

令和 8 年度

第 2 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<br>(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)                              |
| <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |

| 問                     |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (1)                   | (2)                   | (3)                   |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

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7と問8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  $S$ [ $\text{m}^2$ ])

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3点, 計15点)

問1 次の文章は、タービンなどの高速回転の原動機で駆動される2極又は4極の大容量同期発電機に適用される冷却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。

200 MW 級以下の発電機では、回転速度の低い発電機や電動機などと同様に主に空気冷却方式が適用される。200 MW 級以上では、発電機の大型化の抑制や効率向上などのために水素冷却方式が適用され、さらに高い出力の発電機になると水冷却方式が適用されることが多い。

空気冷却方式の発電機は、水素冷却や水冷却方式と比べて必要な補機は少ないが、□(1)が大きく効率は低い。また、□(1)が大きいために全損失中の□(2)の割合が高くなり、部分負荷における効率は最大出力時から大きく低下する。

水素冷却方式の発電機は、一次冷媒として水素ガスを機内に封入しており、空気冷却方式と比べて発電機は小型化し、また、冷媒の特性から□(1)が大幅に減少して効率は高くなる。しかし、水素漏洩を防ぐ□(3)構造や、ガス供給装置及び□(4)などの補機が必要となり、機器コストや保守コストは増加する。

水冷却方式の発電機は、回転子巻線や鉄心の冷却に水素を使用することに加えて固定子巻線の素線を直接冷却するために□(5)を一次冷媒として使用しており、水素冷却方式に比べて発電機本体を小型化できるが、補機としてガス供給装置と□(4)に加えて固定子冷却水装置が必要になる。また、発電機内部でも固定子巻線の構造の複雑化や機内の冷却水通水構造の追加などが必要となり、発電機本体がより小型化しても水素冷却方式の発電機より機器コストが低減するわけではない。近年では水素冷却方式が適用される出力が増大しており、水冷却方式の適用はより高い出力領域にシフトしている。

〔問 1 の解答群〕

- |           |              |            |
|-----------|--------------|------------|
| (イ) 回転子銅損 | (ロ) 本質安全防爆   | (ハ) 円筒外被   |
| (ニ) 風損    | (ホ) 軸受損      | (ヘ) 工業用水   |
| (ト) 固定損   | (チ) アルカリイオン水 | (リ) 負荷損    |
| (ヌ) 軸シール  | (ル) 鉄損       | (ヲ) 水素発生装置 |
| (ワ) 密封油装置 | (カ) 長尺ポンペ    | (ヨ) 純水     |

問 2 次の文章は、三相誘導電動機の星形結線の一相分簡易等価回路定数を求める試験法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。

抵抗測定試験では、固定子の端子間の抵抗値を測定する。端子間の抵抗の平均値を  $R$  [ $\Omega$ ]、基準巻線温度を  $T$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]、測定時の周囲温度を  $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] とすると、基準巻線温度における一相分の固定子抵抗  $R_1$  [ $\Omega$ ] は  (1) となる。

無負荷試験では、回転子に負荷を接続しない状態で、定格電圧を印加した場合の端子間電圧  $V$  [ $\text{V}$ ]、相電流  $I$  [ $\text{A}$ ]、三相電力  $P$  [ $\text{W}$ ] を測定する。機械損が無視できる場合、一相分の励磁回路のコンダクタンス  $g_0$  [ $\text{S}$ ] は  (2) ，サセプタンス  $b_0$  [ $\text{S}$ ] は  (3) と求まる。

拘束試験では、回転子を拘束して回転できないようにし、相電流が定格値となるよう電圧を印加した場合の端子間電圧  $V$ 、相電流  $I$ 、三相電力  $P$  を測定する。このとき、すべり  $s$  は  (4) であり、励磁電流を無視すると、固定子側に換算した一相分の回転子抵抗  $R_2'$  [ $\Omega$ ] は  (5) となる。また、一相分の合成漏れリアクタンス  $X$  [ $\Omega$ ] は合成インピーダンス  $\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + X^2}$  から算出できる。なお、巻線温度は基準巻線温度  $T$  に達しているものとする。

