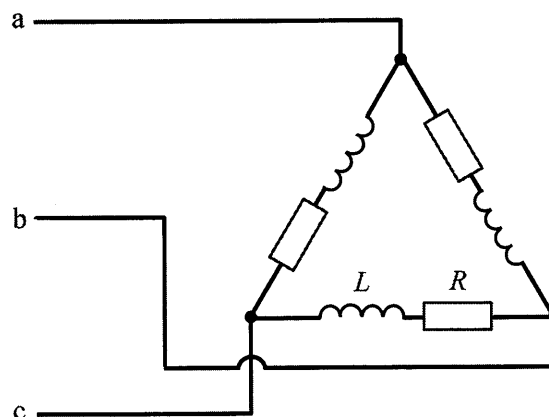


図3

< 6 及び 7 の解答群 >

- ア $R+j\omega L$ イ $3(R+j\omega L)$ ウ $\frac{R+j\omega L}{3}$
 工 $\frac{E^2}{R^2+\omega^2L^2}(R+j\omega L)$ 才 $\frac{3E^2}{R^2+\omega^2L^2}(R+j\omega L)$ 力 $\frac{9E^2}{R^2+\omega^2L^2}(R+j\omega L)$

2) 次に、負荷として図4に示す不平衡負荷を接続した場合を考える。図5に対称三相電源の電圧のフェーザを表す。

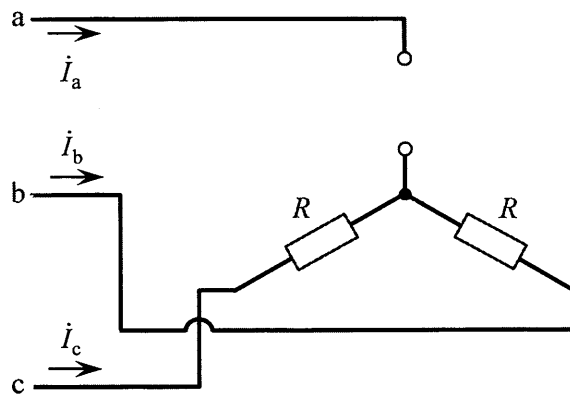


図4

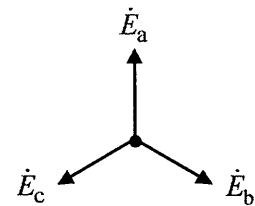


図5

- i) このとき、 i_b の大きさ I_b は と表され、負荷で消費される電力は と表される。
- ii) このとき、電流のフェーザとして、最も適切なものは、図6に示す (A) ~ (C) のうち である。

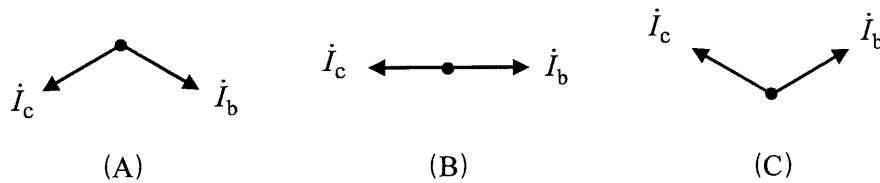


図6

< 8 ~ 10 の解答群 >

- ア $\frac{E}{R}$ イ $\frac{E}{2\sqrt{3}R}$ ウ $\frac{\sqrt{3}E}{2R}$ 工 $\frac{E^2}{6R}$ 才 $\frac{2E^2}{R}$ 力 $\frac{3E^2}{2R}$
 キ (A) ク (B) ケ (C)

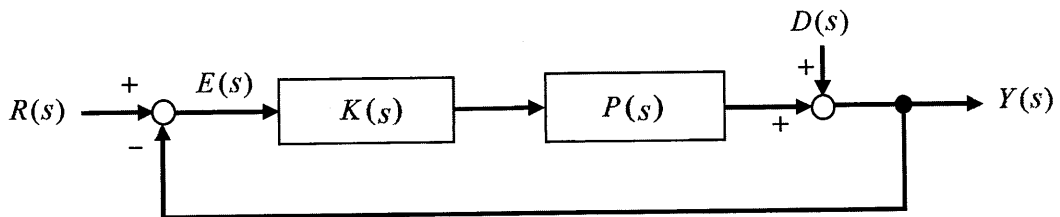
(自動制御及び情報処理)

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。なお、、、 及び は複数箇所あるが、それぞれ同じ記号が入る。(配点計 50 点)

- (1) 図に示すようなブロック線図で表したフィードバック制御系を考える。ここで、 $P(s)$ は制御対象、 $K(s)$ は制御器であり、その伝達関数が式①で与えられるとする。

$$P(s) = \frac{1}{s+4}, \quad K(s) = \frac{1}{2s} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

また、目標値を $r(t)$ 、外乱を $d(t)$ 、制御量を $y(t)$ 、偏差を $e(t)$ とし、 $R(s)$ は $r(t)$ を、 $D(s)$ は $d(t)$ を、 $Y(s)$ は $y(t)$ を、 $E(s)$ は $e(t)$ をそれぞれラプラス変換したものとする。



