

令和 7 年度 下期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受	験	番	号
印	字	あ	り

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ k V}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

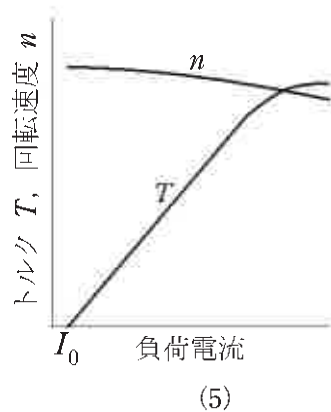
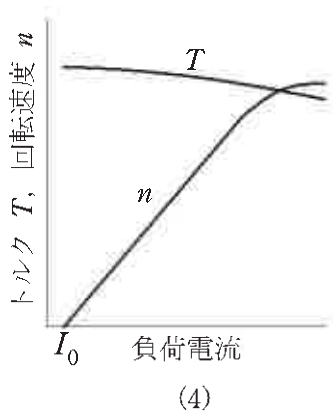
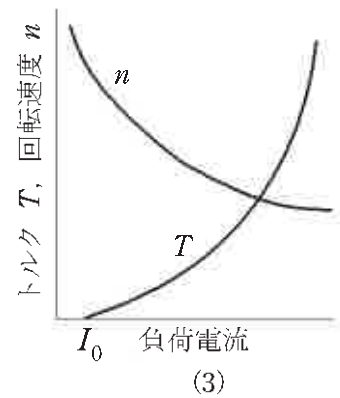
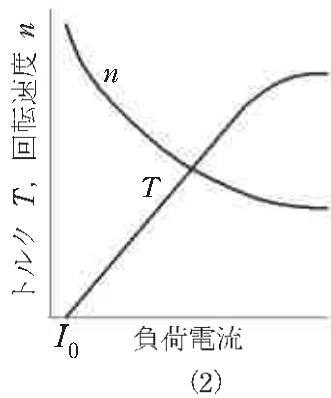
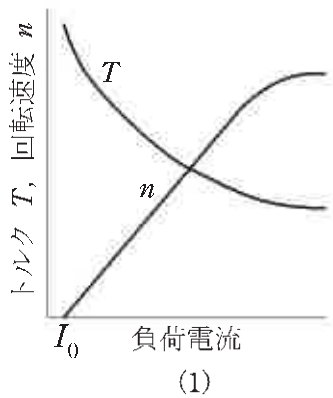
次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 直流電動機などの原動機では、負荷の増減によって、回転速度やトルクが変化する。直流分巻電動機の色度特性とトルク特性を示す正しい図に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、図の負荷電流は電機子電流と界磁電流の和であり、 I_0 は無負荷電流の値である。端子電圧と界磁調整器の抵抗値は一定であるとする。



問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機がある。この電動機の電機子に 12 V の電圧を加えたところ、無負荷の状態で $3\,000\text{ min}^{-1}$ で回転した。この電圧を維持したまま負荷を与えて、 2 A の電機子電流を流したところ、損失が 3 W 発生した。このときの回転数 $[\text{min}^{-1}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

(1) $3\,429$

(2) $3\,000$

(3) $2\,813$

(4) $2\,625$

(5) $2\,250$

問3 次の文章は、誘導電動機の始動に関する記述である。

- a. 三相巻線形誘導電動機は、二次回路を調整して始動する。トルクの比例推移特性を利用して、トルクが最大値となる滑りを (ア) 付近になるようにする。具体的には、二次回路を (イ) で引き出して抵抗を接続し、二次抵抗値を定格運転時よりも大きな値に調整する。
- b. 三相かご形誘導電動機は、一次回路を調整して始動する。具体的には、始動時は Y 結線、通常運転時はΔ結線にコイルの接続を切り替えてコイルに加わる電圧を下げて始動する方法、(ウ) を電源と電動機の間に入挿して始動時の端子電圧を下げる方法、及び (エ) を用いて電圧と周波数の両者を下げる方法がある。
- c. 三相誘導電動機では、三相コイルが作る磁界は回転磁界である。一方、単相誘導電動機では、単相コイルが作る磁界は交番磁界であり、主コイルだけでは始動しない。そこで、主コイルとは (オ) が異なる電流が流れる補助コイルやくま取りコイルを固定子に設けて、回転磁界や移動磁界を作って始動する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	1	スリップリング	始動抵抗器	始動コンデンサ	周波数
(2)	0	整流子	始動抵抗器	始動コンデンサ	位 相
(3)	0	スリップリング	始動補償器	インバータ	周波数
(4)	1	スリップリング	始動補償器	インバータ	位 相
(5)	1	整流子	始動抵抗器	インバータ	位 相

問 4 あるかご形三相誘導電動機を定格電圧で Y- Δ 始動したところ、始動トルクは $49.0 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。また、 Δ 結線での全電圧始動時（定格電圧）の始動トルクは定格運転時の 210 % である。この電動機の定格運転時のトルクの値 $[\text{N}\cdot\text{m}]$ として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 16.3 (2) 23.3 (3) 28.3 (4) 40.4 (5) 70.0

問5 回転界磁形同期電動機が停止している状態で、固定子巻線に対称三相交流電圧を印加すると回転磁界が生じる。しかし、励磁された回転子磁極が受けるトルクは、同じ大きさで向きが交互に変わるので、その平均トルクは零になり電動機は起動しない。これを改善するために、回転子の磁極面に (ア) を施す。これは、 (イ) と同じ起動原理を利用したもので、誘導トルクによって電動機を起動させる。

起動時には、回転磁束によって誘導される高電圧によって絶縁が破壊するおそれがあるので、 (ウ) を抵抗で短絡して起動する。回転子の回転速度が同期速度に近づくと、この短絡を切り放し (エ) で励磁すると、回転子は同期速度に引き込まれる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	補償巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(2)	制動巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(3)	制動巻線	かご形誘導電動機	界磁巻線	直流
(4)	制動巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流
(5)	補償巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流

問 6 三相同期発電機があり，無負荷で端子電圧(線間)15.2 kV を発生させるのに必要な界磁電流は 500 A である。この界磁電流を 100 A にして短絡試験を行ったとき，短絡電流 860 A が流れた。界磁電流が 500 A のとき，この発電機の同期インピーダンス[Ω]の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10.2 (2) 6.86 (3) 3.53 (4) 2.04 (5) 0.55

問7 次の文章は、ステッピングモータに関する記述である。

ステッピングモータはパルスモータとも呼ばれ、駆動回路に与えられた
 (ア) に比例する (イ) だけ回転するものである。したがって、このモータ
 はパルスを周期的に与えたとき、そのパルスの (ウ) に比例する回転速度で回
 転し、入力パルスを停止すれば回転子も停止する。

ステッピングモータはパルスが送られるたびに定められた角度 θ [°] を 1 ス
 テップとして回転する。この 1 パルス当たりの回転角度を (エ) という。

ステッピングモータには、永久磁石形、可変リラクタンス形、ハイブリッド形
 などがあり、永久磁石形ステッピングモータでは、無通電状態でも回転子位置を
 (オ) が働く特徴がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次
 の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	パルス数	回転速度	周波数	移動角	保持する力
(2)	パルス数	回転角度	幅	ステップ角	追従する力
(3)	パルス数	回転角度	周波数	ステップ角	保持する力
(4)	周波数	回転角度	幅	ステップ角	追従する力
(5)	周波数	回転速度	幅	移動角	追従する力

問 8 次の文章は、電力用コンデンサに関する記述である。

電力用コンデンサには、進相コンデンサ、調相コンデンサ及び直列コンデンサがあり、さらにフィルタ用コンデンサやサージ吸収用コンデンサなどを含めることがある。電力用コンデンサは、一般的に複数枚の薄葉誘電体を金属はく電極とともに巻き込み、リード線を引き出した単位コンデンサの集合で構成し、容器などに収納したものである。また、電極として蒸着金属が用いられることがある。誘電体には、広い面積にわたり厚さが均一であること、適当な機械的強度を有すること、誘電率が (ア) その温度変化が少ないこと、誘電正接が (イ) 絶縁抵抗及び絶縁耐力が (ウ) こと、耐熱性に優れ長期安定性に優れていることなどが求められる。

電力用コンデンサの (エ) 点検としては、油漏れ、発錆、がいしの汚損、容器の変形、端子部の過熱及び機器の異常加熱などの有無について確認を行う。また、数年ごとあるいは異常発生時に行う (オ) 点検として、(エ) 点検項目のほかにコンデンサの静電容量・損失の測定、端子－外箱間の絶縁抵抗測定、耐電圧試験などを実施する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	高く	大きく	高い	日常	特別
(2)	高く	小さく	高い	日常	特別
(3)	高く	小さく	低い	特別	日常
(4)	低く	大きく	高い	特別	日常
(5)	低く	大きく	低い	特別	日常

問9 単相変圧器の一次側に電流計，電圧計及び電力計を接続して，短絡試験を行う。二次側を短絡し，一次側に定格周波数の電圧を供給し，電流計が 30 A を示すように一次側の電圧を調整したところ，電圧計は 150 V，電力計は 1350 W を示した。この変圧器の一次側からみた漏れリアクタンスの値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

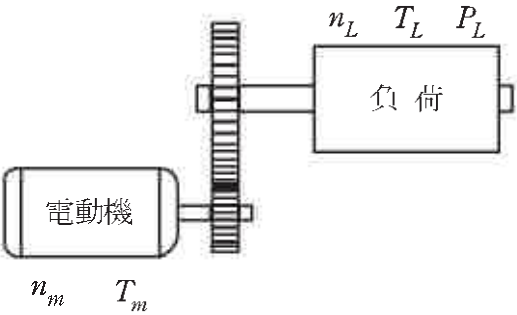
ただし，変圧器の励磁回路のインピーダンスは無視し，電流計，電圧計及び電力計は理想的な計器であるものとする。

- (1) 1.50 (2) 3.50 (3) 4.77 (4) 5.00 (5) 5.22

問 10 電力変換装置では、各種のパワー半導体デバイスが使用されている。パワー半導体デバイスの定常的な動作に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) IGBT と逆並列ダイオードを組み合わせたパワー半導体デバイスは、IGBT にとって順方向の電流を流すことができる期間を IGBT のオンのゲート電圧を与えることで決めることができる。IGBT にとって逆方向の電圧が印加されると、IGBT のゲート状態にかかわらず IGBT にとって逆方向の電流が逆並列ダイオードに流れる。
- (2) ダイオードの導通、非導通は、そのダイオードに印加される電圧の極性で決まり、導通時は回路電圧と負荷などで決まる順電流が流れる。
- (3) サイリスタは、オンのゲート電流が与えられて順方向の電流が流れている状態であれば、その後にゲート電流を取り去っても、順方向の電流に続く逆方向の電流を流すことができる。
- (4) オフしているパワーMOSFET は、ボディーダイオードを内蔵しているのでオンのゲート電圧が与えられなくても逆電圧が印加されれば逆方向の電流が流れる。
- (5) オフしている IGBT は、順電圧が印加されていてオンのゲート電圧を与えると順電流を流すことができ、その状態からゲート電圧を取り去ると非導通となる。

問 11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わせられて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が $1\,200\text{ min}^{-1}$ 、トルク T_m が $100\text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が 6、効率が 0.96 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	7 200	576	4 147
(2)	7 200	16.0	12.1
(3)	7 200	16.0	4 147
(4)	200	16.0	12.1
(5)	200	576	12.1

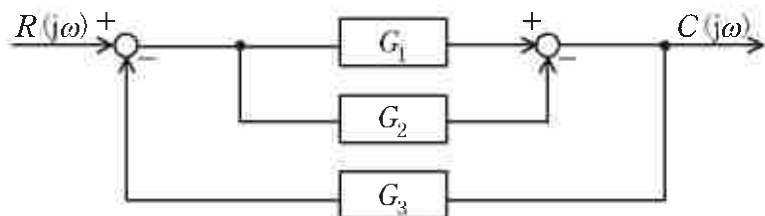
問 12 電気炉の壁の外面に垂直に小穴をあけ、温度計を挿入して壁の外面から 10 cm と 30 cm の箇所で壁の内部温度を測定したところ、それぞれ 72 °C と 142 °C の値が得られた。この壁の熱伝導率を $0.94 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ とすれば、この壁からの単位面積当たりの熱損失 [W/m^2] の値として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、壁面に垂直な方向の温度こう配は一定とする。

- (1) 1490 (2) 329 (3) 165 (4) 14.9 (5) 3.29

問 13 図のブロック線図で示す制御系において、 $R(j\omega)$ と $C(j\omega)$ 間の合成周波数伝

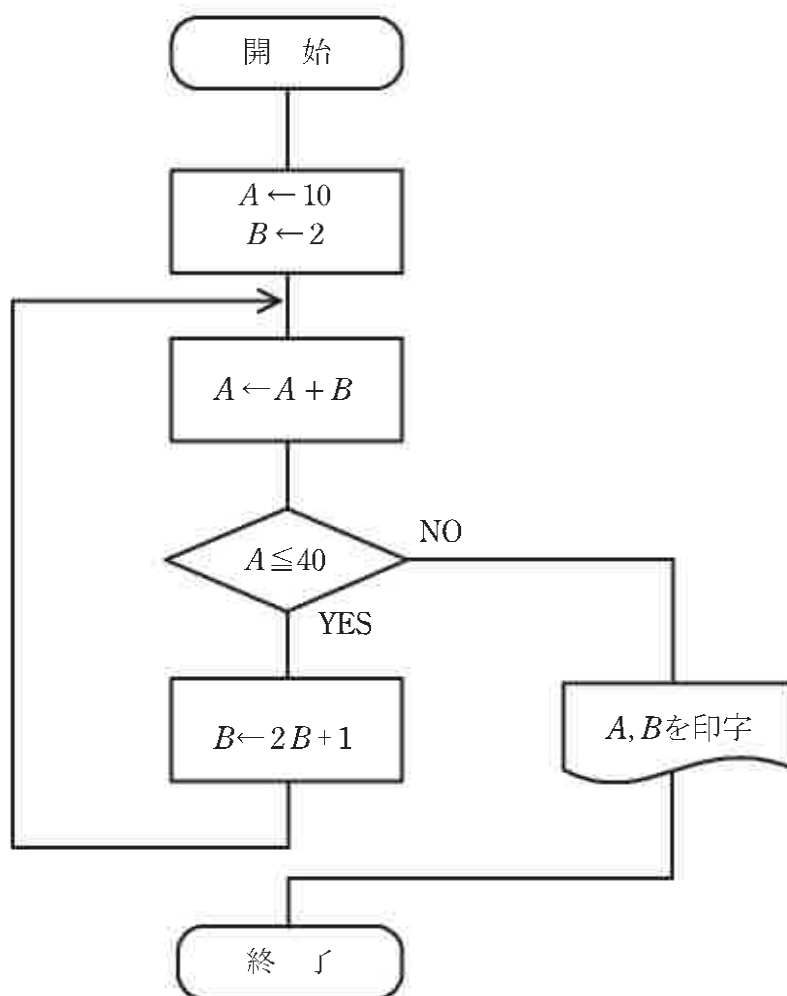
達関数 $\frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$ を示す式として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。