[問 2 の解答群]

$$(イ) \quad \frac{3P}{I^2} - R_1$$

$$(ロ) \quad \frac{1}{2} \cdot \frac{234.5+T}{234.5+t} R$$

$$(ハ) \quad s = -1$$

$$(ニ) \quad s = 1$$

$$(ホ) \quad \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}I}{V}\right)^2 + g_0^2}$$

$$(ヘ) \quad \frac{1}{2} \cdot \frac{234.5+t}{234.5+T} R$$

$$(ト) \quad \sqrt{\left(\frac{I}{V}\right)^2 - g_0^2}$$

$$(チ) \quad \frac{P}{V^2}$$

$$(リ) \quad s = 0$$

$$(ヌ) \quad \frac{P}{3V^2}$$

$$(ル) \quad \frac{234.5+t}{234.5+T} R$$

$$(ヲ) \quad \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}I}{V}\right)^2 - g_0^2}$$

$$(ヅ) \quad \frac{P}{I^2} - R_1$$

$$(カ) \quad \frac{P}{3I^2} - R_1$$

$$(コ) \quad \frac{3P}{V^2}$$

問3 次の文章は、変圧器の損失・効率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。

変圧器の入力  $P_1$  [W] と出力  $P_2$  [W] を実測して求める効率を実測効率という。これに対して、無負荷損  $P_i$  [W] と負荷損  $P_c$  [W] などを用いて求められる効率を  (1) 効率という。  (1) 効率  $\eta$  [%] は  (2) の式で表される。負荷電流に対して、 $\eta$  が最大となる動作条件は、負荷損  $P_c$  が  (3) となるときである。

無負荷損  $P_i$  の大部分は、変圧器の鉄心で生じる鉄損であり、ヒステリシス損  $P_h$  [W] と渦電流損  $P_e$  [W] の和である。この渦電流損  $P_e$  は、周波数を  $f$  [Hz]、磁束密度の最大値を  $B_m$  [Wb/m<sup>2</sup>] とするとき、  (4) の関係を持つ。また、渦電流損  $P_e$  は鉄心をつくる方向性ケイ素鋼板の厚さ  $d$  [m] に対しては  (5) の関係を持つ。

〔問 3 の解答群〕

(イ) 全日

$$(ロ) \quad \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_1 + P_c} \times 100$$

$$(ハ) \quad P_c = 0$$

(ニ) 等価

$$(ホ) \quad P_e \propto d$$

$$(ヘ) \quad \eta = \frac{P_2 + P_c}{P_2 + P_1 + P_c} \times 100$$

(ヒ) 規約

$$(フ) \quad P_c = P_2$$

$$(リ) \quad P_e \propto f^2 B_m^2$$

$$(ヌ) \quad P_c = P_1$$

$$(ル) \quad P_e \propto f B_m$$

$$(ヲ) \quad P_e \propto d^2$$

$$(ヱ) \quad P_e \propto \frac{1}{d^2}$$

$$(カ) \quad \eta = \frac{P_2 + P_c}{P_2 + P_1} \times 100$$

$$(コ) \quad P_e \propto f B_m^2$$

問4 次の文章は、単相ダイオード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。なお、全ての素子は理想的として扱う。

単相の正弦波交流電源から直流電圧を得るには、図1に示すように四つのダイオードをブリッジ接続したダイオード整流回路が利用される。ブリッジ接続により、交流電圧を同一極性の直流電圧として取り出せるが、出力電圧  $v_{DC}$  には脈動成分が含まれる。この脈動成分は交流電源周波数の2倍の周波数成分が支配的である。出力電圧の脈動成分を低減するために、直流側の負荷  $R$  と並列にコンデンサ  $C$  を接続する方法がある。

図1に示すようにダイオード整流回路の直流側の負荷として抵抗  $R$  を接続した場合、交流側の電流波形  $i_s$  は交流電圧  $v_s$  に対して (1) の正弦波電流となる。図2に示すように負荷  $R$  と並列にコンデンサ  $C$  を接続した場合は、直流電圧  $v_{DC}$  が交流電圧  $v_s$  よりも高い期間ではダイオードは (2) 状態となり、交流電流  $i_s$  は流れない。すなわち、交流電圧  $v_s$  が直流電圧  $v_{DC}$  よりも高い期間だけパルス状の交流電流  $i_s$  が流れる。

交流電流  $i_s$  の波形には電源周波数の (3) の周波数成分が基本波成分に次いで多く含まれるために (4) が大きく低減する。さらに、(3) の周波数成分の電流は、交流側に接続された他の機器に悪影響を与えるおそれがあるため、これを低減する方法として交流電源とダイオード整流回路との間に直列に (5) を接続する方法が用いられる。(5) は、交流電流の急峻な変化を抑制できるため、(4) を改善できる。