図

- 1) 外乱 $D(s)$ を 0 として、目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの伝達関数を求めると、式 となる。同様に目標値 $R(s)$ を 0 として、外乱 $D(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの伝達関数を求めると、式 となる。

< 及び の解答群 >

- | | | | | | |
|---|-------------------------|---|-----------------------------|---|------------------------|
| ア | $\frac{1}{2s^2+8s}$ | イ | $\frac{1}{2s^2+8s+1}$ | ウ | $\frac{2s}{2s^2+8s+1}$ |
| エ | $\frac{s+4}{2s^2+8s+1}$ | オ | $\frac{2s^2+8s}{2s^2+8s+1}$ | | |

2) いま、図に示す制御系が安定で収束するという条件を満たしている前提で、外乱を $d(t)=0$ と設定したときに、目標値が加えられた状況を考える。もし目標値が $r(t)=1$ ($t \geq 0$) であるとする、偏差 $e(t)$ の定常値 $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$ は となり、もし目標値が $r(t)=t$ ($t \geq 0$) であるとする、偏差 $e(t)$ の定常値 $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$ は となる。

< 及び の解答群 >

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 8

(2) 伝達関数で表現される線形システムの極と応答について考える。

1) もし、すべての極が複素平面の に存在するとき、そのシステムは安定である。

< の解答群 >

ア 実軸上 イ 左半面 ウ 右半面

2) 次に極が 1) と同じ条件であり、制御系設計により、極を移動することができる状況を考える。ここで、システムは二次遅れ系で極が共役複素根であるとする。

i) 極の位置を原点方向に近づけると、システムの応答は 。

< の解答群 >

ア 遅くなる イ 速くなる ウ 変わらない

ii) 極の位置を実軸に垂直に近づけると、システムのステップ応答のオーバシュートは 。

< の解答群 >

ア 大きくなる イ 小さくなる ウ 変わらない

(3) ハードディスクドライブ装置は、高速回転する複数枚の磁気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 [8] から構成され、その一つの [8] は複数の [9] により構成される。 [9] 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である [10] が構成される。

< [8] ~ [10] 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

(4) データ通信ネットワークについて考える。

1) 企業などの内部ネットワークをインターネットに接続する場合は、不正アクセス対策として内部ネットワークとインターネットの間に [11] と呼ばれるシステムを置き、 [11] を通してのみインターネットとの通信を許可する場合が多い。インターネットに公開するサーバを設置する場合は、内部ネットワークとインターネットの両方からアクセスできる [12] と呼ばれるセグメントを設け、公開用サーバは [12] に設置する方法が採用されることが多い。

< [11] 及び [12] の解答群 >

ア DCE イ DMZ ウ VPN
エ ファイアウォール オ モデム カ リピータ

2) 現場環境や構造により有線LANの敷設が困難な工場などでは、無線LANの導入が進められている。コンピュータなどの機器を無線LANに接続する際は、 [13] という基地局機能を経由する。無線LANの一つで、一般にWi-Fiと呼ばれているのは、国際的に広く普及している通信規格の [14] で定める品質に適合したもののことである。

< [13] 及び [14] の解答群 >

ア IEEE1394 イ IEEE802.11 ウ RS-422
エ アクセスポイント オ ゲートウェイ カ スイッチングハブ

(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。(配点計 50 点)

(1) 現代の計測の多くの場面では、測定対象の電氣的なアナログ値をデジタル値に変換することが多い。アナログ-デジタル変換は、 に変換するものであり、この変換を量子化とも呼ぶ。変換された値は、アナログ-デジタル変換のビット数により有効桁が制限される。変換する際のそのような制限によって信号に生じるノイズを量子化雑音と呼ぶ。

いま、電圧をアナログ-デジタル変換するときが発生するその量子化雑音の大きさに着目してみる。ここでは、被測定電圧領域を n ビットで 2^n 個の領域に線形分割する方法を考える。

分割された各電圧領域の幅を ΔV とすると、各電圧領域内の雑音の振幅は $\frac{-\Delta V}{2}$ から $\frac{+\Delta V}{2}$ の範囲に 分布すると仮定できる。この間の電圧変化が直線的であるとすると、量子化雑音の電圧二乗平均(雑音パワー)を W で表せば、 $W =$ と計算できる。ビット数(深度)が大きくなった場合、量子化雑音の大きさは 。

< ~ の解答群 >

ア $\frac{(\Delta V)^2}{2}$

イ $\frac{(\Delta V)^2}{6}$

ウ $\frac{(\Delta V)^2}{12}$

エ ガウス

オ ポアソン

カ 一様

キ 電圧値を電流値

ク 離散量を連続量

ケ 連続量を離散量

コ 大きくなる

サ 小さくなる

シ 変化しない

(2) データセンター等で利用が多い直流電力の測定について考える。

直流電力の測定では、負荷に印加されている電圧を電圧計、流れる電流を電流計により測定し、基本的にはその積から電力を算出する。ただし、実際の測定においては電圧計、電流計の内部抵抗により誤差が発生する。