(1) $\frac{G_1 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3}$ (2) $\frac{G_1 G_2}{1 + G_1 G_2 G_3}$ (3) $\frac{G_1 - G_2}{1 + G_1 G_3 - G_2 G_3}$

(4) $\frac{G_1 + G_2 + G_1 G_2}{1 + G_2 + G_1 G_2 G_3}$ (5) $\frac{G_1}{1 + G_1 G_2 + G_1 G_3}$

問 14 次のフローチャートに従って作成したプログラムを実行したとき、印字される A 、 B の値として、正しい組合せを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。



	A	B
(1)	43	26
(2)	51	47
(3)	51	23
(4)	98	47
(5)	98	95

B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問 15 定格容量 $50 \text{ kV} \cdot \text{A}$ の単相変圧器がある。この変圧器を定格電圧, 力率 100 %, 全負荷の $\frac{3}{4}$ の負荷で運転したとき, 鉄損と銅損が等しくなり, そのときの効率は

98.2 % であった。この変圧器について, 次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし, 鉄損と銅損以外の損失は無視できるものとする。

(a) この変圧器の鉄損[W]の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 536 (2) 472 (3) 425 (4) 382 (5) 344

(b) この変圧器を全負荷，力率 100 % で運転したときの銅損[W]の値として，最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 712

(2) 611

(3) 579

(4) 453

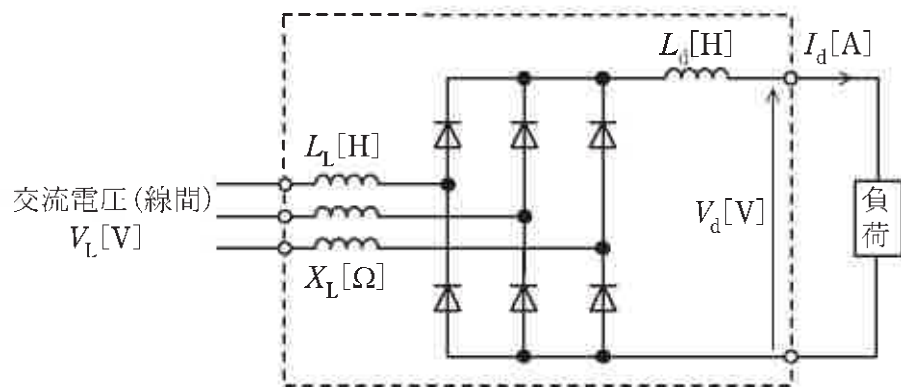
(5) 325

問 16 次の図は、パワー半導体デバイスとしてダイオードを用いた三相整流装置の回路を示す。

平滑リアクトルのインダクタンス L_d [H] は十分に大きく、直流電流 I_d [A] は一定になっているものとする。

交流側にリアクタンス X_L [Ω] のリアクトルがあると転流時に重なり角が生じ、直流電圧が降下する。また、ダイオードの順電圧降下 V_F [V] によっても直流電圧が降下する。これら以外の電圧降下は無視する。入力交流電圧が V_L [V] のときのこの整流装置の出力電圧 V_d [V] は次式で求められる。

$$V_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_L - \frac{3}{\pi} X_L \cdot I_d - 2V_F$$



この整流装置の入力交流電圧は $V_L = 200$ V，周波数は $f = 50$ Hz で、直流電流は $I_d = 36$ A である。交流側のリアクトルのインダクタンスは $L_L = 5.56 \times 10^{-4}$ H で、その抵抗値は平滑リアクトルの抵抗値とともに無視できるものとする。また、各ダイオードの順電圧降下は $V_F = 1.0$ V で一定とする。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) ダイオードでは，電流の通電によって損失が発生する。一つのダイオードの損失の平均値は，通電する期間が 1 サイクルの $\frac{1}{3}$ であるとして計算できる。

一つのダイオードで発生する損失[W]の平均値に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 72 (2) 36 (3) 24 (4) 18 (5) 12

(b) 出力電圧 V_d の値[V]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 270 (2) 264 (3) 263 (4) 262 (5) 251

問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 管径 36 mm の完全拡散性無限長直線光源を床面上 3 m の高さに床面と平行に配置した。光源からは単位長当たり 3 000 lm/m の光束を一樣に発散しているものとして、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 直線光源の光束発散度 $M[\text{lm}/\text{m}^2]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 83.3×10^3 (2) 4.2×10^3 (3) 8.4×10^3 (4) 26.5×10^3 (5) 74.7×10^3

(b) 光源直下の床面の水平面照度 E_h [lx] の値として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 333

(2) 318

(3) 239

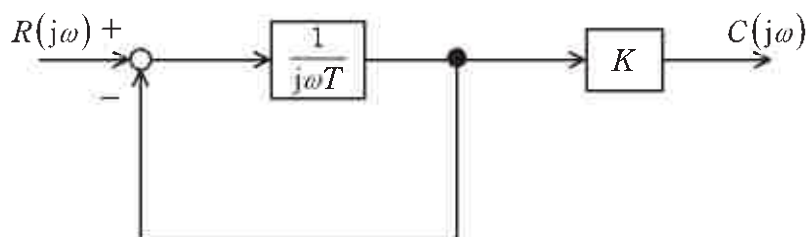
(4) 159

(5) 80

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

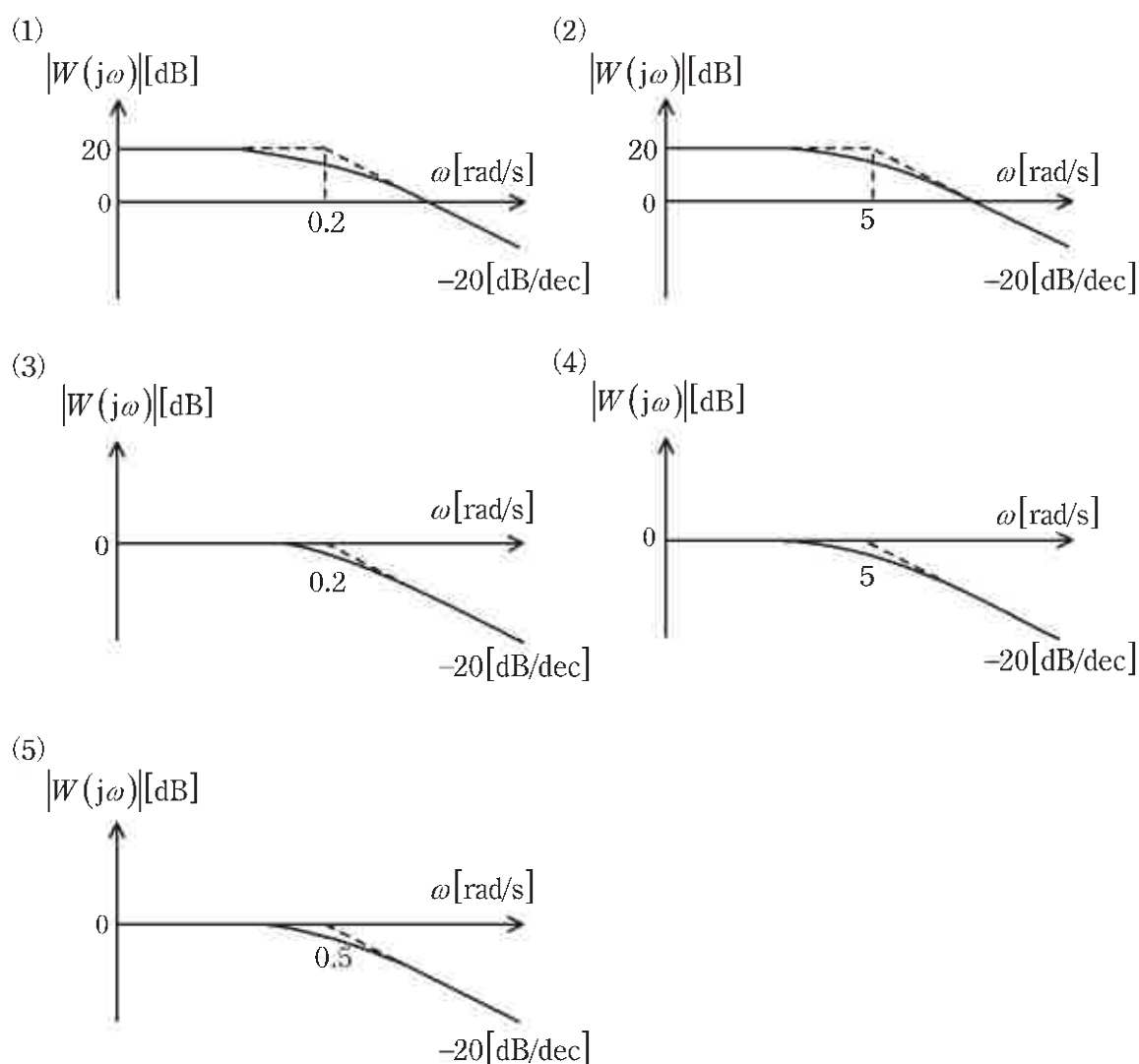
問 18 図に示すように、フィードバック接続を含んだブロック線図がある。このブロック線図において、 $T=0.2\text{ s}$ 、 $K=10$ としたとき、次の (a) 及び (b) の問に答えよ。
ただし、 ω は角周波数 [rad/s] を表す。



(a) 入力を $R(j\omega)$ 、出力を $C(j\omega)$ とする全体の周波数伝達関数 $W(j\omega)$ として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{1}{1+j0.2\omega}$ (2) $\frac{10}{1+j0.2\omega}$ (3) $\frac{1}{1+j5\omega}$ (4) $\frac{50\omega}{1+j5\omega}$ (5) $\frac{j2\omega}{1+j0.2\omega}$

(b) 次のボード線図には、正確なゲイン特性を実線で、その折線近似ゲイン特性を破線で示し、横軸には特に折れ点角周波数の数値を示している。上記(a)の周波数伝達関数 $W(j\omega)$ のボード線図のゲイン特性として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、横軸は角周波数 ω の対数軸であり、 -20 [dB/dec]とは、 ω が10倍大きくなるに従って $|W(j\omega)|$ が -20 dB 変化する傾きを表している。



令和 7 年度 上期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受	験	番	号
：	印	：	字
：	あ	：	り
：		：	
：		：	

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ k V}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 直流電動機に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 直巻電動機は、負荷電流の増減によって回転速度が大きく変わる。トルクは、回転速度が小さいときに大きくなるので、始動時のトルクが大きいという特徴があり、クレーン、巻上機などの電動機として適している。
- (2) 分巻電動機は速度制御の方法の一つとして界磁制御法がある。これは、界磁巻線に直列に接続した界磁抵抗器によって界磁電流を調整して界磁磁束の大きさを変え、速度を制御する方法である。
- (3) 分巻電動機は、端子電圧を一定として機械的な負荷を増加したとき、電機子電流が増加し、回転速度は、わずかに減少するがほぼ一定である。このため、定速度電動機と呼ばれる。
- (4) 複巻電動機には、直巻界磁巻線及び分巻界磁巻線が施され、合成界磁磁束が直巻界磁磁束と分巻界磁磁束との和になっている構造の和動複巻電動機と、差になっている構造の差動複巻電動機とがある。
- (5) 直巻電動機は、界磁電流が負荷電流(電動機に流れる電流)と同じである。このため、未飽和領域では界磁磁束が負荷電流に比例し、トルクも負荷電流に比例する。

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機があり、電源電圧は定格の12 V、回転を始める前の静止状態における始動電流は4 A、定格回転数における定格電流は1 Aである。定格運転時の効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線による銅損しか存在しないものとする。

(1) 80

(2) 75

(3) 70

(4) 65

(5) 60

問3 三相かご形誘導機に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 同じ容量の三相巻線形誘導機よりも構造が簡単で、安価である。
- (2) 発電機として、一部の水力発電や風力発電に採用されている。
- (3) 発電運転中の滑りは負となる。
- (4) 大容量の電動機にはアルミダイカスト回転子が広く用いられている。
- (5) 回転子に棒状の導体を用いている三相かご形誘導機は、同じ容量の三相巻線形誘導機よりも機械的に過酷な使用に耐えられる。

問 4 一般的な三相かご形誘導電動機がある。

出力が大きい定格運転条件では，誘導機の等価回路の電流は，「二次電流 $\gg$ 励磁電流」であるから，励磁回路を省略しても特性をほぼ表現できる。さらに，「二次抵抗による電圧降下 $\gg$ その他の電圧降下」となるので，一次抵抗と漏れリアクタンスを省略しても，おおよその特性を検討できる。

このような電動機でトルク一定負荷の場合に，電流 80 A の定格運転から電源電圧と周波数を共に 5 % 下げて回転速度を少し下げた。このときの電動機の電流の値[A]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 72 (2) 76 (3) 80 (4) 84 (5) 88

問5 2 台の同期発電機を並列運転するためには、両発電機の (ア) に加えて、電圧の大きさ及び (イ) が一致していなければならない。発電機の並列に際し、これらの条件が一つでも満足されていなければ、並列と同時にじょう乱が発生するので、 (ウ) を用いてこれらの3 条件が一致した同期状態にあることを確認したうえで並列する必要がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	回転速度	位 相	電流計
(2)	力 率	方 向	同期検定器
(3)	周波数	位 相	同期検定器
(4)	回転速度	方 向	電圧計
(5)	周波数	位 相	周波数計

問 6 定格出力 $7500 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 、定格電圧(線間電圧) 3300 V の星形結線三相同期発電機がある。また、定格電流に等しい持続短絡電流を流すのに必要な界磁電流は 200 A 、無負荷で定格電圧を発生するのに必要な界磁電流は 240 A であった。発電機の実出力端で三相短絡事故が発生したときに発電機の巻線に流れる持続短絡電流の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1100 (2) 1600 (3) 1900 (4) 2700 (5) 3400

問7 次の文章は、スイッチトリラクタンスモータ (SRM) に関する記述である。

一般に、SRM の構造は、固定子の巻線が (ア) ，回転子の形状が (イ) となっている。固定子の巻線に流す電流をスイッチで切り替えると、 (イ) の回転子が、固定子の磁極に引き付けられて回転する。