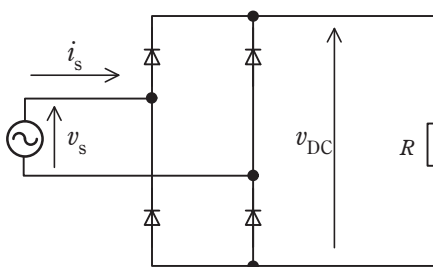


図1 単相ダイオードブリッジ整流回路

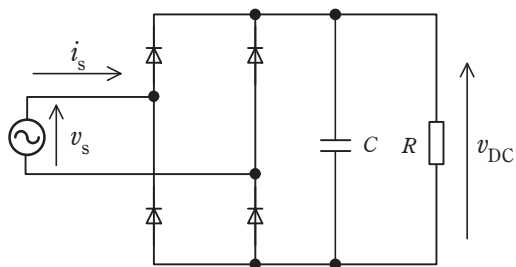


図2 キャパシタインプット形整流回路

〔問4の解答群〕

(イ) 5 倍

(ニ) 逆バイアス

(ト) キャパシタ

(ヌ) インダクタ

(リ) 抵抗

(ロ) 総合力率

(ホ) 進み位相

(チ) 遅れ位相

(ル) 同位相

(カ) 順バイアス

(ハ) 導通

(ヘ) 3 倍

(リ) 2 倍

(ヲ) フリッカ

(ヨ) 基本波力率

**B問題**(配点は1問題当たり小問各2点，計10点)

問5 次の文章は，鉛蓄電池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。

鉛蓄電池は 1859 年に発明された二次電池で，非常に長い歴史をもち，自動車の始動用を始め，多くのところで利用されている。

鉛蓄電池の  (1) としては二酸化鉛が用いられ，硫酸水溶液が電解液として用いられる。ここでの放電反応は次式で表される。



この電池で得られる理論電気量はファラデーの法則に従う。ここでは，ファラデー定数が重要な定数である。この定数として一般に  $96\,500 \text{ C/mol}$  が用いられるが，二次電池の分野では電気量を  $[\text{A} \cdot \text{h}]$  で表すことも多く，ファラデー定数をこの単位で表すと  (2)  $\text{A} \cdot \text{h/mol}$  となる。鉛蓄電池の 1 セル当たりの電圧は水溶液を用いる電池として最も高く，公称電圧は  (3)  $\text{V}$  である。この電圧は水の理論分解電圧よりも高く，この電池の  (4) が大きいことの一つの理由となっている。鉛蓄電池の放電の状態を知るためには電池電圧を測る方法のほかに，簡易な器具での評価法として，電解液の  (5) を測る方法も利用されている。この  (5) が小さいときには電池の放電が進んでいると判断できる。

[問5の解答群]

- |           |           |            |
|-----------|-----------|------------|
| (イ) 2.0   | (ロ) 熱伝導度  | (ハ) 1.2    |
| (ニ) 1.5   | (ホ) 正極活物質 | (ヘ) 抵抗     |
| (ト) 268   | (フ) 比重    | (リ) サイクル寿命 |
| (ヌ) 負極活物質 | (ル) 電解質   | (ヲ) 電気量    |
| (リ) 自己放電  | (カ) 26.8  | (ヱ) 2.68   |

問 6 次の文章は、電気加熱の方式と熱の伝わり方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。

電気加熱の方式には、抵抗加熱、誘導加熱、誘電加熱などがある。このうち抵抗加熱は最も広く使われている。抵抗  $R[\Omega]$  の発熱体に電流  $I[A]$  を 1 時間流したときに発生する熱量は □ (1) [J] となる。

発生した熱の伝わり方には、伝導、対流、放射の三つがある。伝導は、物体内を高温側から低温側へ、物体を構成する物質の移動や混合を伴うことなく、熱が伝達する現象である。厚さ 10 cm、熱伝導率  $0.04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  の断熱材の壁がある。壁の外側の温度が  $0^\circ\text{C}$ 、内側の温度が  $25^\circ\text{C}$  のとき、伝導によって壁の内側から外側へ流れる熱流は壁  $1 \text{ m}^2$  当たり □ (2) W となる。

また、水のような流体の加熱では、主に対流によって熱が伝達する。ステンレス製の鍋に  $15^\circ\text{C}$  の水  $2 \text{ kg}$  を入れ、電磁調理器を使って火力  $1 \text{ kW}$  で 10 分間加熱する。加熱中に鍋の中の水の蒸発はないものとする、水の平均温度は □ (3)  $^\circ\text{C}$  まで上昇する。ただし、水の比熱は  $4.186 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  とし、水に伝わる熱の割合は 90 % とする。

