

令和 2 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. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

(受験番号記入例：0141L01234Aの場合)

受 験 番 号										
数 字			記号	数 字			数 字		記号	
0	1	4	1	L	0	1	2	3	4	A
●					●	○	○	○	○	●
○	●	○	●		○	●	○	○	○	○
○		○	○		○	○	●	○	○	○
○		○	○		○	○	○	●	○	○
○		●	○	●	○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○
○			○		○	○	○	○	○	○

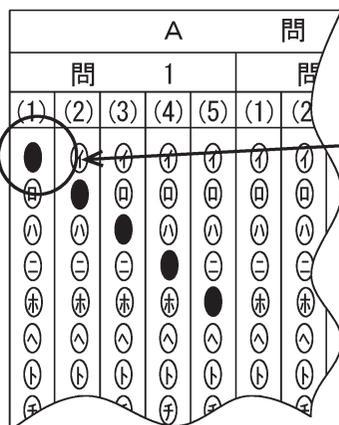
3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。  
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

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、マークは各小間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)



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:  $350\text{ W}$      $f=50\text{ Hz}$      $670\text{ kV}\cdot\text{A}$ )

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問題当たり小問各3点, 計15点)

問1 次の文章は、同期電動機の始動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。

同期電動機には以下のような始動法がある。

自己始動法は、回転子に施されている  (1) 巻線を、誘導電動機の二次巻線として始動トルクを発生させ、同期速度付近に達したとき、界磁巻線に直流励磁を与えて、 (2) トルクによって同期化する方法である。始動時には、回転磁束により界磁巻線に高電圧を誘導し、その絶縁破壊の恐れがあるため、適当な抵抗を通じて界磁巻線を短絡しておく必要がある。この始動法の場合、定格電圧、定格周波数の電源電圧を直接加えて始動する全電圧始動と、始動時に始動電流を抑制するために、電動機電機子電圧を低減して始動する低減電圧始動がある。

始動電動機法は、主機と同軸に設備した小形の始動電動機によって主機を同期速度まで加速してから交流電源に接続して同期化させる方法である。始動電動機として  (3) を用いる場合は、主機よりも2~4極程度極数が  (4) ものが使われる。

(5) 始動法は、始動用電源として可変周波数の電源を使用し、定格周波数の25~30%の周波数で同期化し、その後、定格周波数まで周波数を上昇させてから主電源に同期投入する方法である。

[問1の解答群]

- |         |           |            |         |
|---------|-----------|------------|---------|
| (イ) 直流  | (ロ) プルアップ | (ハ) 多い     | (ニ) 制動  |
| (ホ) 直流機 | (ヘ) スロット  | (ト) 停動     | (チ) 少ない |
| (リ) 補償  | (ヌ) 可変周波  | (ル) 交流整流子機 | (フ) 低周波 |
| (ワ) 引入れ | (カ) 誘導機   | (ヨ) 脱出     |         |

問2 次の文章は、降圧チョップ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は降圧チョップの回路図である。この回路は直流電圧源  $V_{dc}$  を入力とし、出力電流  $I_{dc}$  が半導体スイッチ  $S$  とダイオードの間を転流する代表的な電力変換回路である。インダクタンスは十分に大きく、電流  $I_{dc}$  にリップル成分は無いものとする。また、ダイオードの順電圧降下は無視する。

図1の半導体スイッチ  $S$  を理想的であると仮定した場合の電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  の波形を図2に示す。スイッチ  $S$  は定数  $D$  ( $0 \leq D \leq 1$ ) とスイッチング周期  $T$  の積である  $DT$  の期間に導通し、 $D$  を  (1) と呼ぶ。ダイオード電圧  $v$  の平均値  $V$  は  $V =$   (2) と表され、 $D$  を変化させることによってダイオード電圧  $v$  の平均値を変えることができる。図2のどの時刻でも、理想的な半導体スイッチ  $S$  の電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  の一方は零であることから、スイッチング損失は発生しない。