このモータは、回転子の構造が簡単で強固であるため、 (ウ) に適している。また、ネオジムなどの (エ) を使用せず、鉄心と巻線のみで磁気回路を構成できる特長を有する。

上記の記述中の空白箇所 (ア) ～ (エ) に当てはまる組合せとして、正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	集中巻	円筒形	低速回転	軟磁性体
(2)	分布巻	突極形	低速回転	希土類磁石
(3)	集中巻	突極形	高速回転	希土類磁石
(4)	分布巻	円筒形	高速回転	希土類磁石
(5)	集中巻	突極形	低速回転	軟磁性体

問8 次の文章は、太陽光発電設備におけるパワーコンディショナに関する記述である。

近年、住宅に太陽光発電設備が設置され、低圧配電線に連系されることが増えてきた。連系のためには、太陽電池と配電線との間にパワーコンディショナが設置される。パワーコンディショナは (ア) と系統連系用保護装置とが一体になった装置である。パワーコンディショナは、連系中の配電線で事故が生じた場合に、太陽光発電設備が (イ) 状態を継続しないように、これを検出して太陽光発電設備を系統から切り離す機能をもっている。パワーコンディショナには、(イ) の検出のために、電圧位相や (ウ) の急変などを常時監視する機能が組み込まれている。ただし、配電線側で発生する (エ) に対しては、系統からの不要な切り離しをしないよう対策がとられている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

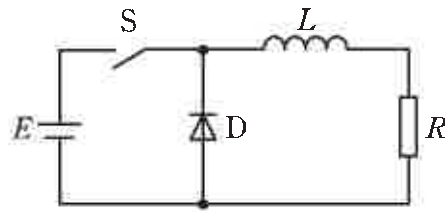
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	逆変換装置	自立運転	発電電力	停電
(2)	逆変換装置	単独運転	発電電力	瞬時電圧低下
(3)	逆変換装置	単独運転	周波数	瞬時電圧低下
(4)	整流装置	自立運転	発電電力	停電
(5)	整流装置	単独運転	周波数	停電

問 9 ある変圧器の負荷力率 100 %における全負荷効率 は 98 %である。この変圧器の負荷力率 80 %における全負荷効率[%]の値として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 78.4 (2) 81.6 (3) 97.5 (4) 98.4 (5) 99.6

問 10 図のような直流チョッパがある。

直流電源電圧 $E=400\text{ V}$ ，平滑リアクトル $L=1\text{ mH}$ ，負荷抵抗 $R=10\text{ }\Omega$ ，スイッチ S の動作周波数 $f=10\text{ kHz}$ ，通流率 $d=0.6$ で回路が定常状態になっている。D はダイオードである。このとき負荷抵抗に流れる電流の平均値[A]として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 40.0

(2) 24.0

(3) 16.0

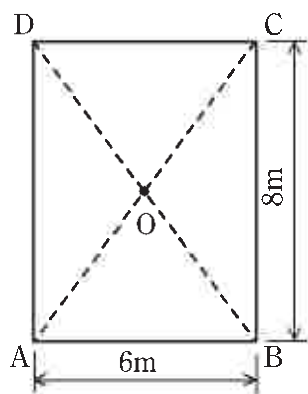
(4) 3.8

(5) 2.5

問 11 巻上機によって電動機出力 4 kW で質量 900 kg の物体を一定速度で巻き上げているときの巻上速度の値[m/s]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は 90 %，ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。なお，重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

- (1) 0.37 (2) 0.41 (3) 0.45 (4) 0.59 (5) 0.87

問 12 図に示すような幅 6 m，奥行き 8 m の長方形の駐車場の四隅に柱を立て，各柱の地上から 5 m の頂点に全光束 5 000 lm のランプを設置した。駐車場の中心 O の水平面照度 [lx] の値として，最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。
ただし，各ランプは均等光源とする。



- (1) 283 (2) 141 (3) 31.8 (4) 22.5 (5) 5.6

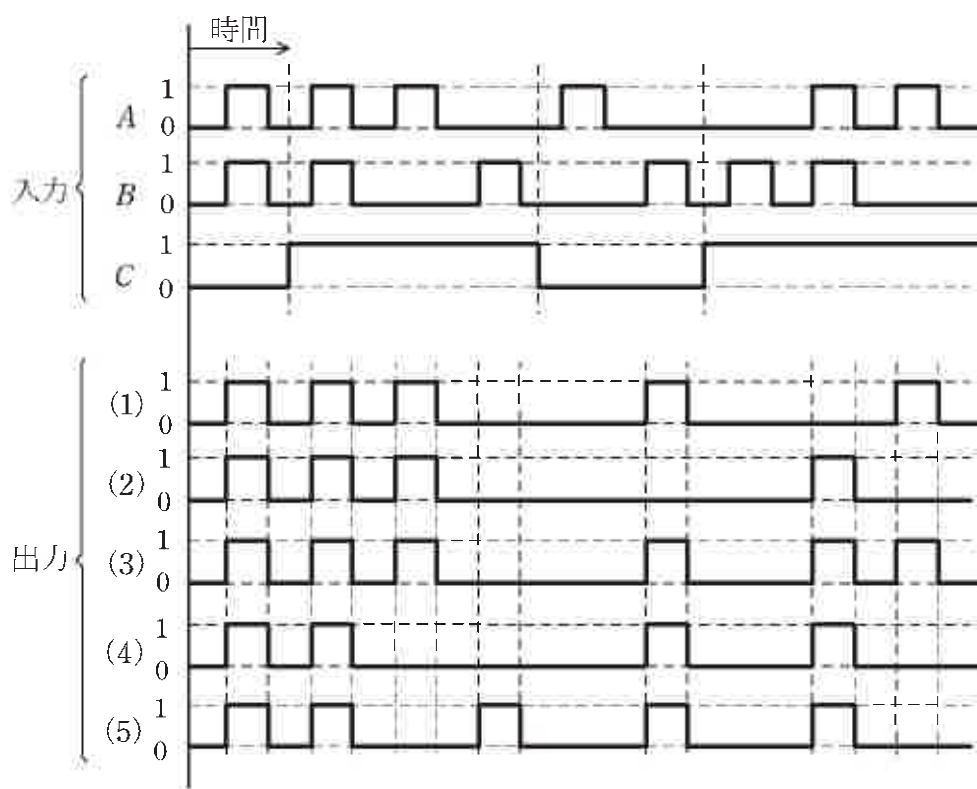
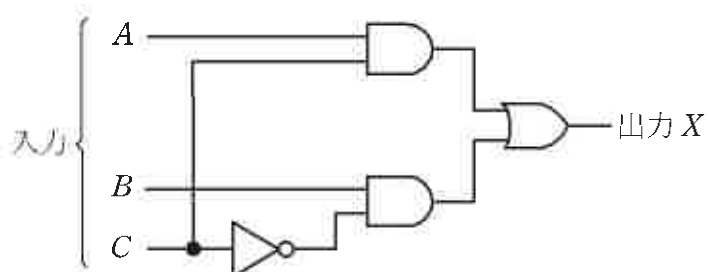
問 13 一般のフィードバック制御系においては、制御系の安定性が要求され、制御系の特性を評価するものとして、(ア) 特性と過渡特性がある。

サーボ制御系では、目標値の変化に対する追従性が重要であり、過渡特性を評価するものとして、(イ) 応答の遅れ時間、立上り時間、(ウ) などが用いられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	定 常	ステップ	定常偏差
(2)	追 従	ステップ	定常偏差
(3)	定 常	ステップ	行過ぎ量
(4)	追 従	インパルス	行過ぎ量
(5)	定 常	インパルス	定常偏差

問 14 図の論理回路に、図に示す入力 A , B 及び C を加えたとき、出力 X として正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



B問題(配点は1問題当たり(a)5点、(b)5点、計10点)

問 15 三相誘導電動機について、次の(a)及び(b)に答えよ。

- (a) 一次側に換算した二次巻線の抵抗 r_2' と滑り s の比 $\frac{r_2'}{s}$ が、他の定数(一次巻線の抵抗 r_1 、一次巻線のリアクタンス x_1 、一次側に換算した二次巻線のリアクタンス x_2')に比べて十分に大きくなるように設計された誘導電動機がある。この電動機を電圧 V の電源に接続して運転したとき、この電動機のトルク T と滑り s 、電圧 V の関係を表す近似式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、 k は定数である。

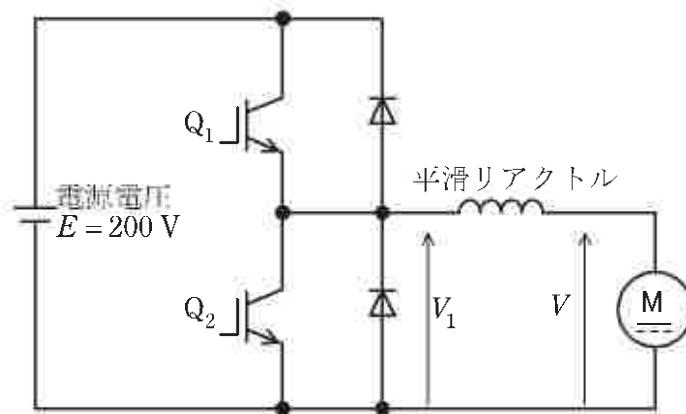
$$(1) T = \frac{k}{Vs} \quad (2) T = \frac{k}{V^2 s} \quad (3) T = \frac{kV^2}{s} \quad (4) T = kV^2 s \quad (5) T = kVs$$

- (b) 上記(a)で示された条件で設計された定格電圧 220 V、同期速度 1200 min^{-1} の三相誘導電動機がある。この電動機を電圧 220 V の電源に接続して、一定トルクの負荷で運転すると、 1140 min^{-1} の回転速度で回転する。この電動機に供給する電源電圧を 200 V に下げたときの電動機の回転速度 [min^{-1}] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電源電圧を下げたとき、負荷トルクと二次抵抗は変化しないものとする。

$$(1) 1150 \quad (2) 1127 \quad (3) 1113 \quad (4) 1091 \quad (5) 1000$$

問 16 図のように他励直流機を直流チョッパで駆動する。電源電圧は $E = 200 \text{ V}$ で一定とし、直流機の電機子電圧を V とする。IGBT Q_1 及び Q_2 をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は 500 Hz であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) この直流機を電動機として駆動する場合、 Q_2 をオフとし、 Q_1 をオンオフ制御することで、 V を調整することができる。電圧 V_1 の平均値が 150 V のとき、1 周期の中で Q_1 がオンになっている時間の値 $[\text{ms}]$ として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 1.75 (2) 1.50 (3) 1.25 (4) 1.00 (5) 0.7

(b) Q_1 をオフして Q_2 をオンオフ制御することで、電機子電流の向きを (a) の場合と反対にし、直流機に発電動作(回生制動)をさせることができる。この制御において、スイッチングの 1 周期の間で Q_2 がオンになっている時間が 0.4 ms のとき、この直流機の電機子電圧 V の値 $[\text{V}]$ として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 1000 (2) 250 (3) 200 (4) 160 (5) 40

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 熱効率が 70 % で一定の電熱装置について、次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 0°C の氷 5 kg を加熱したところ 30 min ですべて 0°C の水になった。融解熱が 334 kJ/kg のとき電熱装置の消費電力の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 0.9

(2) 1.4

(3) 1.9

(4) 2.4

(5) 2.9

(b) 電熱装置の消費電力が 1.7 kW のとき、 0°C の水 5 kg が 50°C になるのに要する時間[min]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、水の比熱は $4.2\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

(1) 11

(2) 15

(3) 19

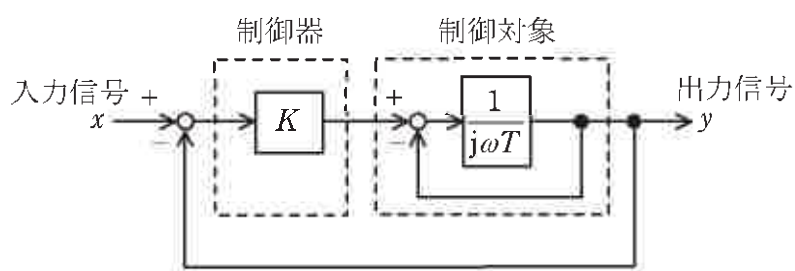
(4) 25

(5) 30

問17及び問18は選択問題であり,問17又は問18のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問18 図は, 出力信号 y を入力信号 x に一致させるように動作するフィードバック制御系のブロック線図である。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

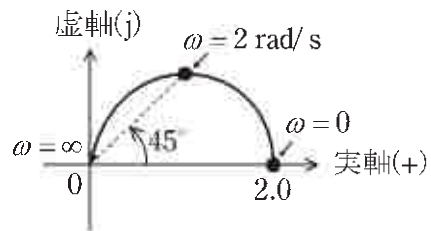


(a) 図において, $K=2$, $T=0.5$ として, 入力信号からフィードバック信号までの一巡伝達関数(開ループ伝達関数)を表す式を計算し, 正しいものを次の(1)～(5)から一つ選べ。

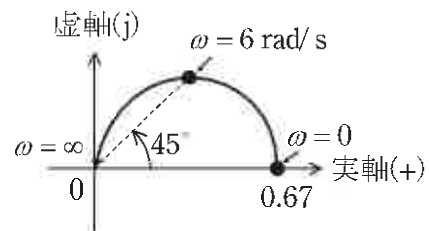
- (1) $\frac{2}{1-j\omega 0.5}$
- (2) $\frac{2}{1+j\omega 0.5}$
- (3) $\frac{1}{1+j\omega 0.5}$
- (4) $\frac{2}{3-j\omega 0.5}$
- (5) $\frac{2}{3+j\omega 0.5}$

(b) (a) で求めた一巡伝達関数において、 ω を変化させることで得られるベクトル軌跡はどのような曲線を描くか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

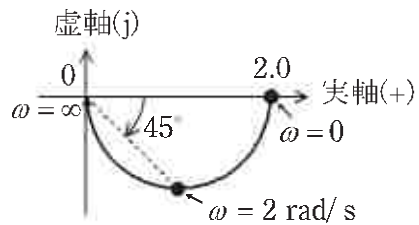
(1)



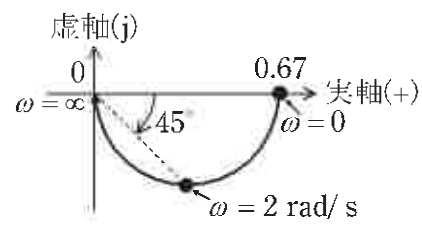
(2)



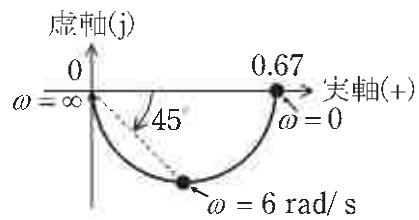
(3)



