

令和 5 年度

第 1 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. 解答は、マークシートの間番号に対応した解答欄にマークしてください。

例えば、問1の 

(1)
-----

 と表示のある問に対して(イ)と解答する場合は、下の例のように問1の(1)の(イ)をマークします。

なお、マークは各小問につき一つだけです。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(マークシートへの解答記入例)

問 1				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
●	イ	イ	イ	イ
甲	●	ロ	ロ	ロ
ハ	ハ	●	ハ	ハ
ニ	ニ	ニ	●	ニ
ホ	ホ	ホ	ホ	●
ヘ	ヘ	ヘ	ヘ	ヘ
ト	ト	ト	ト	ト
チ	チ	チ	チ	チ

問		
(1)	(2)	(3)
イ	イ	イ
ロ	ロ	ロ
ハ	ハ	ハ
ニ	ニ	ニ
ホ	ホ	ホ
ヘ	ヘ	ヘ
ト	ト	ト
チ	チ	チ

正解と思われるものの記号の枠内を、マークシートに印刷されているマーク記入例に従い、濃く塗りつぶす方法で示してください。

6. 問6と問7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       $f=50$  Hz      670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

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

(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問題当たり小問各2点, 計10点)

問1 次の文章は, 同期機のリアクタンスに関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

同期機の電機子反作用磁束は直軸及び横軸成分に分けることができ、直軸に対応するリアクタンスが直軸電機子反作用リアクタンス  $X_{ad}$  である。

電機子電流が発生する磁束の一部で電機子巻線自身にしか鎖交しない磁束が  (1) 磁束であり,  (1) リアクタンス  $X_l$  に対応する。

界磁巻線に流れる電流が発生する磁束にも, 界磁巻線自身にしか鎖交しない磁束が存在し, これに対応するリアクタンスが  $X_f$  である。

制動巻線(制動巻線に相当する構造を含む)を備える同期機では, この制動巻線に電流が流れることにより発生する磁束にも制動巻線自身にしか鎖交しない磁束が存在する。この磁束の直軸成分に対応するのがリアクタンス  $X_{Dd}$  である。

各巻線の抵抗を無視すると, 上記のリアクタンスの組合せで, 同期機の運転状態に応じた電機子端子側から見た直軸のリアクタンスとその等価回路が得られる。ただし, 等価回路中の界磁巻線と制動巻線のリアクタンスは電機子側に換算したものであり, 界磁巻線と制動巻線の間だけに鎖交する磁束は無いものとする。

(2) 運転状態における直軸のリアクタンスは直軸同期リアクタンス  $X_d$  であり, 対応する等価回路は  (3) である。

制動巻線がない同期機においては, 突発短絡などの同期機の運転状態が急変した直後の直軸の過渡的な直軸リアクタンスが直軸過渡リアクタンス  $X'_d$  であり, 対応する等価回路は  (4) である。

制動巻線を備える同期機においては, 上記と同様に運転状態が急変した直後の直軸の過渡的なリアクタンスが直軸初期過渡リアクタンス  $X''_d$  であり, 対応する等価回路は  (5) である。

[問1の解答群]

(イ) 無負荷

(ロ) 電機子漏れ

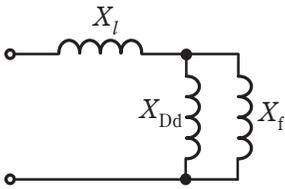
(ハ) 定常

(ニ) 電機子電流

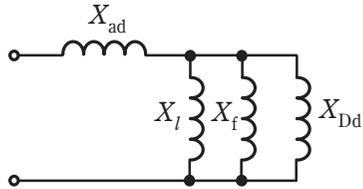
(ホ) 過渡

(ヘ) 電流漏れ

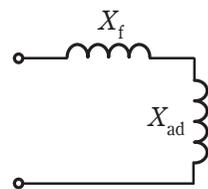
(ト)



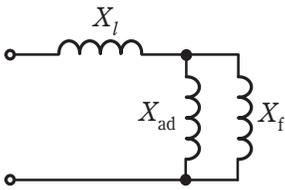
(チ)