半導体スイッチ  $S$  のターンオン期間とターンオフ期間を考慮するため、図3に示す電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  のモデル波形を考えてみよう。ターンオフ期間とターンオン期間には、電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  が共に  (3) 期間が存在する。図3において、ターンオフ期間では  $v_s = V_{dc}$  となった後に電流  $i_s$  は減少し、ターンオン期間では  $i_s = I_{dc}$  となった後に電圧  $v_s$  は低下する。そのため、半導体スイッチ  $S$  は損失を発生し、そのエネルギーは電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  の積  $i_s v_s$  の面積によって求められる。電流  $i_s$  と電圧  $v_s$  の変化は直線的と仮定すると、1回のターンオフ期間の損失  $W_{off}$  [J] は  $W_{off} =$   (4) である。1回のターンオン期間の損失  $W_{on}$  [J] も同様に求められる。したがって、半導体スイッチ  $S$  におけるスイッチング損失  $P_s$  [W] は  $P_s =$   (5) である。

[問2の解答群]

- |  |  |                        |                                  |
|--|--|------------------------|----------------------------------|
| (イ) 負である                               | (ロ) $\left(\frac{1}{1-D}\right)V_{dc}$ | (ハ) 零である               | (ニ) $\frac{W_{off} - W_{on}}{T}$ |
| (ホ) $\frac{W_{off} + W_{on}}{T}$       | (ヘ) $\frac{1}{6}V_{dc}I_{dc}T_2$       | (ト) $DV_{dc}$          | (チ) $\frac{1}{2}V_{dc}I_{dc}T_1$ |
| (リ) $\frac{1}{2}V_{dc}I_{dc}T_2$       | (ス) $\frac{1}{6}V_{dc}I_{dc}T_1$       | (ル) $W_{off} + W_{on}$ | (ツ) 還流率                          |
| (リ) $\left(\frac{D}{1-D}\right)V_{dc}$ | (カ) 通流率                                | (コ) 正である               |                                  |

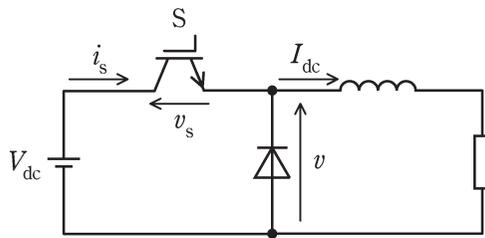


图 1

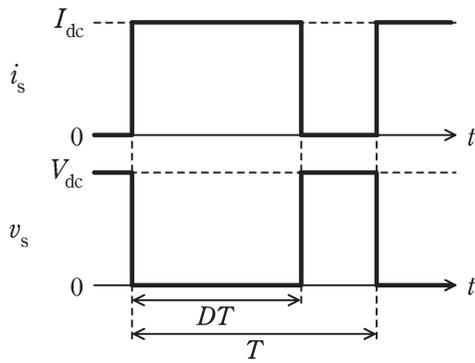


图 2

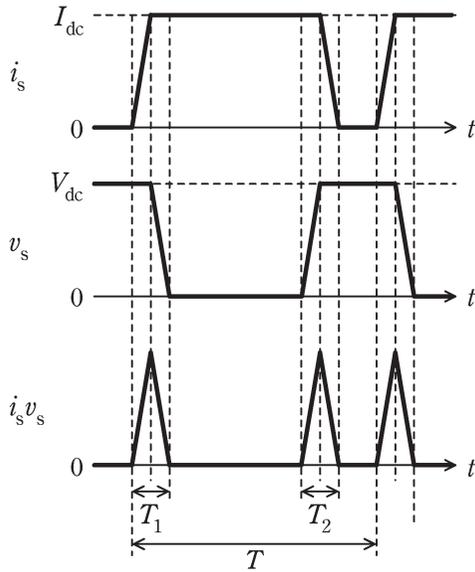


图 3

問3 次の文章は、誘導電動機の世界速度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。

誘導電動機の世界を自由に、かつ広範囲に制御できれば、回転機の可変速制御を必要とする分野で広く応用できる。ここに誘導電動機の同期角速度を $\omega_s$ 、極数を $2p$ 、滑りを $s$ 、電源周波数を $f$ とすると、回転角速度 $\omega_m$ は、次式のように表現される。