(4)



(5)



令和 6 年度 下期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字數制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

←

受	験	番	号
印	字	あ	り

←

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ k V}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 長さ l [m] の導体を磁束密度 B [T] の磁束の方向と直角に置き、速度 v [m/s] で導体及び磁束に直角な方向に移動すると、導体にはフレミングの (ア) の法則により、 $e =$ (イ) [V] の誘導起電力が発生する。

1 極当たりの磁束が Φ [Wb]、磁極数が p 、電機子総導体数が Z 、巻線の並列回路数が a 、電機子の直径が D [m] なる直流機が回転速度 n [min⁻¹] で回転しているとき、周辺速度は $v = \pi D \frac{n}{60}$ [m/s] となり、直流機の正負のブラシ間には (ウ) 本の導体が (エ) に接続されるので、電機子の誘導起電力 E は、 $E =$ (オ) [V] となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	左 手	$\frac{Bv}{l}$	$\frac{Z}{a}$	直 列	$\frac{Z}{60pa} \Phi n$
(2)	左 手	Blv	Za	直 列	$\frac{pZa}{60} \Phi n$
(3)	右 手	$\frac{Bv}{l}$	Za	並 列	$\frac{pZa}{60} \Phi n$
(4)	右 手	Blv	$\frac{a}{Z}$	並 列	$\frac{pZ}{60a} \Phi n$
(5)	右 手	Blv	$\frac{Z}{a}$	直 列	$\frac{pZ}{60a} \Phi n$

問2 界磁磁束を一定に保った直流電動機が、電機子電圧 24 V、電機子電流 3.0 A で一定速で駆動されている。このときの直流電動機の回転数は 1500 min^{-1} 、出力トルクは $0.4 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。この直流電動機の電機子巻線の抵抗値[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ブラシによる電圧降下、及び電機子反作用は無視できるものとし、考慮すべき損失は電機子巻線の銅損のみとする。

- (1) 1.0 (2) 2.3 (3) 3.1 (4) 4.5 (5) 6.9

問3 巻線形誘導電動機のトルク-回転速度曲線は、電源電圧及び (ア) が一定のとき、発生するトルクと回転速度との関係を表したものである。

この曲線は、ある滑りの値でトルクが最大となる特性を示す。このトルクを最大トルク又は (イ) トルクと呼んでいる。この最大トルクは (ウ) 回路の抵抗には無関係である。

巻線形誘導電動機のトルクは (ウ) 回路の抵抗と滑りの比に関係するので、(ウ) 回路の抵抗が k 倍になると、前と同じトルクが前の滑りの k 倍の点で起こる。このような現象は (エ) と呼ばれ、巻線形誘導電動機の始動特性の改善及び速度制御に広く用いられている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	電源周波数	停 動	二 次	比例推移
(2)	電源周波数	停 動	一 次	二次励磁
(3)	負 荷	臨 界	一 次	比例推移
(4)	電源周波数	臨 界	二 次	二次励磁
(5)	負 荷	臨 界	二 次	比例推移

問4 電源に接続された三相誘導電動機が駆動されている。電源の線間電圧 V_n は 400 V，電源から供給される線電流 I_l は 25.8 A，力率は 0.8 である。この場合の滑り s が 4 % であり，鉄損 P_i 及び一次銅損 P_{c1} の値は，共に，二次銅損 P_{c2} の値の $\frac{1}{2}$ である。この場合の二次銅損 P_{c2} の値[W]として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，その他の損失は無視できるものとする。

- (1) 318 (2) 344 (3) 550 (4) 571 (5) 596

問5 次の文章は、三相同期発電機に関する記述である。

三相同期発電機は、水車を原動機とする水車発電機や、蒸気タービンを原動機とするタービン発電機などに用いられている。水車発電機では、水車の回転速度が比較的 (ア) ため、発電機の極数を (イ) しなければならない。また、水車発電機の回転子は、軸方向に比べて直径が (ウ) になっている。

タービン発電機の回転子は、水車発電機に比べて回転速度が (エ) ので、回転子の機械的強度の関係から、回転子の直径は軸方向の長さに対して (オ) した設計になっている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	小さい	小さく	大きく	大きい	大きく
(2)	小さい	大きく	大きく	大きい	小さく
(3)	小さい	大きく	大きく	小さい	大きく
(4)	大きい	大きく	小さく	大きい	小さく
(5)	大きい	小さく	小さく	小さい	大きく

問6 定格出力 $11\,000\text{ kV}\cdot\text{A}$ 、定格電圧 $6\,600\text{ V}$ の三相同期発電機がある。三相短絡電流 750 A を流すのに必要な界磁電流が 54 A である場合、この発電機の定格電流に等しい三相短絡電流を流すのに必要な界磁電流[A]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 69 (2) 96 (3) 120 (4) 208 (5) 289

問7 次の文章は、交流機における電機子巻線法に関する記述である。

電機子巻線法には、1相のコイルをいくつかのスロットに分けて配置する
〔ア〕と、集中巻がある。〔イ〕の場合、各極各相のスロット数は〔イ〕
となる。

〔ア〕において、コイルピッチを極ピッチよりも短くした巻線法を〔ウ〕
と呼ぶ。この巻線法を採用すると、〔エ〕は小さくなるが、コイル端を短くで
きることや、〔オ〕が改善できるなどの利点があるため、一般的によく用いら
れている。

上記の記述中の空白箇所〔ア〕～〔オ〕に当てはまる組合せとして、正しいものを次
の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	〔ア〕	〔イ〕	〔ウ〕	〔エ〕	〔オ〕
(1)	分布巻	2未満	短節巻	励磁電流	電圧波形
(2)	分散巻	2未満	全節巻	励磁電流	力率
(3)	分布巻	2未満	短節巻	励磁電流	力率
(4)	分布巻	2以上	短節巻	誘導起電力	電圧波形
(5)	分散巻	2以上	全節巻	誘導起電力	力率

問8 次の文章は、単相単巻変圧器に関する記述である。

巻線の一部が一次と二次との回路に共通になっている変圧器を単巻変圧器という。巻線の共通部分を (ア) ，共通でない部分を (イ) という。

単巻変圧器では、 (ア) の端子を一次側に接続し、 (イ) の端子を二次側に接続して使用すると通常の変圧器と同じように動作する。単巻変圧器の (ウ) は、二次端子電圧と二次電流との積である。

単巻変圧器は、巻線の一部が共通であるため、漏れ磁束が (エ) ，電圧変動率が (オ) 。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	分路巻線	直列巻線	負荷容量	多 く	小さい
(2)	直列巻線	分路巻線	自己容量	少なく	小さい
(3)	分路巻線	直列巻線	負荷容量	少なく	小さい
(4)	分路巻線	直列巻線	定格容量	多 く	大きい
(5)	直列巻線	分路巻線	定格容量	多 く	大きい

問9 定格容量 $100\text{ kV}\cdot\text{A}$ 、定格一次電圧 6.3 kV で特性の等しい単相変圧器が2台あり、各変圧器の定格負荷時の負荷損は 1600 W である。この変圧器2台を V-V 結線し、一次電圧 6.3 kV にて 90 kW の三相平衡負荷をかけたとき、2台の変圧器の負荷損の合計値[W]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし、負荷の力率は1とする。

- (1) 324 (2) 432 (3) 648 (4) 864 (5) 1440

問 10 図に示す太陽光発電用パワーコンディショナに関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) パワーコンディショナは降圧チョップアップとインバータを組み合わせて太陽電池の直流電圧を交流電圧に変換制御する機器である。
- (2) 太陽電池の出力は、日射や温度などの環境からの影響を大きく受けるため、その時々で最大電力を出力できるように最大電力点追従制御(MPPT)が行われる。
- (3) チョップアップの出力電圧はチョップアップとインバータ間に設置されたキャパシタによって平滑され、キャパシタ容量が大きいほどチョップアップの出力電圧リプルは小さくなる。
- (4) パワーコンディショナのインバータでは、高調波抑制用のフィルタが接続され、PWM 制御により電力系統への高調波流出を少なくする。
- (5) パワーコンディショナの出力を電力系統と接続するためには系統連系保護装置が必要で、系統側やパワーコンディショナ内に異常が起きた際に、パワーコンディショナの出力を遮断する。

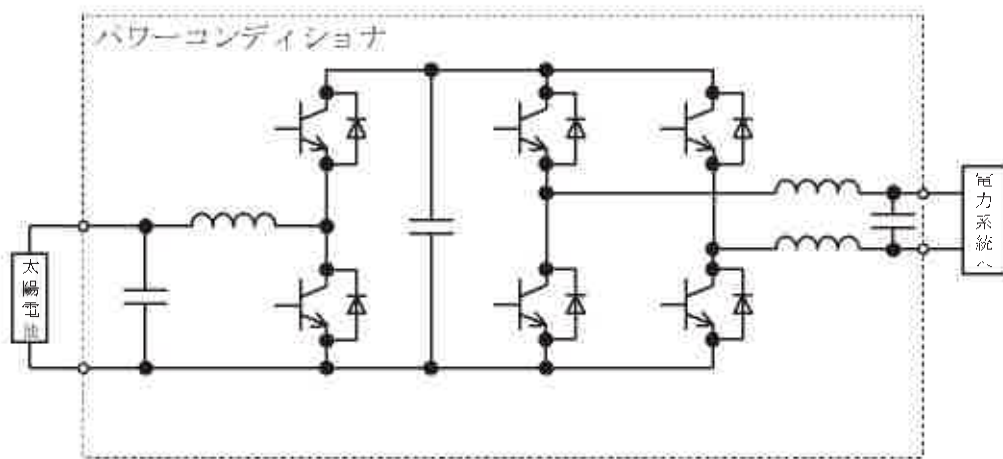
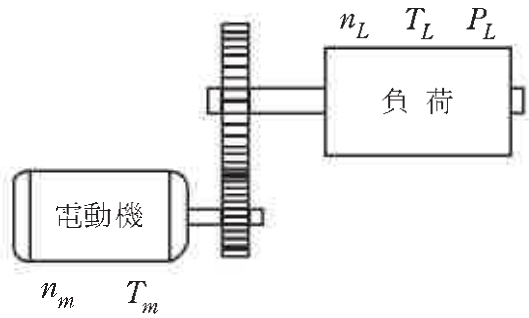


図 パワーコンディショナの構成例

問 11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が $1\,200\text{ min}^{-1}$ 、トルク T_m が $100\text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が 6、効率が 0.96 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	200	16.0	12.1
(2)	200	576	12.1
(3)	7 200	576	4 147
(4)	7 200	16.0	12.1
(5)	7 200	16.0	4 147

問 12 面積 25 m^2 ，厚さ 10 cm ，熱伝導率 $0.4\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の壁がある。この壁の内外面の温度差が 4 K に保たれているとき，熱伝導によってこの壁を伝わる熱流[W]の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 16 (2) 40 (3) 250 (4) 400 (5) 2500

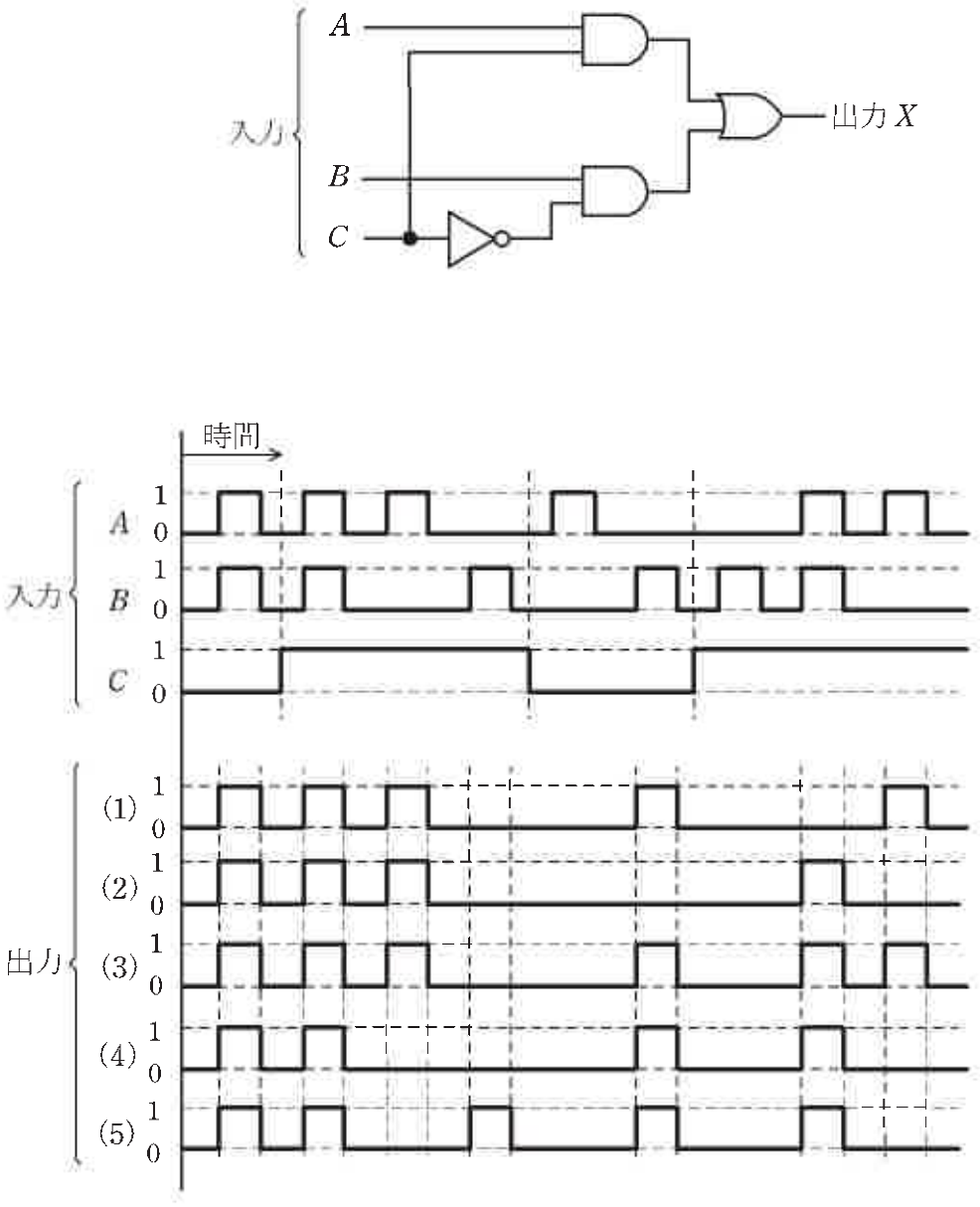
問 13 次の文章は、プロセス制御に関する記述である。

プロセス制御には PID 制御が非常によく用いられている。その中で積分動作は主として (ア) 特性の改善に、微分動作は (イ) 特性の改善に有効であり、また、 (ウ) 動作は両方の特性を、ともにある程度改善することができる。これらの動作をデジタル処理を介して行う方法が最近よく用いられている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	定 常	過 渡	加 算
(2)	定 常	過 渡	比 例
(3)	過 渡	定 常	比 例
(4)	過 渡	定 常	加 算
(5)	定 常	過 渡	減 算