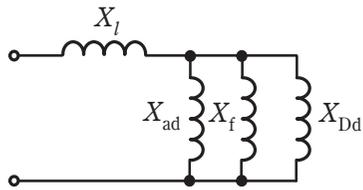
(リ)



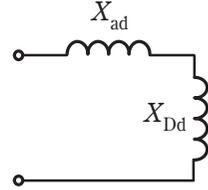
(ヌ)



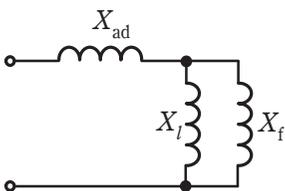
(ル)



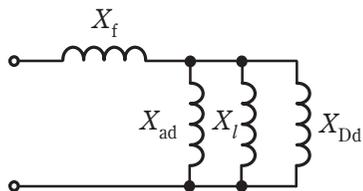
(レ)



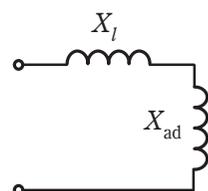
(ロ)



(カ)



(エ)



問2 次の文章は、変圧器の冷却に関する記述である。文中の [ ] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

変圧器に入力する電力の一部は、変圧器の内部で損失となり熱に変わる。この熱による温度上昇は絶縁物の劣化等につながるため、温度上昇を抑制する観点から冷却は必要である。

変圧器の冷却方式には容量や使用環境によって種々の方式がある。巻線及び鉄心の冷却媒体により方式を大きく分けると、空気（大気）を使用する [ (1) ] 式、絶縁油を使用する油入式、及び、不燃性、非爆発性を必要とする場所に設置するための不活性ガスを使用するガス冷却式がある。

油入変圧器では、変圧器本体を絶縁油に浸し、巻線の [ (2) ] を高めるとともに、冷却によって本体の温度上昇を抑制する。絶縁油に必要な条件は、化学的に安定であること、 [ (3) ] 点が高いこと、流動性に富み冷却効果が大きいことなどである。

大形の油入変圧器では、負荷変動や外気の温度変化に伴い油の温度が変動し、油が膨張・収縮を繰り返すため、外気が変圧器内部に出入りを繰り返す。これを変圧器の [ (4) ] 作用という。 [ (4) ] 作用により油が劣化する主な原因は、空気中の水分の混入と、油と空気との接触により生じる酸化作用である。この劣化を防止するため、本体の外部にブリーザや [ (5) ] を設ける。

[問2の解答群]

(イ) 凝固

(ロ) 引火

(ハ) 三重

(ニ) 乾

(ホ) 熱伝導率

(ヘ) 圧縮

(ト) ブッシング

(チ) 気中

(リ) 排気

(ヌ) コンサベータ

(ル) 抵抗温度係数

(レ) 伸縮

(ワ) 絶縁耐力

(カ) ベンチレータ

(ヨ) 呼吸

問3 次の文章は、サイリスタを用いた三相整流回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図1のように線間電圧  $E$ 、角周波数  $\omega$  の対称三相交流電源に三相サイリスタ整流回路を接続し、誘導性負荷に直流電流  $I_d$  を供給する。図中の  $L$  は交流電源側のインダクタンス成分を表す。サイリスタのオン電圧、電源側の抵抗成分、負荷側の電流リップルは無視できるものとする。

図2は、 $L$  での起電力を無視した場合のサイリスタ整流回路の入出力電圧波形である。この場合、ゲート信号を与えたサイリスタはターンオンし、逆バイアスが印加されたサイリスタの電流は直ちに零となりターンオフする。このように電

流の流れる経路が変わることを  (1) という。直流電圧  $e_d$  は電源の  $\frac{1}{6}$  周期ごとに脈動する波形となる。ここで、制御遅れ角（点弧角）を  $\alpha$  とすると直流電圧の平均値  $E_d$  は、

$$E_d = \text{} \dots\dots\dots \text{①}$$

で求められる。

次に、 $L$  での起電力を考慮した場合、ゲート信号を与えたサイリスタはターンオンするが、それまでオンしていたサイリスタにも電流が流れ続け、重なり期間  $\mu$  が生じる。このときの出力電圧波形は図3  (3) のようになる。図1の回路では電源1周期の間に  (4) 回の重なり期間が生じる。この場合の直流電圧平均値は①式の  $E_d$   (5) なる。

