

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)

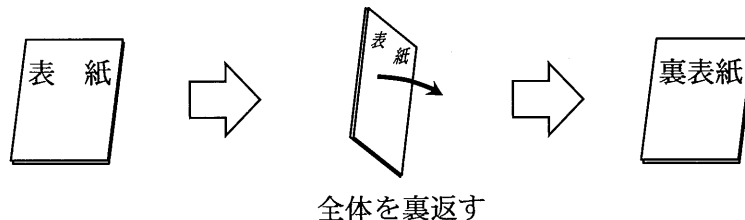
1 時限

問題4	電気及び電子理論	1～5ページ
問題5	自動制御及び情報処理	7～9ページ
問題6	電気計測	11～14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。

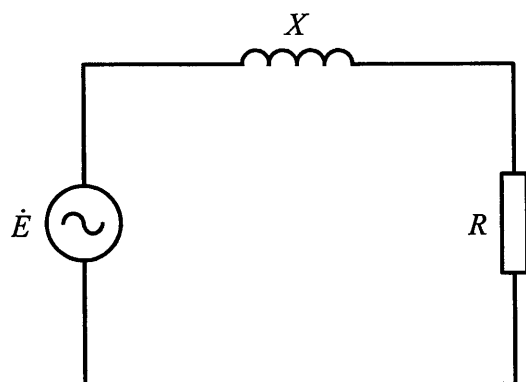


指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

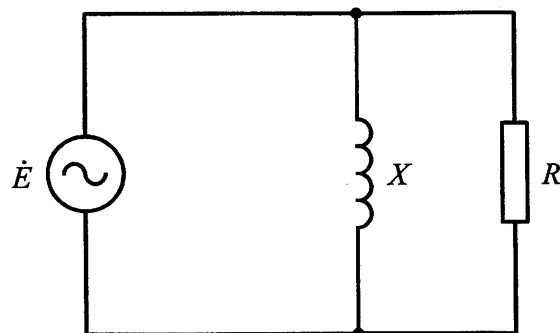
(電気及び電子理論)

問題4 次の各文章の ~ の中に入れるべき最も適切な数値又は式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} [V] の単相交流電源に、負荷として抵抗 R [Ω] と誘導性リアクタンス X [Ω] を直列接続した回路 (a) と並列接続した回路 (b) がある。これらの回路において、負荷の力率について考える。なお、図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。



(a) R と X を直列接続した回路



(b) R と X を並列接続した回路

図1

1) R と X を直列接続した負荷の合成インピーダンス \dot{Z}_s 、及び R と X を並列接続した負荷の合成インピーダンス \dot{Z}_p は、複素数表示では次式のように表される。

$$\dot{Z}_s = \boxed{1} \text{ } [\Omega]$$

$$\dot{Z}_p = \boxed{2} \text{ } [\Omega]$$

< $\boxed{1}$ 及び $\boxed{2}$ の解答群 >

ア $R + X$

イ $R + jX$

ウ $R - jX$

エ $\frac{1}{R} + j\frac{1}{X}$

オ $\frac{1}{R} + \frac{1}{jX}$

カ $\frac{RX}{R^2 + X^2} (R + jX)$

キ $\frac{RX}{R^2 + X^2} (R - jX)$

ク $\frac{RX}{R^2 + X^2} (X + jR)$

2) R と X を直列接続した負荷の力率 $\cos \phi_s$ 、及び R と X を並列接続した負荷の力率 $\cos \phi_p$ は、次式のように表される。

$$\cos \phi_s = \boxed{3}$$

$$\cos \phi_p = \boxed{4}$$

< $\boxed{3}$ 及び $\boxed{4}$ の解答群 >

ア $\frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

イ $\frac{R}{\sqrt{R^2 - X^2}}$

ウ $\frac{X}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

エ $\frac{X}{\sqrt{R^2 - X^2}}$

オ $\frac{RX}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

カ $\frac{RX}{\sqrt{R^2 - X^2}}$

問題4の(2)は次の3頁～5頁にある

(2) 図2に示すように、線間電圧が $\dot{V}_{ab} = 200 + j0$ [V]、 \dot{V}_{bc} [V]、 \dot{V}_{ca} [V] 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、抵抗 $R = \sqrt{3}$ [Ω] と誘導性リアクタンス $X_L = 1$ [Ω] とを直列接続したインピーダンス Z をY接続した平衡三相負荷である。また、回路2は、力率改善のため容量性リアクタンス X_C [Ω] 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を開閉したときの定常状態における電圧、電流、力率、電力などの値を求める過程を考える。ここで、相順はa-b-cであり、図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。