問 14 図の論理回路に、図に示す入力 A , B 及び C を加えたとき、出力 X として正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 定格電圧 6 600 V, 定格出力 8 MV・A の三相同期発電機がある。この三相同期発電機において, 界磁電流が 200 A における無負荷端子電圧は 6 600 V であり, この界磁電流での三相短絡電流は 800 A であった。この三相同期発電機について, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。なお, この三相同期発電機の突極性は無視し, 電機子巻線抵抗及び鉄損と機械損は十分小さく, 計算上は無視できるものとする。

(a) この三相同期発電機における一相分の同期インピーダンス[Ω]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2.75 (2) 4.76 (3) 8.25 (4) 19.1 (5) 33.0

- (b) この三相同期発電機を端子電圧 6 600 V，力率 1.0 で運転したところ，負荷角は 30° であった。このときの発電機の実出力 [MW] として，最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

(1) 1.76 (2) 3.05 (3) 5.28 (4) 6.08 (5) 15.9

問 16 図 1 に示す降圧チョップの回路は、電圧 E の直流電源、スイッチングするパワー半導体デバイス S 、ダイオード D 、リアクトル L 、及び抵抗 R の負荷から構成されている。また、図 2 には、図 1 の回路に示すダイオード D の電圧 v_D と負荷の電流 i_R の波形を示す。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

- (a) 降圧チョップの回路動作に関し、図 3～図 5 に、実線で示した回路に流れる電流のループと方向を示した三つの電流経路を考える。図 2 の時刻 t_1 及び時刻 t_2 において、それぞれどの電流経路となるか。正しい組合せを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

	時刻 t_1	時刻 t_2
(1)	電流経路 (C)	電流経路 (B)
(2)	電流経路 (A)	電流経路 (C)
(3)	電流経路 (B)	電流経路 (A)
(4)	電流経路 (B)	電流経路 (C)
(5)	電流経路 (A)	電流経路 (B)

- (b) 電圧 E が 100 V、降圧チョップの通流率が 50 %、負荷抵抗 R が $2\ \Omega$ とする。パワー半導体デバイス S は周期 T の高周波でスイッチングし、リアクトル L の平滑作用により、図 2 に示す電流 i_R のリプル成分は十分小さいとする。電流 i_R の平均値 I_R [A] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 17.7 (2) 25.0 (3) 35.4 (4) 50.1 (5) 70.7

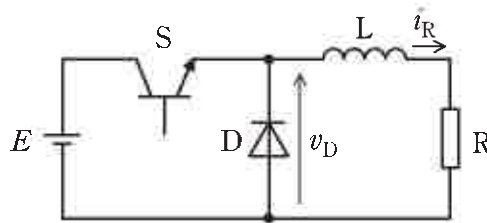


図 1 降圧チョップ

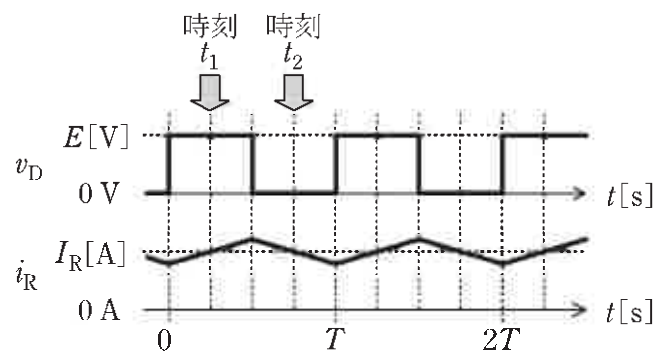


図 2 動作波形

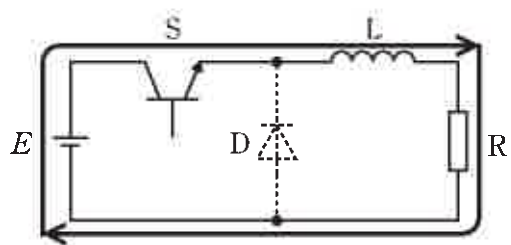


図 3 電流経路 (A)

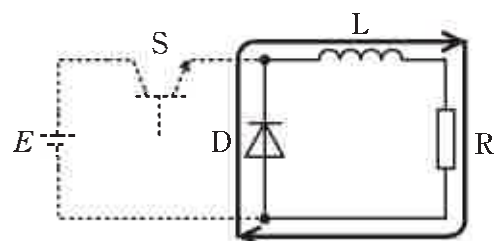


図 4 電流経路 (B)

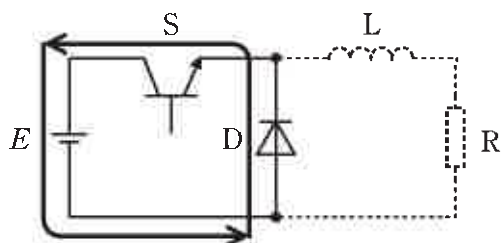
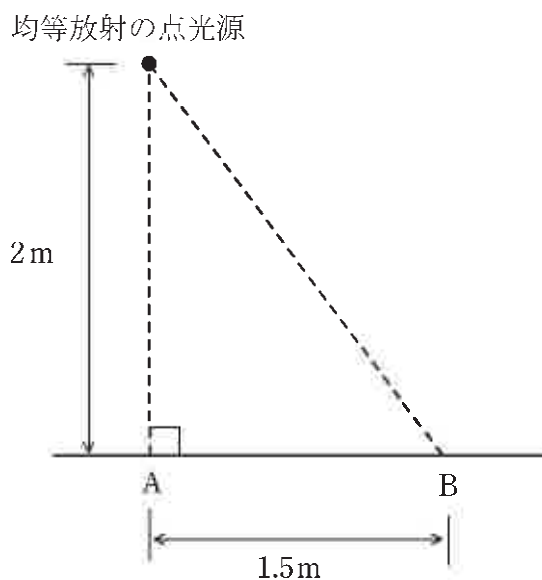


図 5 電流経路 (C)

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 どの方向にも光度が等しい均等放射の点光源がある。この点光源の全光束は $3\,000\text{ lm}$ である。この点光源を図のように配置した。水平面から点光源までの高さは 2 m であり、点光源の直下の点 A と B との距離は 1.5 m である。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) この点光源の平均光度[cd]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 191 (2) 239 (3) 318 (4) 477 (5) 955

(b) 水平面 B 点における水平面照度の値[lx]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10 (2) 24 (3) 31 (4) 61 (5) 122

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 18 次の論理回路について、(a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 図 1 に示す論理回路の真理値表として、正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

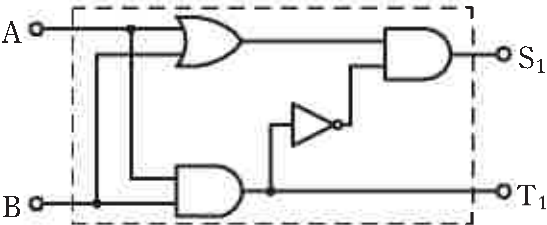


図 1

(1)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(2)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(3)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

(4)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

(5)

入力		出力	
A	B	S ₁	T ₁
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

- (b) 図 1 に示す論理回路を 2 組用いて図 2 に示すように接続して構成したとき、 A 、 B 及び C の入力に対する出力 S_2 及び T_2 の記述として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

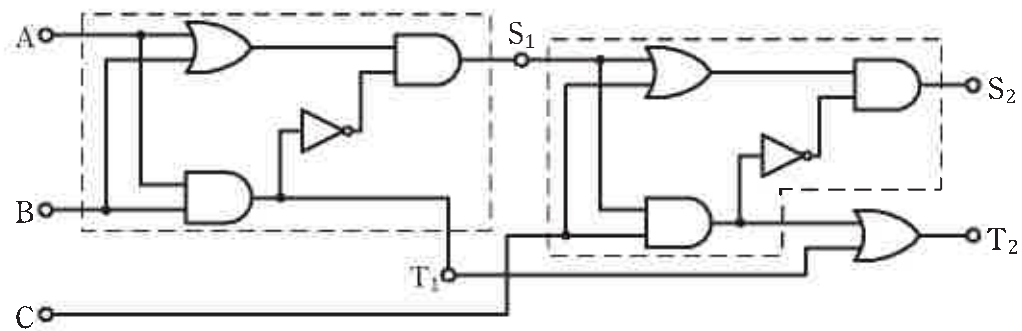


図 2

- (1) $A=0$ 、 $B=0$ 、 $C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=0$ 、 $T_2=1$ である。
- (2) $A=0$ 、 $B=1$ 、 $C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=1$ 、 $T_2=0$ である。
- (3) $A=0$ 、 $B=0$ 、 $C=1$ を入力したときの出力は、 $S_2=0$ 、 $T_2=1$ である。
- (4) $A=1$ 、 $B=0$ 、 $C=1$ を入力したときの出力は、 $S_2=1$ 、 $T_2=0$ である。
- (5) $A=1$ 、 $B=1$ 、 $C=0$ を入力したときの出力は、 $S_2=1$ 、 $T_2=1$ である。

令和 6 年度 上期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

←

受	験	番	号
印	字	あ	り

←

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ k V}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 次の文章は、直流機に関する記述である。

直流機では固定子と回転子の間で直流電力と機械動力の変換が行われる。この変換を担う機構の一種にブラシと整流子とがあり、これらを用いた直流機では通常、界磁巻線に直流の界磁電流を流し、(ア)を回転子とする。

このブラシと整流子を用いる直流機では、電機子反作用への対策として補償巻線や補極が設けられる。ブラシと整流子を用いる場合には、補極や補償巻線を設けないと、電機子反作用によって、固定子から見た(イ)中性軸の位置が変化するために、これに合わせてブラシを移動しない限りブラシと整流子片との間に(ウ)が生じて整流子片を損傷するおそれがある。なお、小形機では、補償巻線と補極のうち(エ)が一般的に用いられる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	界磁	電氣的	火花	補償巻線
(2)	界磁	幾何学的	応力	補極
(3)	電機子	幾何学的	応力	補償巻線
(4)	電機子	電氣的	火花	補償巻線
(5)	電機子	電氣的	火花	補極

問2 電機子回路の抵抗が $0.20\ \Omega$ の直流他励電動機がある。励磁電流，電機子電流とも一定になるように制御されており，電機子電流は $50\ \text{A}$ である。回転速度が $1200\ \text{min}^{-1}$ のとき，電機子回路への入力電圧は $110\ \text{V}$ であった。励磁電流，電機子電流を一定に保ったまま電動機の負荷を変化させたところ，入力電圧が $80\ \text{V}$ となった。このときの回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，電機子反作用はなく，ブラシの抵抗は無視できるものとする。

- (1) 764 (2) 840 (3) 873 (4) 900 (5) 960

問3 次の文章は、三相の誘導機に関する記述である。

固定子の励磁電流による同期速度の (ア) と回転子との速度の差(相対速度)によって回転子に電圧が発生し、その電圧によって回転子に電流が流れる。トルクは回転子の電流と磁束とで発生するので、トルク特性を制御するため、巻線形誘導機では回転子巻線の回路をブラシと (イ) で外部に引き出して二次抵抗値を調整する方式が用いられる。回転子の回転速度が停止(滑り $s=1$)から同期速度(滑り $s=0$)の間、すなわち、 $1>s>0$ の運転状態では、磁束を介して回転子の回転方向にトルクが発生するので誘導機は (ウ) となる。回転子の速度が同期速度より高速の場合、磁束を介して回転子の回転方向とは逆の方向にトルクが発生し、誘導機は (エ) となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	交番磁界	スリップリング	電動機	発電機
(2)	交番磁界	整流子	発電機	電動機
(3)	回転磁界	スリップリング	電動機	発電機
(4)	回転磁界	スリップリング	発電機	電動機
(5)	交番磁界	整流子	電動機	発電機

問4 V/f 一定制御インバータで駆動されている 6 極の誘導電動機がある。この電動機は、端子電圧を $V[\text{V}]$ 、周波数を $f[\text{Hz}]$ として、 V/f 比=4 一定制御インバータによって 66 Hz で駆動されている。

このときの滑りは 5 % であった。この誘導電動機の回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 1140 (2) 1200 (3) 1254 (4) 1320 (5) 1710

問5 回転界磁形同期電動機が停止している状態で、固定子巻線に対称三相交流電圧を印加すると回転磁界が生じる。しかし、励磁された回転子磁極が受けるトルクは、同じ大きさで向きが交互に変わるので、その平均トルクは零になり電動機は起動しない。これを改善するために、回転子の磁極面に (ア) を施す。これは、 (イ) と同じ起動原理を利用したもので、誘導トルクによって電動機を起動させる。

起動時には、回転磁束によって誘導される高電圧によって絶縁が破壊するおそれがあるので、 (ウ) を抵抗で短絡して起動する。回転子の回転速度が同期速度に近づくと、この短絡を切り放し (エ) で励磁すると、回転子は同期速度に引き込まれる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	補償巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(2)	制動巻線	かご形誘導電動機	界磁巻線	直流
(3)	制動巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(4)	制動巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流
(5)	補償巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流

問6 線間電圧 V が 360 V，電機子電流 I が 20 A，力率 $\cos\theta$ が 1.0 で運転されている三相同期電動機がある。この電動機の電機子巻線は Y 結線，一相の同期リアクタンス x_s は $6\ \Omega$ である。巻線抵抗の電圧降下は無視するものとし，この運転状態における一相の誘導起電力 E [V] として，最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

(1) 130

(2) 220

(3) 240

(4) 370

(5) 380

問7 次の文章は、一般的な電気機器(変圧器、直流機、誘導機、同期機)の共通点に関する記述である。

- a と は、磁束の大きさ一定、電源電圧(交流機では周波数も)一定のとき回転速度の変化でトルクが変化する。
- b 一次巻線に負荷電流と励磁電流を重畳して流す と は、特性計算に用いる等価回路がよく似ている。
- c 負荷電流が電機子巻線を流れる と は、界磁磁束と電機子反作用磁束のベクトル和の磁束に比例する誘導起電力が発生する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	誘導機	直流機	変圧器	同期機
(2)	同期機	直流機	変圧器	誘導機
(3)	直流機	誘導機	同期機	変圧器
(4)	同期機	直流機	誘導機	変圧器
(5)	直流機	誘導機	変圧器	同期機