放射は電磁波を介した熱の伝達である。面積  $S_1$  の面 1 と面積  $S_2$  の面 2 とが接触することなく対向して置かれ、高温側の面 1 の表面温度は  $T_1[\text{K}]$  に、低温側の面 2 の表面温度は  $T_2[\text{K}]$  に保持されている。また、面 1 と面 2 の表面の全放射率  $\varepsilon$  は両面において等しく、面 1 から面 2 への形態係数を  $F_{12}$  とする。 $F_{12}$  は  $S_1$ 、 $S_2$  の大きさ、形状、相対位置などの幾何学的な関係のみで値が決まる。このとき、面 1 から面 2 へ伝わる熱は □ (4) で表される。□ (4) の中の定数  $\sigma$  は □ (5) である。

[問 6 の解答群]

- |            |                                                    |                                                    |
|------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| (イ) $RI^2$ | (ロ) $3600RI^2$                                     | (ハ) プランク定数                                         |
| (ニ) 10     | (ホ) 86.7                                           | (ヘ) $\varepsilon\sigma S_1 F_{12} (T_1^2 - T_2^2)$ |
| (ト) 79.5   | (チ) 0.1                                            | (リ) $\varepsilon\sigma S_1 F_{12} (T_1^4 - T_2^4)$ |
| (ヌ) 64.5   | (ル) ボルツマン定数                                        | (レ) ステファン・ボルツマン定数                                  |
| (リ) 1      | (カ) $\varepsilon\sigma S_1 F_{12} (T_1^3 - T_2^3)$ | (ロ) $60RI^2$                                       |

問 7 及び問 8 は選択問題であり、問 7 又は問 8 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 次の表の語句は、測光量の定義と単位に関するものである。A 欄の測光量と関係が深く、かつ最も適切なものを、B 欄の定義及び C 欄の単位の中からそれぞれ一つずつ選べ。

[解答群]

| A         | B                                       | C                   |
|-----------|-----------------------------------------|---------------------|
| 測光量       | 定義                                      | 単位                  |
| (1) 光束    | (イ) ある方向への単位立体角当たりの光束                   | (a) $\text{cd/m}^2$ |
| (2) 光度    | (ロ) ある面を単位時間に通過する放射エネルギーに目の感度のフィルタをかけた量 | (b) $\text{lm/m}^2$ |
| (3) 照度    | (ハ) ある面の単位面積から発散する光束                    | (c) cd              |
| (4) 光束発散度 | (ニ) 光源面からある方向への光度を、その方向への光源の見かけの面積で割った値 | (d) $\text{W/m}^2$  |
| (5) 輝度    | (ホ) ある面に入射する単位面積当たりの光束                  | (e) lx              |
|           | (ヘ) 光源面からある方向への光束を、その方向への光源の見かけの面積で割った値 | (f) W               |
|           | (ト) ある面を単位時間に通過する放射エネルギーの量              | (g) lm              |

問 7 及び問 8 は選択問題であり、問 7 又は問 8 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 8 次の文章は、メカトロニクス機器の制御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。

ファクトリーオートメーションでは、各種工程の自動化のために複雑多様な動作を実現する必要がある、各種センサと各種アクチュエータを組み合わせたメカトロニクス機器に種々の制御が用いられる。具体的には各種センサ等からの入力信号に制御演算を施して各種アクチュエータへの出力信号を決定する。このような制御演算は近年では  (1) を用いて行われることが多い。

各種センサやタイマからの信号を基に、工程の決められた手順に従い順次アクチュエータを駆動する制御方式は  (2) と呼ばれる。また、制御量をセンサで計測し、目標値との偏差が 0 になるようアクチュエータを駆動する方式は  (3) と呼ばれる。

正確なモータ角度位置決めが必要な場合、 (4) で制御量を検出して  (3) を行うこともある。 (4) の分解能で角度位置決め精度が決まる。

また、 (5) は  (4) なしでも簡便に角度位置決めができるが、過大な負荷、急加速などで脱調する可能性がある。

[問 8 の解答群]

- |                 |             |               |
|-----------------|-------------|---------------|
| (イ) 角速度センサ      | (ロ) 角度センサ   | (ハ) 加速度センサ    |
| (ニ) ステッピングモータ   | (ホ) 誘導モータ   | (ヘ) ボイスコイルモータ |
| (ト) フィードフォワード制御 | (チ) 速度制御    | (リ) フィードバック制御 |
| (ヌ) マイクロコンピュータ  | (ル) シーケンス制御 | (ヲ) 経路生成手法    |
| (リ) 適応制御        | (カ) リレー回路   | (ヨ) アナログ回路    |