参考として、図3に各部の電流、電圧の関係を示したフェーザ図を示す。

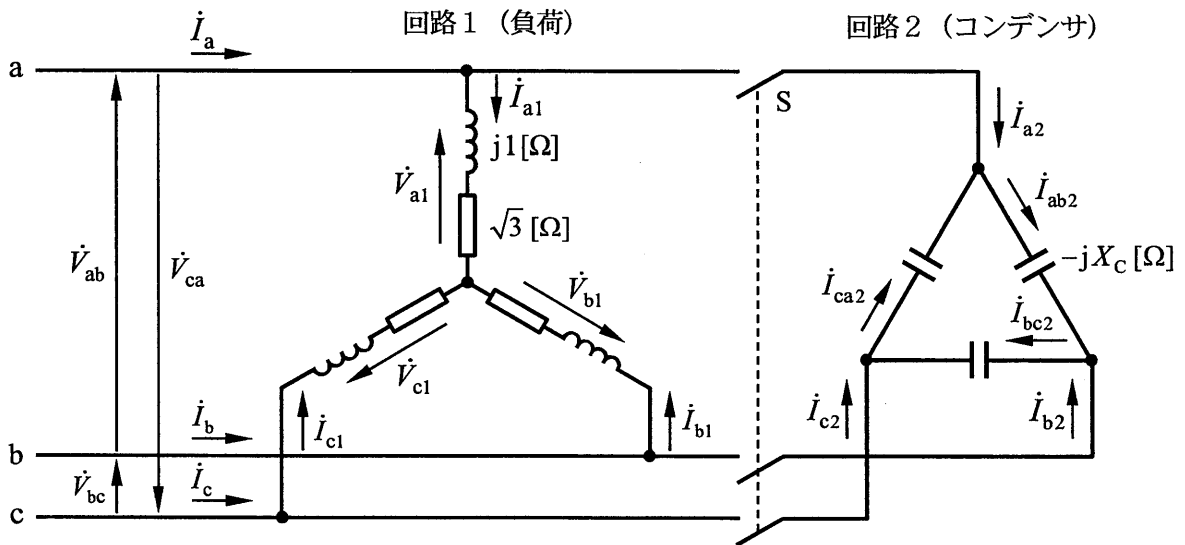


図2

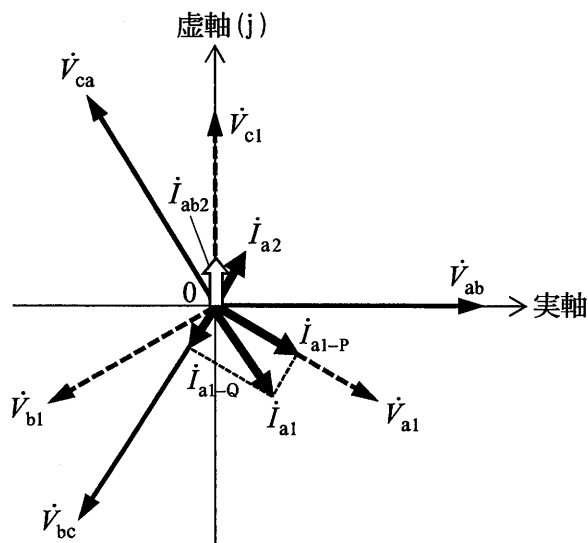


図3

1) スイッチSが開のときの、回路1について考える。

i) 線間電圧 $\dot{V}_{ab} = 200 + j0$ [V] の極座標表示は次の値となる。

$$\dot{V}_{ab} = \boxed{5} \text{ [V]}$$

ここで、 \dot{V}_{a1} を求める。 \dot{V}_{a1} は相電圧に相当するので、電源の Δ -Y等価変換から次の値となる。

$$\dot{V}_{a1} = \boxed{6} \text{ [V]} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