問8 次の文章は、単相変圧器の簡易等価回路に関する記述である。

変圧器の電気的な特性を考える場合、等価回路を利用すると都合がよい。また、等価回路は負荷も含めた電気回路として考えると便利であり、特に二次側の諸量を一次側に置き換え、一次側の回路はそのままとした「一次側に換算した簡易等価回路」は広く利用されている。

一次巻線の巻数を N_1 、二次巻線の巻数を N_2 とすると、巻数比 a は $a = \frac{N_1}{N_2}$ で表

され、この a を使用すると二次側諸量の一次側への換算は以下のように表される。

$\dot{V}'_2$: 二次電圧 $\dot{V}_2$ を一次側に換算したもの $\dot{V}'_2 = \boxed{(ア)} \cdot \dot{V}_2$

$\dot{I}'_2$: 二次電流 $\dot{I}_2$ を一次側に換算したもの $\dot{I}'_2 = \boxed{(イ)} \cdot \dot{I}_2$

r'_2 : 二次抵抗 r_2 を一次側に換算したもの $r'_2 = \boxed{(ウ)} \cdot r_2$

x'_2 : 二次漏れリアクタンス x_2 を一次側に換算したもの $x'_2 = \boxed{(エ)} \cdot x_2$

$\dot{Z}'_L$: 負荷インピーダンス $\dot{Z}_L$ を一次側に換算したもの $\dot{Z}'_L = \boxed{(オ)} \cdot \dot{Z}_L$

ただし、'(ダッシュ)の付いた記号は、二次側諸量を一次側に換算したものとし、'(ダッシュ)のない記号は二次側諸量とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{1}{a}$	a	$\frac{1}{a^2}$	$\frac{1}{a^2}$	a^2
(2)	$\frac{1}{a}$	a	a^2	a^2	a
(3)	a	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{a^2}$	$\frac{1}{a^2}$	$\frac{1}{a^2}$
(4)	a	$\frac{1}{a}$	a^2	a^2	a^2
(5)	$\frac{1}{a}$	a	$\frac{1}{a^2}$	$\frac{1}{a^2}$	$\frac{1}{a^2}$

問9 単相変圧器の一次側に電流計，電圧計及び電力計を接続して，二次側を短絡し，一次側に定格周波数の電圧を供給し，電流計が 40 A を示すよう一次側の電圧を調整したところ，電圧計は 80 V，電力計は 1 200 W を示した。この変圧器の一次側からみた漏れリアクタンス [Ω] の値として，最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

ただし，電流計，電圧計及び電力計は理想的な計器であるものとする。

- (1) 1.28 (2) 1.85 (3) 2.00 (4) 2.36 (5) 2.57

問 10 次の文章は、単相半波ダイオード整流回路に関する記述である。

抵抗とリアクトルとを直列接続した負荷に電力を供給する単相半波ダイオード整流回路を図 1 に示す。スイッチ S を開いて運転したときに、負荷力率に応じて負荷電圧 e_d の波形は図 2 の (ア) となり、負荷電流 i_d の波形は図 2 の (イ) となった。次にスイッチ S を閉じ、環流ダイオードを接続して運転したときには、負荷電圧 e_d の波形は図 2 の (ウ) となり、負荷電流の流れる期間は、スイッチ S を開いて運転したときよりも (エ) 。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

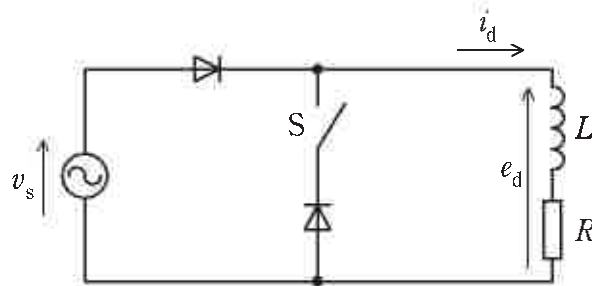


図1

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	波形2	波形4	波形3	長くなる
(2)	波形1	波形5	波形3	短くなる
(3)	波形1	波形5	波形2	長くなる
(4)	波形1	波形4	波形2	長くなる
(5)	波形2	波形5	波形3	短くなる

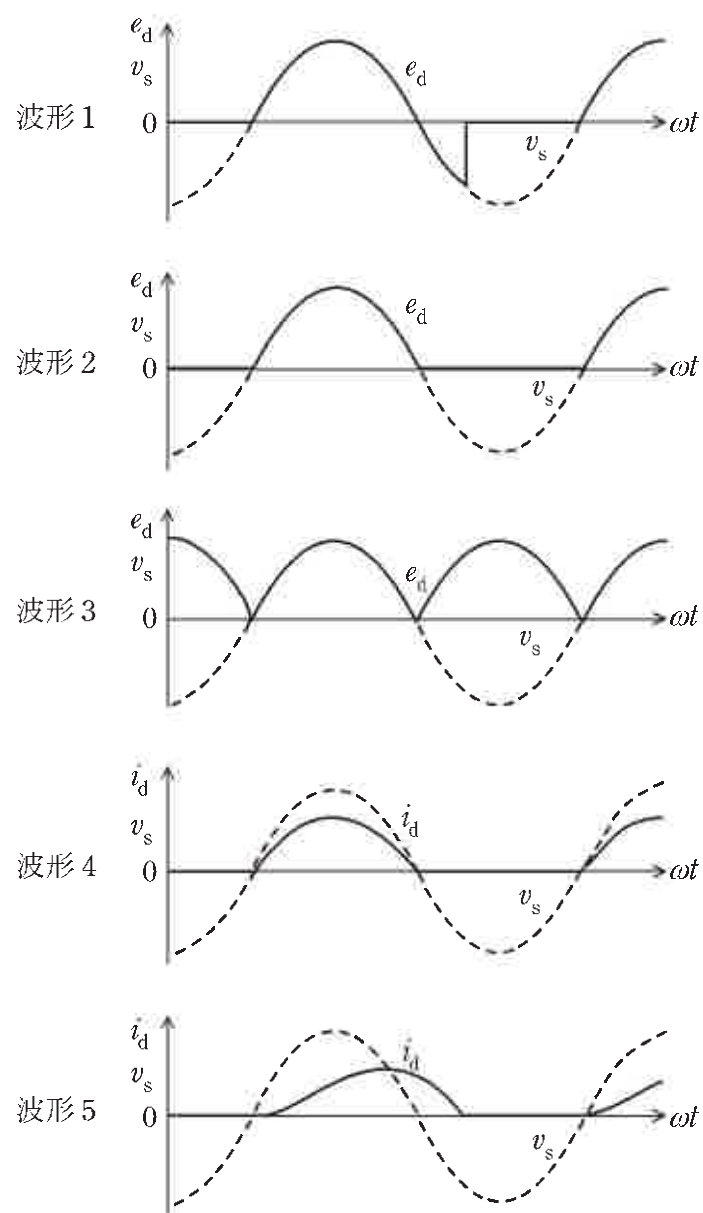


图 2

問 11 巻上機によって質量 1200 kg の物体を 0.3 m/s の一定速度で巻き上げているときの電動機出力[kW]の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし, 機械効率は 98% , 重力加速度は 9.8 m/s^2 , ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 3.4 (2) 3.5 (3) 3.6 (4) 3.7 (5) 3.8

問 12 熱の伝導は電気の伝導によく似ている。下記は、電気系の量と熱系の量の対応表である。

電気系と熱系の対応表

電気系の量	熱系の量
電圧 V [V]	(ア) [K]
電気量 Q [C]	熱量 Q [J]
電流 I [A]	(イ) [W]
導電率 σ [S/m]	熱伝導率 λ [W/(m・K)]
電気抵抗 R [Ω]	熱抵抗 R_T (ウ)
静電容量 C [F]	熱容量 C (エ)

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	温度差 θ	熱流 Φ	[K/W]	[J/K]
(2)	熱流 Φ	温度差 θ	[J/K]	[K/W]
(3)	温度差 θ	熱流 Φ	[K/J]	[J/K]
(4)	熱流 Φ	温度差 θ	[J/K]	[J/W]
(5)	温度差 θ	熱流 Φ	[K/W]	[J/W]

問 13 次の文章は、自動制御に関する記述である。

機械、装置及び製造ラインの運転や調整などを制御装置によって行うことを自動制御という。自動制御は、シーケンス制御と (ア) 制御とに大別される。

シーケンス制御は、あらかじめ定められた手順や判断によって制御の各段階を順に進めていく制御である。この制御を行うための機器として電磁リレーがある。電磁リレーを用いた (イ) シーケンス制御をリレーシーケンスという。

リレーシーケンスにおいて、2 個の電磁リレーのそれぞれのコイルに、相手の b 接点を直列に接続して、両者が決して同時に働かないようにすることを (ウ) という。

シーケンス制御の動作内容の確認や、制御回路設計の手助けのために、横軸に時間を表し、縦軸にコイルや接点の動作状態を表したものを (エ) という。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	フィードフォワード	無接点	ブロック	フローチャート
(2)	フィードバック	有接点	インタロック	タイムチャート
(3)	フィードバック	有接点	ブロック	フローチャート
(4)	フィードフォワード	有接点	インタロック	タイムチャート
(5)	フィードバック	無接点	ブロック	タイムチャート

問 14 二つのビットパターン 1101 と 1011 のビットごとの論理演算を行う。排他的論理和 (ExOR) は (ア) , 否定論理和 (NOR) は (イ) であり, (ア) と (イ) との論理和 (OR) は (ウ) である。1011 と (ウ) との排他的論理和 (ExOR) の結果を 2 進数と考え, その数値を 16 進数で表すと (エ) である。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	1001	0110	1001	9
(2)	0110	0000	1111	D
(3)	1001	1111	1001	F
(4)	0110	1111	1001	9
(5)	0110	0000	0110	D

B問題(配点は1問題当たり(a)5点、(b)5点、計10点)

問 15 定格周波数 60 Hz、6 極の三相巻線形誘導電動機があり、二次巻線を短絡して定格負荷で運転したときの回転速度は 1170 min^{-1} である。この電動機について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、電動機の二次抵抗値が一定のとき、滑りとトルクは比例関係にあるものとする。

(a) この電動機を定格負荷の 80 %のトルクで運転する場合、二次巻線が短絡してあるときの滑りの値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.015 (2) 0.02 (3) 0.025 (4) 0.03 (5) 0.04

(b) この電動機を定格負荷の 80 % のトルクで運転する場合，二次巻線端子に三相抵抗器を接続し，二次巻線回路の 1 相当たりの抵抗値を短絡時の 2.5 倍にしたときの回転速度 [min^{-1}] の値として，最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 980 (2) 1 110 (3) 1 140 (4) 1 170 (5) 1 200

問 16 図 1 は、IGBT を用いた单相ブリッジ接続の電圧形インバータを示す。直流電圧 E_d [V] は、一定値と見なせる。出力端子には、インダクタンス L [H] で抵抗値 R [Ω] の誘導性負荷が接続されている。この電圧形インバータの出力電圧 v_0 ，出力電流 i_0 が図 2 のようになった。インバータの動作モードを図 2 に示す①～④として本モードは周期 T [s] で繰り返されるものとする。なお、上下スイッチの短絡を防ぐデッドタイムは考慮しない。

次の(a)及び(b)の問に答えよ。

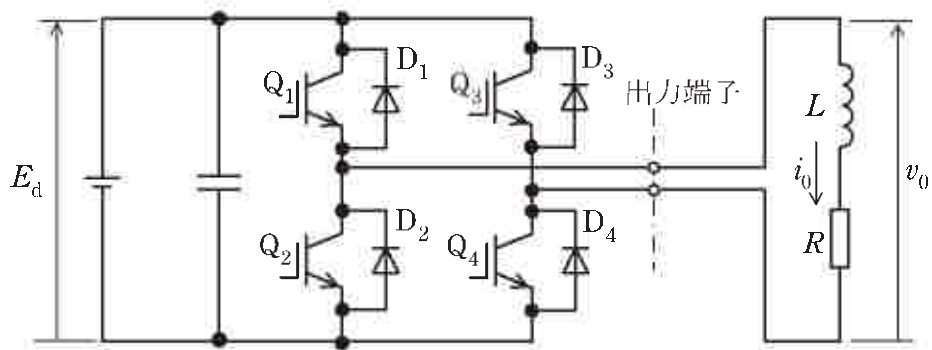


図 1

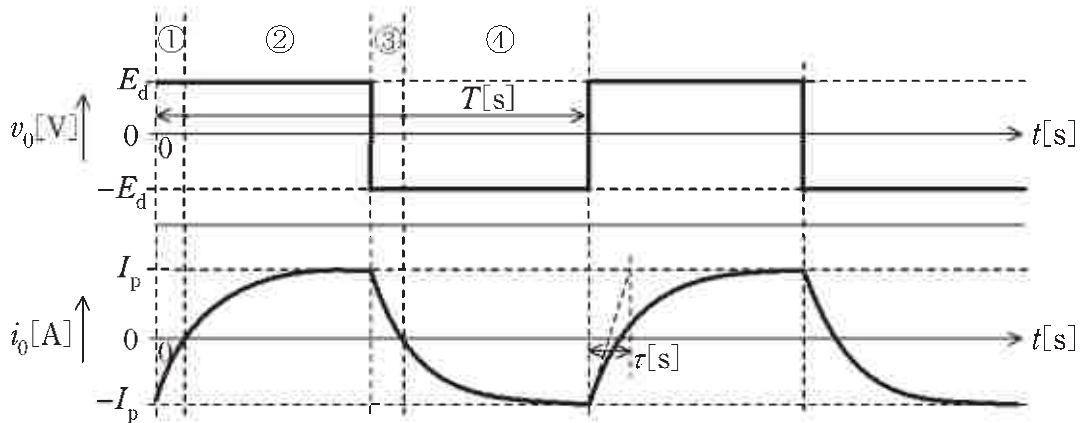


図 2

- (a) 図 2 に示した区間①～④において電流が流れているデバイスの組合せとして正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

	①	②	③	④
(1)	$D_2 - D_3$	$Q_2 - Q_3$	$D_1 - D_4$	$Q_1 - Q_4$
(2)	$Q_2 - Q_3$	$Q_2 - Q_3$	$Q_1 - Q_4$	$Q_1 - Q_4$
(3)	$Q_1 - Q_4$	$Q_1 - Q_4$	$Q_2 - Q_3$	$Q_2 - Q_3$
(4)	$Q_1 - D_3$	$Q_1 - Q_4$	$Q_2 - D_4$	$Q_2 - Q_3$
(5)	$D_1 - D_4$	$Q_1 - Q_4$	$D_2 - D_3$	$Q_2 - Q_3$