$$\omega_m = \omega_s(1-s) = \text{ (1)} (1-s) \dots\dots\dots \text{①}$$

①式より、極数、滑りあるいは周波数のいずれかを変化できれば、誘導電動機の世界は制御できることになる。

極数を変化させる方法はあらかじめ極数を変更できるように巻線の接続法を工夫しておき、必要に応じてスイッチで切り換えることにより変える方法であるが、段階的な制御であり連続した可変速を必要とする用途には不向きである。

滑りを変化させる方式では、誘導電動機の発生トルクが入力電圧の  (2)  ことを利用する  (3)  法がある。

本方式は滑りの増加とともに電動機の効率が悪化するので、電動機の効率を重視する用途には不向きである。

周波数を連続的に制御する方式は、近年の自励式インバータ電源(電力変換器)による駆動が可能となったことにより広く採用されるようになった。例えばオープンループ制御のインバータ電源による駆動では  (4)  が行われ、電動機の  (5)  が飽和しないようにしている。さらに精密な回転機の制御が求められる時には、ベクトル制御による高精度制御が行われる。

[問3の解答群]

- (イ) 二次電力制御 (ロ)  $V/f$ 一定制御 (ハ) 2乗に比例する  
(ニ) 抵抗制御 (ホ) 定電力制御 (ヘ)  $\frac{\pi f}{2p}$   
(ト) 磁束 (チ) 比例推移制御 (リ) 2乗に反比例する  
(ヌ)  $\frac{p}{2\pi f}$  (ル) 一次電圧制御 (ヲ) 銅損  
(リ)  $\frac{2\pi f}{p}$  (カ) 同期速度 (ヨ) 大きさに関係なく一定である

問4 次の文章は、リチウムイオン二次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。

リチウムイオン二次電池は軽量、コンパクトであることからモバイル機器から電気自動車まで広く用いられている。この電池は、公称電圧が約  (1) の高性能電池である。正極にはコバルト酸リチウムなどのリチウム  (2) 酸化物、負極にはカーボン、電解質には高い電圧でも分解しない有機物系の材料を用いる。放電時には、正極の活物質が  (3) して電解質中のリチウムイオンが取り込まれ、同時に負極のカーボンにインターカレーションしているリチウムイオンが放出される。大きな出力が必要な場合、通常より大電流放電されるが、この時のセル電圧は公称電圧  (4) 。電池は応用システムの電流や電圧の要求に従って直並列に接続した電池システムとして用いられる。ある電池の重量エネルギー密度が  $175 \text{ W}\cdot\text{h}/\text{kg}$  であり、平均電圧  $3.5 \text{ V}$  で  $500 \text{ mA}$  での放電を  $10 \text{ h}$  行えたとすると、この電池の重量は約  (5) となる。

[問4の解答群]

- |           |           |           |          |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| (イ) 貴金属   | (ロ) 1.2 V | (ハ) 1.5 V | (ニ) 酸化   |
| (ホ) 還元    | (ヘ) 中和    | (ト) 50 g  | (チ) 軽金属  |
| (リ) 3.7 V | (ヌ) 遷移金属  | (ル) と等しい  | (ヲ) より高い |
| (ヲ) 150 g | (カ) より低い  | (ヨ) 100 g |          |

**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, 変圧器における誘導起電力と磁束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。