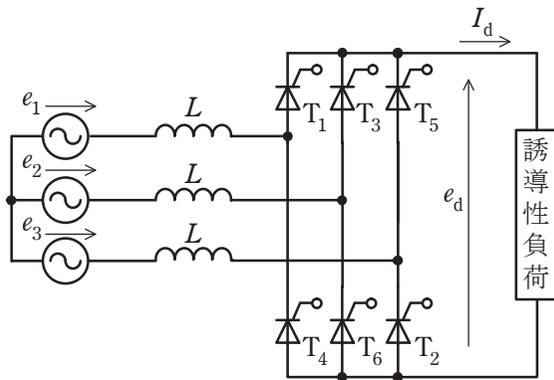


図1 三相ブリッジ整流回路

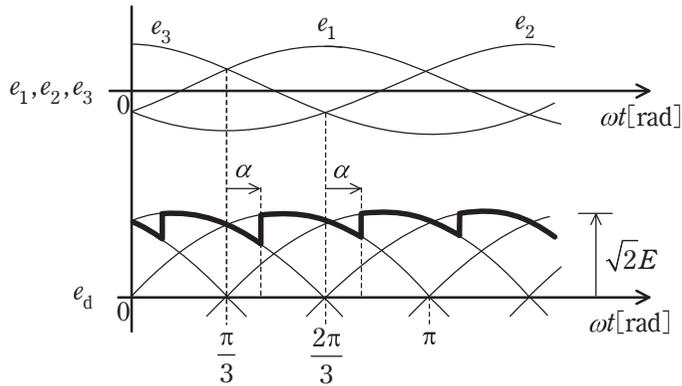


図2  $L$ での起電力を無視した場合の入出力電圧

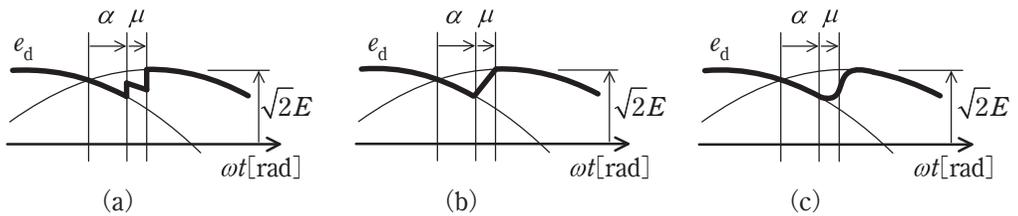


図3  $L$ での起電力を考慮した場合の出力電圧

[問3の解答群]

- |  |   |   |
|--|---|---|
| (イ) 環流                                   | (ロ) 限流                                    | (ハ) 転流                                    |
| (ニ) 1                                    | (ホ) 3                                     | (ヘ) 6                                     |
| (ト) $\frac{3\sqrt{2}}{\pi}E \cos \alpha$ | (チ) $\frac{3\sqrt{2}}{2\pi}E \cos \alpha$ | (リ) $\frac{3\sqrt{6}}{2\pi}E \cos \alpha$ |
| (ヌ) より大きく                                | (ル) より小さく                                 | (レ) と等しく                                  |
| (リ) (a)                                  | (ロ) (b)                                   | (ロ) (c)                                   |

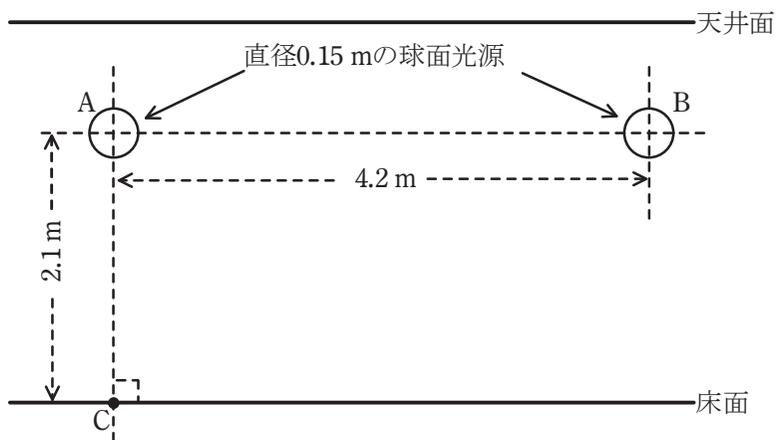
問4 次の文章は、球面光源による照明に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