- (b) 電源電圧 E_d が 100 V, インダクタンス L を 2 mH とし, 抵抗 R を 1Ω とすると, 区間①②の電流は $-I_p$ [A] から I_p [A] まで時定数 τ [s] で増加する。 τ に最も近い値を次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.001 (2) 0.002 (3) 0.003 2 (4) 0.006 3 (5) 0.02

問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 均等放射の球形光源(球の直径は 30 cm)がある。床からこの球形光源の中心までの高さは 3 m である。また、球形光源から放射される全光束は 12 000 lm である。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 球形光源直下の床の水平面照度の値 [lx] として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。ただし、天井や壁など、周囲からの反射光の影響はないものとする。

- (1) 35 (2) 106 (3) 142 (4) 212 (5) 425

- (b) 球形光源の光度の値[cd]と輝度の値[cd/m²]との組合せとして, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	光度	輝度
(1)	955	13 500
(2)	955	3 380
(3)	1 910	1 010
(4)	1 910	27 000
(5)	3 820	13 500

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 18 数の表現法について、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

- (a) 10 進法で表される正の整数 N は、10 進法の 2 以上の整数 r を用いて、次式のように表すことができる。

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \cdots + a_1 r + a_0$$

ただし、 a_i は整数であり、 $0 \leq a_i < r$ ($i = 0, 1, \cdots, n$) である。

このとき、 N を r 進法で次のように表現することとする。

$$(a_n a_{n-1} \cdots a_2 a_1 a_0)_r$$

この表現方法によって次の計算が成り立つとき、 r の値として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

$$(122)_r - (42)_r = (40)_r$$

- (1) 5 (2) 6 (3) 7 (4) 8 (5) 9

(b) 8ビットの固定長で、正負のある2進法の数値を表現する場合、次のような①及び②で示す方式がある。また、D-Aコンバータにおいては次の③で示す方式が用いられる。

① 最上位ビット(左端のビット、以下MSBという)を符号ビットとして、残りのビットでその数の絶対値を表す方式は、絶対値表示方式と呼ばれる。この場合、MSB=0が正(+), MSB=1が負(-)と約束すると、10進数の-8は (ア) となる。

② 7ビット長で表された正の数 n に対して、 $-n$ を8ビット長の n の2の補数で表す方式がある。この方式による場合、10進数の-8は (イ) となる。この方式においても、MSB=1は負の整数、MSB=0は正の整数を示すことになる。この方式は、2進数の減算に適している。

③ D-Aコンバータでは、ディジタル入力量とアナログ出力量が比例の関係にある。8ビットのD-Aコンバータではディジタル入力量として、 $(1000\ 0000)_2$ を与えた場合に、0.0000Vが出力されるようにしたオフセット・バイナリ・コードを用いることが多い。この場合、出力電圧が正のときは、MSB=1となり、負のときは、MSB=0となる。

ディジタル入力値が $(0000\ 0000)_2$ のときのアナログ出力値が-5.0000Vであるオフセット・バイナリ・コードのD-Aコンバータでは、ディジタル入力値が $(0111\ 1000)_2$ のときの出力電圧値は (ウ) Vとなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	$(1000\ 1000)_2$	$(1000\ 0111)_2$	-0.2734
(2)	$(1111\ 1000)_2$	$(1000\ 1000)_2$	-0.3125
(3)	$(1111\ 1000)_2$	$(1000\ 0111)_2$	-0.3125
(4)	$(1000\ 1000)_2$	$(1111\ 1000)_2$	-0.3125
(5)	$(1000\ 1000)_2$	$(1111\ 1000)_2$	-0.2734

令和 5 年度 下期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受 験 番 号
印 字 あ り

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	(1) (2) ● (4) (5)

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ k V}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 直流機の電機子反作用に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 直流発電機や直流電動機では、電機子巻線に電流を流すと、電機子電流によって電機子周辺に磁束が生じ、電機子電圧を誘導する磁束すなわち界磁磁束が、電機子電流の影響で変化する。これを電機子反作用という。
- (2) 界磁電流による磁束のベクトルに対し、電機子電流による電機子反作用磁束のベクトルは、同じ向きとなるため、電動機として運転した場合に増磁作用、発電機として運転した場合に減磁作用となる。
- (3) 直流機の界磁磁極片に補償巻線を設け、そこに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できる。
- (4) 直流機の界磁磁極のN極とS極の間に補極を設け、そこに設けたコイルに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できる。
- (5) ブラシの位置を適切に移動させることで、電機子反作用を緩和できる。

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機がある。この電動機の電機子に 12 V の電圧を加えたところ、無負荷の状態で $3\,000\text{ min}^{-1}$ で回転した。この電圧を維持したまま負荷を与えて、 2 A の電機子電流を流したところ、損失が 3 W 発生した。この時の回転数 $[\text{min}^{-1}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

- (1) 2 250 (2) 2 625 (3) 2 813 (4) 3 000 (5) 3 429

問3 次の文章は、誘導機速度制御に関する記述である。

誘導機の回転速度 n [min^{-1}] は、滑り s 、電源周波数 f [Hz]、極数 p を用いて $n = 120 \cdot \boxed{\text{(ア)}}$ と表される。したがって、誘導機速度は電源周波数によって制御することができ、特にかご形誘導電動機において $\boxed{\text{(イ)}}$ 電源装置を用いた制御が広く利用されている。

かご形誘導機ではこの他に、運転中に固定子巻線の接続を変更して $\boxed{\text{(ウ)}}$ を切り換える制御法や、 $\boxed{\text{(エ)}}$ の大きさを変更する制御法がある。前者は、効率はよいが、速度の変化が段階的となる。後者は、速度の安定な制御範囲を広くするために $\boxed{\text{(オ)}}$ の値を大きくとり、銅損が大きくなる。

巻線形誘導機では、 $\boxed{\text{(オ)}}$ の値を調整することにより、トルクの比例推移を利用して速度を変える制御法がある。

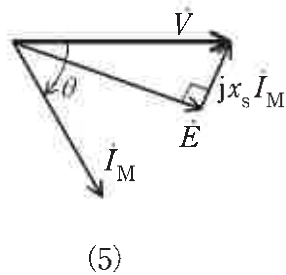
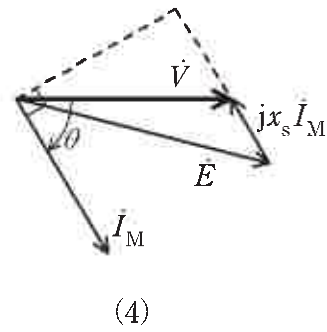
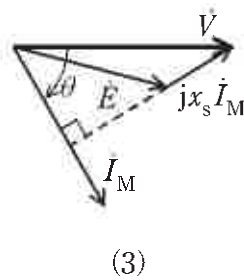
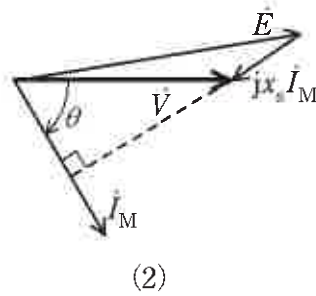
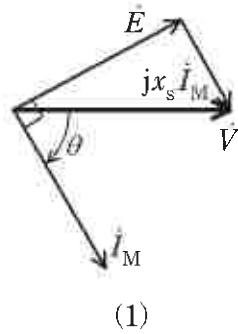
上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{sf}{p}$	CVCF	相数	一次電圧	一次抵抗
(2)	$\frac{(1-s)f}{p}$	CVCF	極数	二次電圧	二次抵抗
(3)	$\frac{sf}{p}$	VVVF	極数	一次電圧	一次抵抗
(4)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	相数	二次電圧	一次抵抗
(5)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	極数	一次電圧	二次抵抗

問4 あるかご形三相誘導電動機を定格電圧でY- Δ 始動したところ、始動トルクは60 N・mであった。また、 Δ 結線での全電圧始動時（定格電圧）の始動トルクは定格運転時の240 %である。この電動機の定格運転時のトルクの値 [N・m] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 20 (2) 25 (3) 35 (4) 43 (5) 75

問5 円筒形三相同期電動機において、電動機の励磁電流を調整して、遅れ力率 θ で運転しているものとする。このとき、供給電圧 $\vec{V}$ [V]、電機子電流 $\vec{I}_M$ [A]としたとき、誘導起電力 $\vec{E}$ [V]、並びに同期リアクタンスによる電圧降下 $jx_s \vec{I}_M$ [V]の関係を示すベクトル図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。なお、同期リアクタンスの大きさに対して巻線抵抗は十分小さいとみなせるものとする。



問6 回転速度 600 min^{-1} で運転している極数 10 の同期発電機がある。この発電機に極数 8 の同期発電機を並行運転させる場合、極数 8 の発電機の回転速度 [min^{-1}] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 400 (2) 550 (3) 750 (4) 950 (5) 1200

問7 次の文章は、電気機器の損失に関する記述である。

- a コイルの電流とコイルの抵抗によるジュール熱が (ア) であり、この損失を低減するため、コイルを構成する電線の断面積を大きくする。

交流電流が並列コイルに分かれて流れると、並列コイル間の電流不平衡からこの損失が増加する。この損失を低減するため、並列回路を構成する各コイルの鎖交磁束と抵抗値、すなわち、各コイルのインピーダンスを等しくする。

- b 鉄心に交流磁束が通ると損失が発生する。その成分は (イ) と (ウ) の二つに分類される。前者は、交流磁束によって誘導された電流が鉄心を流れてジュール熱として発生する。そこで、電気抵抗が高い強磁性材料や、表面を絶縁膜で覆った薄い鉄板を積層した積層鉄心を磁気回路に用いて、電流の経路を断つことで損失を低減する。後者は、鉄心の磁束が磁界の履歴に依存するために発生する。この (ウ) を低減するために電磁鋼板が磁気回路に広く用いられている。

- c 上記の電磁気要因の損失のほか、電動機や発電機では、回転子の運動による軸受け摩擦損や冷却ファンの空気抵抗による損失などの (エ) がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	銅損	渦電流損	ヒステリシス損	機械損
(2)	鉄損	抵抗損	ヒステリシス損	銅損
(3)	銅損	渦電流損	インダクタンス損	機械損
(4)	鉄損	機械損	ヒステリシス損	銅損
(5)	銅損	抵抗損	インダクタンス損	機械損

問 8 変圧器の一次側(巻数 N_1)の諸量を二次側(巻数 N_2)に換算した場合の簡易等価回路の換算係数に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、この変圧器の巻数比 $\left(\frac{N_1}{N_2}\right)$ を a とする。

(1) 一次側の電圧は $\frac{1}{a}$ 倍

(2) 一次側の電流は a 倍

(3) 励磁電流は a 倍

(4) 一次側のインピーダンスは $\frac{1}{a^2}$ 倍

(5) 励磁アドミタンスは $\frac{1}{a^2}$ 倍

問9 変圧器の規約効率を計算する場合、巻線の抵抗値を75℃の基準温度の値に補正する。

ある変圧器の巻線の温度と抵抗値を測ったら、20℃のとき 1.0Ω であった。この変圧器の75℃における巻線抵抗値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、巻線は銅導体であるものとし、 $T[^\circ\text{C}]$ と $t[^\circ\text{C}]$ の抵抗値の比は、 $(235+T):(235+t)$ である。

- (1) 0.27 (2) 0.82 (3) 1.22 (4) 3.75 (5) 55.0

問 10 電力変換装置では、各種のパワー半導体デバイスが使用されている。パワー半導体デバイスの定常的な動作に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) ダイオードの導通、非導通は、そのダイオードに印加される電圧の極性で決まり、導通時は回路電圧と負荷などで決まる順電流が流れる。
- (2) サイリスタは、オンのゲート電流が与えられて順方向の電流が流れている状態であれば、その後にゲート電流を取り去っても、順方向の電流に続く逆方向の電流を流すことができる。
- (3) オフしているパワーMOSFET は、ボディーダイオードを内蔵しているのでオンのゲート電圧が与えられなくても逆電圧が印加されれば逆方向の電流が流れる。
- (4) オフしている IGBT は、順電圧が印加されていてオンのゲート電圧を与えると順電流を流すことができ、その状態からゲート電圧を取り去ると非導通となる。
- (5) IGBT と逆並列ダイオードを組み合わせたパワー半導体デバイスは、IGBT にとって順方向の電流を流すことができる期間を IGBT のオンのゲート電圧を与えることで決めることができる。IGBT にとって逆方向の電圧が印加されると、IGBT のゲート状態にかかわらず IGBT にとって逆方向の電流が逆並列ダイオードに流れる。

問 11 電動機ではずみ車を加速して、運動エネルギーを蓄えることを考える。

まず、加速するための電動機のトルクを考える。加速途中の電動機の回転速度を $N[\text{min}^{-1}]$ とすると、そのときの毎秒の回転速度 $n[\text{s}^{-1}]$ は①式で表される。

$$\boxed{\text{ア}} \dots\dots\dots \text{①}$$

この回転速度 $n[\text{s}^{-1}]$ から②式で角速度 $\omega[\text{rad/s}]$ を求めることができる。

$$\boxed{\text{イ}} \dots\dots\dots \text{②}$$

このときの電動機が 1 秒間にする仕事、すなわち出力を $P[\text{W}]$ とすると、トルク $T[\text{N}\cdot\text{m}]$ は③式となる。

$$\boxed{\text{ウ}} \dots\dots\dots \text{③}$$

③式のトルクによってはずみ車を加速する。電動機が出力し続けて加速している間、この分のエネルギーがはずみ車に注入される。電動機に直結するはずみ車の慣性モーメントを $I[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$ として、加速が完了したときの電動機の角速度を $\omega_0[\text{rad/s}]$ とすると、このはずみ車に蓄えられている運動エネルギー $E[\text{J}]$ は④式となる。

$$\boxed{\text{エ}} \dots\dots\dots \text{④}$$

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$n = \frac{N}{60}$	$\omega = 2\pi \times n$	$T = \frac{P}{\omega}$	$E = \frac{1}{2} I^2 \omega_0$
(2)	$n = 60N$	$\omega = \frac{n}{2\pi}$	$T = P\omega$	$E = \frac{1}{2} I^2 \omega_0$
(3)	$n = \frac{N}{60}$	$\omega = 2\pi \times n$	$T = P\omega$	$E = \frac{1}{2} I \omega_0^2$
(4)	$n = 60N$	$\omega = \frac{n}{2\pi}$	$T = \frac{P}{\omega}$	$E = \frac{1}{2} I^2 \omega_0$
(5)	$n = \frac{N}{60}$	$\omega = 2\pi \times n$	$T = \frac{P}{\omega}$	$E = \frac{1}{2} I \omega_0^2$