< $\boxed{5}$ 及び $\boxed{6}$ の解答群 >

- | | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| ア $\frac{200}{\sqrt{3}} e^{j0}$ | イ $\frac{200}{\sqrt{3}} e^{-j\frac{\pi}{6}}$ | ウ $200 e^{j0}$ | エ $200 e^{j\frac{\pi}{6}}$ |
| オ $200 e^{-j\frac{\pi}{6}}$ | カ $200\sqrt{3} e^{j0}$ | キ $200\sqrt{3} e^{j\frac{\pi}{6}}$ | |

ii) 次に回路1の電流を求める。

a 相電流 \dot{I}_{a1} は式①の相電圧と1相分のインピーダンス $Z = \sqrt{3} + j1 = 2e^{j\frac{\pi}{6}}$ とから次の値となる。

$$\dot{I}_{a1} = \boxed{7} \text{ [A]}$$

電流 \dot{I}_{a1} の位相は、相電圧 \dot{V}_{a1} の位相に対して平衡三相負荷1相分のインピーダンス Z のインピーダンス角だけ遅れている。したがって、電流 \dot{I}_{a1} の有効電流成分 \dot{I}_{a1-P} [A] (相電圧 \dot{V}_{a1} に並行する成分) と無効電流成分 \dot{I}_{a1-Q} [A] (相電圧 \dot{V}_{a1} に直交する成分) に分けると、無効電流成分 \dot{I}_{a1-Q} は次の値となる。

$$\dot{I}_{a1-Q} = \boxed{8} \text{ [A]} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

< $\boxed{7}$ 及び $\boxed{8}$ の解答群 >

- | | | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| ア $\frac{50}{\sqrt{3}} e^{-j\frac{\pi}{2}}$ | イ $\frac{50}{\sqrt{3}} e^{-j\frac{2\pi}{3}}$ | ウ $50 e^{-j\frac{\pi}{3}}$ | エ $50 e^{-j\frac{2\pi}{3}}$ |
| オ $100 e^{-j\frac{\pi}{6}}$ | カ $\frac{100}{\sqrt{3}} e^{-j\frac{\pi}{6}}$ | キ $\frac{100}{\sqrt{3}} e^{-j\frac{\pi}{3}}$ | |

問題4の(2)2)は次の5頁にある

2) 次にスイッチSが閉のときについて考える。

i) Δ 接続した回路2の電流 \dot{I}_{ab2} は、線間電圧 \dot{V}_{ab} と容量性リアクタンス X_C から、次の値となる。

$$\dot{I}_{ab2} = \boxed{9} \text{ [A]}$$

したがって、電流 \dot{I}_{a2} は次の値となる。

$$\dot{I}_{a2} = \boxed{10} \text{ [A]} \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

< $\boxed{9}$ 及び $\boxed{10}$ の解答群 >

- | | | | |
|--|--|--|---|
| ア $\frac{200}{3X_C} e^{j\frac{\pi}{2}}$ | イ $\frac{200}{\sqrt{3}X_C} e^{j\frac{\pi}{3}}$ | ウ $\frac{200}{X_C} e^{j\frac{\pi}{2}}$ | エ $\frac{200}{X_C} e^{-j\frac{\pi}{2}}$ |
| オ $\frac{200\sqrt{3}}{X_C} e^{-j\frac{2\pi}{3}}$ | カ $\frac{200\sqrt{3}}{X_C} e^{j\frac{\pi}{6}}$ | キ $\frac{200\sqrt{3}}{X_C} e^{j\frac{\pi}{3}}$ | |

ii) スイッチSを閉じたとき、電源から見た回路側全体の力率が1になった。この場合の容量性リアクタンス X_C と、このときの回路1における消費電力 P_R を求める。

式③の電流 \dot{I}_{a2} は、式②の無効電流成分を打ち消して、電源電流 $\dot{I}_a = \dot{I}_{a1} + \dot{I}_{a2}$ を回路1の相電圧 \dot{V}_{a1} と同相にするものである。したがって、容量性リアクタンス X_C は次の値となる。

$$X_C = \boxed{11} \text{ } [\Omega]$$

また、このときの回路1における三つの抵抗で消費する電力 P_R は次の値となる。

$$P_R = \boxed{12} \text{ [W]}$$

< $\boxed{11}$ 及び $\boxed{12}$ の解答群 >

- | | | | |
|-------------------------|---------------|------|---------|
| ア $\frac{12}{\sqrt{3}}$ | イ $6\sqrt{3}$ | ウ 12 | エ 10000 |
| オ $10000\sqrt{3}$ | カ 30000 | | |