全光束 4800 lm の球面光源がある。球の直径は 0.15 m で、光源の表面は均等拡散面とみなすことができる。この光源の光度  $I$  は  (1)  cd である。

次に、図に示すように、この球面光源 2 個(A 及び B)を室の床面から 2.1 m 上方に、4.2 m 離して設置した。この室にはこの球面光源 2 個以外に光源はなく、室外部からの入射光もないものとする。また、室の天井面、床面、壁面、球面光源の表面などにおける反射光の影響はないものとする。

図において、球面光源 A だけを点灯したとき、球面光源 A の直下にある床面 C 点における水平面照度は  (2)  lx となる。また、C 点から見た球面光源 A の輝度  $L_A$  は  (3)  cd/m<sup>2</sup> である。

次に、球面光源 A を点灯したまま、球面光源 B も点灯した。このときの床面 C 点における水平面照度は  (4)  lx に増加する。また、C 点から見た球面光源 B の輝度  $L_B$  は  $L_A$  に  (5)  。



[問4の解答群]

(イ) 43 200

(ロ) 173

(ハ) 382

(ニ) 346

(ホ) 87

(ヘ) 191

(ト) 21 600

(チ) 等しい

(リ) 1 528

(ヌ) 94

(ル) 比べて低い

(レ) 86 500

(ヲ) 764

(カ) 362

(ヨ) 比べて高い

**B問題**(配点は1問題当たり計20点)

問5 次の文章は、誘導機の二次励磁方式に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

風力発電には、誘導発電機が用いられることがある。かご形の誘導発電機を用いた方式はブラシが必要なく、構造が単純であるが、風車の回転速度を商用系統の周波数  $f_1$  に対応した速度にする必要がある。一方、巻線形誘導発電機を用いれば、二次抵抗を外部から制御することにより滑り  $s$  を調節して同期速度の 100～110% 程度の範囲で回転速度が可変可能である。しかし、これらの方式では、いずれも系統への併入時の突入電流を制限する  (1) が一般に用いられる。

巻線形誘導機の二次側をインバータにより  (2) の交流で励磁すれば、更に広い範囲での回転速度の範囲で発電が可能である。これを二次励磁方式という。

今、誘導機において、一次側から二次側に電磁誘導によって供給される電力(同期ワット)を  $P_2$  とする。このときの二次銅損は一般に  (3) で表される。しかし、二次励磁方式を用いる場合、 (3) として表される電力の大半がインバータから供給される。

二次励磁方式の発電機として動作している場合を損失を無視して考える。回転子角速度  $\omega_2$  が電源角周波数  $\omega_1$  より大きい場合、インバータは滑りによる電力分を吸収することになり、滑りは  (4) となる。このとき、双方向電力変換可能なインバータであれば電力を電源に返還することになり、誘導機は電源に周波数  $f_1$  の同期ワット  $P_2$  の電力を供給することになる。一方、滑りが  (5) であっても、風車による機械的な動力  (6) とインバータの電力の和が電源に供給される。

[問5の解答群]

(イ)  $s < 0$

(ロ)  $1 - s$

(ハ)  $s > 1$

(ニ) 高周波

(ホ)  $s > 0$

(ヘ) 矩形波

(ト)  $s = 1$

(チ) ソフトスタート装置

(リ)  $\frac{(1-s)^2}{s} P_2$

(ヌ) 滑り周波数

(ル)  $\frac{(1-s)}{s} P_2$

(レ)  $\frac{P_2}{\omega}$

(ヲ) 継電器

(カ)  $P_2$

(ヱ)  $s = 0$

(タ)  $sP_2$

(ク) 進相コンデンサ

(ヨ)  $(1-s)P_2$

問6及び問7は選択問題であり、問6又は問7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6 次の文章は、電解採取に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