一次及び二次巻線を施した環状鉄心において, 一次巻線の巻数を  $N_1$  とする。二次巻線を開放したまま, 一次巻線に供給電圧として角周波数  $\omega$ , 実効値  $V_1$  の交流電圧  $v_1(t) = \sqrt{2}V_1 \sin \omega t$  を加えると, この巻線に流れる (1) 電流  $i_0$  は, 巻線の抵抗及び鉄損を無視すれば, 次式で表される。

$$i_0(t) = \frac{\sqrt{2}V_1}{Z} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \dots\dots\dots \text{①}$$

ここで,  $Z$  は一次巻線のインピーダンスである。  
磁気回路の長さを  $l$ , 断面積を  $A$ , 透磁率を  $\mu$  (一定) と仮定すれば, この電流  $i_0$  によって鉄心中に生じる交番磁界による  $\phi$  は (2) を磁気抵抗で除すことで求められ,

$$\phi(t) = \frac{N_1 \mu A}{l} i_0(t) \dots\dots\dots \text{②}$$

①及び②式から,

$$\phi(t) = \Phi_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \dots\dots\dots \text{③}$$

ここで,  $\Phi_m$  は  $\phi(t)$  の最大値であり,  $\Phi_m = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(3) である。$

その結果, 一次巻線に誘導起電力  $e_1$  が発生するが,  $e_1$  は  $\phi$  の変化を妨げる方向に誘導されたとすると, 次の関係式が成り立つ。

$$v_1(t) = -e_1(t) = N_1 \frac{d\phi(t)}{dt} \dots\dots\dots \text{④}$$

③及び④式から,  $e_1(t)$  は次式となる。

$$e_1(t) = \sqrt{2}E_1 \sin \omega t$$

ただし,  $E_1$  は  $e_1(t)$  の実効値であり, 周波数を  $f$  とすると次式となる。

$$E_1 = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(4)} f N_1 \Phi_m$$

実際の電力用変圧器においては, 鉄心の (5) 特性とヒステリシス特性が含まれるため, 鉄心の磁気特性は非直線性になり, 巻線に正弦波電圧を加えたとしても電流  $i_0$  は高調波成分を含んだひずみ波となる。

[問 5 の解答群]

- |                                      |                            |                                      |                   |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| (イ) 起磁力                              | (ロ) $\frac{\sqrt{2}}{\pi}$ | (ハ) $\frac{\sqrt{2}N_1}{\omega V_1}$ | (ニ) 磁区            |
| (ホ) $\frac{\sqrt{2}V_1}{\omega N_1}$ | (ヘ) 磁化力                    | (ト) $\frac{\omega N_1}{\sqrt{2}V_1}$ | (チ) 誘導            |
| (リ) 励磁                               | (ヌ) 渦電流                    | (ル) 飽和                               | (七) $\sqrt{2}\pi$ |
| (リ) $2\pi$                           | (カ) 負荷                     | (ヨ) 鎖交磁束                             |                   |

※ 下線部追記

問6 次の文章は、ランベルトの余弦法則、光度と輝度との関係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。

面積  $dS$ 、反射率  $\rho$  の微小平板があり、その片面だけが照度  $E$  で照らされ、輝度  $L$  で輝いている。この輝いている面の法線方向の光度を  $dI_n$  とすれば、面の輝きを表す輝度  $L$  は  (1) で与えられる。単位は  (2) である。

いま、この面を法線より斜め  $\theta$  方向から見た輝度  $L_\theta$  は、投影面積  $dS_\theta$  が  $dS_\theta =$   (3) となり、その方向の光度を  $dI_\theta$  とすれば  (1) と同様にして求まる。もし、 $L = L_\theta$  であれば、この面の鉛直配光は、 $dI_\theta = dI_n \cdot \cos\theta$  となる関係が成立するので、 $dI_n$  を直径とする円形となる。これをランベルトの余弦法則という。

どの方向から見ても輝度の等しい面を  (4) といい、ランベルトの余弦法則に従う面である。また、この面では、照度  $E$  と輝度  $L$  との間に  (5) なる関係がある。