いま、図1及び図2に示す接続方法における消費電力 P の計測について考える。ここで、それぞれの接続方法において、 V が電圧計の測定値、 I が電流計の測定値、 r_v は電圧計の内部抵抗、 r_A は電流計の内部抵抗である。

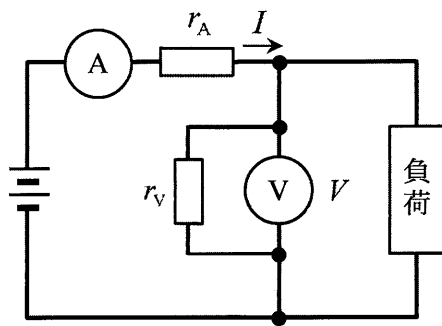


図1

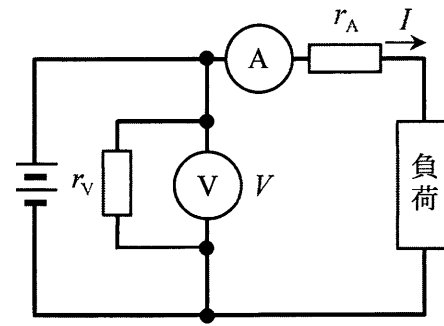


図2

1) 電圧計、電流計の内部抵抗による誤差を考慮すると、負荷の真の消費電力 P は、図1の接続方法では式 、図2の接続方法では式 となる。

この結果から、より正確な測定のためには電圧計の内部抵抗はできるだけ高いものを、電流計の内部抵抗はできるだけ低いものを選ぶ必要があることがわかる。

< 及び の解答群 >

ア $VI - r_A I^2$

イ $VI - r_v I^2$

ウ $VI - (r_A + r_v) I^2$

エ $VI - \frac{V^2}{r_A}$

オ $VI - \frac{V^2}{r_v}$

カ $VI - \frac{V^2}{r_A + r_v}$

2) 内部抵抗 $10\text{ k}\Omega$ の電圧計と内部抵抗 $50\text{ m}\Omega$ の電流計を用いて、図1及び図2のそれぞれの接続方法で電圧と電流を測定したところ、 $V = 15\text{ V}$ 、 $I = 0.5\text{ A}$ であった。図1と図2の接続を比べると、真の消費電力に対する誤差の大きさは なる。

< の解答群 >

ア 図1の方が大きく イ 図2の方が大きく ウ 両者等しく

(3) 工場等において多く用いられる三相電力機器を測定対象とする場合について考える。

1) 工場等の三相電力機器は、高電圧・大電流を扱う場合が多い。一般に、電圧や電流の測定において、計測機器の定格値よりも大きい値を計測するときは、計器用変成器を介して行う。例えば電圧を測定する場合には、計器用変圧器 (VT) が用いられ、VTの一次コイルの巻き数を n_1 、二次コイルの巻き数を n_2 とすると、その巻数比から、求める測定対象の電圧 v_1 と電圧計の指示電圧 v_2 との関係は、理論的には次式で表すことができる。

$$v_1 = \text{$$

< の解答群 >

ア $\frac{n_1}{n_2} v_2$ イ $\frac{n_2}{n_1} v_2$ ウ $\frac{n_1}{n_2} \frac{1}{v_2}$ エ $\frac{n_2}{n_1} \frac{1}{v_2}$

2) 三相3線式の負荷の電力測定には 法の原理が用いられることが多く、非有効接地系であれば、負荷が平衡三相であるか否かにかかわらず計測が可能である。ちなみに、平衡三相負荷の場合の電力 $P_{3\phi}$ は、線間電圧が V 、線電流が I 、力率が $\cos\phi$ のとき、Y結線であるか Δ 結線であるかには関係なく、 $P_{3\phi} = \text{$ となる。

< 及び の解答群 >

ア $3VI\cos\phi$ イ $\sqrt{3}VI\cos\phi$ ウ $\frac{1}{\sqrt{2}}VI\cos\phi$
 エ 一電力計 オ 二電力計 カ 三電力計

(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。

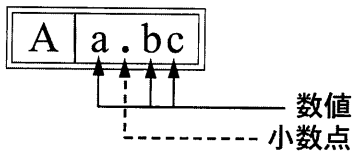
(2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、必要に応じて四捨五入後の数値ではなく、四捨五入前の数値を用いて計算することなど、(1) の計算条件を満足すること。

(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 $\pi = 3.1415\cdots$ 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)

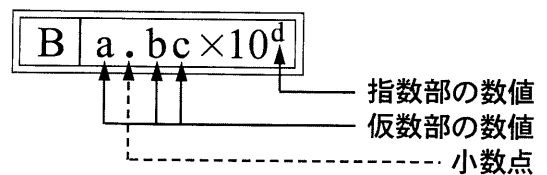
「680」を塗りつぶす



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

(裏表紙)