亜鉛、コバルト、マンガン、クロムなどの金属は、必要に応じて予備処理を行った原鉱石から、 (1) などの適当な溶媒を用いて目的金属を抽出し、不純物を分離、精製したものを電解浴に入れ、電気分解を行い、 (2) 上に目的金属を析出させて電解採取する。目的金属よりイオン化傾向が (3) 金属イオンはなるべく分離しておかないと製品の純度が低くなる。亜鉛の電解精錬の電流効率は約90%で金属亜鉛を生成する。このとき、亜鉛の酸化還元( $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$ )の標準水素電極基準の標準電極電位は $-0.763\text{ V}$ で水素発生反応よりも熱力学的には (4) 。また、電流効率90.0%で亜鉛を1t精錬するために必要な電気量は (5)  $\text{kA}\cdot\text{h/t}$ である。なお、亜鉛の原子量を65.4、ファラデー定数を $26.8\text{ A}\cdot\text{h/mol}$ とする。

[問6の解答群]

- |           |          |           |             |
|-----------|----------|-----------|-------------|
| (イ) エタノール | (ロ) 小さい  | (ハ) 有利である | (ニ) 大きい     |
| (ホ) アノード  | (ヘ) 大差ない | (ト) 911   | (チ) 硫酸水溶液   |
| (リ) 不利である | (ヌ) ほぼ同じ | (ル) 820   | (フ) アルカリ水溶液 |
| (ワ) 455   | (カ) カソード | (ヨ) 正極    |             |

問6及び問7は選択問題であり、問6又は問7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7 次の文章は、生産ラインにおける自動化技術に関する記述である。文中の

□ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

コンピュータを活用して複雑な設計・製図を効率よく行えるものとして □ (1) システムがある。3次元 □ (1) を用いると、ディスプレイ上で設計対象物を立体的に表示でき、様々な方向から確認することができる。

□ (2) システムはコンピュータを活用した機械加工を中心とした生産準備の自動化システムをいい、□ (1) システムと連携させることで、設計対象物の加工手順を生成し、NC制御された工作機械で加工することが可能である。

XYZの各軸に主軸又はテーブルの回転、傾斜を加えた多軸制御の工作機械では、□ (1) システムの3次元設計データを活用して、複雑な形状や曲面を加工することができる。ただし、制御軸が増えると構造が複雑となり剛性が □ (3) なることや、加工時に切削工具が加工物に接触する角度や面積が変化することで □ (4) の変動があり、精度や表面粗さが悪化しやすくなることに注意が必要である。

□ (5) は、自動的に工具を交換する機能を有するNC工作機械であり、加工内容の自由度が増え、□ (2) システムとの親和性が良い。

一方で、より複雑な形状を造形する方法では、3Dプリンタが試作や少量生産の製品などへ利用されている。耐久性のある金属製の立体形状を作成する場合は、□ (6) の材料に □ (7) を照射して □ (8) させる方法がある。

生産ラインでは、各種工作機械や □ (5) の他、溶接、組立、塗装などを行う産業用ロボットや、無人搬送車、自動倉庫などが組み合わされて、工場全体の自動化が行われる。このようにして工場の自動化をすることを □ (9) という。

[問7の解答群]

- |                           |           |          |
|---------------------------|-----------|----------|
| (イ) 加工時間                  | (ロ) 樹脂状   | (ハ) 切削抵抗 |
| (ニ) マザーマシン                | (ホ) 高く    | (ヘ) 光硬化  |
| (ト) フリーフローライン             | (チ) CAM   | (リ) CAT  |
| (ヌ) マシニングセンタ              | (ル) 低く    | (フ) CAD  |
| (ワ) 紫外線                   | (カ) フライス盤 | (ヨ) 溶着   |
| (タ) CAE                   | (レ) レーザ   | (リ) 粉末状  |
| (ツ) ファクトリーオートメーション        |           |          |
| (ネ) フレキシブルマニュファクチャリングシステム |           |          |