[問6の解答群]

- |                           |                             |                                      |                               |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| (イ) $dS \cdot \cos\theta$ | (ロ) $dS \cdot \sin\theta$   | (ハ) 均等拡散面                            | (ニ) $L = \frac{\rho I_n}{dS}$ |
| (ホ) $dS \cdot \tan\theta$ | (ヘ) $L = \frac{\rho E}{dS}$ | (ト) $L = \frac{dI_n}{dS}$            | (チ) ラドルクス [rlx]               |
| (リ) 完全反射面                 | (ヌ) $\pi E = \rho L$        | (ル) $\rho E = \pi L$                 | (ヲ) 均等反射面                     |
| (ワ) トロランド [td]            | (カ) $\rho \pi E = L$        | (コ) カンデラ毎平方メートル [cd/m <sup>2</sup> ] |                               |

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 次の文章は、誘導加熱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。

誘導加熱は、導電性の被加熱物を交番磁界中に置くことで生じる  (1) によって被加熱物自体が発熱し、加熱される方式である。金属の溶解のほか、金属表面の焼入れなどに用いられている。

(1) として発生する熱量は、交番磁束の大きさ  (2) する。このほか、交番磁束の周波数、被加熱物の透磁率及び導電率にも依存する。また、印加する交番磁界の周波数を  (3) すると、発熱は被加熱物の表面近傍に集中ようになる。この現象は  (4) によるものである。また、その指標として浸透深さがある。浸透深さは、透磁率と導電率の積  (5) する。

[問7の解答群]

- |              |            |          |
|--------------|------------|----------|
| (イ) の平方根に比例  | (ロ) の2乗に比例 | (ハ) に反比例 |
| (ニ) ペルチエ効果   | (ホ) 近接効果   | (ヘ) 渦電流損 |
| (ト) 高く       | (チ) 一定に    | (リ) に比例  |
| (ヌ) 機械損      | (ル) の4乗に比例 | (ワ) 表皮効果 |
| (リ) の平方根に反比例 | (カ) 低く     | (コ) 誘電損  |

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、オペレーティングシステムのタスク管理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。

オペレーティングシステムは、複数のタスクに対して、優先度に基づき CPU やメモリ、通信インタフェースなどのハードウェア資源を効率的に割り当て、システム全体の遊び時間を少なくすることで  (1) を高めている。このように、タスクを管理して、ハードウェア資源を有効活用する機能をタスク管理という。

タスクは生成されると、 (2) 状態となる。実行状態にあるタスクから CPU の占有が解かれると、タスクディスパッチャが  (2) 状態にあるタスクの中から最も優先度の高いタスクに CPU の使用権を与え、実行状態に移行させる。

複数のタスクを切替えて実行する場合、タスクの切替えタイミングが重要となる。一例として、外部や内部の  (3) により発生する状態変化のタイミングを用いるイベントドリブン方式がある。

タスクの実行順序は、 (4) と呼ばれる構造の待ち行列にタスクを格納して処理を行う到着順方式や、処理時間の短いタスクを最初に実行する処理時間順方式がある。その他に、あらかじめタスクに優先度を付与しておき、優先順位に従って処理する方式がある。しかしこの方式では、優先度の  (5) タスクが実行されないスタベーションと呼ばれる現象が起こる可能性があり、動的に優先度を変更する対策などが行われる。

[問8の解答群]

- |            |              |           |
|------------|--------------|-----------|
| (イ) メモリ使用量 | (ロ) 低い       | (ハ) 実行可能  |
| (ニ) FILO   | (ホ) 同じ       | (ヘ) 高い    |
| (ト) 待ち     | (チ) FIFO     | (リ) LIFO  |
| (ヌ) スループット | (ル) クロックスピード | (フ) 割込み   |
| (リ) ベンチマーク | (カ) 中断       | (ヨ) データ通信 |