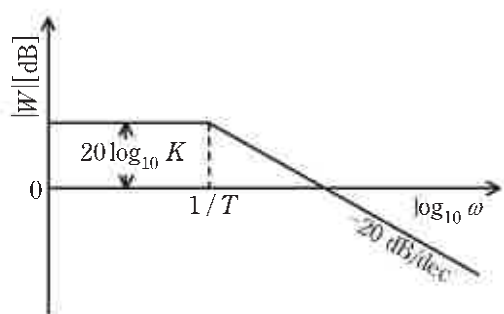
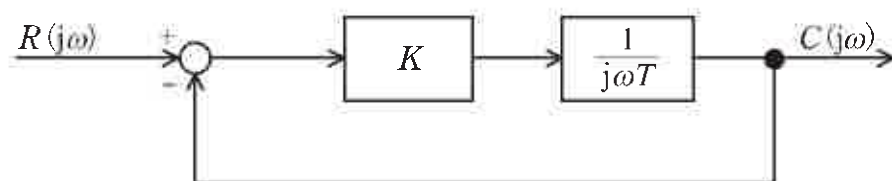
問 12 誘導加熱に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 産業用では金属の溶解や金属部品の熱処理などに用いられ、民生用では調理加熱に用いられている。
- (2) 金属製の被加熱物を交番磁界内に置くことで発生するジュール熱によって被加熱物自体が発熱する。
- (3) 被加熱物の透磁率が高いものほど加熱されやすい。
- (4) 被加熱物に印加する交番磁界の周波数が高いほど、被加熱物の内部が加熱されやすい。
- (5) 被加熱物として、銅、アルミよりも、鉄の方が加熱されやすい。

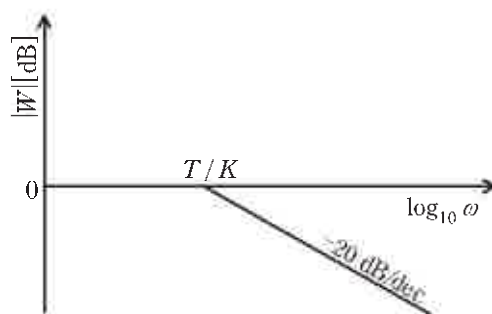
問 13 図に示すようなフィードバック制御系がある。閉ループ周波数伝達関数

$W(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$ のボード線図の折線近似ゲイン特性として、最も近いものを次の

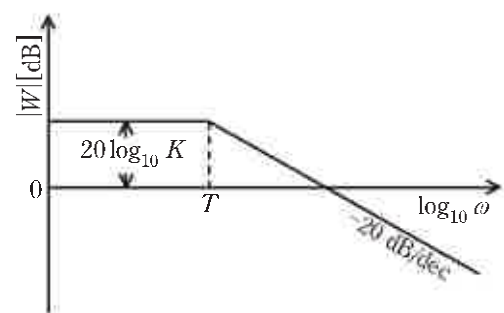
(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、 ω は角周波数[rad/s]を表す。



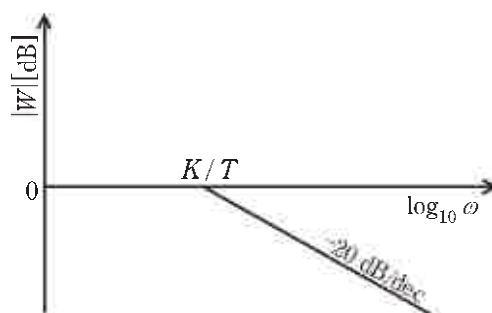
(1)



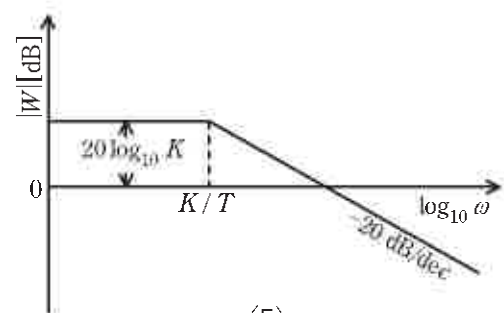
(2)



(3)



(4)



(5)

問 14 入力信号が A, B 及び C, 出力信号が X の論理回路が次の真理値表を満たしているとき, X の論理式として, 正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

入力信号			出力信号
A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

- (1) $X = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$
- (2) $X = \overline{A \cdot B \cdot C} + \overline{A + B} + \overline{B + C} + \overline{C + A}$
- (3) $X = \bar{A} \cdot B + \bar{B} \cdot C + \bar{C} \cdot A$
- (4) $X = \overline{A \cdot B} + \overline{B \cdot C} + \overline{C \cdot A}$
- (5) $X = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{C} \cdot \bar{A}$

B問題(配点は1問題当たり(a)5点，(b)5点，計10点)

問15 定格出力15 kW，定格周波数60 Hz，4極の三相誘導電動機があり，トルク一定の負荷を負って運転している。この電動機について，次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 定格回転速度 1746 min^{-1} で運転しているときの滑り周波数の値[Hz]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.50 (2) 1.80 (3) 1.86 (4) 2.10 (5) 2.17

(b) インバータにより一次周波数制御を行って，一次周波数を40 Hzとしたときの回転速度[min^{-1}]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし，滑り周波数は一次周波数にかかわらず常に一定とする。

- (1) 1146 (2) 1164 (3) 1433 (4) 1455 (5) 1719

問 16 図 1 に示す降圧チョップの回路は、電圧 E の直流電源、スイッチングする半導体デバイス S 、ダイオード D 、リアクトル L 、及び抵抗 R の負荷から構成されている。また、図 2 には、図 1 の回路に示すダイオード D の電圧 v_D と負荷の電流 i_R の波形を示す。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) 降圧チョップの回路動作に関し、図 3～図 5 に、実線で示した回路に流れる電流のループと方向を示した三つの電流経路を考える。図 2 の時刻 t_1 及び時刻 t_2 において、それぞれどの電流経路となるか。正しい組合せを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

	時刻 t_1	時刻 t_2
(1)	電流経路 (A)	電流経路 (B)
(2)	電流経路 (A)	電流経路 (C)
(3)	電流経路 (B)	電流経路 (A)
(4)	電流経路 (B)	電流経路 (C)
(5)	電流経路 (C)	電流経路 (B)

(b) 電圧 E が 100 V、降圧チョップの通流率が 50 %、負荷抵抗 R が $2\ \Omega$ とする。デバイス S は周期 T の高周波でスイッチングし、リアクトル L の平滑作用により、図 2 に示す電流 i_R のリプル成分は十分小さいとする。電流 i_R の平均値 I_R [A] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 17.7 (2) 25.0 (3) 35.4 (4) 50.1 (5) 70.7

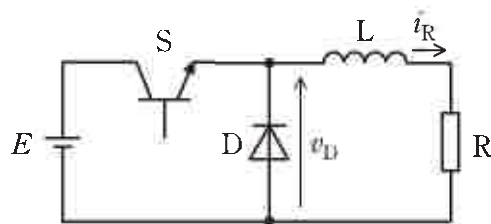


図 1 降圧チョップ

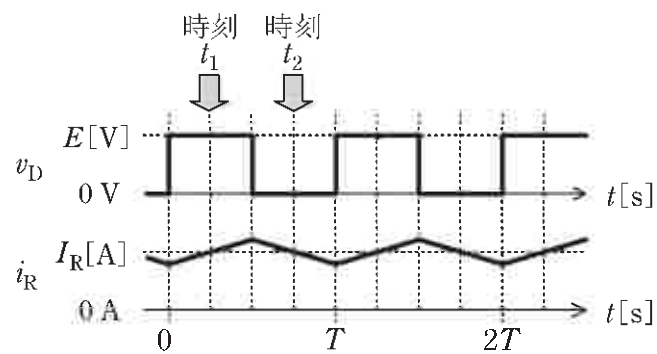


図 2 動作波形

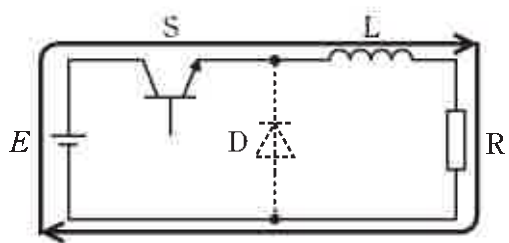


図 3 電流経路(A)

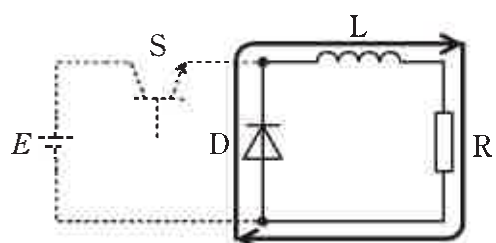


図 4 電流経路(B)

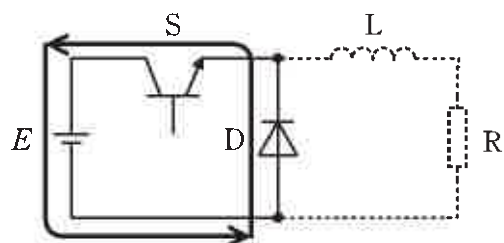
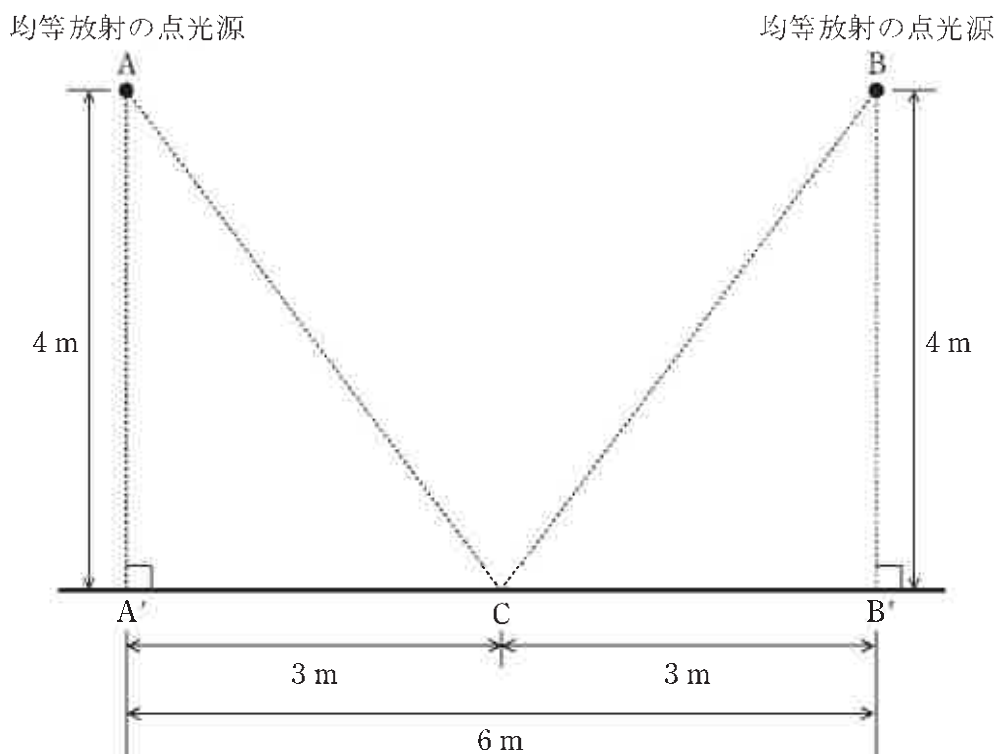


図 5 電流経路(C)

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 どの方向にも光度が等しい均等放射の点光源がある。この点光源の全光束は $15\,000\text{ lm}$ である。この点光源二つ (A 及び B) を屋外で図のように配置した。地面から点光源までの高さはいずれも 4 m であり、A と B との距離は 6 m である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、考える空間には、A 及び B 以外に光源はなく、地面や周囲などからの反射光の影響もないものとする。



(a) 図において、点光源 A のみを点灯した。A の直下の地面 A' 点における水平面照度の値 [lx] として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 56 (2) 75 (3) 100 (4) 149 (5) 299

(b) 図において、点光源 A を点灯させたまま、点光源 B も点灯した。このとき、地面 C 点における水平面照度の値 [lx] として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 46 (2) 57 (3) 76 (4) 96 (5) 153

問 17 及び 問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 18 図 1 は、調節計の演算回路などによく用いられるブロック線図を示す。次の
(a) 及び (b) の間に答えよ。

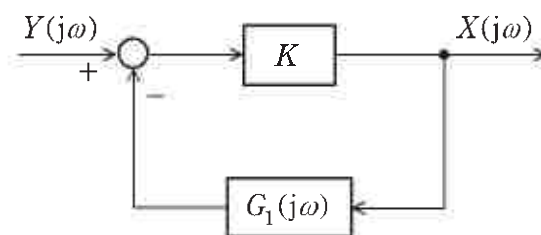


図1

(a) 図 2 は、図 1 のブロック $G_1(j\omega)$ の詳細を示し、静電容量 $C[\text{F}]$ と抵抗 $R[\Omega]$ からなる回路を示す。この回路の入力量 $V_1(j\omega)$ に対する出力量 $V_2(j\omega)$ の周波数伝達関数 $G_1(j\omega) = \frac{V_2(j\omega)}{V_1(j\omega)}$ を表す式として、正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

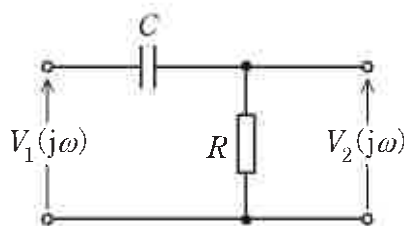


図2

- (1) $\frac{1}{CR+j\omega}$ (2) $\frac{1}{1+j\omega CR}$ (3) $\frac{CR}{CR+j\omega}$ (4) $\frac{CR}{1+j\omega CR}$ (5) $\frac{j\omega CR}{1+j\omega CR}$

(b) 図 1 のブロック線図において，閉ループ周波数伝達関数 $G(j\omega) = \frac{X(j\omega)}{Y(j\omega)}$ で，ゲ

イン K が非常に大きな場合の近似式として，正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

なお，この近似式が成立する場合，この演算回路は比例プラス積分要素と呼ばれる。

(1) $1 + j\omega CR$ (2) $1 + \frac{CR}{j\omega}$ (3) $1 + \frac{1}{j\omega CR}$ (4) $\frac{1}{1 + j\omega CR}$ (5) $\frac{1 + CR}{j\omega CR}$