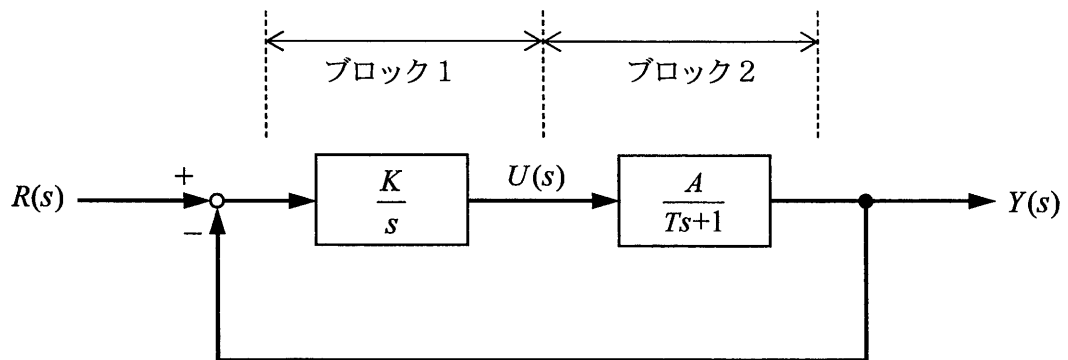
(空 白)

(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、数値、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。

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、目標値を $r(t)$ 、操作量を $u(t)$ 、制御量を $y(t)$ とする。また、 $R(s)$ は $r(t)$ を、 $U(s)$ は $u(t)$ を、 $Y(s)$ は $y(t)$ をそれぞれラプラス変換したものとし、 A 、 K 及び T は全て正の実数とする。



図

- 1) ブロック1の名称として最も適切なのは である。またブロック2の名称として最も適切なのは である。

< 及び の解答群 >

ア 検出器 イ 信号発生器 ウ 制御器 エ 設定器 オ 制御対象

- 2) このとき、目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ への閉ループ伝達関数を計算すると、式 を得る。また、目標値 $R(s)$ と制御量 $Y(s)$ の偏差 $E(s)$ を $E(s) = R(s) - Y(s)$ と定義すると、目標値 $R(s)$ から偏差 $E(s)$ への閉ループ伝達関数として式 を得る。

〈 及び の解答群 〉

ア $\frac{AK}{s^2 + Ts + AK}$ イ $\frac{AK}{Ts^2 + s + AK}$ ウ $\frac{s + AK}{Ts^2 + s + AK}$ エ $\frac{Ts^2 + s}{Ts^2 + s + AK}$

3) いま、目標値を $r(t) = 1 (t > 0)$ として、単位ステップ入力を与える。

i) このとき、制御量 $y(t)$ の定常値 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$ の値は となる。

〈 の解答群 〉

ア -1 イ 0 ウ 1 エ AK オ $\frac{1}{AK}$

ii) また、もしモデル変動により A の値が 2 倍になった場合、この定常値は 。

〈 の解答群 〉

ア 0 になる イ $\frac{1}{2}$ 倍になる ウ 2 倍になる
エ 変わらない オ 発散する

(2) 次の文章の 及び の中に入れるべき最も適切な字句を 及び の解答群 〉から選び、その記号を答えよ。

比例要素のあるフィードバック制御系の制御において、定値制御における定常偏差をなくするためには、制御器に を加えることが有効であり、過渡時の振動を抑制し素早く目標値に追従するためには、制御器に を加えることが有効である。

〈 及び の解答群 〉

ア 一次遅れ要素 イ 二次遅れ要素 ウ 積分要素
エ 微分要素 オ むだ時間要素

- (3) 次の文章の [9] ~ [12] の中に入れるべき最も適切な字句をく [9] ~ [12] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。なお、[11] は2箇所あるが、同じ記号が入る。

工場やビルのエネルギー管理システムなどをインターネットに接続する場合には、外部からの不正な侵入を検知してシステムを守る事が重要である。[9] は、内部ネットワークと外部ネットワークの境界点に設置し、外部とやりとりする [10] を監視し、ネットワーク上にある送信元や送信先を特定するための論理番号である [11] をチェックし、あらかじめテーブルなどで許可している [11] 間の通信は [12] 機能を有する。

< [9] ~ [12] の解答群 >

- | | | | |
|----------|----------|----------|------------|
| ア DMZ | イ HTML | ウ IPアドレス | エ WWWサーバ |
| オ ウイルス | カ ゲートウェイ | キ パスワード | ク ファイアウォール |
| ケ ログ | コ 遮断する | サ 署名データ | シ 通過させる |
| ス 通信パケット | セ 通知 | ソ 破棄する | タ 秘密鍵 |

- (4) 次の文章の [13] ~ [15] の中に入れるべき最も適切な字句をく [13] ~ [15] の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

コンピュータなどの情報機器に様々な周辺機器を接続するための [13] インタフェースの規格の1つである [14] は、1つのバスに最大127台の機器が接続可能である。また、電源を入れたまま周辺機器の交換や抜き差しが可能な [15] 機能にも対応する。

< [13] ~ [15] の解答群 >

- | | | | |
|------------|---------|----------|--------|
| ア PCI | イ PS/2 | ウ PCカード | エ SCSI |
| オ USB | カ サスペンド | キ シリアル | ク スリープ |
| ケ デイジーチェーン | コ パラレル | サ ホットプラグ | シ ユーザ |

(空 白)

(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、 は 3 箇所あるが、同じ記号が入る。

抵抗測定では、測定対象が高安定な抵抗器から不安定な絶縁抵抗など様々であり、目的、要求精度、測定条件などに応じた適切な測定方法を選択する必要がある。ここでは、その測定方法を大きく電流・電圧法とブリッジ法に分けて、その特徴を示す。

- 1) 電流・電圧法は、高精度の電圧計や電流計の出現に伴い、近年主流となっている方法であり、その原理は の法則を用いるものである。この方法を、回路構成によって更に 2 端子抵抗測定法と 法に分けて考える。

2 端子抵抗測定法では、測定した電圧と電流から抵抗値を求める際に、被測定抵抗に繋がる配線や接触抵抗を含んだ抵抗を測定することになるが、被測定抵抗が十分大きく、高精度を必要としない場合には、それらによる誤差は問題とならない場合が多い。簡易的なテスタや絶縁抵抗計などが該当する。

一方、 法では電圧計の抵抗を極めて大きくして、配線や接触抵抗の影響を受けない電圧が測定できる。

内部に定電流源や電圧増幅器、アナログ-デジタル変換器を備え、広い抵抗範囲や他の電気量も測定できる計測器として が多く用いられているが、 法を用いたものであれば、被測定抵抗以外の抵抗の影響を受けない、より精密な測定が可能となる。

< ～ の解答群 >

- | | | |
|---------------|--------------|---------------|
| ア オーム | イ クーロン | ウ ジュール |
| エ スペクトラムアナライザ | オ デジタルマルチメータ | カ ネットワークアナライザ |
| キ 4 端子抵抗測定 | ク 共振測定 | ケ 直列抵抗測定 |

2) ブリッジ法は比較的古くからある抵抗測定法であるが、研究開発における精密測定での利用が主である。

ブリッジ法の中で、最も基本的で広く使われてきたのは ブリッジである。その原理は、三つの既知抵抗でその内の一つが可変な抵抗と、被測定抵抗を用いてブリッジ回路を構成し、可変抵抗の調整によって検流計の値が零となったときの各抵抗の関係から被測定抵抗の値を求めるものであり、精密測定が可能である。ただし、この方法ではリード線抵抗や接触抵抗の影響が誤差の要因となる。

被測定抵抗以外の抵抗の影響を除去したものが ブリッジである。これは、ブリッジ回路に改善を加えて測定対象外の抵抗が誤差要因とならないように工夫したもので、より低抵抗の精密測定が可能である。ただし、どちらもその他の誤差要因である、既知抵抗の校正値と公称値とのずれ、回路中の熱起電力、通電による加熱や周囲の温度による影響などには注意が必要である。

〈 及び の解答群 〉

ア ケルビンダブル イ デソーテ ウ ホイートストン エ マクスウェル

問題6の(2)は次の13頁及び14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又は式をそれぞれの解答群から選び、その記号を答えよ。

正弦波交流電源に抵抗のみの負荷を接続した回路があり、電源の電圧が $v = V_m \sin \omega t$ [V]、回路に流れる電流が $i = I_m \sin \omega t$ [A] であるときの回路の電圧、電力の測定について考える。

1) 電圧及び電流の測定

- i) 交流は一般に実効値で表すことが多く、通常の実効値電圧計や交流電流計の値は実効値を示している。この回路の実効値と瞬時値の関係は、電圧の場合、振幅を V_m [V]、実効値を V_e [V] とすると、次式で表すことができる。

$$V_e = \text{} \text{ [V]}$$

この関係は、電流の振幅 I_m [A] と実効値 I_e [A] の関係においても同様である。

- ii) 一般に、電圧や電流の測定において測定計器の定格値より大きな値を計測するときは、計器用変成器を用いる。例えば電圧を測定する場合、一次コイルの巻数を n_1 、二次コイルの巻数を n_2 とした計器用変圧器を用いると、その巻数比から、測定対象電圧 v_1 [V] と電圧計の指示電圧 v_2 [V] との関係は、理論的には次式で表すことができる。

$$v_1 = \text{} \text{ [V]}$$

< 及び の解答群 >

ア $\frac{V_m}{\sqrt{3}}$

イ $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$

ウ $\sqrt{\frac{V_m}{3}}$

エ $\sqrt{\frac{V_m}{2}}$

オ $\frac{n_1}{n_2} v_2$

カ $\frac{n_2}{n_1} v_2$

キ $\frac{n_1}{n_2} \frac{1}{v_2}$

ク $\frac{n_2}{n_1} \frac{1}{v_2}$

2) 電力の測定

i) 瞬時電力は、電流の瞬時値と電圧の瞬時値の積である。この回路は、負荷が抵抗だけのため電流と電圧の位相が同じであるので、瞬時電力は $\boxed{8}$ [W] と表すことができる。これは周期関数であるので、平均電力は1周期分を積分し平均することにより求められ、 $\boxed{9}$ [W] となる。

ii) 交流電力の測定においては、「 m 相 m 線式の交流回路において、 $m-1$ 台の单相電力計を用いれば全電力が測定できる」という $\boxed{10}$ の定理によって測定することができる。すなわち、三相3線式交流電力は2台の单相電力計を用いる二電力計法で測定することができる。

< $\boxed{8}$ ~ $\boxed{10}$ の解答群 >

ア $I_m^2 R \sin \omega t$ イ $I_m^2 R (1 - \cos 2\omega t)$ ウ $I_m^2 R \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t)$

エ $R \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)$ オ $R \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right)$ カ $R \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2$ キ $R \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right)^2$

ク テブナン ケ ノートン コ ブロンデル

(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、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。
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。

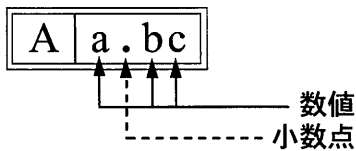
(2) 既に解答した数値を用いて次の問題以降の計算を行う場合も、解答すべき数値の桁数が同じ場合は、四捨五入後の数値ではなく、四捨五入する前の数値を用いて計算すること。

(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、「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 $\pi = 3.1415...$ 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)

6.827.....
↓ 四捨五入
6.83

(解答)

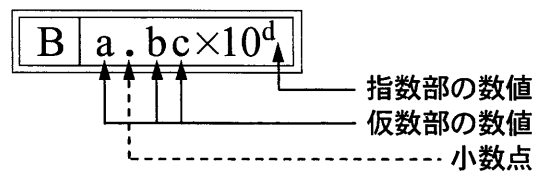
「6.83」に
マークする



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

「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183×10^2
↓ 四捨五入
 9.18×10^2

(解答)

「 9.18×10^2 」に
マークする



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

(裏表紙)